Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

INHALTSVERZEICHNIS 1943

I.

Nach Überschriften geordnet

a) Aufsätze und größere Beiträge

Seite

Ankerlose Lokomotivkessel. Von Obering. E. Meyer . . 135
Amerikanischer Lokomotivbau im Jahrzehnt vor dem Kriege. Von Dr.-Ing. L. Schneider 155
Ausnutzung der Vorwärmeranlagen im Betrieb und die dadurch erzielte Kohlenersparnis. Von Dipl.-Ing. K. Koch 199
Arbeitsplätze für Schwerbeschädigte 201
Anden-Querbahn, die. Von Dr.-Ing. L. Schneider . . . 228
Bestimmung der Mischbarkeit und Pumpfähigkeit von Heizölen. Von Dr.-Ing. L. Schneider 70
Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Dreharbeiten. Von G. Brügmann . . 75
Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel. Von Obering. G. Heise 95
Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten. Von G. Brügmann 115, 141
Bogenläufige Dampflokomotive, eine 127
Deutsche Lokomotiven im Nahen Osten. Von Dr.-Ing. L. Schneider 41
Dampflokomotive, die — eine fahrbare Dampfanlage. Von Baurat Dr.-Ing. Metzeltin 61
Dynamische Raddrücke auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Lokomotivmassen. Von Prof. W. Farmakowsky 103, 232
Dampflokomotiven der ehem. tschechoslowakischen Staatsbahnen im Fahrpark der Deutschen Reichsbahn, die 106
Dampf-elektrische Lokomotiven. Von Dipl.-Ing. R. Liechty 166
Diesel- gegen Dampflokomotiven. Von Dr. Giesl . . . 179
Dampflokomotiven der ehem. jugoslawischen Staatsbahnen im Fahrpark der Deutschen Reichsbahn, die 202
Eisenbahnen im südwestlichen Zentralasien, die. Von Dr.-Ing. L. Schneider 29
Erste Lokomotive mit Verbrennungsmotor, die 32
Erste Gasturbinenlokomotive. Von Günther 57
Ersten Zahnradbahnen und das System Riggenbach, die. Von Dr. Mayer 106
1D1 h2-Gt-Lokomotive, Baureihe 86 ÜK der DR. Von Obering. E. Meyer 167
1'C+C3' h4-Malletlokomotive der Chesapeake & Ohio-Bahn 168
Ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven, die. Von RR. Matthes und G. Reder 169, 230
Ersten hundert Lokomotiven der Hessischen Ludwigsbahn, die. Von Kobschätzki 181, 232
Eisenbahnen Indochinas, die 185
1'F2' h3t-Lokomotive, Reihe 46, der Bulgarischen Staatsbahnen. Von Dipl.-Ing. Walter Zimmermann 195
Englischer Lokomotivbau im Jahre 1942 224
Entwicklung der Franco-Lokomotive. Von Baurat Dr. Metzeltin 225
Feuerlose Lokomotiven mit geschweißtem Kessel. Von Obering. E. Meyer 37
Fräsen: Mitläufig oder gegenläufig? 159
Fünftes Kriegsjahr: Lagebericht von der Fabrikenfront 175
Feldbahnlokomotiven. Von Oskar Dost 186
Französischen Staatsbahnen, die 229

Seite

Geschichte der Fell-Lokomotive, die 11
Generatorbetrieb in Frankreich 188
Geschichte der Saugluft-Bremse, die. Von Metzeltin . . 203
Henschel-Kondenslokomotive für die Irakischen Staatsbahnen. Von Dr.-Ing. R. Roosen 19
Heizraum- und Kesselbelastung bei ölgefeuerten Lokomotiven 109
Hundert Jahre Berlin—Stettin 158, 190
Induktive Zugbeeinflussung, die. Von Ing. Otto Penschke 46
Kriegslokomotiven 105
Kreuzungen zwischen Dampf- und elektrischen Lokomotiven 127
Lokomotiven als Walzenzugmaschinen. Von Obering. E. Meyer 66
Lokomotiven für Bananenpflanzungen. Von H. Lins . . 68
Leichttriebwagen der Schweizerischen Südost-Bahn . . 130
Lokomotivlager aus Stahlstützschale mit Auskleidung aus Lagerbronze. Von Dr. W. Rohn 177
Leistungen der deutschen Eisenbahner 215
Lob des Eisenbahners 220
Mitnehmer- und Lenkerstange bei der Heusinger-Steuerung. Von Prof. Ing. W. Farmakowsky 7
Merkwürdige Dampflokomotiven. Von Obering. E. Meyer 87
Neue Lokomotiven der SBB. Von Dipl.-Ing. Roman Liechty 89
Pendelnd aufgehängte Steuerung 126
Personennahverkehr in der Kriegswirtschaft 191
Richtige Arbeitskleidung verringert Unfall-Leistungsverluste 67
Rangierlokomotiven der Rhätischen Bahn 180
Schöpferische Synthese, die. Von Hans Uhle 55
Schutz gegen Berührungsspannung 109
Spiegelung von Wirtschaftskrisen in der Zahl der dienstuenden Güterzug-Lokomotiven 140
Steuerungen ohne Geradführung der Schieberstange. Von Dipl.-Ing. Prof. Rihosek 205
Sanzin-Gasse in Wien. Von Pflanz-Rihosek 206
Schmalspurige Dampflokomotiven im Osten. Von F. Kemper 207
Triebfahrzeuge der Furka-Oberalp-Bahn. Von Dipl.-Ing. R. Liechty 150
Turbinenlokomotiven mit Auspuffbetrieb. Von Dr.-Ing. L. Schneider 219
Vom Wirkungsgrad der Lokomotiven. Von Prof. Dr.-Ing. Neesen 1
Von den argentinischen Staatsbahnen 9
4700 PS-2'C2' h2 S.-Lokomotive der New York Centralbahn 28
Vorsicht bei der Verwendung von Treibgas in Motorlokomotiven 149
Vorschlag für eine neue Verschiebelokomotive. Von Baurat Dr. Metzeltin 221
Wagner-Heißdampf-Ventilregler, der. Von Obering. Otto Wallstab 22
Wirkungsgrad, der. Von Wa. Ostwald 61
2C+C2 h4-Mallet-Eilgüterzuglokomotive der Western Maryland-Bahn 129
2D1-Stromlinien-Lokomotive der MZA-Bahn 189

Seite

b) Kleine Nachrichten

Ausländisches Urteil über Ferntriebwagen, ein 14
Anteil der Einfuhr beim Neubau elektrischer Bahnen in Spanien 15
Ausbau der Tehuantepec-Bahn 35
Auftragsschwankungen der nordamerikanischen Lokomotivindustrie 72
Arbeitsunfälle durch Preßluft 153
Bemerkenswerte spanische G-Lokomotive 15
Brasiliens Eisenbahnen 35
Britische Standard-Spezifikationen. Von Dr. L. Schneider 35
Bahnverbindung Thailand—Burma 53
Betriebsprobefahrt einer 5400 PS - dieselelektrischen Güterzuglokomotive 128
Bahnhof mit drei Spurweiten, ein 132
Dir. Degenkolb im Beirat der DR 33
Dritter Argentinischer Ingenieurkongreß Cordoba 1942 92
Deutscher und internationaler Lokomotivbau 1901—1940. Von Metzeltin 110
Dieseltriebfahrzeuge für die Wüste 172
83 Dienstjahre 211
Elektrifizierung in USA 16
Elektrifizierung in Brasilien 16
Elektrifizierung der Belgischen Eisenbahnen ein Steuerobjekt 17
Eisenbahnreparatur-Werkstätte Marburg (Drau) 71
Englische Kapitalsanlagen in lateinamerikanischen Bahnen 72
Eisenbahnverkehr und Lokomotivtechnik 73
Eisenbahnen Australiens, die 92
Eisenbahnverbindung USA—Alaska 92
Erste Versuche mit Verbundlokomotiven im ehemaligen Österreich 111
Enteignung der Salpeter-Bahnen in Chile 173
Eisenbahnen Albaniens, die 212
Elektrifizierung bulgarischer Bahnen 227
Französische Eisenbahnen um 1830 53
Fertigungsfragen vordringlich wichtig 171
Fahrleistungen von Dampf- und Diesellokomotiven . . 172
Gasförmige Brennstoffe für Fahrzeugmotoren 34
Güterbeförderung nur bei Frost erlaubt 111
Gesundheitsschutz bei Lackier- und Anstricharbeiten . . 132
Höhenlage englischer Eisenbahnen 212
Hundert Jahre Köln-Mindener Eisenbahn 232
Immer wieder hilft die Dampflokomotive! 17
Japans Lokomotiv- und Wagenbau 92
Jetzt: 82 Dienstjahre. Von W. Alzinger 192
Kesselausbesserung und Speisewasser 152
Kanal als Eisenbahn 173
Kohlenexpreßzüge im Jahre 1861 213
Lokomotiv-Bauprogramm erfüllt! 110
Lokomotive auf der Briefmarke, die 110, 211
Lokomotivzugang in USA 111
Lokomotive und Flugzeug 173
Liliput-Lokomotive 212
Lokomotiven zur Kur verschickt 232
Mehr lichttechnische Kenntnisse! 16
Mallet-Lokomotiven der Achsanordnung (2D)D2. 152
Mittelamerikanische Eisenbahnen 192
Mehrfacher Spurumbau der gleichen Strecke 213
Neue Eisenbahnen in Rio Grande do Sul, Brasilien . . . 14
Netzlänge der bedeutendsten Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika 132
Öl im Lokomotivkessel 131
Preisausschreiben für Aufgleisverfahren 173
Rechts- oder Linksfahren in Spanien 112
Sonderstähle für Ventile 15
Schweißen von Rundgliederketten 35
Starre oder Gelenkbauart? 53
Sicherheit bei Luft- und bei Eisenbahnreisen, die . . . 53
Schweden besitzt die längste elektrifizierte Eisenbahnstrecke der Welt 112
Schwerer Güterzug 112
Sogar 75 Dienstjahre. Von Dr.-Ing. M. Mayer 112
Salta—Antofagasta-Bahn, die 212
Sechshundert Bahnen in Amerika um 1860 213

Seite

Umbau der 1'E1' - Wechselstromlokomotive der Lötschbergbahn. Von Born 34
Über 50 Dienstjahre 71
Ursachen von Eisenbahnunfällen 72
Über 50 Dienstjahre. Von Dr. Alfred Holter 112
Verstaatlichung einer brasilianischen Bahn 53
Vierzylinder-Lokomotive mit Massenausgleich von 1837 131
Weiterbau der Bahn Täbris—Mesched 53
Windmotoren im Eisenbahnbetrieb 152
Zur Geschichte der Heusinger-Steuerung. Von Holter . . 16

II.

Nach Verfassern geordnet

(Nur die mit vollem Namen gezeichneten Aufsätze)

Brügmann, G. Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Dreharbeiten . 75
ders. Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten . . . 115, 141
Dost, Oskar. Feldbahn-Lokomotiven 186
Farmakowski, W., Ing. Prof. Mitnehmer und Lenkerstange bei der Heusinger-Steuerung 7
ders., Dynamische Raddrücke auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Lokomotivmassen 103, 232
Giesl, Dr. Diesel- gegen Dampflokomotiven 179
Günther. Die erste Gasturbinen-Lokomotive 57
Heise, G., Obering. Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel 95
Kobschätzki. Die ersten 100 Lokomotiven der Hessischen Ludwigsbahn 181, 232
Koch, K., Dipl.-Ing. Die Ausnutzung der Vorwärmeranlagen im Betrieb und die dadurch erzielte Kohlenersparnis 199
Kemper, F. Die schmalspurige Dampflokomotive im Osten 207
Liechty, Roman, Dipl.-Ing. Neue Lokomotiven der SBB 89
ders. Die Triebfahrzeuge der Furka—Oberalp-Bahn 150
ders. Dampf-elektrische Lokomotiven 166
Lins, H. Lokomotiven für Bananenpflanzungen 68
Matthes, RR. Die ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven 169, 230
Mayer, Dr.-Ing. Die ersten Zahnradbahnen und das System Riggenbach 106
Metzeltin, Dr.-Ing. e. h. Baurat. Die Dampflokomotive — eine fahrbare Kraftanlage 61
ders. Die Geschichte der Saugluftbremse 203
ders. Vorschlag für eine neue Verschiebelokomotive 221
ders. Die Entwicklung der Franco-Lokomotive . . . 225
Meyer, E., Obering. Feuerlose Lokomotiven mit geschweißtem Kessel 37
ders. Lokomotiven als Walzenzugmaschinen 66
ders. Merkwürdige Dampflokomotiven 87
ders. Ankerlose Lokomotivkessel 135
ders. 1D1 h2-Gt-Lokomotive, Baureihe 86 ÜK der DR. 167
Neesen, F., Dr.-Ing. Prof. Vom Wirkungsgrad der Lokomotiven 1
Ostwald, Wa. Der Wirkungsgrad 61
Penschke, Otto., Ing. Die induktive Zugbeeinflussung . 46
Pflanz-Rihosek. Eine Sanzin-Gasse in Wien 206
Rihosek, J., Dipl.-Ing., Sektionschef und Prof. i. R. Steuerungen ohne Geradführung der Schieberstange . . . 205
Rohn, W., Dr. Lokomotivlager aus Stahlstützschale mit dünner Auskleidung aus Lagerbronze 177
Roosen, R., Dr.-Ing. Henschel-Kondenslokomotive für die Irakischen Staatsbahnen 19
Schneider, Ludw., Dr.-Ing. Die Eisenbahnen im südwestlichen Zentralasien 29
ders. Deutsche Lokomotiven im Nahen Osten . . . 41
ders. Bestimmung der Mischbarkeit und Pumpfähigkeit von Heizölen 70
ders. Der amerikanische Lokomotivbau im Jahrzehnt vor dem Kriege 155
ders. Turbinenlokomotiven mit Auspuffbetrieb . . . 219
ders. Die Anden-Querbahn 228
Uhle, Hans. Die schöpferische Synthese 55

Seite

Wallstab, Otto, Obering. Der Wagner-Heißdampf-Ventilregler 22
Zimmermann, Walter, Dipl.-Ing. Die 1'F2' h3t-Lokomotive, Reihe 46, der Bulgarischen Staatsbahnen . . . 195

III.

Nach Sachgebieten geordnet

A = Aufsatz
N = Kleine Nachricht

Ausstellungen und Kongresse

III. Argentinischer Ingenieur-Kongreß Cordoba 1942 . . 92

Bahnen Deutsche Bahnen
(siehe unter Geschichte!)

Ausländische Bahnen

Von den argentinischen Staatsbahnen. A 9
Neue Eisenbahnen in Rio Grande do Sul. N 14
Elektrifizierung in USA. N 16
Elektrifizierung in Brasilien. N 16
Elektrifizierung der Belgischen Eisenbahnen. N 17
Die Eisenbahnen im südwestlichen Zentralasien. Von Dr.-Ing. L. Schneider. A 29
Brasiliens Eisenbahnen. N 35
Ausbau der Tehuantepec-Bahn. N 35
Weiterbau der Bahn Täbris—Mesched. N 53
Bahnverbindung Thailand—Burma. N 53
Verstaatlichung einer brasilianischen Bahn. N 53
Englische Kapitalsanlagen in lateinamerikanischen Bahnen. N 73
Eisenbahnverbindung USA—Alaska. N 92
Die Eisenbahnen Australiens. N 92
Schweden besitzt die längste elektrifizierte Eisenbahnstrecke der Welt. N 112
Netzlänge der bedeutendsten Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika. N 132
Enteignung der Salpeterbahnen in Chile. N 173
Die Eisenbahnen Indochinas. N 185
Mittelamerikanische Eisenbahnen. N 192
Die Eisenbahnen Albaniens. N 212
Die Salta—Antofagasta-Bahn. N 212
Höhenlage englischer Eisenbahnen. N 212
Mehrfacher Spurumbau der gleichen Strecke. N . . . 212
Elektrifizierung bulgarischer Bahnen. N 227
Die Anden-Querbahn. Von Dr. L. Schneider. A 228
Die französischen Staatsbahnen. A 229

Fertigung

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Dreharbeiten. Von G. Brügmann. A 75
Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten. Von G. Brügmann. A 115, 141
Fräsen: Mitläufig oder gegenläufig. A 159
Lokomotivlager aus Stahlstützschale mit dünner Auskleidung aus Lagerbronze. Von Dr. W. Rohn. A . . 177

Geschichte

Die Geschichte der Fell-Lokomotive. A 11
Zur Geschichte der Heusinger-Steuerung. N 16
Die erste Lokomotive mit Verbrennungsmotor. A . . . 32
Französische Eisenbahnen um 1830. N 53
Die ersten Zahnradbahnen und das System Riggenbach. Von Dr. Mayer. A 106
Die Dampflokomotiven der ehem. tschechoslowakischen Staatsbahnen im Fahrpark der D. R. B. A 106
Erste Versuche mit Verbund-Lokomotiven im ehem. Österreich. N 111
Güterbeförderung nur bei Frost erlaubt. N 111
Über 50 Dienstjahre. Von Dr. Alfr. Holter. N 112
Sogar 75 Dienstjahre. Von Dr.-Ing. M. Mayer. N . . . 112
Eine bogenläufige Dampflokomotive. A 127

Seite

Vierzylinder-Lokomotive mit Massenausgleich von 1837. N 131
Der amerikanische Lokomotivbau im Jahrzehnt vor dem Kriege. Von Dr.-Ing. L. Schneider. A 155
Hundert Jahre Berlin—Stettin. A 158, 190
Die ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven. Von RR. Matthes. A 169
Ergänzung dazu von Ing. G. Reder. A 230
Kanal als Eisenbahn. N 173
Die ersten hundert Lokomotiven der Hessischen Ludwigsbahn. Von Kobschätzky. A 181, 232
Jetzt 82 Dienstjahre. Von W. Alzinger. N 192
Die Dampflokomotiven der ehem. Jugoslawischen Staatsbahnen im Fahrpark der DR. A. 202
Die Geschichte der Saugluftbremse. Von Metzeltin. A 203
Steuerungen ohne Geradführung der Schieberstange. Von J. Rihosek. A 205
83 Dienstjahre. N 211
600 Bahnen in Amerika um 1860. N 213
Kohlenexpreßzüge im Jahr 1861. N 213
Lokomotiven zur Kur verschickt. N 232
Hundert Jahre Köln-Mindener Eisenbahn. N 232

Lokomotiven

Dampflokomotiven

Vom Wirkungsgrad der Lokomotiven. Von Prof. Dr.-Ing. F. Neesen. A 1
Eine bemerkenswerte spanische G.-Lokomotive. N . . 15
Immer wieder hilft die Dampflokomotive. N 17
Henschel-Kondenslokomotive für die Irakischen Staatsbahnen. Von Dr.-Ing. R. Roosen. A 19
4700 PS - 2'C2' h2 S. - Lokomotive der New York Central-Bahn. A 28
Feuerlose Lokomotiven mit geschweißtem Kessel. Von Obering. E. Meyer. A 37
Deutsche Lokomotiven im Nahen Osten. Von Dr.-Ing. L. Schneider. A. 41
Starre oder Gelenkbauart. N 53
Die Dampflokomotive — eine fahrbare Kraftanlage. Von Baurat Dr.-Ing. Metzeltin. A 61
Lokomotiven als Walzenzugmaschinen. Von Obering. E. Meyer. A 66
Lokomotiven für Bananenpflanzungen. Von H. Lins. A 68
Merkwürdige Dampflokomotiven. Von Obering. E. Meyer. A 87
Kriegslokomotiven. A 105
Die Dampflokomotiven der ehem. Tschechoslowakischen Staatsbahnen im Fahrpark der DR. A 106
Heizraum- und Kesselbelastung bei ölgefeuerten Lokomotiven. A 109
Eine bogenläufige Dampflokomotive. A 127
2C+C2 h4 - Mallet - Eilgüterzuglokomotive der Western Maryland-Bahn. A 129
Mallet-Lokomotiven der Achsanordnung (2D)D2. N . . 152
Dampf-elektrische Lokomotiven. N 166
1D1 h2-Gt-Lokomotive, Baureihe 86 ÜK der DR. Von Obering. E. Meyer. A 167
1'C+C3' h4-Mallet-Lokomotive der Chesapeake & Ohio-Bahn. A 168
Fahrleistungen von Dampf- und Diesellokomotiven. N . 172
Feldbahnlokomotiven. Von Oskar Dost. A 186
2D1-Stromlinienlokomotive der M. Z. A.-Bahn. A . . . 189
1'F2' h3t-Lokomotive, Reihe 46, der Bulgarischen Staatsbahnen. Von Dipl.-Ing. W. Zimmermann. A 195
Die Dampflokomotiven der ehem. Jugoslawischen Staatsbahnen im Fahrpark der DR. A 202
Die schmalspurige Dampflokomotive im Osten. Von F. Kemper. A 207
Liliput-Lokomotive. N 212
Turbinenlokomotiven mit Auspuffbetrieb. Von Dr.-Ing. L. Schneider. A 219
Vorschlag für eine neue Verschiebelokomotive. Von Dr. Metzeltin. A 221
Englischer Lokomotivbau im Jahre 1942. A 224
Die Entwicklung der Franco-Lokomotive. Von Dr. Metzeltin. A 225

Seite

Lokomotiven und Triebwagen mit Verbrennungskraftmaschinen

Ein ausländisches Urteil über Ferntriebwagen. N . . . 14
Gasförmige Brennstoffe für Fahrzeugmotoren. N . . . 34
Die erste Gasturbinen-Lokomotive. Von Günther. A . . 57
Betriebsprobefahrt einer 5400 PS dieselelektrischen G.-Lokomotive. N 128
Vorsicht bei Verwendung von Treibgas in Motorlokomotiven. A 149
Fahrleistungen von Dampf- und Diesellokomotiven. N . 172
Diesel-Triebfahrzeuge für die Wüste. N 172
Diesel- gegen Dampflokomotiven. Von Dr. Giesl. A . . 179

Elektrische Lokomotiven und Triebwagen

Umbau der 1'E1'-Wechselstromlokomotive der Lötschbergbahn. Von Born. N 34
Neue Lokomotiven der SBB. Von Dipl.-Ing. R. Liechty. A 89
Leichttriebwagen der Schweizerischen Südostbahn. A . 130
Die Triebfahrzeuge der Furka—Oberalp-Bahn. A . . . 150
Dampf-elektrische Lokomotiven. A 166
Rangierlokomotiven der Rhätischen Bahn. N 180

Lokomotiv-Einzelteile

Mitnehmer und Lenkerstange bei der Heusinger-Steuerung. Von Prof. Ing. W. Farmakowsky. A 7
Sonderstähle für Ventile. N 15
Der Wagner-Heißdampf-Ventilregler. Von Obering. Otto Wallstab. A 22
Britische Standard-Spezifikationen. N 35
Die induktive Zugbeeinflussung. Von Ing. Otto Penschke. A 46
Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel. Von Obering. G. Heise. A 95
Pendelnd aufgehängte Steuerung. A 126
Öl im Lokomotivkessel. N 131
Ankerlose Lokomotivkessel. Von Obering. E. Meyer. A 135
Lokomotivlager aus Stahlstützschale mit dünner Auskleidung aus Lagerbronze. Von Dr. W. Rohn. A . . 177
Die Ausnutzung der Vorwärmeranlagen im Betriebe und die dadurch erzielte Kohlenersparnis. Von Dipl.-Ing. K. Koch. A 199
Steuerungen ohne Geradführung der Schieberstange. Von J. Rihosek. A 205

Persönliches

Dir. Degenkolb im Beirat der DR. 33
Eugen Brückmann † 93
Ritterkreuz des KVK für Direktor G. Degenkolb . . . 192
Eine Sanzin-Gasse in Wien. Von Pflanz-Rihosek . . . 206
Oberingenieur Ernst Meyer † 213
Rudolf Kreutzer † 233

Schrifttum

Lokomotiven. Von Universitäts-Prof. W. Farmakowsky und Universitäts-Doz. D. Witas 17
Beitrag zur Erforschung der Vorgänge beim Verschleiß. Von R. Mailänder und K. Dies 17
Kunststoffe. Arten, Eigenschaften, Verwendung. Von Ernst Krause 18
Betriebsanleitung für das Einsatzhärten mit Einsatzpulver. Von Fried. Krupp A.-G. 18
Oxydische Ausscheidungen beim Vergießen von Stahl. Von H. Wentrup und Fr. W. Linder 36
Lenkung der Maschinenproduktion. Von Dipl.-Ing. H. J. Könemund und W. G. Sahm 54
Brennhärten. Von Dipl.-Ing. H. W. Grönegress 73
Einsatz von Lokomotiven, Wagen und Personal in Reise- und Lastzügen von Eisenbahnen. Von Dr.-Ing. M. Osthoff 93
Das Erlebnis der Reichsautobahn / Fritz Todt, der Mensch, der Ingenieur, der Nationalsozialist. Von E. Schönleben 113
Preispolitik und Wirtschaft. Von J. Schröder 133
Einfluß karbidbildender Elemente auf die Streckgrenze von Stahl bei Raumtemperatur. Von K. Dies 133

Seite

Streuungen bei der Härteprüfung von Stahl. Von W. Hengemühle 133
Krupp-Taschenbuch für den Lokomotivingenieur. Von Dr.-Ing. L. Schneider 153
Schleudergießen von Gußeisen, Stahl und Nichteisenmetallen. Von W. A. Geisler 233

Verschiedenes

Anteil der Einfuhr beim Neubau elektrischer Bahnen in Spanien. N 15
Mehr lichttechnische Kenntnisse! N 16
Schweißung von Rundgliederketten. N 35
Die Sicherheit bei Luft- und Eisenbahnreisen. N . . . 53
Richtige Arbeitskleidung verringert Unfall-Leistungsverluste. A 67
Eisenbahn-Reparatur-Werkstätte Marburg (Drau). N . . 71
Ursachen von Eisenbahnunfällen. N 72
Auftragsschwankungen der nordamerikanischen Lokomotivindustrie. N 72
Englische Kapitalsanlagen in lateinamerikanischen Bahnen. N 72
Eisenbahnverkehr und Lokomotivtechnik. N 73
Japans Lokomotiv- und Wagenbau. N. 92
Schutz gegen Berührungsspannung. A 109
Lokomotiv-Bauprogramm erfüllt! N 110
Die Lokomotive auf der Briefmarke. N 110, 211
Deutscher und Internationaler Lokomotivbau 1901 bis 1940. N 110
Lokomotivzugang in USA. N 111
Schwerer Güterzug. N 112
Rechts- oder Linksfahren in Spanien. N 112
Kreuzungen zwischen Dampf- und elektrischen Lokomotiven. A 127
Öl im Lokomotivkessel. N 131
Ein Bahnhof mit drei Spurweiten. N 132
Gesundheitsschutz bei Lackier- und Anstreicharbeiten. N 132
Die Spiegelung von Wirtschaftskrisen in der Zahl der diensttuenden Güterzuglokomotiven 140
Kesselausbesserung und Speisewasser. N 152
Windmotoren im Eisenbahnbetrieb. N 152
Arbeitsunfälle durch Preßluft. N 153
Lokomotive und Flugzeug. N 173
Preisausschreiben für Aufgleisverfahren. N 173
Fünftes Kriegsjahr: Lagebericht von der Fabriken-Front. A. 175
Generatorbetrieb in Frankreich. A 188
Personennahverkehr in der Kriegswirtschaft. A 191
Arbeitsplätze für Schwerbeschädigte. A 201
Leistungen der deutschen Eisenbahner. A 215
Fried. Krupp A.-G. wird Familienunternehmen. A . . . 218
Lob des Eisenbahners. N 220

Wirtschaft

Vom Wirkungsgrad der Lokomotiven. Von Prof. Dr.-Ing. F. Neesen. A 1
Der Wirkungsgrad. Von Wa. Ostwald. A 61
Englische Kapitalsanlagen in lateinamerikanischen Bahnen. N 72
Personennahverkehr in der Kriegswirtschaft. A 191
Die Ausnutzung der Vorwärmeranlagen im Betrieb und die dadurch erzielte Kohlenersparnis. Von Dipl.-Ing. K. Koch. A 199

Wissenschaft

Mitnehmer und Lenkerstange bei der Heusinger-Steuerung. Von Prof. Ing. W. Farmakowsky. A 7
Sonderstähle für Ventile. N 15
Bestimmung der Mischbarkeit und Pumpfähigkeit von Heizölen. Von Dr.-Ing. L. Schneider. A 70
Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel. Von Obering. G. Heise. A 95
Dynamische Raddrucke auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Lokomotivmassen. Von Prof. W. Farmakowsky. A 103, 232

DRUCK UND VERLAG E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT . BIELEFELD

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | JANUAR 1943 | NUMMER 1

Vom Wirkungsgrad der Lokomotiven

Von Prof. Dr.-Ing. F. Neesen, Techn. Hochschule Danzig

Die Beurteilung der Güte einer Lokomotive erfolgt, wie Geschichte und auch neuzeitliche Literatur zeigen, vorwiegend nach ihrem Wirkungsgrad, d. h. nach dem Nutzeffekt, mit dem die Brennstoffenergie in Bewegungsenergie umgesetzt wird. Es üben aber auch andere Einflüsse, wie Kosten, Baustoffbedarf, Betriebseignung, Reichweite, Gewicht, Sauberkeit und Witterungsfestigkeit einen derartig starken Einfluß auf die Gesamtbewährung aus, daß sie zuweilen ausschlaggebender als der Wirkungsgrad selbst sein können. Immerhin ist der Wirkungsgrad bzw. Brennstoffverbrauch, vor allem bei hohen Geschwindigkeiten, wie ich das früher bereits in dieser Zeitschrift (38. Jahrgang, 1941, Heft 12) nachgewiesen habe, doch so bedeutsam, daß es notwendig ist, sich von ihm klare und einwandfreie Rechenschaft zu geben, wobei jedoch, wenn er hier allein behandelt wird, ausdrücklich betont sei, daß damit keineswegs ein Werturteil über die einzelne Lokomotivbauart ausgesprochen ist. In der Literatur findet man über den Wirkungsgrad häufig unkorrekte und unvollständige Angaben, so daß es kaum möglich ist, ein übersichtliches und genaues Bild der Wirkungsgrade der verschiedenen Lokomotivbauarten zu entwerfen. Es zielt daher dieser Aufsatz weniger darauf ab, zu einwandfreien Zahlenwerten zu kommen, als vielmehr Anregung für die Entwicklung einer systematischen, klaren, genauen, auf einheitlichen Begriffen sich aufbauenden Wirkungsgraddarstellung zu geben. Dafür ist es als erstes erforderlich, eine einheitliche Sprache zu finden, für die nachstehende Systematik der Wirkungsgradaufteilung, die sich den allgemeinen Regeln des Maschinenbaues anpaßt, eine Grundlage bieten möge.

1. Kesselwirkungsgrad η_k

Zeigt das Verhältnis der dem Dampf zugeführten Wärme zur aufgewandten Brennstoffwärme.

$$\eta_k = \frac{Dh\,(i_1 - i_w)}{Bh \cdot Hu}$$

Dh = stündlich erzeugte Dampfmenge.
i_1 = Wärmeinhalt des Dampfes.
i_2 = Wärmeinhalt des Speisewassers.
Bh = stündlicher Brennstoffverbrauch.
Hu = Heizwert.

2. Thermischer Wirkungsgrad η_t

Zeigt das Verhältnis der ausgenutzten Wärme zur zugeführten Wärme bei einer verlustlos arbeitenden Maschine.

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_w}$$

i_1 = Wärmeinhalt des eingeführten Dampfes.
i_2 = Wärmeinhalt des austretenden Dampfes.
i_w = Wärmeinhalt des Speisewassers.

3. Indizierter Wirkungsgrad η_i

Zeigt das Verhältnis der wirklich gewonnenen, durch das Indikatordiagramm dargestellten Arbeit zu der Arbeit der verlustfreien Maschine.

$$\eta_i = \frac{A \cdot Li}{i_1 - i_2}$$

Hierin ist Li die Arbeit, wie sie vom Indikatordiagramm angegeben wird.

4. Der mechanische Wirkungsgrad η_m

zeigt das Verhältnis der am Wellenflansch der Maschine (bei der Stephenson Bauart Treibachswelle) gewonnenen Arbeit zur indizierten.

$$\eta_m = \frac{Le}{Li} \text{ bzw. } \frac{Ne}{Ni}$$

Ni = indizierte Leistung der Antriebsmaschine
Ne = effektive Leistung der Antriebsmaschine

4 a) Der Hilfsmaschinenwirkungsgrad

kennzeichnet den Energieverlust durch die Hilfsmaschinen. Er ist durch das Verhältnis $\eta_h = \frac{N_e}{N'_e}$ gegeben, wobei N'e die Leistung der Hauptmaschine einschließlich der an die Hilfsmaschinen abgegebenen und von diesen nicht wieder gewonnenen Leistung ist. Dieser Wirkungsgrad wird oftmals mit η_m vereinigt dargestellt, wie dies auch im Bild 4 geschehen ist.

5. Der Kraftleitungswirkungsgrad $\eta_ü \cdot \eta_s$

zeigt das Verhältnis der im Schuberzeuger (Rad gegenüber Schiene) übertragenen Energie zu der am Ma-

447.735 - L. Per
40

schinenflansch vorhandenen. Er enthält also alle Verluste zwischen Maschinenflansch bis zur Schiene, wobei $\eta_{ü}$ die Verluste in der Stangenübertragung bzw. Zahnradübertragung und η_s die Verluste zwischen Rad und Schiene kennzeichnet. Beim elektrischen Zugbetrieb umfaßt $\eta_{ü}$ die Verluste von der Kraftmaschine des Kraftwerks bis zum Antriebsmotor der Lokomotive.

$$\eta_{ü} \cdot \eta_s = \frac{Ns}{Ne}$$

Ns = Vom Rade übertragene Schubleistung.

6. Der Antriebsbewegungswirkungsgrad η_B

soll den Anteil, den der Antrieb für seine eigene Beförderung am Gesamtwiderstand hat, zeigen. Er ist gekennzeichnet durch den Widerstand, den das Nutzfahrzeug im Verhältnis zum Gesamtwiderstand hat, wobei bei η'_B der Widerstand des Nutzfahrzeuges mit voranfahrender Lokomotive, bei η_B der Widerstand des allein fahrenden Nutzfahrzeuges angenommen ist, so daß auf dieses der durch die Stirnfläche hervorgerufene Druckwiderstand entfällt.

$$\eta'_B = \frac{W'_{NF}}{W} \qquad \eta_B = \frac{W_{NF}}{W}$$

W'_{NF} = Fahrwiderstand des Nutzfahrzeuges mit vorauslaufender Lokomotive.

W_{NF} = Fahrwiderstand des Nutzfahrzeuges ohne Lokomotive.

W = Gesamtwiderstand des Zuges.

7. Der Reduktionswirkungsgrad η_r

ergibt sich aus dem Absinken des Bestwirkungsgrades bei anderen als zu diesem gehörigen Leistungen und Drehzahlen unter Annahme einer bestimmten Häufigkeit der einzelnen Belastungsgrade und Drehzahlen. Er gibt also das Maß an, um wieviel der Bestwirkungsgrad reduziert werden muß, um auf den mittleren Wirkungsgrad zu kommen.

8. Der Energieumsetzungswirkungsgrad η_{Eu}

Bei Verbrauch veredelter Kohle ist es erforderlich, den für die Veredelung erforderlichen Energieverbrauch zu berücksichtigen, um zu einem auf gleicher Grundlage aufgebauten Wirkungsgrad zu kommen. Dieser Wirkungsgrad kennzeichnet also z. B. den Energieverlust bei Umwandlung von Kohle in Diesel- bzw. Heizöl bzw. Teerölgemisch.

Die in den Bildern 1 und 4 dargestellten Wirkungsgrade zeigen bereits zusammengefaßte Wirkungsgrade nach folgendem Schema:

$\eta_{wi} = \eta_t \cdot \eta_i$	Maschinenwärmewirkungsgrad
$\eta'_{wi} = \eta_k \cdot \eta_t \cdot \eta_i$	Wärmewirkungsgrad
$\eta_w = \eta'_{wi} \cdot \eta_m$	Wirtschaftlicher Wirkungsgrad
$\eta_{ai} = \eta_w \cdot \eta_{ü} \cdot \eta_s$	Innerer Antriebswirkungsgrad
$\eta_a = \eta_{ai} \cdot \eta_B$	Antriebswirkungsgrad
$\eta_{am} = \eta_a \cdot \eta_r$	Mittlerer Antriebswirkungsgrad
$\eta'_{am} = \eta_m \cdot \eta_{Eu}$	Mittlerer Antriebswirkungsgrad auf Kohlebasis bezogen.

Im Zusammenhang mit der vorstehenden Aufteilung der Wirkungsgrade wäre es wünschenswert, wenn auch im Dampflokomotivbau eine den Wirkungsgraden entsprechende Aufteilung der Leistungen und Zugkräfte erfolgte. Besonders verwirrend wirkt zur Zeit die Bezeichnung effektive Leistung, unter der bei der Dampflokomotive der Regelbauart die Leistung am Zughaken, also eine Leistung, die von Fahr- und Luftgeschwindigkeit abhängig ist, verstanden wird im Gegensatz zu den Regeln des Maschinenbaues, nach denen mit der effektiven Leistung die an der Maschinenwelle erzielte bezeichnet wird. Die Aufteilung der Leistungen und Zugkräfte wäre demgemäß folgende:

1. Brennstoffleistung ist die vom Brennstoff verlustlos hergegebene Leistung N_B bzw. Zugkraft Z_B.
2. Indizierte Leistung ist die durch das Indikatordiagramm ermittelte Leistung $Ni = N_B \cdot \eta_k \cdot \eta_t \cdot \eta_i$ bzw. Zugkraft $Z_i = Z_B \cdot \eta_k \cdot \eta_t \cdot \eta_i$.
3. Effektive Leistung ist die am Maschinenflansch bzw. an der Treibachse gemessene Leistung
   $$Ne = Ni \cdot \eta_m.$$
4. Schubleistung ist die zwischen Radumfang und Schiene übertragene Leistung. $Ns = Ne \cdot \eta_{ü} \cdot \eta_s$ bzw. Zugkraft $Z_s = Z_i \cdot \eta_m \cdot \eta_{ü} \cdot \eta_s$.
5. Zughakenleistung ist die am Zughaken ausgeübte Leistung
   $N_z = N_s \cdot \eta'_B$ bzw. Zugkraft $Z_z = Z_s \cdot \eta'_B$.

   Von diesen Leistungen sind als Angaben besonders wichtig:

1. Die effektive Leistung zur Charakterisierung der Maschine.
2. Die Schubleistung zur Charakterisierung der Lokomotive.
3. Die Zughakenleistung zur Charakterisierung des betrieblichen Verhaltens der Lokomotive bei den verschiedenen Fahrzuständen.

Die Wirkungsgrade sind im einzelnen vielfach nicht bekannt, und solange dies nicht der Fall ist, besteht eine Lücke in der Kenntnis über die Lokomotive. Vielfach unbekannt sind vor allem die Wirkungsgrade bei verschiedenen Betriebszuständen, also bei verschiedenen Belastungsgraden, Drehzahlen bzw. Fahrgeschwindigkeiten, Luftgeschwindigkeiten, Feuchtigkeitsgehalten, Außentemperaturen und Erhaltungszuständen der Lokomotive. Es ist keineswegs der Wirkungsgrad bei irgendeinem Betriebszustand, z. B. bei Vollast und Höchstdrehzahl, maßgebend, sondern maßgebend ist letzten Endes der mittlere Wirkungsgrad, der im Betriebe erreicht wird. Da dieser bei den einzelnen Lokomotivbauarten ganz verschiedenartig vom Höchstwirkungsgrad abweicht, so bedarf es gerade zur Ermittlung dieses mittleren Wirkungsgrades einer sehr eingehenden Untersuchung.

Bild 1 zeigt die Entwicklung der Wärmewirkungsgrade bis in die letzte Zeit hinein. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß 3 Hauptabschnitte zu unterscheiden

sind. Der erste Abschnitt umfaßt die Ausbildung der Lokomotive zum betriebssicheren Fahrzeug unter Beibehaltung der Elemente der alten Stephenson-Grundform, wobei es gelingt, durch immer weitere Verbesserungen dieser Bauart den Wärmewirkungsgrad in der

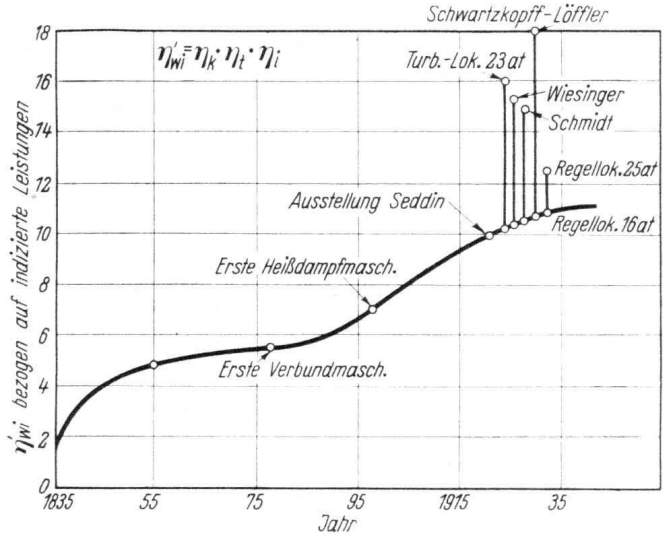


Bild 1: Entwicklung der Lokomotivwirkungsgrade

Zeit von 1835 bis 1890 von 1,8% auf 6,5% zu steigern. Im zweiten Abschnitt, der den Zeitraum von 1890 bis 1924 umfaßt, wird durch Erhöhung des Dampfdruckes und der Verbundwirkung sowie Einführung des Heißdampfes und des Abdampfvorwärmers eine weitere Ersparnis im Wärmehaushalt erreicht, der zu einem Gesamtwirkungsgrad von etwa 10,5 % führte. Der dritte Abschnitt der Entwicklung wird durch die eisenbahntechnische Tagung und Lokomotivausstellung in Seddin im Jahre 1924 eingeleitet. In ihm wird die alte Stephenson-Grundform verlassen und es entstehen die Turbinen-, Höchstdruck-, Kohlenstaub-, Diesel- und Dieseldruckluft-Lokomotiven. Auch wird teilweise der normale Heizrohrkessel aufgegeben und an seine Stelle tritt der Wasserrohrkessel. Gleichzeitig wird die alte Stephenson-Bauart durch weitere Druck- und Überhitzungssteigerung fortentwickelt und das Ergebnis dieses Abschnittes zeigt, daß als Höchstwirkungsgrade mit der Turbinen-Lokomotive 16 % und mit der Höchstdruck-Lokomotive 18 % erreicht wurden. Wenn trotz dieser hohen Wirkungsgrade die Stephenson-Lokomotive mit ihrem Wärmewirkungsgrad von etwa 11 % heute noch das Feld beherrscht, so ist auch daraus schon ersichtlich, daß nicht der Wirkungsgrad allein, sondern auch andere Betriebseigenschaften die Gesamtgüte der Lokomotive beeinflussen. Einer dieser Einflüsse ist der, daß es nicht auf den Höchstwirkungsgrad, sondern auf den mittleren Wirkungsgrad ankommt. Über diesen mittleren Wirkungsgrad ist von Reichsbahnrat Dr. Kother für die Stephenson-Lokomotive bereits angegeben worden, daß er etwa gleich dem halben Höchstwirkungsgrad ist, was natürlich erschreckend niedrig erscheint, und es ist schwer, sich ein Bild darüber zu machen, wodurch eine derart starke Absenkung erfolgt. Um hierüber Klarheit zu schaffen, sind in den Bildern 2 und 3 die Wirkungsgrade in Abhängigkeit der Drehzahlen und Belastungen für nachfolgend aufgeführte Lokomotivbauarten angegeben.

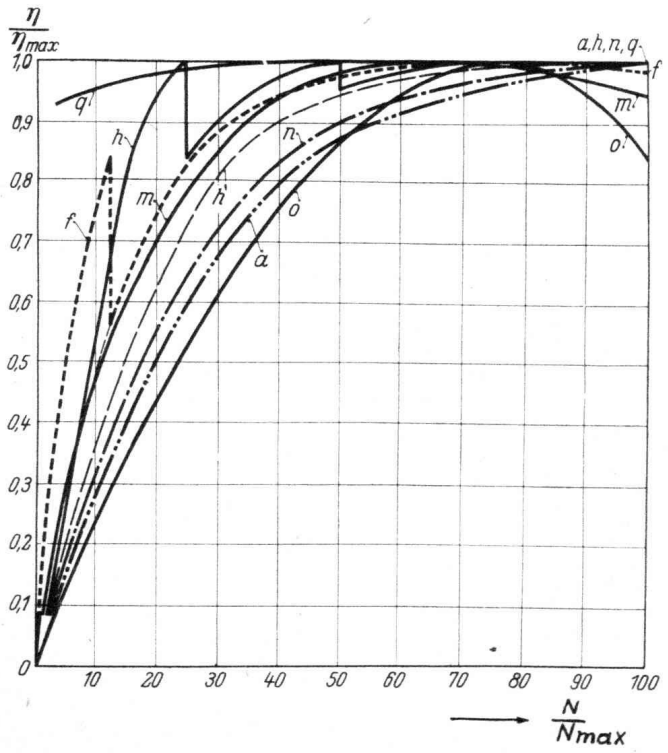


Bild 2: Wirkungsgradabwandlung $\frac{\eta}{\eta_{max}} = f(\text{Leistungabw.} \frac{N}{N_{max}})$

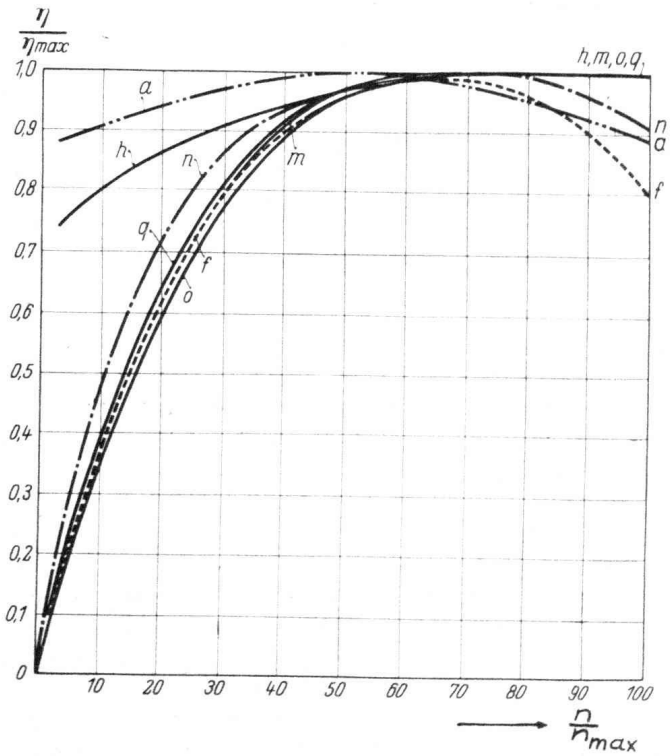


Bild 3: Wirkungsgradabwandlung $\frac{\eta}{\eta_{max}} = f(\text{Drehzahlabw.} \frac{n}{n_{max}})$

a) für Dampfmaschinenantrieb
f) für Dampfturbinenantrieb
h) für Dampfmotorenantrieb
m) für dieselelektr. Antrieb
n) für dieselhydr. Antrieb
o) für Gasturbinen-elektr. Antrieb
q) für elektrischen Antrieb

a) Regel-Lokomotive: Normale Bauart 2C1 h_2 mit vierachsigem Schlepptender, Leistung Ni = 1800 PSi, am Radumfang Ns ≃ 1500 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 173 t, Reibungsgewicht 52 t, Kesseldruck p_k = 16 at, Überhitzungstemperatur tü = 360° Auspuffbetrieb.

b) Regel-Lokomotive: Normale Bauart 2C1 h_4 mit vierachsigem Schlepptender, Leistung Ni = 2200 PSi, am Radumfang Ns ≃ 1900 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 180 t, Reibungsgewicht 55 t, Kesseldruck p_k = 25 at, Überhitzung tü = 460° Auspuffbetrieb.

c) Wiesinger-Lokomotive: Wasserrohrkessel, Strahlkondensator, luftgekühlte Rückkühlanlage, 12-Zylinder-Gleichstrom-Doppelreihenmotor, Drehzahl n = 1250 U/min, Zahnradübertragung auf Blindwelle und weiterer Kuppelstangenantrieb. Bauart 2D1, Leistung Ni = 2500 PSi, am Radumfang Ns ≃ 2100 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 125 t, Reibungsgewicht 80 t, Kesseldruck p_k = 42 at, Überhitzungstemperatur tü = 430°, Kondensatorunterdruck p_{ko} = 0,3 ata.

d) Schmidt-Henschel-Lokomotive: Zweidruck-Lokomotive, mittelbar beheizter Hochdruckkessel, Stückkohlenfeuerung, mit Abgas beheizter Niederdruckkessel, Hochdruckdampf zweistufig, der aus der ersten Stufe austretende Dampf bildet zusammen mit Niederdruckfrischdampf die Füllung des Niederdruckzylinders. Trieb und Kuppelstangenantrieb: Bauart 2C mit vierachsigem Schlepptender, Leistung Ni = 2000 PSi, am Radumfang Ns ≃ 1700 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 160 t, Reibungsgewicht 60,2 t, 1 Hoch-, 2 Niederdruckzylinder, Kesseldruck Hochdruckteil p_k = 60 at, Niederdruckteil p_k = 14 at, Auspuffbetrieb.

e) Schwarzkopff-Löffler-Hochdruck-Lokomotive: Hochdruckkessel mit Stückkohle befeuert, Verdampfertrommel beliefert 2 Hochdruckzylinder, deren Abdampf von 17 at einen Wärmeaustauscher beheizt, der die 0,75fache Dampfmenge des Hochdruckteiles erzeugt und einen Niederdruckzylinder beliefert, der etwa 40 % Leistung des Hochdruckzylinders hat und mit Auspuffbetrieb arbeitet. Bauart 2C1 mit vierachsigem Schlepptender, Leistung Ni = 2500 PSi, am Radumfang Ns ≃ 2100 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 187 t, Reibungsgewicht 60 t, Kesseldruck Hochdruckteil p_k = 120 at, Niederdruckteil p_k = 14,5 at, Überhitzungstemperatur tü = 480°, Auspuffbetrieb.

f) Turbinen-Lokomotive Krupp: Kesseldruck 23 at, Normalheizrohrkessel mit Stückkohle befeuert, Haupt- und Nebenturbine, letztere hat 1/8 der Leistung der Hauptturbine, Oberflächenkondensator, luftgekühlte Rückkühlanlage auf dem Tender, Zahnradübertragung, Blindwelle, normaler Kuppelstangenantrieb. Bauart 2C2 mit fünfachsigem Schlepptender, Leistung Ni = 3150 PSi, am Radumfang Ns ≃ 2700 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 133 t, Reibungsgewicht 60 t, Kesseldruck 23 at, Überhitzungstemperatur tü = 450°, Kondensatorunterdruck p_{ko} = 0,15 ata.

g) Turbinen-Lokomotive Krupp: Kesseldruck 40 at, Zwangsumlaufkessel mit Kohlenstaubfeuerung, Haupt- und Nebenturbine, Oberflächenkondensator, luftgekühlte Rückkühlanlage auf der Lokomotive, Blindwelle, normaler Kuppelstangenantrieb, Bauart 2D2 mit vierachsigem Schlepptender, Leistung Ni = 3550 PSi, am Radumfang Ns ≃ 2300 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 134 t, Reibungsgewicht 72 t, Kesseldruck p_k = 40 at, Überhitzungstemperatur tü = 525°, Kondensatorunterdruck p_{ko} = 0,15 ata.

h) Dampfmotoren-Lokomotive: Normaler Heizrohrkessel, Einzelachsantrieb mit Dampfmotoren, Auspuff, 6-Zylinder-Sternmotore, Drehzahl η = 1200 U/min, Zahnradübertragung auf Achse, Bauart 2C1, Leistung Ni = 2330 PSi, am Radumfang Ns ≃ 2200 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 180 t, Reibungsgewicht 55 t, Kesseldruck p_k = 25 at, Überhitzungstemperatur tü = 460°, Auspuffbetrieb.

i) Dieselelektrische Lokomotive: Doppel-Lokomotive mit 2 Hauptdieselmotoren mit Aufladung von je 2200 PSe und 700 U/min, die mittels Zahnradgetriebe die Gleichstromgeneratoren antreiben. Dieselmotorendrehzahl bei veränderlicher Spannung konstant. Antrieb der Achse mittels Fahrmotoren und Zahnradvorgelege. Bauart 2'Do1' + 1'Do2', Leistung 4400 PSe, am Radumfang Ns ≃ 3200 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 230 t, Reibungsgewicht 148 t.

j) Dieselhydraulische Lokomotive: Ein 1400 PSe 8-Zylinder-Dieselmotor mit 700 U/min und Aufladung treibt über Hochgang mit 1770 U/min das Voith-Flüssigkeitsgetriebe an, von dem aus mittels Zahnrädern eine Blindwelle angetrieben wird, der weitere Antrieb mittels Kuppelstangen. Bauart 1C1, 1 Hilfsdiesel mit 120 PSe, Leistung der Hauptmaschine mit Aufladung Ne = 1400 PSe, ohne Aufladung Ne = 920 PSe, am Radumfang Ns ≃ 1100 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 75 t, Reibungsgewicht 45 t.

k) Gasturbinenelektrische Lokomotive (Bauart Brown Boveri): Eine Brennkammer liefert das Gas mit 550 bis 600° an eine mit 5200 U/min laufende 10 000-PS-Gasturbine, deren Abgase die Lokomotive über einen Vorwärmer verlassen. Das Gebläse mit einer Leistung von 7800 PS führt über den Vorwärmer der Brennkammer die Verbrennungsluft zu. Die effektive Leistung ist daher 2200 PSe, die mittels Zahnradvorgelege an den Generator übertragen wird, von dem aus über Zahnradvorgelege 4 Antriebsmotore angetrieben werden. Bauart 1 Ao - Bo - Ao 1, Leistung Ne = 2200 PSe, am Radumfang Ns ≃ 1900 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 92 t, Reibungsgewicht 64 t.

l) Dampfmotoren-Lokomotive: Mit Heizöl oder Teerölgemisch beheizter Velox-Kessel, der den Dampf an 8 außen am Rahmen sitzende Sechs-Zylinder im Gleichstrom arbeitende Sternmotore abgibt. Die Motore sind einzeln abschaltbar und geben ihren Abdampf an einen luftgekühlten Kondensator. Bauart 1Do1, Leistung Ni = 4000 PSi, am Radumfang Ns ≃ 3500 PS$_\zeta$, Dienstgewicht 120 t, Reibungsgewicht 80 t, Motorendrehzahl n = 1200 U/min, Kesseldruck p_k = 32 at, Kondensatordruck p_{ko} = 1 ata, Überhitzungstemperatur tü = 480°.

m) Elektrischer Zugbetrieb: Normales Kraftwerk mit 50 at Kessel und Turbogeneratoren, dessen Maschinenwirkungsgrad η_w = 25,5 ist. Der Wirkungsgrad des Generators, Transformators, der

Überlandleitung, Transformatorenstation, Fahrleitung, des Lokomotivtransformators und der Antriebsmotore ist mit 60 % angenommen. Lokomotivbauart 1'Do1', Motordauerleistung Ne = 5030 PS, Leistung am Radumfang Ns ≅ 4800 PS, Dienstgewicht 114 t, Reibungsgewicht 80 t.

n) Elektrischer Zugbetrieb mit Heizkraftwerk und 125 at Kessel. Unter der Annahme eines mittleren Maschinenwirkungsgrades η_{wi} = 48 %. Im übrigen sind die gleichen Annahmen wie unter m gemacht.

Die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Belastung zeigt Bild 2. Außer bei dem elektrischen Antrieb besteht bei allen Lokomotivarten ein Abfall bei kleinsten Leistungen bis auf Null. Dieser Abfall ist bei den Dampflokomotiven durch die Verkleinerung der Füllungen und der dadurch verursachten Abnahme des indizierten Wirkungsgrades bedingt, auch der mechanische und Übertragungswirkungsgrad fällt stark ab, da ja bei Leistungsabnahme die mechanischen Verluste je Umdrehung erheblich weniger abnehmen als die Leistung selbst. Wird das Antriebsaggregat unterteilt, derart, daß bei kleineren Leistungen Aggregate abgeschaltet werden, wie dies bei der zweifach unterteilten Turbinen-Lokomotive oder bei der vierfach unterteilten Dampfmotoren-Lokomotive der Fall ist, so verläuft die Kurve des Wirkungsgrades gemäß Kurve Bild 2 h sägenformig. Bei voller Auslastung eines Aggregates steigt er bis auf einen Höchstwert, bei Zuschaltung eines weiteren Aggregates muß er zuerst abfallen, da ja nunmehr das Gesamtaggregat unter kleinerer Belastung läuft. Die Kurve h' zeigt den Verlauf ohne unterteilten Antrieb. Bei den dieselelektrischen Lokomotiven ergibt sich ein Höchstwert des Wirkungsgrades bei etwa 65 % Belastung, entsprechend dem Charakter des Dieselmotors, beim hydraulischen Antrieb hat die Kurve, beeinflußt durch das hydraulische Getriebe, bei Vollast ihren Höchstwert, wie überhaupt das Getriebe hier sehr wesentlich den Charakter beeinflußt. Einen steilen Abfall zeigt die gasturbinenelektrische Lokomotive, da bei Leistungsabfall die Gastemperaturen stark abfallen. Eine Verflachung dieser Kurve wäre durch Unterteilung des Aggregates möglich. Die elektrische Lokomotive zeigt nur einen geringen Abfall des Wirkungsgrades bei Leistungsabfall. Der Abfall muß sich natürlich im Kraftwerk bei der Turbine bemerkbar machen, jedoch ist dieser unberücksichtigt geblieben, da die einzelne Lokomotive das Großkraftwerk in kaum spürbarem Maße beeinflußt.

Die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Drehzahl zeigt Bild 3. Es zeigt sich, daß der Wirkungsgradverlauf bei der Dampfmaschinen-Lokomotive sehr flach ist, er fällt stärker ab bei der Dampfmotoren - Lokomotive. Dies liegt daran, daß bei der Dampfmaschinen - Lokomotive wegen der Kuppelstangenübertragung, also einem schlechten $\eta_{ü}$, der Höchstwert an und für sich niedriger als bei der Dampfmotoren-Loko-

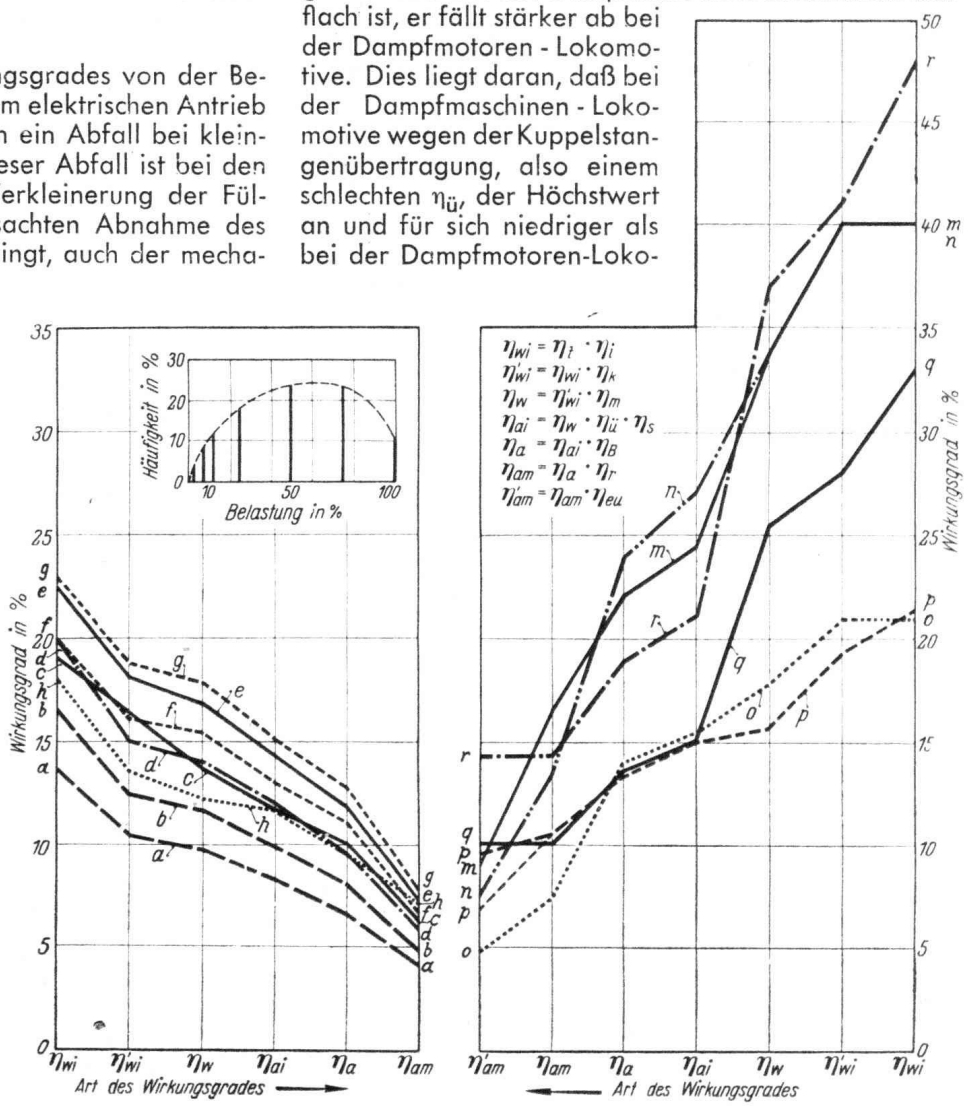


Bild 4 und 4a (oben links): Wirkungsgrade verschiedener Lokomotivbauarten

a) Regellokomotive p_k = 16 at; Auspuff
b) Regellokomotive p_k = 25 at; Auspuff
c) Wiesinger-Lokomotive p_k = 43 at; p_{ko} = 0,3 ata
d) Schmidt-Henschel-Lokomotive p_k = 60 at; Auspuff
e) Schwartzkopff-Löffler-Lokomotive p_k = 120 at; Auspuff
f) Turbinenlokomotive Krupp p_k = 23 at; p_{ko} = 0,15 ata
g) Turbinenlokomotive Krupp p_k = 40 at; p_{ko} = 0,15 ata
h) Dampfmotorenlokomotive p_k = 25 at; Auspuff
m) Dieselelektr. Lokomotive Verd.Verh. E = 14
n) Dieselhydr. Lokomotive
o) Gasturbinen-elektr. Lokomotive, Bauart Brown, Boveri
p) Dampfmotorenlokomotive mit Velox-Kessel p_k = 32 at; p_{ko} = 0,5 ata
q) Elektr. Lokbetrieb p_k = 50 atm; p_{ko} = 0,01 ata
r) Elektr. Lokbetrieb mit Heizkraftwerk

motive ist, aber dieses $\eta_{ü}$ sich bei der Dampfmaschinen-Lokomotive bei der kleineren Drehzahl verbessert, während es bei der Dampfmotoren-Lokomotive angenähert konstant bleibt. Der Verlauf bei der Dampfturbinen-Lokomotve entspricht dem bekannten parabelförmigen Verlauf der Dampfturbine; der Übertragungswirkungsgrad, der mit der Drehzahl abnimmt, verursacht bei der hohen Drehzahl ein stärkeres Absinken, als dies bei der Turbine an sich der Fall ist.

Bei den Dieselmaschinen mit elektrischer Kraftübertragung fällt der Wirkungsgrad nach der kleinen Drehzahl nur nach dem Charakter der elektrischen Antriebsmotoren ab, da der Dieselmotor selbst mit konstanter Drehzahl läuft.

Um nun auf einen mittleren Wirkungsgrad zu kommen, muß eine Annahme über die Fahrcharakteristik gemacht werden, die angibt, in welchem Umfange mit Teillasten und Teildrehzahlen gefahren wird. Beispielsweise ist für alle Lokomotiven eine gleichartige Fahrcharakteristik angenommen, gemäß Bild 4, das zahlenmäßig besagt:

Belastungsgrad bzw. Drehzahlabweichung vom Höchstwert	Häufigkeit der auftretenden Belastungen und Drehzahlen in %
0,03	4%
0,0625	8%
0,125	12%
0,25	18%
0,5	24%
0,75	24%
1	10%

Indem nunmehr für die einzelnen Belastungsgrade bzw. Drehzahlabweichungen die jeweiligen Verhältniswerte der Wirkungsgrade zum Höchstwirkungsgrad eingesetzt und entsprechend der Häufigkeit bewertet werden, ergeben sich Mittelwerte für Belastungsgrad und Drehzahlabweichung, die miteinander multipliziert den Reduktionsfaktor ergeben, der zum mittleren Wirkungsgrad führt. Bei den mit Kohle befeuerten Lokomotiven ist für Leerlauf, Stillstand, Abblasen, Anfeuern, Kohleverlust beim Verladen ein weiterer 8 % Energieverlust berücksichtigt. So ergibt sich für jede Lokomotivart ein Reduktionsfaktor gegenüber dem Höchstwirkungsgrad, der mit η_r bezeichnet ist. Dieser ist bei den einzelnen Lokomotivarten folgender:

Bei den Dampfmaschinen-Lokomotiven 0,6,
„ „ Einzelachsdampfmotoren-Lokomotiven 0,7,
„ „ Turbinen-Lokomotiven 0,6,
„ „ dieselelektrischen Lokomotiven 0,76,
„ „ dieselhydraulischen Lokomotiven 0,6,
„ „ Gasturbinen-elektrischen Lokomotiven 0,52,
„ „ elektrischen Lokomotiven 0,75.

Werden nunmehr alle Wirkungsgrade aufgeführt, so ergibt sich das Bild 4.

In diesem sind auf der linken Seite die Wirkungsgrade für Dampflokomotiven, auf der rechten Seite die für Öl- und elektrische Lokomotiven aufgetragen. Bei den Dampflokomotiven fallen die einzelnen Wirkungsgrade etwa im gleichen Sinne ab, nur bei der Dampfmotoren-Lokomotive ist der Schritt zum Wirkungsgrad η_{ai} wegen Fortfalls der Kuppelstangen und der Schritt zum Wirkungsgrad η_{am} wegen der Abschaltbarkeit der einzelnen Maschinenaggregate etwas flacher. Bei den ölbetriebenen Lokomotiven besteht ein wesentlicher Abfall zum Wirkungsgrad η'_{am}, also unter dem Einfluß der Energieumsetzung Kohle in Öl. Wesentlich flacher ist dieser Abfall, sobald ein bei der Schwelung der Kohle gewonnenes Teerölgemisch angenommen wird. Als Energieumwandlungsfaktor ist bei Hydrierung zum Dieselöl 0,55, zu Heizöl 0,65 angenommen, unter Berücksichtigung, daß die Hydrierung in Großanlagen und die Wasserstoffherstellung in Wasserkraftwerken erfolgt. Für den bei der Schwelung gewonnenen Brennstoff Teerölgemisch ist ein Umwandlungsfaktor von 0,9 angenommen. Für die Dampflokomotive sind die Werte sowohl für den durch Hydrierung als auch durch Schwelung gewonnenen Brennstoff angegeben, für letzteren gilt der höhere η'_{am}-Wert. Bei der elektrischen Lokomotive sind zwei Fälle betrachtet, der eine unter Voraussetzung eines modernen Kraftwerkes, der andere unter der eines Heizgroßkraftwerkes, während beim normalen Kraftwerk am Maschinenflansch mit $\eta_w = 25{,}4\%$, ist beim Heizkraftwerk mit $\eta_w = 37\%$ gerechnet. In dem Wirkungsgrad η_a ist nicht nur der der Übertragung in der Lokomotive, sondern auch der der Stromzuführung enthalten. Die ganze Darstellung zeigt, daß, abgesehen vom elektrischen Betrieb mit Heizkraftwerk, der Gesamtwirkungsgrad zwischen 5 und 10 % schwankt, und daß es sehr wohl möglich ist, den Wirkungsgrad der kohlebetriebenen Regeldampf-Lokomotive noch weiter zu steigern.*)

Die ölbetriebene Lokomotive liegt wirkungsgradmäßig nicht besonders günstig, wenn man sie auf der Basis der Kohlehydrierung betrachtet. Bei Verwendung von Erdöl steigt ihr Wirkungsgrad natürlich erheblich und ist bei Verwendung eines Teerölgemisches etwa so groß wie der einer elektrischen Lokomotive. Wenn auch die elektrische Lokomotive mit Heizkraftwerk hinsichtlich des Wirkungsgrades am günstigsten liegt, so ist doch zu berücksichtigen, daß preismäßig ihr Vorteil wegen der großen Kapitalsanlagen wieder herabgedrückt wird. Um hier ein noch eindeutigeres Bild zu erhalten, müßte noch die Energie berücksichtigt werden, die zum Bau und für die Unterhaltung der Lokomotive bzw. auch des Kraftwerkes und der Stromzuführung nötig ist; diese ist bei der elektrischen Lokomotive naturgemäß größer als bei der energieeigenen, sie ist bisher immer nur preismäßig berücksichtigt worden, wie ich dieses bereits früher gezeigt habe.

Betrachtet man das Gesamtbild der Wirkungsgrade, so wirkt es erschütternd, wie gering letzten Endes die Ausbeute der Kohlenenergie in der Lokomotive ist, ja wieviel Energie teilweise unter großem Aufwand für Kondensatoren und Kühler absichtlich auf der Lokomotive vernichtet werden muß. So mögen die gezeigten Bilder nicht nur Anreiz zu ihrer weiteren Vervollständigung geben, sondern gleichzeitig die Fachwelt, ja auch Physiker und Chemiker, immer wieder anregen, nach Mitteln zu suchen, um eine unmittelbarere und damit günstigere Umwandlung der Kohlenenergie in mechanische zu erreichen.

*) Neesen: „Entwicklungsmöglichkeiten der Dampflokomotive", Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1935, Heft 23.

Mitnehmer und Lenkerstange bei Heusinger-Steuerung

Von Professor Ing. W. Farmakowsky, Belgrad

Die Gleichung der Schieberbewegung der idealen Heusinger-Steuerung ohne Einfluß der Stangenlänge lautet für den Fall des Innendampfeinlasses:

$$\xi = R \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cos \alpha + r \frac{u}{c} \frac{l_2}{l_1 + l_2} \sin \alpha \qquad (A)$$

worin bedeuten:

R = Kurbellänge,
r = Gegenkurbellänge,
l_1 = Länge des Voreilhebeloberteils,
l_2 = Länge des Voreilhebelunterteils,
u = Entfernung des Schwingensteines von der Oszillationsmitte der Schwinge,
c = Länge des Schwingenunterteils,
α = Kurbelumdrehungswinkel aus der Maschinenmittellinie.

Das erste Glied in der oberen Gleichung (A) gibt die Komponente des Schieberweges wieder, welche vom Kreuzkopf der Maschine durch Voreilhebelmechanismus verwirklicht wird (Bild 1). Der Voreilhebel CD wird dabei durch die Lenkerstange Y betätigt. Diese Lenkerstange Y wird bei der originalen Heusinger-Steuerung, wie Bild 1 zeigt, unmittelbar von dem Kreuzkopfgelenk betätigt. Bei der üblichen Walshaert-Steuerung wird aber (Bild 2) der Kreuzkopf B mit einem Mitnehmer BX versehen, um einen um X längeren Voreilhebel zu erhalten: Diese Anordnung ist dann empfehlenswert, wenn der Abstand H zwischen den Achsen des Zylinders und der Schieberstange zu klein erscheint (etwa unter 500 mm); bei H > 500 mm ist die Heusingersche Anordnung nach Bild 1 als leichter und einfacher vorzuziehen.

Wählt man beim Entwerfen der Steuerung die Gestängelängen so aus, daß bei α = 0, 90, 180, 270 und 360° (d. h. bei vier aufeinanderfolgenden normalen Kurbelstellungen) der Einfluß der Gestängeneigung gleich 0 ist, so bleibt bei den genannten Kurbelstellungen die ideale Schieberbewegungsgleichung (A) gültig und es werden bei anderen Kurbelstellungen die Abweichungen von der Gleichung (A) sehr gering und unbedeutend. Dabei muß der Voreilhebel bei α = 90° und α = 270° in seiner Mittellage $CD_{II, IV}$, d. h. normal zur Maschinenmittellinie, stehen und bei α = 0° und α = 180 ° muß sein Untergelenk D von der Mittellage $CD_{II, IV}$ um die gleiche Länge R entfernt liegen, um eine auf beiden Seiten gleiche lineare Voreilung V_e zu erhalten, wie es aus der Grundgleichung (A) zu ersehen ist. Bei α = 90° und α = 270° wird der Kreuzkopf um den Betrag $a = \frac{1}{2} \frac{R}{L} R$ in Richtung auf die Kurbeldrehungsachse aus seiner Mittellage Bm verschoben. Die Lenkerstange Y = BD muß dabei, um jeden Einfluß der endlichen Länge Y bei den betreffenden α-Werten völlig auszuschalten, mit der Maschinenmittellinie zusammenfallen. Aus oben gegebenen Nachweisen geht hervor, daß der Voreilhebel bei Kolbenmittellage schon etwas schief steht — eine Ausführung, die bis jetzt nur selten angewendet wurde. Entsprechend der Neigung des Voreilhebels steht auch der Schieber bei 0-Füllung nicht in Mittelstellung, wenn der Kolben in Mittelstellung steht, sondern er ist ein wenig nach vorn verschoben, was ungleiche Kanal-

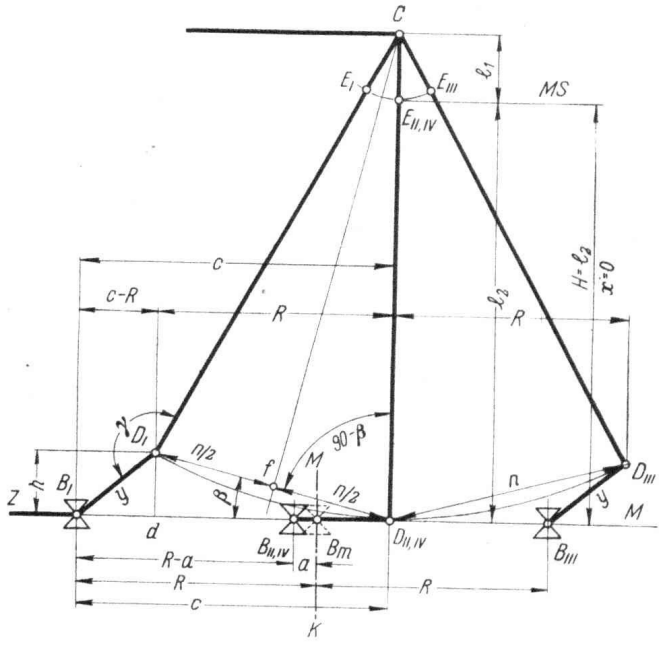


Bild 1.

öffnungen und eine unsymmetrische Schieberellipse zur Folge hat. Man kann aber bei dieser Steuerungseinstellung den Schieber bei Kolbenmittelstellung in seine Mittelstellung bringen und somit diesen Nachteil

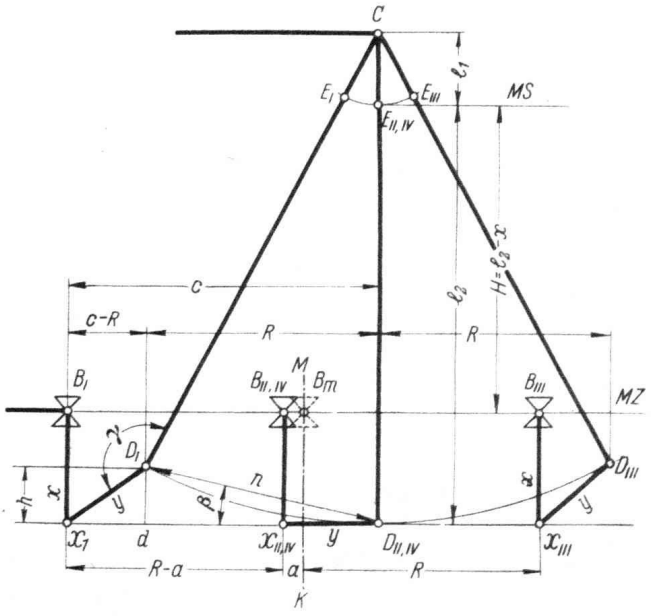


Bild 2.

der vorgeschlagenen Steuerungsanordnung leicht ausgleichen. Jedenfalls ist die vorgeschlagene Voreilhebelanordnung gelegentlich der Korrektur anderweitiger Unregelmäßigkeiten der Steuerung wohl brauchbar.

1. Heusinger-Steuerung ohne Mitnehmer

Für die Heusinger-Steuerung ohne besonderen Mitnehmer BX (Bild 1) ist

$$H = l_2 \tag{1}$$

Bei der Voreilhebelmittellage ergibt sich die Länge der Lenkerstange $Y = B_{II,\,IV}\,D_{II,\,IV}$ zu

$$Y = C - R + a \tag{2}$$

Bei der Endstellung des Voreilhebels CD_I ergibt sich für die Länge Y aus dem Dreieck $B_I D_I d$ der Wert aus der Gleichung

$$y^2 = h^2 + (c - R)^2 \tag{3}$$

Aus den Gleichungen (2) und (3) bekommt man

$$h = \sqrt{2\,a\,(c - R) + a^2} \tag{4}$$

Aus dem Dreieck $D_I\,D_{II,\,IV}\,d$ erhält man weiter

$$h : R = \operatorname{tg}\beta \approx \sin\beta \tag{5}$$

Das kann man annehmen, weil $\angle\,\beta$ ziemlich klein ist.

Außerdem ist

$$D_I\,D_{II,\,IV} = n = \sqrt{h^2 + R^2} \tag{6}$$

und, aus dem Dreieck $CFD_{II,\,IV}$, vermittels der Gleichungen (5) und (6)

$$l_1 + l_2 = n : 2\cos(90° - \beta) = n : 2\sin\beta = \frac{R}{2h}\sqrt{h^2 + R^2} \tag{7}$$

Aus der Gleichung (7) erhält man weiter

$$h^2 = \frac{R^4}{4\,(l_1 + l_2)^2 - R^2} \tag{8}$$

Aus den Gleichungen (4) und (8) hat man dann

$$\frac{R^4}{4\,(l_1 + l_2) - R^2} = 2a\,(c - R) + a^2$$

woraus sich die Entfernung C ergibt als

$$C = \frac{R^4}{8\,a\,[(l_1 + l_2)^2 - R^2]} + R - \frac{a}{2} \tag{9}$$

Diese Gleichung (9) ist für den Entwurf maßgebend. Der Gang des Entwerfens ist wie folgt:

a) Man nimmt $l_2 = H$ an.

b) Man errechnet die Länge des Voreilhebeloberteils aus der folgenden Gleichung (10)

$$l_1 = l_2 : \left[\frac{R}{l + V_e} - 1\right] \tag{10}$$

worin bedeuten:

l = Einlaßüberdeckung in mm,

V_e = lineare Einlaßvoreilung in mm.

$l + V_e$ beträgt normal etwa 40 bis 60 mm; größere Werte für die schnellfahrende Lokomotive. Außerdem muß $l_1 >$ 80 bis 100 mm gewählt werden, um für die Gelenke C und E am Voreilhebel Platz zu machen.

c) Nach der Bestimmung von $l_1 + l_2$ wird aus der Gleichung (9) die maßgebende Länge von C errechnet.

d) Man trägt die Kreuzkopfstellungen B, B_m, B_{III} und dann $B_{II,\,IV}$ ein. In der Entfernung C von der Stellung B zeichnet man die Normale $CD_{II,\,IV}$ zur Maschinenachse und erhält damit die Länge der Lenkerstange $Y = B_{II,\,IV}\,D_{II,\,IV}$.

e) Zwecks Kontrolle zeichnet man den Kreisbogen (mit dem Mittelpunkt C) $\smile D_I\,D_{II,\,IV}\,D_{III}$ und die äußeren Stellungen des Voreilhebels CD_I--CD_{III} ein. Die Lenkerstange Y muß selbstverständlich für die drei Kreuzkopfstellungen B_I, $B_{II,\,IV}$ und B_{III} dieselbe Länge aufweisen.

2. Heusinger-Walshaert-Anordnung mit Mitnehmer

Für diesen Fall dient Bild 2, aus dem hervorgeht, daß

$$l_2 = H + x \tag{1 a}$$

Die Gleichungen (2) bis (10) bleiben genau so wie im Falle Heusinger-Anordnung ohne Mitnehmer. Beim Aufzeichnen muß man jetzt von den Stellungen des unteren Mitnehmergelenkes X_I, $X_{II,\,IV}$ und X_{III} ausgehen. Die Mitnehmerlänge $x = B_I X_I$ wird frei gewählt und dann die entsprechende Lenkerstangenlänge Y wie im ersten Falle gefunden.

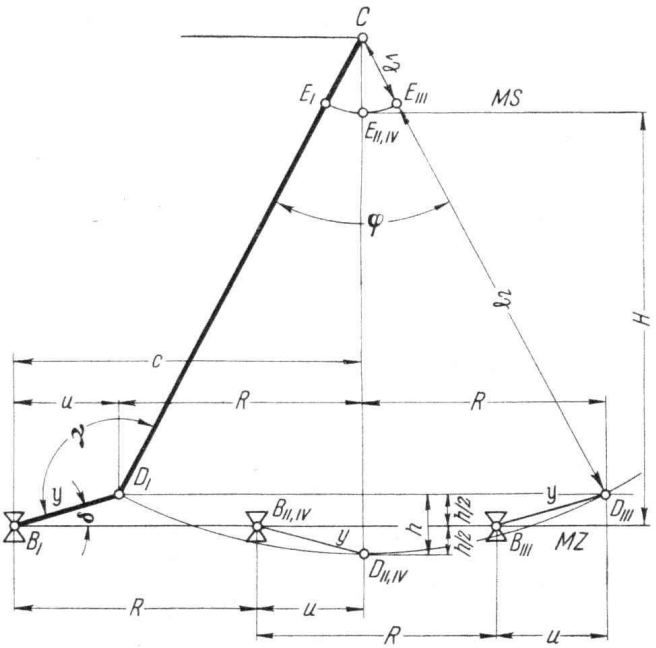


Bild 3.

Die Heusinger-Walshaert-Anordnung mit Mitnehmer ist der Heusinger-Anordnung ohne Mitnehmer dann vorzuziehen, wenn als Folge eines zu kurzen Voreilhebels der Winkel γ zu groß wird und sich dem Werte 180° nähert. Je kleiner der Winkel γ ist (in den Grenzen zwischen 90° und 180°), um so kleiner wird die Längskraft im Voreilhebel, die die Beanspruchung des Voreilhebels verursacht, und um so größer wird die Tangentialkraft, die den Voreilhebel gegen den Mittelpunkt C verdreht. Der Winkel γ wird aber um so kleiner, je länger der Mitnehmer X ist. Die Mitnehmerlänge x muß in bezug auf das Lokomotivbegrenzungsprofil kontrolliert werden.

3. Heusingersche Anordnung mit oder ohne Mitnehmer in üblicher Ausführung

Bei der bis jetzt üblichen Ausführung wird der Einfluß der Gestängelänge bei den Kurbeldrehwinkeln $\alpha = 0°$ bzw. 360° und $\alpha = 180°$ sowie auch bei der Kolbenmittellage (anstatt bei $\alpha = 90°$ und $\alpha = 270°$ wie im Fall 1. und 2.) vernichtet, wie aus Bild 3 hervorgeht.

Dabei wird

$$\left.\begin{aligned} l_2 &= H + \frac{h}{2}\ \text{(ohne Mitnehmer)} \\ \text{beziehungsweise} \\ l_2 &= H + X + \frac{h}{2}\ \text{(mit Mitnehmer)} \end{aligned}\right\} \tag{1 b}$$

Die Länge l_1 wird wie oben aus der Gleichung (9) errechnet.

In der Gleichung (1 b) ist die Bogenhöhe h gleich

$$h = \varrho\,(1 - \cos\frac{\varphi}{2}) = (l_1 + l_2)\,(1 - \cos\frac{\varphi}{2}) =$$

worin $\varrho = l_1 + l_2$, so daß

$$h = 2\,(l_1 + l_2)\sin^2\frac{\varphi}{4} \qquad (11)$$

wobei φ der Winkel der Umdrehung des Voreilhebels gegen den Mittelpunkt C ist.

Nach der Bestimmung von h, l_2 und C_1 errechnet sich die maßgebende Entfernung C zu

$$C = u + R = R + \frac{h}{2}\,\mathrm{cotg}\,\delta =$$

$$C = R + (l_1 + l_2)\sin^2\frac{\varphi}{4}\,\mathrm{cotg}\,\delta \qquad (12)$$

Wie aus dem Bild 3 zu ersehen ist, oszilliert das Untergelenk des Voreilhebels bzw. das Lenkergelenk aufwärts und abwärts von der Mittellinie $B_I\,B_{III}$ bzw. $X_I\,X_{III}$ bis zur Hälfte der Bogenhöhe h. Eine derartige Anordnung wurde schon früher in der Fachliteratur *) angegeben. Der Winkel γ darf den Wert $\gamma = 150$ bis 160° nicht übersteigen.

*) S. z. B.: Graßmann, Geometrie und Maßbestimmung der Kulissensteuerungen, 1927, Taf. XI, Fig. 75; Meineke, Kurzes Lehrbuch des Lokomotivbaues, 1931, S. 89, Abb. 56; Farmakowsky, Locomotivske krme (Lokomotivsteuerungen — in serbischer Sprache), 1936, S. 70, Abb. 80—81.

Von den argentinischen Staatsbahnen

Bei Ausbruch des Krieges, in den Argentinien zwar nicht verwickelt, durch den es aber doch stark in Mitleidenschaft gezogen ist, betrug die Länge der argentinischen Staatsbahnen 12 523 km von vier verschiedenen Spurweiten *), wozu noch 2065 km Bahnhofs- und Anschlußgleise zu zählen sind. Von 1934 bis 1939 wurden 2170 km Streckenlänge neu gebaut. Mit seltenen Ausnahmen betragen die größten Steigungen 25 v. T., die kleinsten Gleisbogenhalbmesser 250 m für Breitspur und 130 m für Meterspur. Zwischen Jujuy und La Quiaca liegt eine 10 km lange Zahnstangenstrecke (Abt). Die Zahl der Stationen beträgt 765. Kunstbauten mit weniger als 10 m Lichtweite sind 10 163, mit mehr als 10 m lichter Weite 998 vorhanden. Unter den letzteren sind hervorzuheben die Eisenbahn- und Straßenbrücke über den Rio Dulce zwischen Santiago del Estero und La Banda mit 885 m Länge und die Brücken über den Rio San Francisco mit 656 m, über den Rio Dorado mit 490 m, über den Rio Pasaje mit 428 m und über den Rio Bermejo mit 400 m Länge; über den Rio Negro in Patagonien führt eine Eisenbahn- und Straßenbrücke mit kippbarem Seitenteil von 270 m Gesamtlänge. Die Länge der Tunnels beläuft sich auf 3863 m. In diese Zahl nicht eingeschlossen sind die Tunnels der Transanden-Bahn, da diese noch nicht wieder ganz hergestellt ist; der längste Tunnel dieser letzteren mißt allein 3168 m. Die Instandsetzungsarbeiten auf dem vor mehreren Jahren durch Hochwasser zerstörten Teil werden trotz der natürlichen Hindernisse und der gegenwärtigen Schwierigkeiten bei der Einfuhr zähe fortgesetzt. Die größte Seehöhe der Bahnen wird in 4007 m auf der Linie von Salta nach Chile erreicht. Auf dem ganzen Netz besteht telegraphische und telephonische Verbindung, ebenso unter den wichtigeren Punkten und mit Buenos Aires. Mit den Werkstätten von San Antonio Oeste, wo auch die Direktion der Strecke Carmen de Patagones—S. Carlos de Bariloche (1143 km) ihren Sitz hat, besteht von Buenos Aires aus über 930 km Entfernung drahtlose Verbindung. Mehreren Hauptwerkstätten obliegt der Neubau und die Ausbesserung des rollenden und anderen Materials; die bedeutendsten befinden sich im Netz der Central Norte-Bahnen (9965 km) in Tafi Viejo (Tucumán), Córdoba, Laguna Paiva und Cristóbal (Santa Fé) und in Cruz del Eje (Córdoba). Die Schienen von vorwiegend 37 bis 42,165 kg/m Gewicht sind fast durchgängig auf Schwellen von rotem Quebrachoholz verlegt; im allgemeinen liegen 1500 Schwellen je Kilometer, auf der Ostbahn (654 km) 1700. In bahneigenen

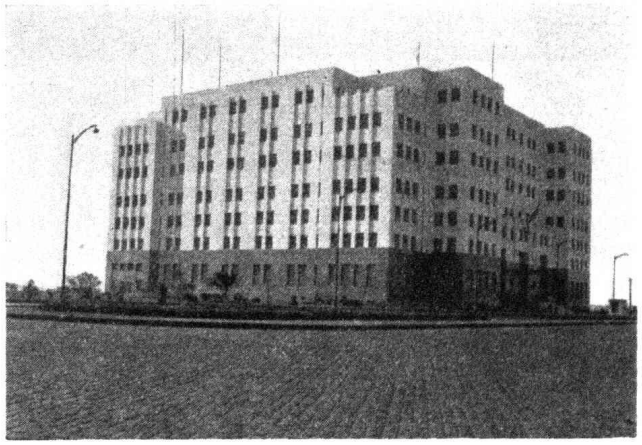


Bild 1: Verwaltungsgebäude der Argentinischen Staatsbahnen in Buenos Aires

Steinbrüchen in der Nähe von Deán Funes wurden i. J. 1939 insgesamt 222 075 t Gestein für Streckenbeschotterung und verschiedene Bauzwecke der Staatsbahnen gebrochen und zudem 47 258 t anderweitig verkauft. Die Administration der Staatsbahnen hat ihren Sitz in einem modernen, 1936 eröffneten Verwaltungsgebäude beim Neuen Hafen in Buenos Aires (Bild 1). Seine Fläche bedeckt 6400 m²; das Gebäude hat ein Erdgeschoß, ein Zwischengeschoß, sechs Obergeschosse und zwei unterirdische Geschosse mit insgesamt 45 000 m² nutzbarer Fläche.

Auf den ebenen Strecken der Central Norte-Bahnen erreichen die Güterzüge Höchstgewichte von 2400 t und bis zu 300 Achsen. Ohne Lokomotivwechsel werden weite Strecken zurückgelegt, so 723 km zwischen Buenos Aires (Retiro) und Córdoba, 797 km zwischen Santa Fé und Tucumán, 704 km zwischen Embarcación und Formosa. Die mittlere Geschwindigkeit der Personenzüge erreicht 60 km/h, jene der Dieselzüge zwischen Buenos Aires und Rosario 75 km/h. Das Verhältnis der Ausgaben zu den Einnahmen, das i. J. 1931

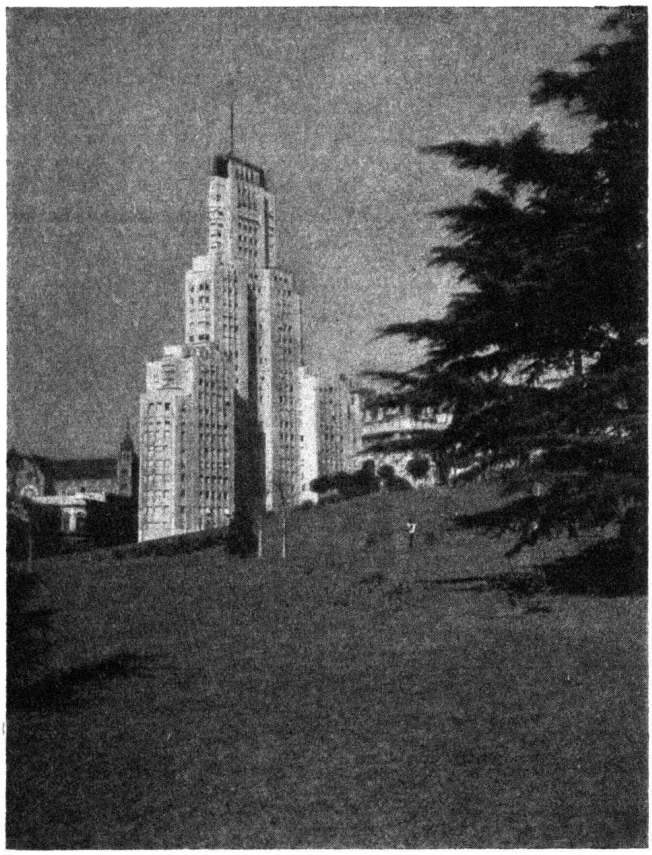
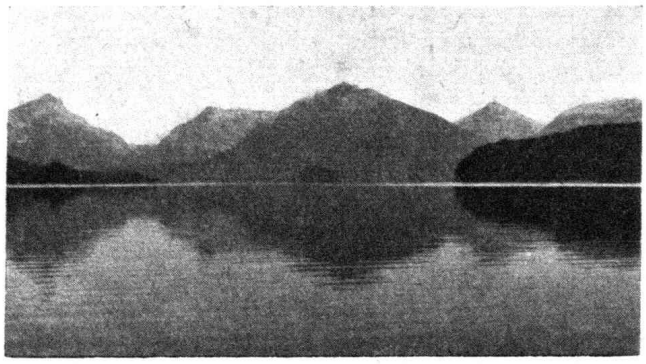


Bild 2: Das Edificio Kavanagh in Buenos Aires

noch 1,19 betrug, verbesserte sich bis zum Jahre 1939 andauernd bis auf 0,84. Die Gesamteinnahmen der Staatsbahnen betrugen i. J. 1939 rund 100 Millionen Pesos, d. s. 7880 Pesos je Kilometer, die Ausgaben: 53 Millionen Pesos für persönliche und 30 Millionen Pesos für sachliche Zwecke. Die Zahl der Staatsbahnangestellten war etwas über 40 000. An Lokomotiven waren vorhanden:

	Spurweite mm			
Art	1676	1435	1000	750
Personenzug-Lokomotiven	—	—	34	52
Güterzug-Lokomotiven	4	10	441	3
Gemischtzug-Lokomotiven	25	10	296	12
Verschiebe-Lokomotiven	5	2	77	—
Sonder-Lokomotiven	—	—	72	2
insgesamt 1045 Lokomotiven. Dazu gesellen sich				
Dieseltriebwagen	5	8	74	—

Bild 3: Der See Nahuel Huapé am Ende der Staatsbahnstrecke Carmen de Patagones-Bariloche



Der sonstige rollende Bestand setzte sich zusammen aus:

7 Pullmanwagen,
129 Schlafwagen,
598 sonstigen Personenwagen,
169 Gepäckwagen,
30 Postwagen,
76 Kühlwagen,
1 300 Tankwagen,
18 048 sonstigen Güterwagen.

Vom ganzen Netz werden 4543 km, d. s. 32,6 %, von den Triebwagen befahren. Die geringe Zahl von Personenzug-Lokomotiven erklärt sich aus dem steigenden Einsatz von Triebwagen. Auf der Central Norte-Bahn verkehrten von wöchentlich 3268 Personen- und gemischten Zügen nicht weniger als 2280 Triebwagen oder zwei- bis dreiteilige Triebwagenzüge. Seit der Einführung der letzteren im Jahre 1937 hat sich im Vorortverkehr von Buenos Aires zwischen Retiro-Bahnhof und El Viso jeweils in der Zeit von Mai bis Dezember die Zahl der gelösten einfachen Fahrkarten um 48 %, jene der Rückfahrkarten um 82 % gehoben. Da gleichzeitig die Fahrpreise ermäßigt werden konnten, stiegen die Einnahmen um 63 %.

Die einfachen Meterspur-Triebwagen besitzen 240-PS-Dieselmotoren, die beiden Triebwagen eines dreiteiligen Zuges 340-PS-Dieselmotoren. Den gleichen Motor von 240 PS weisen die Triebwagen für 1435 und 1676 mm Spurweite auf. Die Personenzug-Lokomotiven für 1 m Spurweite üben bis zu 14 000 kg Zugkraft, die kürzlich in Dienst gestellten 1E1-Lokomotiven 20 000 kg und die größten 2D1 + 1D2-Garratt-Lokomotiven 25 000 kg am Zughaken aus. Außer 6 Zahnrad-Lokomotiven besitzen die Central Norte-Bahnen 7 Kondensations-Kolbenlokomotiven **), welche eine wasserarme Strecke von fast 800 km in der Regel ohne Wasser zu fassen durchlaufen. Auf dem Netz der Central Norte-Bahnen wurden i. J. 1939 verfeuert: 88 000 t Kohle, 995 648 Kubikmeter Brennholz und 191 000 t Heizöl. Alles auf Heizöl umgerechnet, war der Heizölverbrauch 41,796 kg je 1000 tkm brutto. Die Lokomotiven der Strecken Puerto Madryn—Las Plumas und Comodoro Rivadavia—Colonia Sarmiento verwenden ausschließlich Heizöl, die übrigen patagonischen Bahnen und die Ostbahn vorwiegend Steinkohle.

Ferr. y Tranv. Juli 1942. Dr. Schn.

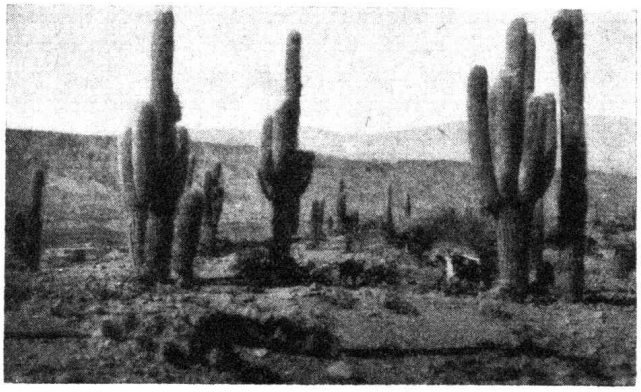


Bild 4: Gewaltige Kakteen an der Staatsbahnstrecke in der Provinz Jujuy *Fotos: L. Schneider*

*) Vergl. auch: Organ Fortschr. Eisenbahnw., 1942, S. 162.
**) Siehe: Die Lok., 1940, Seite 81.

Die Geschichte der Fell-Lokomotive

Die Anwendung einer Mittelschiene, an die zwecks Überwindung starker Steigungen zusätzliche waagerechte Reibräder der Lokomotive angepreßt werden, ist mit dem Namen von Fell und der Anlage eines Schienenweges über den Mont Cenis im Jahre 1868 eng verknüpft. Der Betrieb dieser Bahn mit Steigungen bis 1 : 12 hat seinerzeit eine Flut von Veröffentlichungen veranlaßt; einen ausführlichen Literaturnachweis bringt das Handbuch von Heusinger (Bd. 5, 1878, S. 455).

Der dieser Bauart zugrunde liegende Gedanke ist jedoch viel älter. Am 7. August 1830 erhielten Vignoles (bekannt durch die nach ihm benannte Schiene) und Ericson ein Patent auf eine solche Bahn [1]). H. W. Tyler, Kapitain im Royal Engineer-Corps, der auch später über die Mont-Cenis-Bahn an seine Regierung berichtete, erwähnt dieses Patent schon im Civ. Eng. & Arch. Journal von 1838 (S. 13). Es war beabsichtigt, die Reibräder von der Treibachse aus anzutreiben; angepreßt sollten sie durch einen vom Maschinisten betätigten Hebel werden.

Im Jahr 1840 erhielt ein Ingenieur Pinkus ein ähnliches englisches Patent.

1843 folgte ein französisches Patent von Baron Séguier, und von Leiterberger wurde ein österreichisches Patent beantragt.

Im Jahr 1847 erwirkte der Amerikaner George Escol Sellers von der bekannten amerikanischen Werkzeugmaschinenfabrik, aus der auch die Nileswerke hervorgingen, ein amerikanisches Patent und durch A. V. Newton auch ein englisches. Sellers baute im Jahre

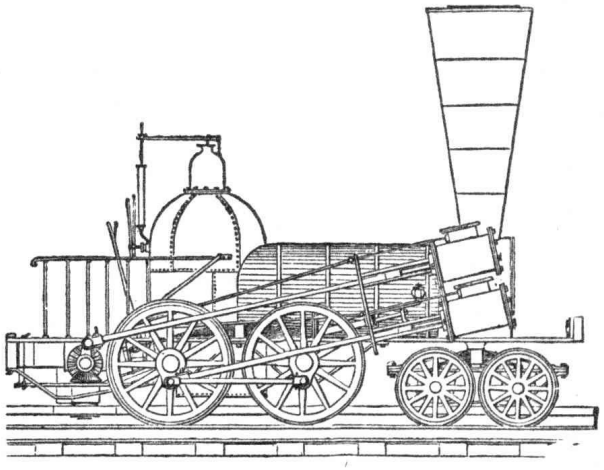


Bild 1: Lokomotive mit waagerechten Reibrädern von Sellers 1847

1847 noch 4 oder 5 (?) solcher Lokomotiven, die für die Panama-Bahn bestimmt waren, aber nicht dorthin zur Ablieferung kamen, wohl weil der Bahnbau sich hinzog (das erste Teilstück wurde 1852 eröffnet) und

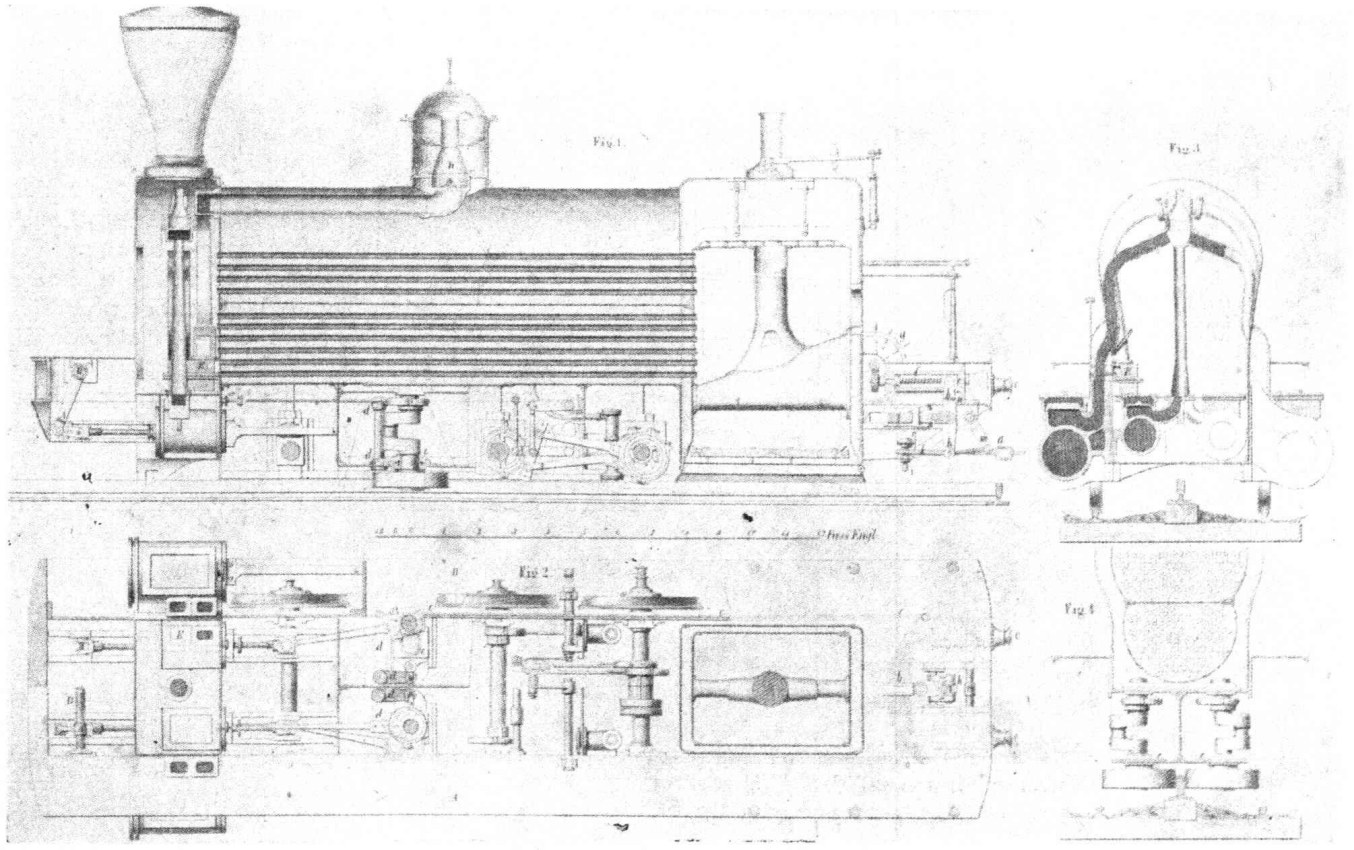


Bild 2: Lokomotiventwurf von Krauß, Linden 1851

Triebwerk außen	*406/610/1067 mm*	*Rostfläche*	*1,37 m²*
Triebwerk innen	*305/381/686 mm*	*Heizfläche*	*189,6 m²*
Achsstand	*3150 mm*	*Dienstgewicht*	*40 t*

inzwischen die Bahnpläne auf verhältnismäßig geringe Steigungen bis 1 : 88 abgeändert waren. Wohin die Lokomotiven (Bild 1) dann gegangen sind, ist nicht mehr zu ermitteln. Vermutlich wurden sie nach Entfernung des zweiten Triebwerkes anderweit verkauft.

Der Antrieb der Reibräder erfolgte mittels eines besonderen Triebwerks, das dem normalen Antrieb überlagert war, durch Winkelräder. Die Anpressung sollte genau im Verhältnis zur Zuglast erfolgen; wie dies erreicht wurde, läßt die Skizze jedoch nicht erkennen. Später baute Sellers nochmals 2 oder 3 Lokomotiven für eine Kohlenbahn in Pennsylvanien, doch ist unsicher, ob sie in Betrieb gekommen sind (Organ, 1866, S. 237). Bei diesen Lokomotiven wurden die Reibräder durch einen Dampfzylinder angepreßt.

Im Jahr 1857 entwarf der Ingenieur C. Krauß, späterer Direktor bei Egestorff, eine derartige Lokomotive unter Zugrundelegung der Bedingungen für den Semmering-Wettbewerb. Dieser Entwurf, der im Organ von 1853 (S. 1) veröffentlicht ist, entspricht im ganzen schon der Ausführung von Fell, wie Bild 2 zeigt, das dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens von 1853 entnommen ist.

Zur Unterbringung der großen Heizfläche hatte Krauß dem Kessel einen birnenförmigen Querschnitt gegeben. Die Lokomotive sollte mit besonderem Tender ausgerüstet werden. Der völlig durchgearbeitete Entwurf sieht für das zweite Triebwerk zwei Innenzylinder vor, die auf die senkrechten Krummachsen der Reibräder arbeiten. Das untere Lager dieser Achsen wird durch Hebelübersetzung von der Zugstange der Lokomotive angepreßt; die Anpressung geschieht also im Verhältnis zur Zugkraft. Durch eine besondere Vorrichtung ist diese Verbindung vom Führerstande aus lösbar und die Reibräder federn dann etwas zurück, um den Eingriff bei Beginn der Reibschiene zu erleichtern. Eine besondere Hebelverbindung verbindet die nach vorn verlängerten Kolbenstangen der beiden Innenzylinder, um ein gleichmäßiges Arbeiten beider Kolben bei etwaigem Rutschen eines der Reibräder zu sichern.

Im Jahr 1852 hat auch Miani, damals in Mailand Werkführer der damaligen österreichischen Bahnen, in Oberitalien ein Modell einer Lokomotive mit Reibrädern gebaut, doch ist über die Bauart nichts weiter bekannt.

Dann erst erschien der englische Ingenieur John Barraclough Fell (1815—1902) auf dem Plan. Er griff offenbar den von Krauß ausgearbeiteten Entwurf (Bild 2) auf und ließ 1863 von der Firma Alexander Milvalle Iron Works eine derartige Lokomotive auf einer eigens dazu hergerichteten Strecke der Derbyshire und Cromford High Peak-Bahn erproben. Diese Lokomotive [2] (Bild 3) war aber wesentlich leichter als der Kraußsche Entwurf. Sie leistete 16 t auf 1:13 mit 13 km/h. Die beiden Dampfzylinder des Innentriebwerkes waren nicht wie bei Krauß neben-, sondern übereinander gelagert und trieben mit je einem Querhaupt gleichzeitig die waagerechten Räder beider Seiten an. Für die Treibstangen des unteren Zylinders war die senkrechte Achse der Räder gekröpft. Zum Andrücken verwendete Fell Wickelfedern mit 17 t Anpreßdruck.

Ziemlich gleichzeitig ließ Fell noch eine zweite Lokomotive [3] (Bild 4) mit nur zwei Innenzylindern bauen, deren nach vorn durchgeführte Kolbenstangen die äußeren Räder mit Hebelübersetzung antrieben.

Diese Bauart erforderte aber gleichen Durchmesser für die waagerechten und senkrechten

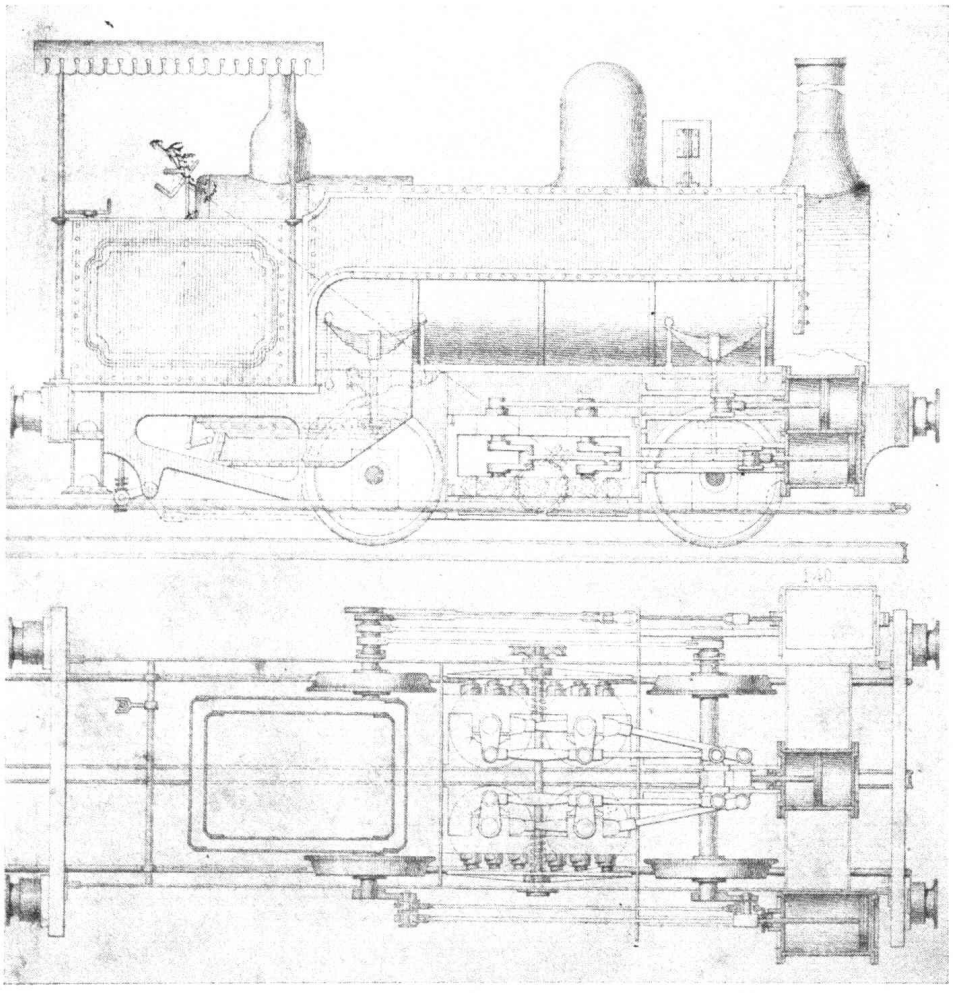


Bild 3: Bauart der ersten Fell-Lokomotive 1863

Triebwerk innen	*279/254/406 mm*
Triebwerk außen	*298/457/680 mm*
Achsstand	*1600 mm*
Rostfläche	*0,56 m²*
Heizfläche	*39 m²*
Gewicht	*14,7 t*

Das Bild stammt von der Ausführung 1870 für die Canta-Gallo-Bahn (Brasilien)

Räder und, da man letztere nicht zu klein machen konnte, eine große Breite für den erforderlichen Außenrahmen. Hierin liegt vielleicht auch der Grund zu der für englische Maße ungewöhnlichen Spurweite von 1100 mm statt 1067 mm. Es entstehen außerdem Zerrungen infolge der nicht immer übereinstimmenden Winkelgeschwindigkeiten zwischen innerem und äußerem Triebwerk sowie bei ungleichmäßiger Abnutzung der Räder. Trotzdem hat man wegen der größeren Einfachheit des Triebwerkes diese Bauart zum Vorbild für die Lokomotiven der Mont-Cenis-Bahn genommen.

Der am 15. Juni 1868 eröffnete Betrieb der Mont-Cenis-Bahn umfaßte 18 Lokomotiven, von denen 16 in Frankreich gebaut waren; er arbeitete bis zur Eröffnung des Mont-Cenis-Tunnels zu voller Zufriedenheit.

Auffällig ist die nicht nur für die Mont-Cenis-Bahn, sondern auch schon für die ersten Fellschen Lokomotiven gewählte Spurweite von 1100 mm, weil sie keinem runden englischen Maß entspricht. Einzelne Quellen geben auch 1105 mm an, was wenigstens 3′ 7½″ engl. wäre. 1100 mm scheint richtiger, weil dieses Maß auch für verschiedene italienische Kleinbahnen angegeben wird, die nach 1871 Teile des Oberbaues und wohl auch des rollenden Materials ankauften.

Infolge der Bewährung tauchten bald zahlreiche Entwürfe für solche Bahnen auf, so z. B.

in Italien: Florenz — Faenza, Florenz—Foligno, Adriatisches Meer—Macerata und 3 Linien in dem gebirgigen Piemont,

in Spanien: Leon—Coruña,

in Österreich: Karlstadt—Fiume über den Karst,

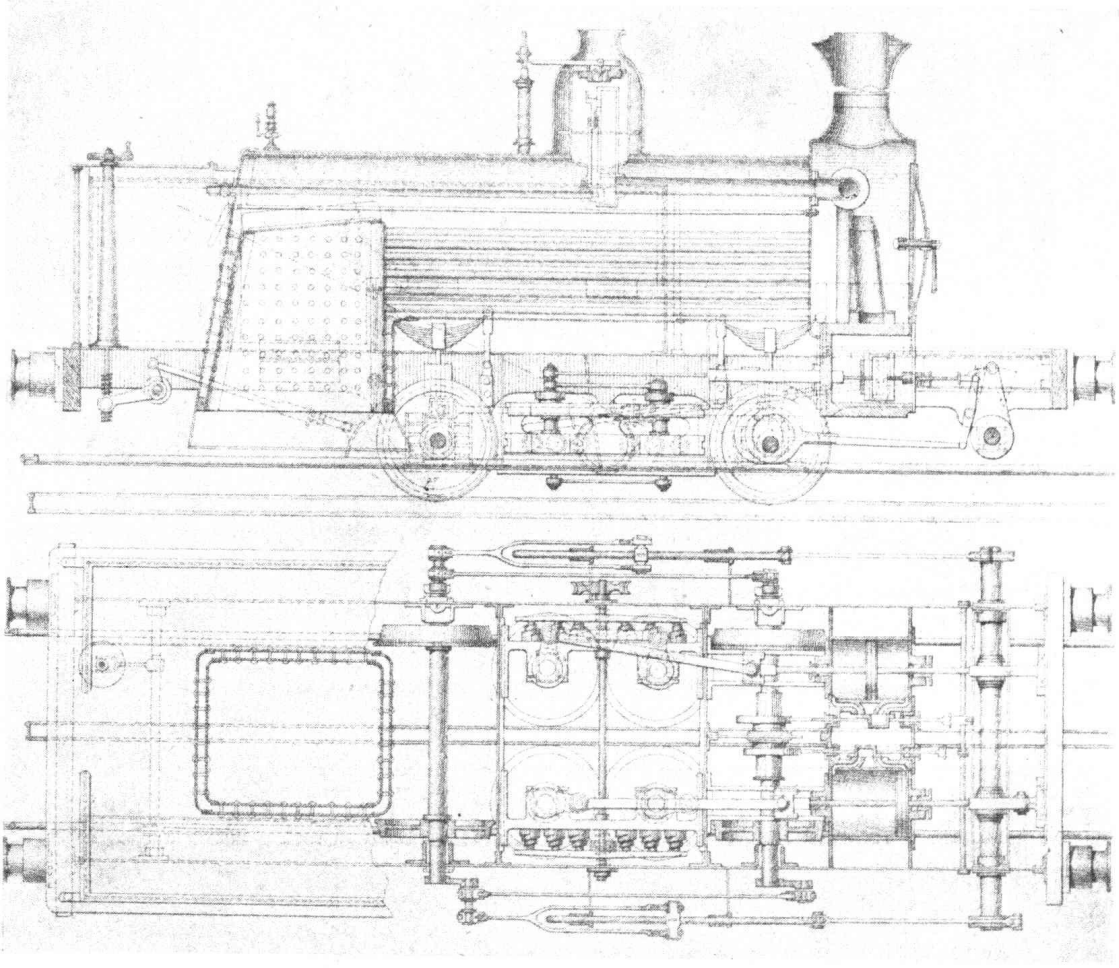


Bild 4: Zweite Fell-Lokomotive 1864, Vorbild für die Lokomotiven der Fell-Bahn über den Mont Cenis

Triebwerk	*381/406/685 mm*	*Heizfläche*	*62,0 m²*
Achsstand	*2290 mm*	*Leergewicht*	*18,5 t*
Rostfläche	*1,1 m²*	*Dienstgewicht*	*22,0 t*

(Diese Abmessungen beziehen sich auf die Lokomotiven der Mont Cenis-Bahn)

in Frankreich: Chambéry—St. Andé du Gaz,

in der Schweiz: über den Simplon,

in Indien: Karwar—Harblee über das Ghat-Randgebirge

und andere mehr.

Ausgeführt aber wurden nur wenige Bahnen, von vorstehenden keine. Besonders erwähnt sei die 1872 eröffnete Canta-Gallo-Bahn in Brasilien von Nicteroy nach Novo Friburgo, die später in den Besitz der Leopoldina-Bahn überging.

Umfangreiche Verwendung fanden die Fell-Lokomotiven noch bis in die neueste Zeit bei der Neuseeland-Staats-Bahn zur Überwindung der Steilrampe von Rimutaki, die nunmehr durch einen Tunnel ersetzt ist. Auf den langen Steigungen 1 : 15 setzte man einzelne Lokomotiven mitten in den Zug (Bild 5).

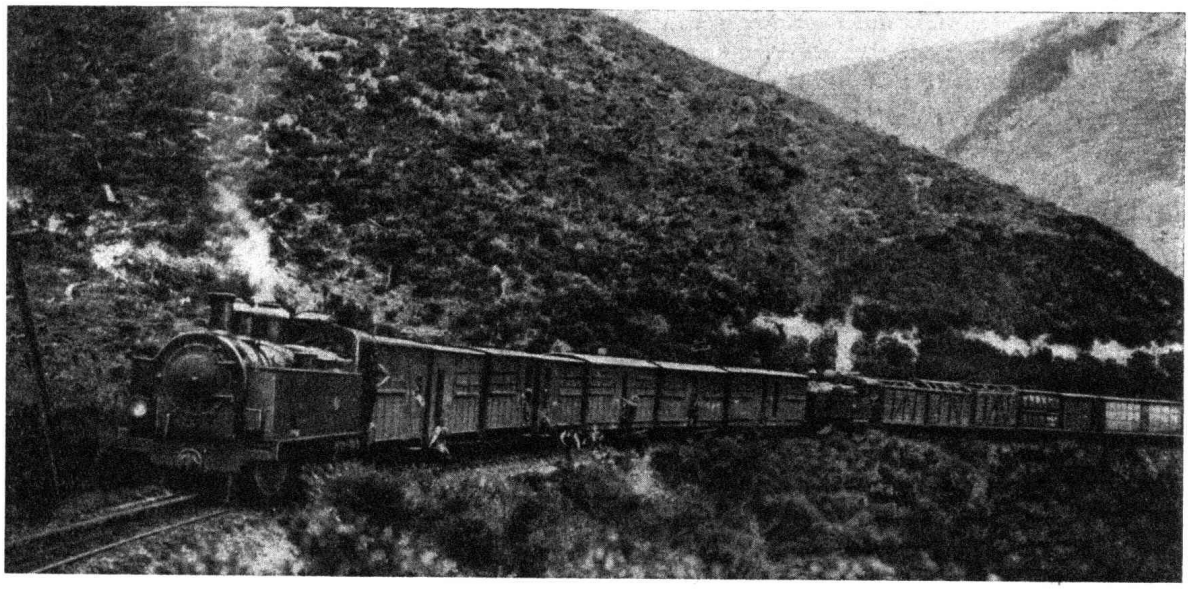


Bild 5: Betrieb mit Fell-Lokomotiven auf der Rimutaki-Steilrampe 1:15 in Neuseeland

Von einigen kleineren Fell-Bahnen sei nur die kurze Bahn bei Pouilly-sous-Charlions aus den 70er Jahren genannt, die bei einigen unwesentlichen Abweichungen von der Bauart Fell als System Geoffroy bezeichnet wurde. Sie war regelspurig und besaß nur Steigungen von 1 : 25, hätte also ganz gut als gewöhnliche Reibungsbahn betrieben werden können; ferner die 1895 erbaute, elektrisch betriebene Laxey—Snefall-Bahn in Nordengland. Auch die italienische Heeresverwaltung verwendete Lokomotiven Bauart Fell. Eine solche Lokomotive war noch auf der Ausstellung Mailand 1906 zu sehen [4]) Die Spur betrug 750 mm. Während aber die Canta-Gallo-Bahn noch die Triebwerksanordnung nach Bild 4 aufwies, wurden hier die waagerechten Räder von den Kuppelachsen aus durch Kegelräder angetrieben. Bei 17,8 t Dienstgewicht schleppte diese Lokomotive 50 t auf 1 : 12 mit 6 km/h. Me

[1]) The Engineer, 30. 10. 1925, S. 453.
[2]) s. Heusinger, 1878, Bd. 5, Tafel LXXI.
[3]) s. Heusinger, 1878, Bd. 5, Tafel LXXI, und Organ, 1866, S. 236.
[4]) s. Lokomotive, 1909, S. 19.

KLEINE NACHRICHTEN

Neue Eisenbahnen in Rio Grande do Sul, Brasilien

Vier neue Eisenbahnen sind im brasilianischen Staate Rio Grande do Sul in Bau. Von der 114 km langen Strecke zwischen Santiago nach Cerro Azul über São Luiz sind 60 km bereits in Betrieb. Eine zweite Linie von Dom Pedrito nach Sant'Anna do Livramento steht vor der Vollendung, obwohl kürzliche Hochwasser die Arbeiten verzögert haben. Eine weitere Strecke von Pelotas nach Santa Rita wurde 1941 begonnen und die ersten 70 km nach Cangussú sollten im Jahre 1942 eröffnet werden. Endlich sind von einer Bahn vom Rio Negro nach Lages im Staate Sta. Catarina 25 km bereits dem Verkehr übergeben.

Rly. Gaz. 1942. S—r.

Ein ausländisches Urteil über Ferntriebwagen

In der spanischen Fachzeitschrift „Ferrocarriles y Tranvías" befaßt sich der Präsident des Verwaltungsrates des spanischen Nationalen Eisenbahnnetzes, don Gregorio Pérez Conesa, mit der Neuordnung des Transportwesens zu Lande seines Staates. Dabei werden auch die Verbrennungskraft-Triebwagen in den Kreis der Betrachtung gezogen. Diese Ausführungen verdienen um so mehr Beachtung, als ähnliche Verhältnisse wie in Spanien in zahlreichen anderen Ländern anzutreffen sind. Nach der Aufzählung der den Triebwagen zugesprochenen guten Eigenschaften und ohne in Abrede zu stellen, daß dieses Verkehrsmittel unter gewissen Voraussetzungen auch in seinem Vaterlande Eingang finden kann und muß, betont der spanische Fachmann, daß bei seiner Einführung bestimmte Dinge sorgfältige Berücksichtigung finden müssen. Zunächst ist zu beachten, daß die Verbrennungsmotoren mit importierten Brennstoffen betrieben werden müssen, deren Verbrauch — wenn er größeren Umfang annimmt — die Handelsbilanz nicht unbeträchtlich beeinflußt. Die hohen Geschwindigkeiten auf der Eisenbahn wurden erst durch den Triebwagenbetrieb praktisch erreicht. „Ich weiß wohl", sagt Pérez Conesa, „daß die Schnelligkeit im allgemeinen am meisten in die Augen sticht und daß man sie zum Lobe dieser Fahrzeuge am öftesten anführt. Aber ich glaube nicht, daß dies im Augenblick das Wichtigste für Spanien ist. Um solche Reisen bequem machen zu können, müssen Wagen von ziemlich großer Länge, etwa von 20 m, und einem Gewicht von rund 45 t verwendet werden. Dies bedingt bereits eine Mindestzahl von 60 Fahrgästen, welche bei einer täglichen Verbindung auf Fahrten zwischen unseren Hauptstädten nicht immer erreicht wird, wenigstens nicht bei Fahrten ohne oder mit nur wenigen Zwischenhalten. Häufig muß man sogar, um die Leistungsfähigkeit des Motors bei gutem Wirkungsgrad auszunutzen, noch einen Anhänger mit-

führen, womit die Zahl der verfügbaren Plätze auf 160 steigt. Zugegeben, daß die Besetzung des „Fliegenden Hamburgers", der die Strecke zwischen Berlin und Hamburg bei einem einzigen Zwischenhalt mit einer Geschwindigkeit von 160 km/h zurücklegt, eine bestechend gute ist, so darf doch nicht vergessen werden, daß Städte wie Berlin und Hamburg nötig sind, um diesen Zug zu unterhalten. Um einen solchen bei uns einzurichten, müßten wir Madrid mit Barcelona, Sevilla oder Bilbao von viel geringerer Bevölkerung, in größeren Entfernungen und mit einem dank unserer verwickelten Orographie schwierigen Höhenverlauf der Bahnen verbinden, während die Strecke Berlin—Hamburg in der Ebene liegt. Dazu kommt, daß unsere Bahnen für solche Geschwindigkeiten nicht hergerichtet sind und, so lange dies nicht der Fall ist, die Reise unbequemer sein würde als in einem gewöhnlichen, wenn auch langsameren Zug. Um einen Dienst nach der Art des „Fliegenden Hamburgers" einzurichten, muß man außerdem über die Hilfsmittel verfügen, wie sie die deutsche Industrie bietet, dank welcher in den wenigen Stunden, die zwischen Ankunft und erneuter Abfahrt liegen, die Einstellung, Reinigung, Überholung und Ausbesserung des Motors und der Kraftübertragung vorgenommen werden kann." Dr. Schn.

Anteil der Einfuhr beim Neubau elektrischer Bahnen in Spanien

Nach einer in der spanischen Zeitschrift „Ferrocarriles y Tranvias" veröffentlichten Aufstellung ist beim Bau elektrischer Bahnen die Einfuhr wertmäßig wie folgt beteiligt:

Lokomotiven	mit 51 v. H.
Triebwagen	„ 1,4 v. H.
Unterwerke	„ 27 v. H.
Fahrleistung	„ 1,5 v. H.

Insgesamt gehen von den Kosten der Elektrifizierung 24,5 v. H. ins Ausland, während 75,5 v. H. in Spanien verbleiben. S—r.

Sonderstähle für Ventile

Ventile von Verbrennungskraftmaschinen von Lokomotiven und Triebwagen, vor allem die Auslaßventile, werden außergewöhnlich hohen Beanspruchungen unterworfen. Arbeitstemperaturen von 500° C und darüber erfordern eine entsprechende Warmfestigkeit. Der Werkstoff muß ferner korrosionsbeständig sein, um dem Angriff der Abgase widerstehen zu können. Die Fried. Krupp A.-G., Essen, empfiehlt für Einlaßventile den vergüteten Chrom-Vanadium-Stahl N 48, der bei Raumtemperatur eine Festigkeit von 90 bis 105 kg/mm² mit 20—14% Dehnung (5 d) aufweist. Auch der Kruppsche Chrom-Silizium-Stahl Silicro II kommt hierfür in Frage. Für Auslaßventile sehr hoher Beanspruchung eignen sich der Cr-Si-Stahl Silicro I, der Cr-Ni-W-Stahl WF 50 und der Cr-Mn-W-Stahl WF Spezial. Wichtiger als die bei Raumtemperatur gegebenen Eigenschaften sind naturgemäß die Warmfestigkeitswerte eines Ventilstahles. Über die betreffenden Werte der drei letztgenannten Stähle bei Temperaturen von 350 bis 800° C gibt Bild 1 Aufschluß. Die Zahlen sind bei 25 Minuten Zerreißdauer gewonnen, stellen also keine Dauerstandfestigkeitswerte dar und können nur auf gleicher Grundlage mit anderen verglichen werden. Verarbeitungs- und Behandlungstemperaturen dieser Vertilstähle und von Stählen für Ventilsitzringe werden in der Kruppschen Druckschrift Vd 41 100 angegeben. Für Auftragsschweißungen an Ventiltellern und Ventilsitzen sind die Krupp-Hartlegierungen Percit-Extra und Percit-Spezial geeignet. Dr. Schn.

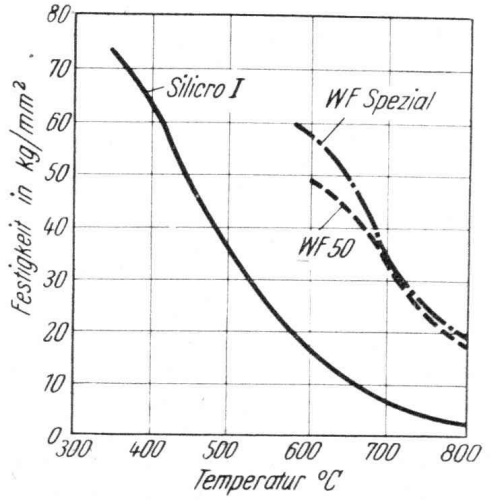


Bild 1: Warmfestigkeitswerte von Ventilstählen.

Eine bemerkenswerte spanische Güterzug-Lokomotive

Die A.-G. La Maquinista Terrestre y Marítima, Barcelona, hat für die Nationalen Spanischen Eisenbahnen 20 Stück 1'E1'-Drillings-Güterzug-Lokomotiven in Bau und z. T. bereits abgeliefert. Die Maschinen (Bild 1) gehören zu den schwersten und leistungsfähigsten, die

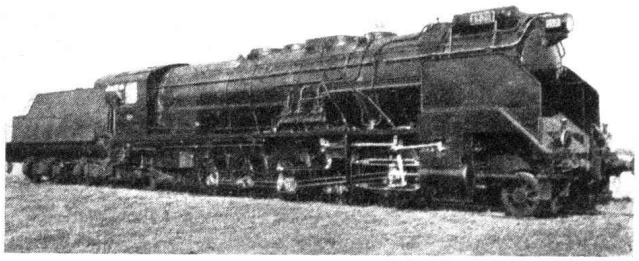


Bild 1: 1'E1'-Drillings-Güterzug-Lokomotive der Spanischen Staatsbahnen.

jemals in Spanien gebaut wurden, und zu den stärksten Europas; sie tragen die Bahnnummern 5001—20. Die erste Lokomotive der Lieferung wurde im Herbst 1942 in Gegenwart des Generaldirektors P. B. Barrachina und anderer hoher Beamter der Staatsbahnen und des Heeres nach einem kirchlichen Weiheakt dem Betrieb übergeben. Die Lokomotive samt Tender, welche Züge von 550 Tonnen auf 15 v. T. Steigung mit 55 km/h befördern muß, weist folgende Hauptabmessungen auf, die wir dank dem Entgegenkommen der oben genannten Erbauerin unseren Lesern mitteilen können:

Lokomotive:

Spurweite, mm	1676
Zylinderdurchmesser, mm	3×570
Kolbenhub, mm	750
Treibraddurchmesser, mm	1560
Laufraddurchmesser, vorne, mm	860
Laufraddurchmesser, hinten, mm	1080
Kesseldruck, kg/qcm	16

Feuerberührte Heizflächen:	
Feuerbüchse samt Verbrennungskammer, qm	26,15
Heiz- und Rauchrohre, qm	267,57
Verdampfungsheizfläche, qm	293,72
Überhitzer, qm	140,9
Rostfläche, qm	5,3
Fester Achsstand, mm	4980
Gesamtachsstand, mm	13540
Größte Länge, mm	16440
Größte Höhe, mm	4436
Kesselmitte über S. O., mm	3050
Rohrwandentfernung, mm	6325
Größter Achsdruck, t	21
Leergewicht, t	125
Dienstgewicht, t	140
Reibungsgewicht, t	105
Zugkraft bei 0,65 p, kg	25000
Tender:	
Achszahl	4
Raddurchmesser, mm	1080
Wasserinhalt, cbm	28
Kohleninhalt, t	8
Leergewicht, t	24
Dienstgewicht, t	60
Achsstand Lokomotive + Tender, mm	22200
Länge Lokomotive + Tender, mm	25800

Dr. Schn.

Mehr lichttechnische Kenntnisse!

Die jetzt gestartete Energie-Sparaktion einerseits und die früh einsetzende Dunkelheit anderseits lenkt die Aufmerksamkeit besonders eindringlich auch wieder auf die Beleuchtung. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte der Eindruck aufkommen, daß durch Sparmaßnahmen auf dem Gebiet der künstlichen Beleuchtung kein nennenswerter Erfolg zu erzielen wäre. Aber in der Industrie läßt sich an vielen Stellen Energie einsparen, die gleichzeitig an anderen Stellen der Rüstungs-Industrie und -Wirtschaft dringender benötigt wird. Das Sparen muß bei der Beleuchtung mit künstlichem Licht nur richtig erfolgen, nämlich durch organisatorische Maßnahmen und durch Diszplin. Wer hier unrichtige Wege geht, z. B. das gesamte Niveau der Arbeitsbeleuchtung etwa durch Verwendung kleinerer Lampeneinheiten herabsetzt, der spart in falscher Weise und sehr unüberlegt.

Das Licht ist nämlich, wie kürzlich Prof. Dr.-Ing. habil. W. A r n d t in einem Vortrag vor der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft ausführte, ein wichtiges Werkzeug bei der Arbeit. Wie ein schlechtes Werkzeug den Arbeitsablauf, den Produktionsumfang und die Unfallsicherheit beeinträchtigt, so mindert auch schlechte Beleuchtung die Arbeitsleistung. Hier aber zeigt sich nun die Bedeutung lichttechnischer Kenntnisse, die — entgegen einer weitverbreiteten Meinung — sich nicht allein auf die technische Herstellung und die Betriebsgemeinschaften unserer Lichtquellen beschränken, sondern die sich eben so sehr auf physiopsychologische und allgemein menschenkundliche Grundlagen und Erkenntnisse stützen müssen. Es muß aber auch die Beleuchtung nicht allein mit künstlichem Licht, sondern auch mit natürlichem Tageslicht in Betracht gezogen werden, weil das Tageslicht als Hauptlichtquelle bei der Arbeit auch für die Gestaltung der Beleuchtung mit künstlichem Licht richtungsweisend sein muß. Diese Aufgaben wenden sich in gleicher Weise an die Energie-Ingenieure der Betriebe und an die Lichttechniker, wie auch an die baugestaltenden Architekten.

Elektrifizierung in USA

Die Leistung sämtlicher elektrischer Kraftwerke (Dampf und Wasser) der Vereinigten Staaten betrug Ende des Jahres 1939 rund 50 Millionen Pferdestärken. Demgegenüber erreichte die in den Lokomotiven der 136 sogenannten Class I-Bahnen verkörperte indizierte Leistung rund 100 Millionen Pferdestärken. Von diesen Bahnen waren 24 ganz oder teilweise elektrifiziert. Sie weisen eine Streckenlänge von 4765 km (= 1,3 % der Gesamtlänge) und eine Gleislänge von 11 170 km auf. Der Grund für den verhältnismäßig langsamen Fortschritt der Elektrifizierung liegt in der ungenügenden Tilgung der Anlagekosten. Selbst im angegebenen Umfang war die Elektrifizierung nur möglich, weil sich in den letzten 20 Jahren die Ausgaben für Brennstoff je erzeugte Kilowattstunde in den Dampfkraftwerken um 50 % senken ließen, der Brennstoffkostenanteil in den Betriebskosten der Dampflokomotiven jedoch nur um 25 %. Im Jahre 1937 verbrauchten die Bahnen weniger als 2½ % der in den Vereinigten Staaten erzeugten elektrischen Energie, nämlich 1,627 Milliarden Kilowattstunden. Wären alle Bahnen elektrisch betrieben worden, so hätte ihr Kraftbedarf drei Viertel der Leistungsfähigkeit aller Kraftwerke betragen. Obwohl die Elektrizität im amerikanischen Haushalt eine große Rolle spielt, wäre der Verbrauch für diese Zwecke nur ein Drittel des Verbrauches der Bahnen. Ein neuerer amerikanischer Bericht *) über die Kraftversorgung der Eisenbahnen schließt wie folgt: „Unter den gegenwärtigen Verhältnissen und Kohlenpreisen hat die Elektrizität keine endgültigen Vorzüge über die Zugförderung mittels Dampfkraft erwiesen, einige wenige Sonderfälle ausgenommen, wo Erwägungen abseits der Betriebskosten die Wahl beeinflußten oder wo schwierige Verkehrsbedingungen und hohe Verkehrsgeschwindigkeiten vorliegen." Dr. Schn.

Elektrifizierung in Brasilien

Im Jahre 1940 waren von den brasilianischen Bahnen 700 km, d. s. 2,5 %, elektrifiziert. Davon treffen auf die Zentralbahn 188 km (Dom Pedro II—Novo Iguassú und Deodoro—Bangú). Die Strecken Nova Iguassú—Saudade und Bangú—Campo Grande sind im Umbau begriffen. Die Companhia Paulista hat 331 km elektrifiziert zwischen Jundiai und Campinas (doppelgleisig) und weiter bis Rincão (eingleisig). Von der Rêde Mineira de Viação sind 181 km zwischen Barra Mansa und Andradina elektrifiziert. Ferner werden elektrisch betrieben die Bergbahn auf den Corcovado im Stadtgebiet von Rio de Janeiro und eine kurze Strecke von Pindamonhangaba nach Campos de Jordão.

Rly. Gaz., Bd. 76 (1942), Dr. 13/14. S—r.

Zur Geschichte der Heusinger-Steuerung

In dem Aufsatz „Deutschland führt im Lokomotivbau" im Dezember-Heft 1942 dieser Zeitschrift bezieht Baurat Dr.-Ing. e. h. Metzeltin mehrfach und mit Recht die Verhältnisse im früheren Österreich in seine Betrachtungen ein, ohne das auch im Falle der Heusinger-

*) Rly. Age 108 (1940). S. 212.

Steuerung zu tun. Diese Steuerung ist auf den Bahnen Altösterreichs verhältnismäßig frühzeitig eingeführt worden, wie aus den folgenden Ausführungen im einzelnen hervorgeht.

Zum erstenmal erschienen in Österreich Heusinger-Steuerungen an den zehn C-Tender-Lokomotiven, die 1874 von Winterthur an die Kronprinz-Rudolf-Bahn geliefert wurden, später Reihe 63 der Öst. St. B. Die im erwähnten Aufsatz als Vermutung ausgesprochene Ansicht, daß die Steuerung der sechs im Jahre 1871 angekauften Lokomotiven der Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen und die der fünf 1875 von Henschel für die Westfälische Eisenbahn gelieferten „nach 1851 die ersten Ausführungen der Heusinger-Steuerung gewesen seien", trifft also für die westfälischen Maschinen nicht zu.

Fünf Jahre später, nämlich 1879, erhielt die Eisenbahn Wien—Aspang von Wr. Neustadt zehn nach belgischen Zeichnungen gebaute C-Tender-Lokomotiven mit Heusinger-Steuerung; von diesen wurden später vier in Lokomotiven mit Schlepptender und noch später sechs in C1-Tender-Lokomotiven umgebaut.

Noch vor 1885, von welchem Jahre an die allmähliche Einführung dieser Steuerung bei den Preußischen Staatsbahnen zu rechnen ist, nämlich im Jahre 1884, wurde die Heusinger-Steuerung, und zwar in der Form mit gerader Kulisse nach Helmholtz, bei den zehn Lokomotiven angebracht, die Krauß in München für die Arlberg-Bahn lieferte. Es waren dies die fünf 1C-Personenzug-Lokomotiven, später Reihe 28 der Öst. St. B., und die fünf D-Tender-Lokomotiven, später Reihe 78 der Öst. St. B. Im selben Jahre 1884 erhielt die St. E. G. (Lokalbahn Schwechat—Mannersdorf) zwei kleine B-Tender-Lokomotiven mit Heusinger-Steuerung, Erbauer Hagans, Erfurt.

In der Zeit von 1874 bis 1884 waren also in Österreich 32 Lokomotiven mit dieser Steuerung in Betrieb gekommen.

Dieselbe Steuerung erhielten dann die 1892 zum erstenmal gebauten 1B-Tender-Lokomotiven für die Kremstal-Bahn, später Reihe 89 der Öst. St. B., geliefert von Kraus, Linz a. d. D.

Von 1893 an wurde die Heusinger-Steuerung auch in Österreich bei Neukonstruktionen allgemein angewendet, und es gilt weiterhin wie im Altreich, daß andere Steuerungen nur bei Nachbauten älterer Gattungen angeordnet wurden. Eine Ausnahme von dieser Regel kann nur noch gesehen werden in der Steuerung der letzten fünf Lokomotiven der Reihe 9 der Öst. St. B., 2C-Schnellzug-Lokomotiven mit Innenzylindern und außenliegender Steuerung, Nr. 9.34—9.38, mit einer der Joy-Steuerung sehr verwandten Anordnung, weiter in den rund 300 Ausführungen verschiedener Nebenbahn-Tender-Lokomotiven mit der von Gölsdorf geänderten Heusinger-Steuerung, bei der die Kulisse durch Winkelhebel ersetzt wird, und schließlich in der Marshall-Steuerung der Dreizylinder-Lokomotive, Bauart 1D2, Reihe 114 der Öst B. B., heute Lokomotive 12 101 der D. R. B. Holter.

Elektrifizierung der Belgischen Eisenbahnen ein Steuerobjekt

Vor einiger Zeit belastete die belgische Regierung die Elektrizitätsindustrie des Landes mit einer Sondersteuer von 50 Mill. belg. Fr., was heftigen Widerstand der betroffenen Industrie auslöste. Es kam aber eine Vereinbarung zustande, wonach zwar die Gesellschaften die Steuer tragen, sie aber dagegen den Auftrag auf die Fortsetzung der Elektrisierung des sogenannten kleinen Sternes, d. h. der von Brüssel ausstrahlenden Bahnen nach Antwerpen, Charleroi, Löwen, Ottignies, Braine-le-Comte und Aalst, erhalten, von denen die Linie nach Antwerpen bereits seit mehreren Jahren in elektrischem Betrieb steht. Es handelt sich um Umstellung von etwa 175 km Strecke für rd. 700 Mill. belg. Fr. Zunächst soll die Linie nach Charleroi umgeändert werden. —M.—

Immer wieder hilft die Dampflok!

Bei der Ausfahrt aus Bern entgleiste vor mehreren Monaten auf der großen Eisenbahnbrücke infolge eines Schadens an einem Güterwagen ein Güterzug; zwei Wagen stürzten um. Da die Strecke gesperrt und die elektrische Leitung zerstört war, wurde zunächst zwischen Bern und Wilerfeld für den Personenverkehr ein Autopendelbetrieb eingerichtet. Nach 1½ Stunden war zwar das eine Gleis frei, aber es mußte bis zur Wiederherstellung der elektrischen Anlagen Dampfbetrieb eingeführt werden.

Ebenso mußte um dieselbe Zeit auf der elektrischen Strecke Triest—Pola Dampfbetrieb eingesetzt werden, weil die Starkstromleitungen zerrissen waren. —Me—

Aus dem Schrifttum

Lokomotiven. Von Universitätsprofessor W. Farmokowski und Universitätsdozent D. Witas. Format DIN A 4. 303 Seiten mit 278 Bildern und 17 Tafeln. Belgrad 1941.

Das serbisch geschriebene Buch behandelt nach einem kurzen Überblick über neuzeitliche Lokomotiven die theoretischen Grundlagen des gesamten Lokomotivgebietes. Zahlreiche Schaubilder geben alle Unterlagen zur Berechnung der Widerstände, der Leistung der Maschine als Funktion von Füllung, Geschwindigkeit usw. Die Reibungswerte zwischen Rad und Schiene, zwischen Bremsklotz und Rad und die Wirkung der Bremsen für Schnellfahrbetriebsmittel einschließlich der Wirbelstrom-Schienenbremsen werden erörtert. Es folgt eine Behandlung der Kesselleistung in ihren verschiedenen Abhängigkeiten an Hand von aus Versuchen stammenden Schaubildern. Auch Booster, Einzelachsantrieb, Turbo-, Druckluft-, Diesel- und elektrische Lokomotiven werden kurz behandelt.

Ein Abschnitt von 34 Seiten beschäftigt sich mit der Dynamik der Lokomotive, 22 Seiten mit dem Kurvenlauf. Auch allgemeine wirtschaftliche Betrachtungen fehlen nicht.

Den Schluß bilden Zusammenstellungen der Hauptabmessungen von rund 250 neuzeitlichen Lokomotiven von den größten amerikanischen Ausführungen über die Elnatypen bis zu den Baulokomotiven; zum Teil sind diese Lokomotiven auf 17 beigelegten Tafeln in Bild, Skizzen und Zeichnungen wiedergegeben.

Überall sind die neuesten Versuchs- und Forschungsergebnisse und Veröffentlichungen verwertet.

Der Druck ist gut und die Schaubilder sind durchweg klar und deutlich.

Für denjenigen, der die serbische Sprache beherrscht, ist das Werk als ein wohlgelungenes, reichhaltiges, theoretisches Handbuch des Lokomotivbauers und Betriebsmannes zu bezeichnen.

Metzeltin.

R. Mailänder und K. Dies, Beitrag zur Erforschung der Vorgänge beim Verschleiß. Techn. Mitteil. Krupp, Forschungsberichte, Heft 14/1942. 29 Seiten mit 67 Bildern. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Aus der Erkenntnis heraus, daß der Verschleißwiderstand von Bauteilen, die aufeinander gleiten oder rollen, von großer wirtschaftlicher und technischer Bedeutung ist, sind verschiedene Verfahren und Maschinen zur Prüfung des Abnutzungswiderstandes von Werkstoffen entwickelt worden. Bei den Untersuchungen kann man das Bestreben feststellen, zwischen dem Verschleißwiderstand und den mechanischen Gütewerten der Stoffe Beziehungen aufzustellen. Endgültige Ergebnisse wurden dabei nicht erzielt, da je nach der zufälligen Wahl der Versuchsbedingungen sich das Verschleißverhalten der Werkstoffe ändert. Die Verfasser haben deshalb unter Änderung und genauer Festlegung der Prüfbedingungen jene Faktoren gesucht, die für den Verschleiß besonders wichtig sind. Der Hauptteil der Arbeit befaßt sich mit grundsätzlichen Untersuchungen an Weicheisen bei gleitender, trockener Reibung, und zwar bei gleichförmiger Drehbewegung, wie bei hin- und hergehender Bewegung. Dabei werden Versuchseinrichtungen, Versuchsdurchführung und Versuchsergebnisse eingehend erörtert. Die wesentlichen Einflüsse, von welchen die molekular-physikalischen und chemischen Vorgänge in der Verschleißschicht abhängen, werden variiert. Die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse auf die Untersuchung des Verschleißwiderstandes verschiedener Kohlenstoffstähle bildet einen weiteren Teil der Forschungsarbeit. Daran reiht sich die Erörterung einiger wesentlicher Ergebnisse älterer Untersuchungen und die Besprechung der Ursachen des Verschleißes. Bei der Untersuchung von im praktischen Betrieb verschlissenen Werkstücken wählten die Verfasser u. a. Schienen, Bremsklötze und Radreifen, woraus schon zu ersehen ist, welche Bedeutung die wertvolle Arbeit für das Eisenbahnwesen und den Lokomotivbau hat. Das Verständnis der Schrift wird durch zahlreiche Diagramme und Bilder von Oberflächenschliffen erleichtert. Dr. Schn.

Kunststoffe. Arten, Eigenschaften, Verwendung. Bearbeitet von Baurat Ernst Krause, Dozent der Städtischen Ingenieurschule in Dresden. 63 Seiten mit 12 Bildern und Tafeln. Format A 5. Dresden N 6, Elbe-Verlag, 1942. Preis kart. 1,80 RM.

Als Sonderdruck aus dem großen Nachschlagewerk Hock, Technisches Praktikum (dessen 29. Auflage sich zur Zeit in Vorbereitung befindet), erschien soeben der Abschnitt Kunststoffe in Bearbeitung von Baurat Ernst Krause. Bei der ausgedehnten Anwendung, die die verschiedenen Kunststoffe heute überall in der Technik finden, wird die Veröffentlichung einer übersichtlichen, aber trotzdem sehr vollständigen Schrift vielen Ingenieuren und Technikern erwünscht sein, die sich mit diesem von ihrem sonstigen Arbeitsgebiet entfernt liegenden Material jetzt vertraut machen müssen. Die einzelnen Gebiete sind in einfacher und anschaulicher Weise so dargestellt, daß sie ohne umfassendere chemische oder technische Vorbildung verständlich sind. Besonderer Wert wird darauf gelegt, die heute am meisten verwendeten Kunststoffe in den verschiedenen Möglichkeiten ihres Einsatzes treffend zu kennzeichnen und sie in ihrer Verbindung mit anderen Stoffen darzustellen. Die Schrift gibt trotz ihres geringen Umfanges einen guten Einblick in ein Gebiet, das in letzter Zeit immer wichtiger geworden ist und in der Zukunft noch verstärkte Bedeutung erlangen wird.

Betriebsanleitung für das Einsatzhärten mit Einsatzpulver. Herausgeber und Verlag Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, 1942.

Für die Einsatzhärtung kommen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten in Betracht, deren Eignung im Hinblick auf die jeweils gegebenen Verhältnisse zu beurteilen ist. Die Druckschrift Vd/4225 der Fried. Krupp A.-G., Essen, führt hierüber Näheres aus. Sie gliedert sich in: Vorbereitungen, Einsatz, Warmbehandlung nach dem Einsatz, Zwischenglühen, Härten, Anlassen, und gibt dem Werkstättenmann wichtige Fingerzeige. Dr. Schn.

Aus dem Inhalt:

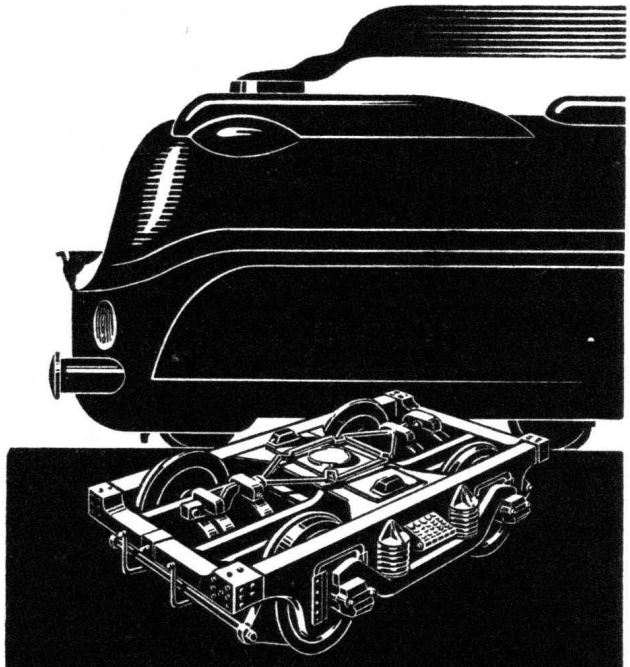
Vom Wirkungsgrad der Lokomotiven 1
Mitnehmer und Lenkerstange bei Heusinger-Steuerung 7
Von den argentinischen Staatsbahnen 9
Die Geschichte der Fell-Lokomotive 11
Kleine Nachrichten 14
Aus dem Schrifttum 17

LACK- U. FARBWERKE FULDA
Rhodius & Co.
FULDA

Härtetöpfe und Härtekästen
sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt
PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)

Filz wie Sie ihn brauchen
Georg
Walde
Filzwarenfabrik **Halle-S.2**

BEWEGLICHE STEHBOLZEN UND DEREN ZUBEHÖR
mit höchster Genauigkeit im Gesenk geschmiedet
bevorzugt man seit Jahren für deutsche und ausländische Lokomotiven
SOLINGER GESENKSCHMIEDEN ENGELS, RAUH & CO.
INHABER WALTER GOTT
Solingen-Foche Fernruf Sa 26061



Für die Reinigung
in Verkehrsbetrieben
P3
Verlangen Sie ausführliche Druckschriften.
P 1/538 b
HENKEL & CIE. A-G · DÜSSELDORF

Gegen-
GEWICHTE
aus Spezial-Beton
(Spez. Gew. 3,3 – 3,5)
als Austauschmaterial
für Eisen

Für alle Industriezweige
In jeder beliebigen Form und Abmessung

GÜNTHER-WERKE, DRESDEN-N. 15

9

Was bedeutet die Brodie'sche-Reaktion für Ihren Bleistift?

Bei der Brodie'schen Reaktion wächst 1/4 ccm Grafit volumenmäßig zu etwa 25 ccm feinster Grafitteilchen an.

Nach einer ähnlichen chemischen Methode zerkleinert ein zweckmäßig vervollkommnetes Verfahren den Grafit für den Van Dyke-Zeichenstift und macht ihn um Vielfaches feiner als eine wochenlange mechanische Mahlung.

Das gibt der Van Dyke-Mine ihre Kolloidfeinheit und einzigartige Grafitdichte, die für gestochen scharfe Lichtpausen direkt von der Bleistiftzeichnung bürgt.

Der Van Dyke von Eberhard Faber ist der einzige Zeichenstift mit chemisch zerkleinertem Grafit; seine Herstellung ist patentamtlich geschützt. (Van Dyke D. R. P. Nr. 534178).

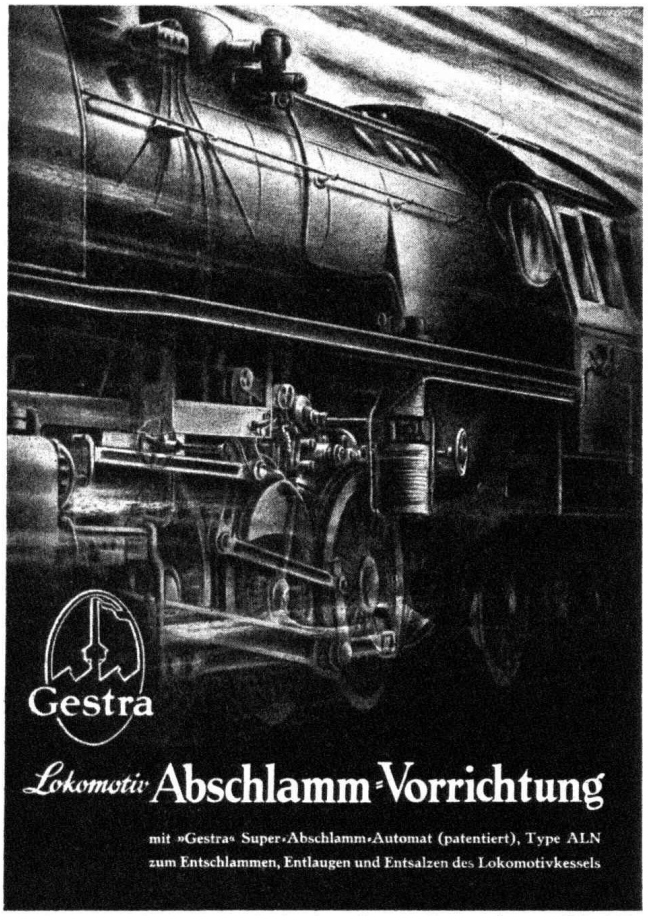
VAN DYKE

VAN DYKE

TEMPEROL
GR
LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

Gustav Ruth
Temperol-Werke
Chemische-u. Lackfabriken
Hamburg-Wandsbek

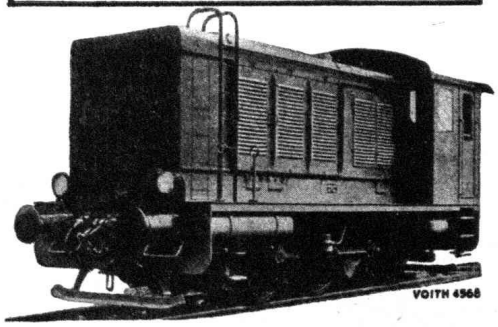


Verlangen Sie ausführliche Gratisbroschüre AL 258 t
GUSTAV F. GERDTS . BREMEN

Vitrulan
Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen
werden von der Deutschen Reichsbahn für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven u. Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

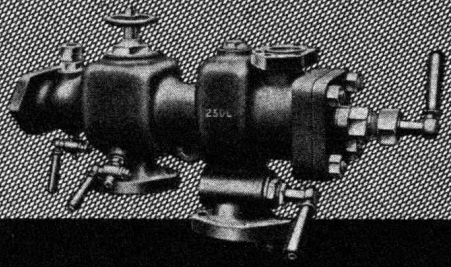
Thüringische Glaswollindustrie, vorm. S. Koch, G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

Voith
Turbogetriebe
für
Dieselokomotiven
Motortriebwagen
Geländefahrzeuge

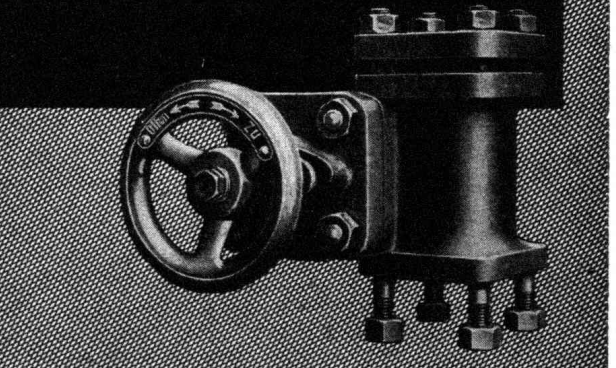


Dieselokomotive mit 360 PS Voith-Turbogetriebe

J.M.Voith Heidenheim (Brenz), Maschinenfabrik
Schwesterwerk in St. Pölten, Nieder-Donau



Wir liefern sämtliche
Lokomotiv-Armaturen
nach Reichsbahn - Vorschrift LON

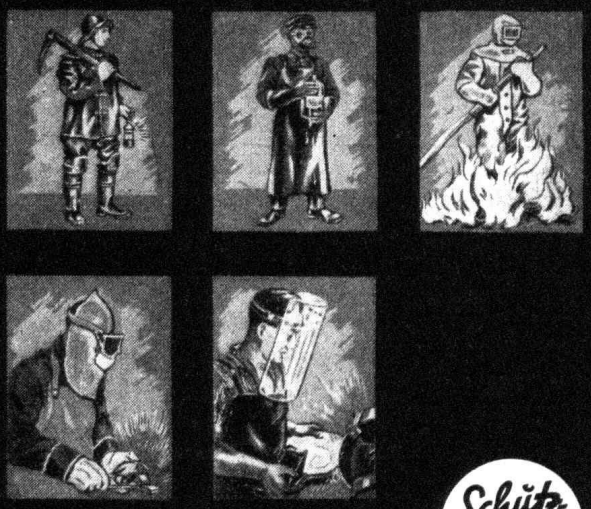


MASCHINEN- UND ARMATURENFABRIK VORM.
C. LOUIS STRUBE AG.
Gegr. 1865 Magdeburg-Buckau

LEISTUNGSSTEIGERUNG
durch Peddinghaus **Schneidbrenner**
für Leuchtgas-Sauerstoff.
Kürzeste Anwärmzeiten, größte Schnittgeschwindigkeit. Saubere Schnittkanten.
Bedeutende Kostenersparnis.
Kostenlose Unterlagen und fachmännische Beratung durch

PAUL FERD. PEDDINGHAUS
ABT. OBERFLÄCHENHÄRTUNG · GEVELSBERG I.W.

Schütz Metusit Wortschutz
Kleidung
schützt Schaffende vor Unfall u. Gefahr!



Kurt Metius, Leipzig C 1/11
Schütz KLEIDER FABRIK

Nieten
aller Art ab 13 mm und Rohlinge für gedrehte Nieten

Rohreinwalzmotore
und *„Elgra"-Dichtmaschinen*
zum Einwalzen für Rauch- und Siederohre.

Norddeutsche Schrauben- u. Metallwerke KG.
Berlin-Niederschönhausen

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig
seit Jahren erprobt,
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit,
geringes Gewicht

DÜRMOL

DÜRMOL · Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

Schutzmarke

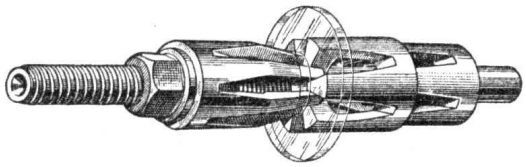
»WÄCHTERS«
Schwarzbeize
für Eisen und Stahl
Alle Produkte für die Metallbearbeitung
Metallreinigungs- und Entfettungsmittel

Chemische Fabrik Gebrüder Wächter
Chemnitz
Telegramm-Adresse: „Radikal" · Fernruf 40167, 44068

Verbandkästen
Verbandstoffe

W. Schleenbecker
Frankfurt a. M., W. 13
Fernruf 71853

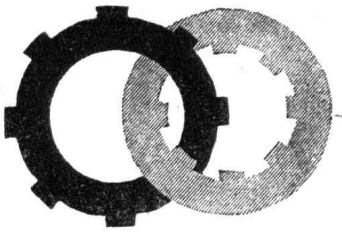
Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.

Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann

Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

Weichen . Waggons . Kessel

Anschlußgleise
Feld- und Normalbahnmaterial
. Ersatzteile . Behälter
Blech- und Eisenkonstruktionen
Schraubenfabrik
Schweiß- und Aufpreßarbeiten

Bahnbedarf-Rodberg G.m.b.H., Darmstadt

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

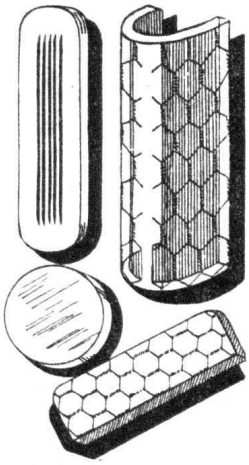
Richt- und Anreißplatten

In den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschied. Größen.

Otto Windgassen . Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon: 35651, 37950 Fischerstraße 47



Technische
Hartgläser
und Drahtgläser

für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co
Hartglasfabrik
Hainsberg i. Sa.

Reinhardt DURCH-SCHREIBE *Buchhaltung*

IN NORM-FORMATEN FÜR HAND UND MASCHINE

Die Einrichtung erfolgt durch erfahrene Organisatoren nach den neuen Kontenplänen

HEINRICH REINHARDT
Buchdruckerei und Verlag · Frankfurt-M, Taunusstraße 19 · Fernruf 33030
SPEZIALDRUCK: BUCHUNGS-FORMULARE

Betonabbindung – eine langwierige Sache?

Keineswegs! Wenn man dem Beton gleich beim Anmachen eine geringe Menge

Paratect-Mörtelzusatz-Schnell

beimischt, dann vollzieht sich die Abbindung der Betonkonstruktionen in kürzester Zeit. Paratect-Mörtelzusatz-Schnell ist besonders beim Bau von Maschinenfundamenten empfehlenswert, weil er die beschleunigte Inbetriebnahme der Maschinen und Motore ermöglicht. Überdies erzielt man mit Paratect-Mörtelzusatz-Schnell Härtung und Dichtung der Betonkonstruktionen, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Öle, Säuren, Rauchgase, aggressive Wässer und sonstige Zerstörungseinflüsse.

Aufschlußreicher Prospekt auf Wunsch kostenlos von der
Paratect-Gesellschaft, Borsdorf F 15 b. Leipzig

Gesucht für Einsatz an der Altreichgrenze:

3 Löffelbagger von 1,2—1,5 cbm
8 Lokomotiven, 40—125 PS, 600er oder 900er Spur
100 Muldenkipper, 2—3½ cbm, 600er oder 900er Spur
20 km Schienen, 93—100 mm hoch
20 Weichen, 600er oder 900er Spur

Eilangebote erbeten unter Fr. 69165 an Ala, Berlin W 35.

Dampflokomotive

für Verschubdienst eines Hüttenwerkes, zwei- oder dreiachsig für Normalspur **zu kaufen gesucht.**

Angebote mit Angabe des Preises, des Gebrauchszustandes und der Fabr.-Nr. unter „Dampflokomotive/10" an Ala, Wien I, Wollzeile 16.

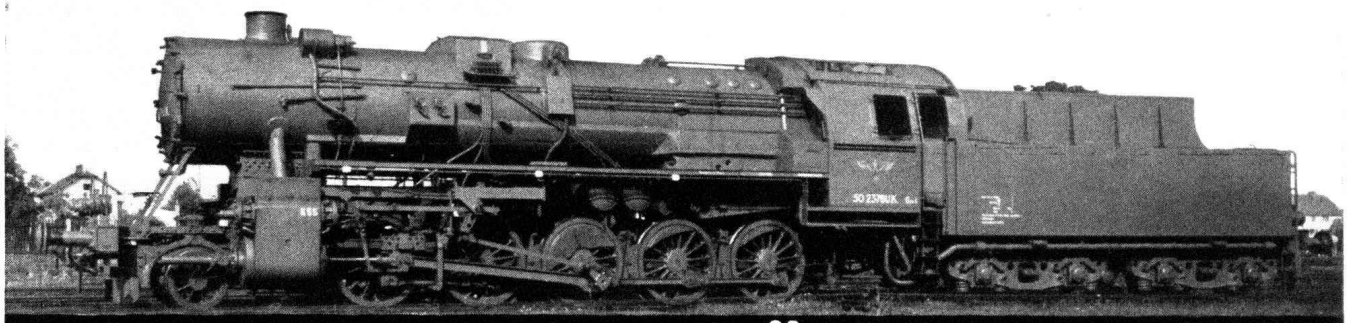
Zu kaufen gesucht das Buch:

Die Berliner Stadtbahn-Lokomotiven im Bild

Geschichte der Dampflokomotiven der Berliner Stadt-Ring- und Vorortbahn von Ing. W. Hubert.

Angebote unter 2073 an „Die Lokomotive", Bielefeld.

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 50 ÜK
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn



KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN-ALLACH

SHG

SCHMIDT-Überhitzer Elemente

nach dem SHG-Schmiedeverfahren
ohne Stumpfschweißung mit
verstärkten Umkehrstellen

Vorteile dieser Ausführung:
Betriebssicherheit, lange Lebensdauer, Materialersparnis

SHG-Abdampfstrahlpumpen
für Speisewasser-Vorwärmung

SCHMIDT-Heißdampf-MV-Regler
Mehrfach-Ventil-Regler vereinigt mit Überhitzer-Sammelkasten

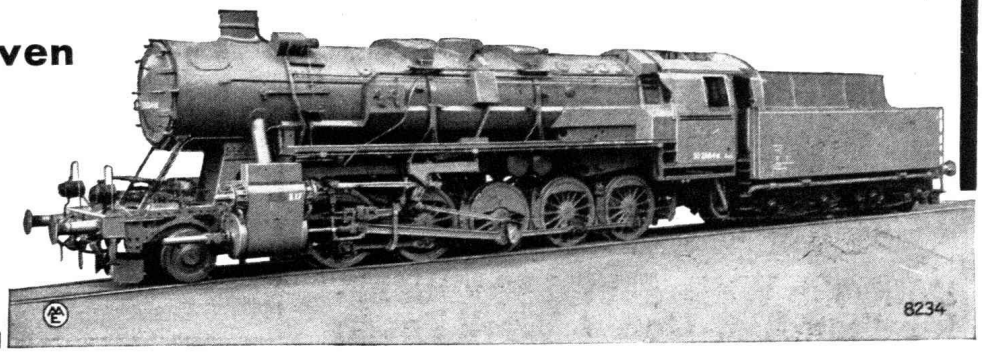
Schmidt'sche Heißdampf G.m.b.H.
Kassel-Wilhelmshöhe

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN
AKTIENGESELLSCHAFT · SCHWEINFURT

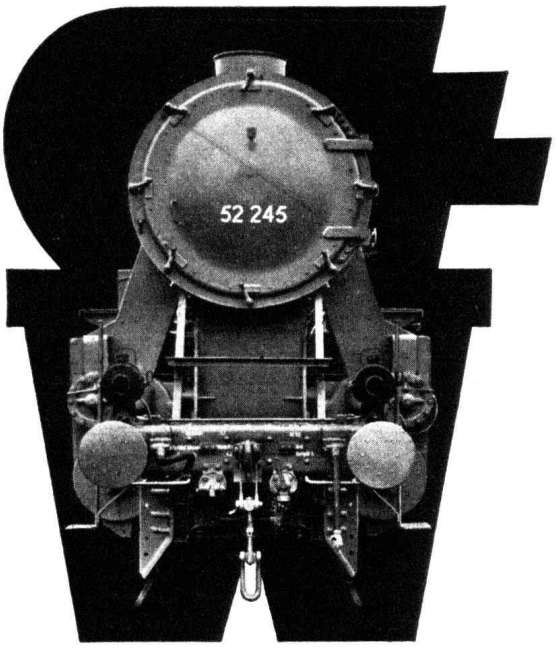
Esslingen
Lokomotiven

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN
ESSLINGEN a. N.

1 E Heißdampf-Güterzug-Lokomotive
Baureihe 50 ÜK



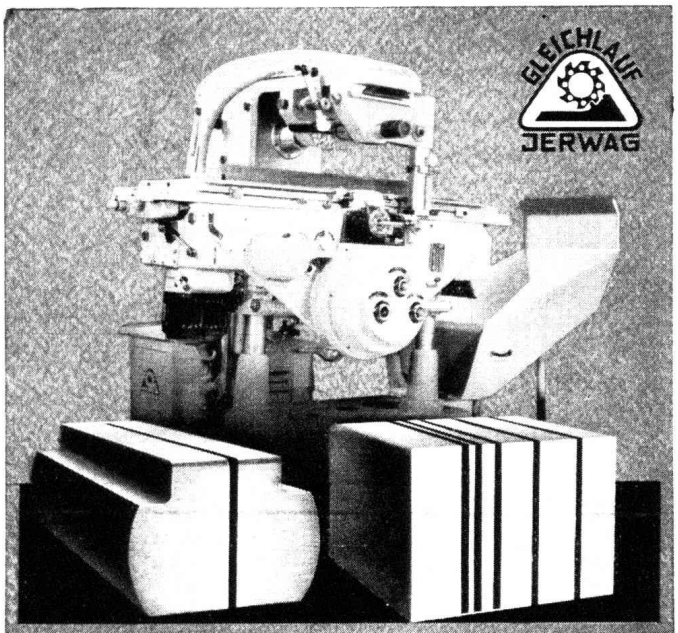
Verlagsleiter: Ewald Darkow, Bielefeld. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Richard Kallmeier, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.



WIENER LOKOMOTIVFABRIK

AKTIENGESELLSCHAFT

WIEN · FLORIDSDORF



Diese Schlitze sind in einem Durchgang gefräst

Werkstoff: **Sonderbaustahl** 130 kg/mm² Fstgkt.	Werkstoff: **Aluminium-Legierung** 45 kg/mm² Fstkt.
Fräsarbeit:	Fräsarbeit:
Schnittgeschwindigkeit 13 m/min	Schnittgeschwindigkeit 120 m/min
Schlitztiefe . . . . . 52 mm	Schlitztiefe . . . . . 62 mm
Schlitzbreite . . . . . 3 mm	Schlitzbreite . . . . . 3 mm
Vorschub . . . . . 19 mm/min	Vorschub . . . . . 67 mm/m. .

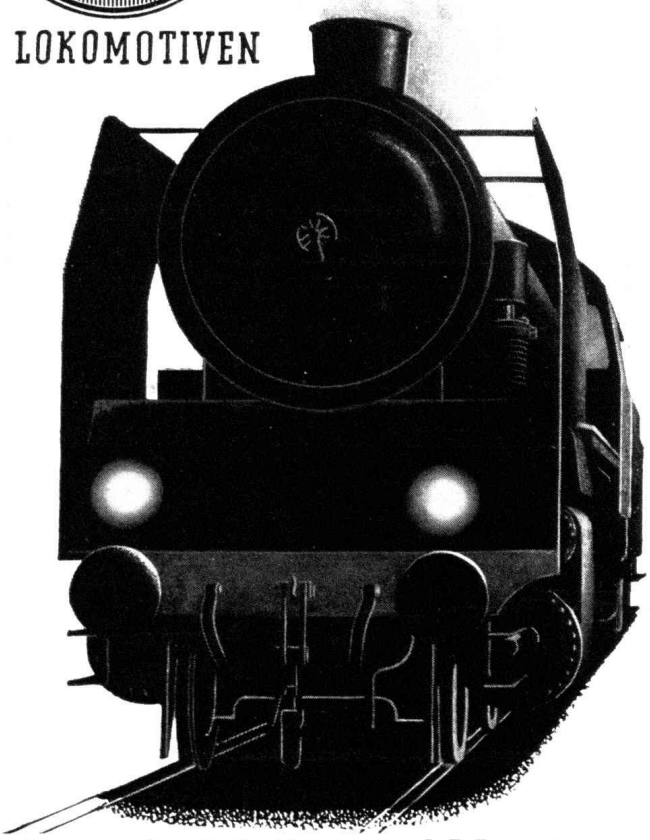
Beide Leistungen auf der gleichen Maschine JERWAG N_1 1250 x 400 mm

AWG ALLGEMEINE WERKZEUGMASCHINEN AKTIENGESELLSCHAFT

BERLIN- FERNRUF: 56 42 76

DWM

LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken Akt.-Ges. / Werk Posen

KRANTZHEIZUNG

jetzt auch Wien

IV/50 Theresianumgasse 9

HEISSWASSER-HEIZUNGSANLAGEN FÜR
FERN-GROSSRAUM-U. APPARATEHEIZUNG
KLIMA-ANLAGEN
IN-U. AUSLANDSPATENTE

H. KRANTZ-WIEN

BERLIN • FRANKFURT a.M. • LEIPZIG

Stammhaus Aachen seit 1882

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | FEBRUAR 1943 | NUMMER 2

Henschel-Kondenslokomotive für die Irakischen Staatsbahnen

Von Dr.-Ing. R. Roosen, Kassel

In dieser Zeitschrift erschien im November-Heft (Seite 196) ein Hinweis auf eine 2C-Kondens-Lokomotive der Irakischen Staatsbahnen mit Angaben, die sich auf eine Veröffentlichung in der „Railway Gazette" *) beziehen.

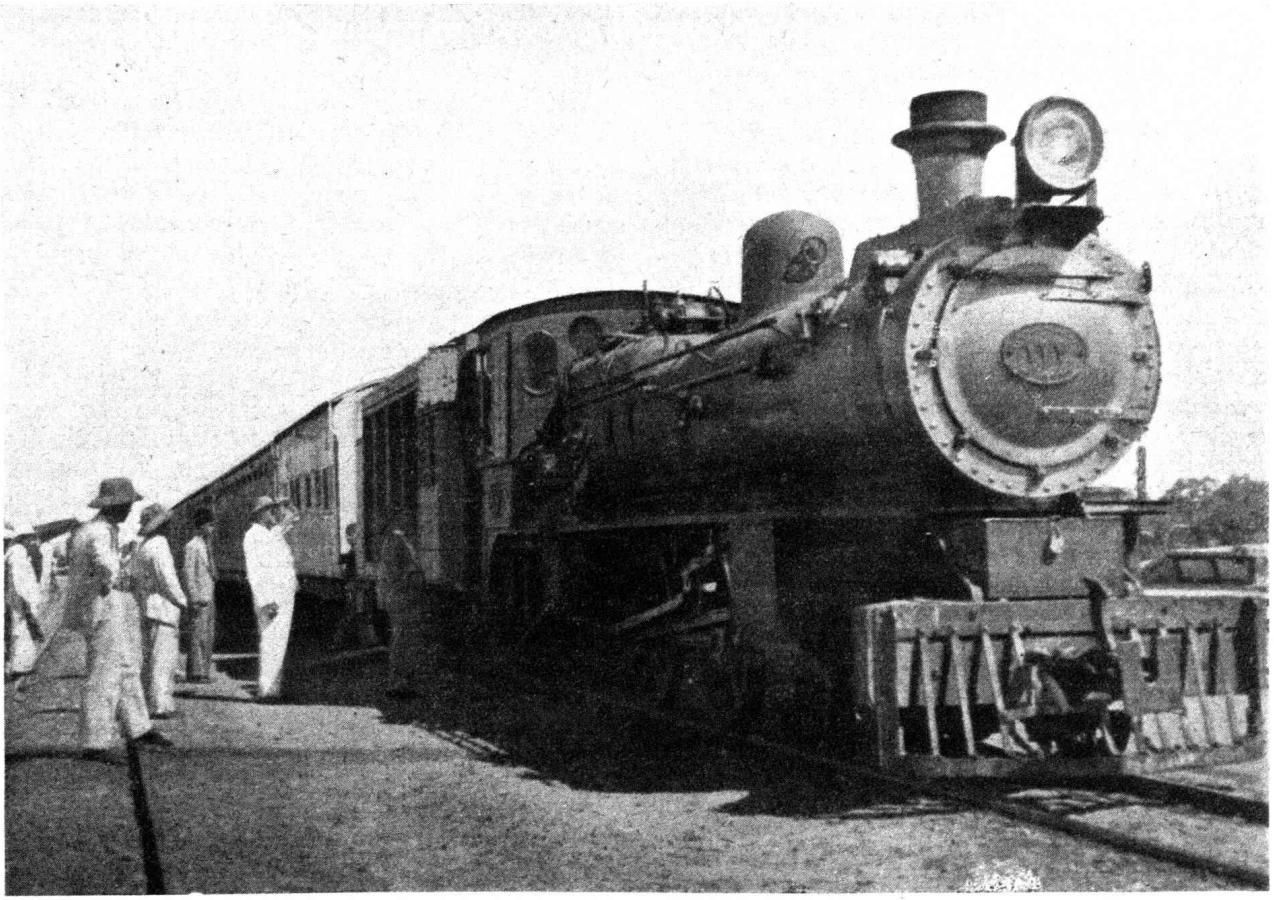


Bild 1: Die Henschel-Kondenslokomotive auf einer ihrer ersten Betriebsfahrten auf der Strecke Bagdad-Basra

Es handelt sich hierbei um die von der Firma Henschel & Sohn GmbH., Kassel, 1939 auf Kondensationsbetrieb umgebaute meterspurige 2C-Lokomotive. Da die Lokomotive erst im Sommer 1939 in Betrieb genommen wurde, war die Verbindung mit der Maschine und den mit ihr gesammelten Erfahrungen durch den Kriegsausbruch leider abgerissen. Die erwähnte Veröffentlichung, durch die der Verfasser zum ersten Male über das weitere Geschick der Lieferung erfuhr, gibt Veranlassung, über diese Henschel-Kondens-Lokomotive einige nähere Angaben zu machen.

Die Bahn Bagdad—Basra, auf der diese Lokomotive eingesetzt werden sollte, zählt zu dem meterspurigen Teil des irakischen Netzes. Die Strecke gehörte ur-

*) Railway Gazette, Band 76 von 1942, S. 133.

sprünglich zu der normalspurig projektierten Deutschen Bagdadbahn und wurde im ersten Weltkriege von den Engländern mit Meterspur betrieben, wobei vorhandene meterspurige Lokomotiven aus Britisch-Indien verwendet wurden.

Die Bahn hatte deshalb auch längere Zeit einen Versuch mit diesel-mechanischen Lokomotiven erwogen, entschloß sich jedoch zu dem Kondenssystem, nachdem man durch Nachrichten über die starke Ausbreitung der Kondens-Lokomotive in Rußland Zutrauen zu dieser

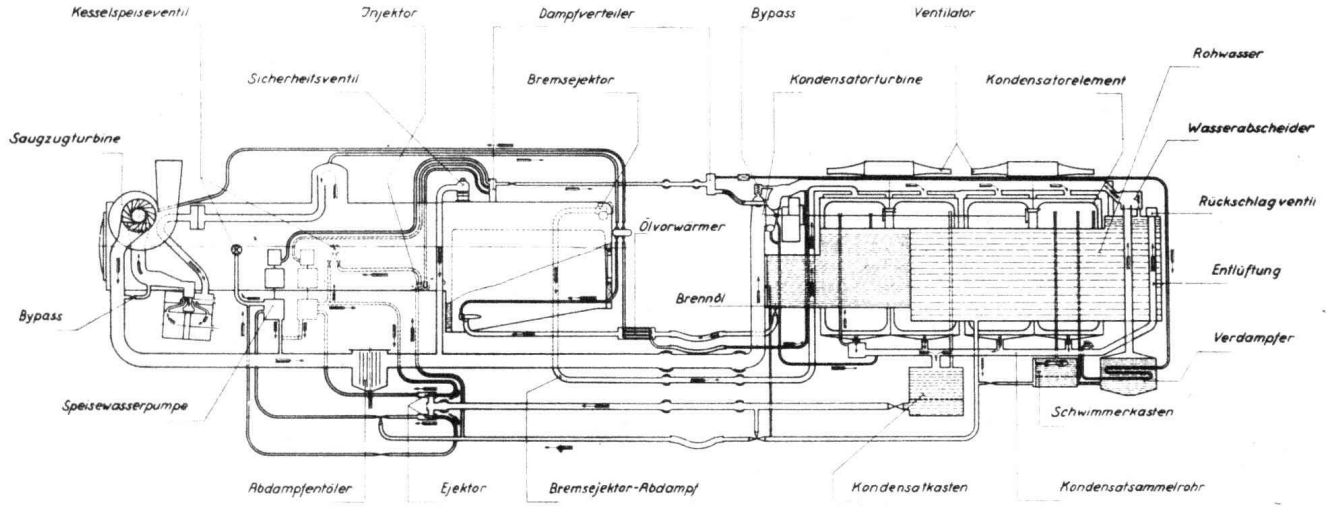
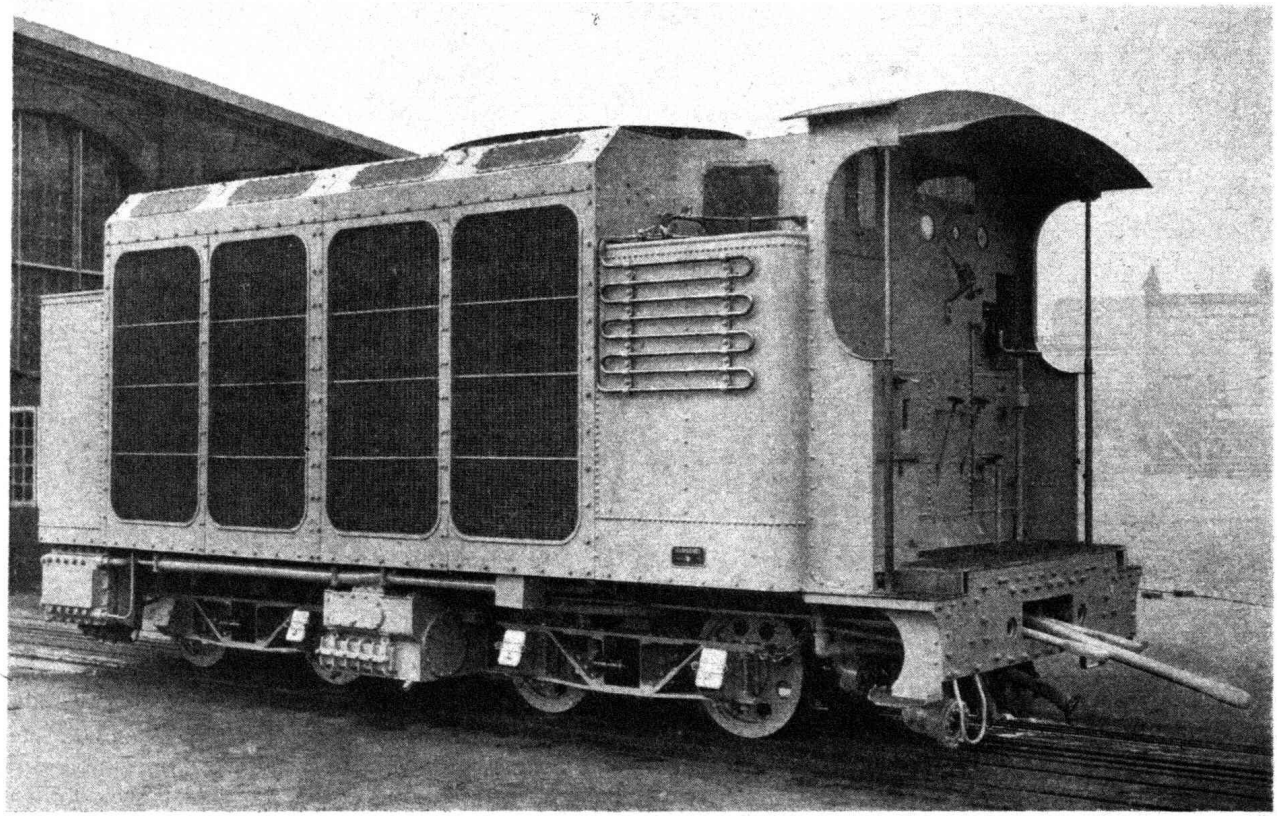


Bild 2: Schaltungsplan der 2 C-Heißdampflokomotive mit vierachsigem Kondenstender

Die in Rede stehende 2C-Lokomotive der Klasse H. G. hat Überhitzer, Flachschieber und dreiachsigen Tender (Baujahr 1905, Stephenson); sie ist bei der Eastern-Bengal in Betrieb gewesen. Der Umbau dieser Lokomotive, die einem Versuch zur Einführung des Kondenssystems in größerem Maßstabe dienen sollte, ging auf die Wasserversorgungsverhältnisse dieser Strecke zurück, die außerordentlich schwierige sind. Wegen Mangel an geeignetem Lokomotivkessel-Speisewasser müssen bisher Wassertankwagen mitgeführt werden.

Sonderkonstruktion gewonnen hatte. Ferner wurde dieser Entschluß durch die damalige Nachbestellung der Argentinischen Staatsbahn auf sechs schwere Henschel-Kondens-Lokomotiven (s. „Lokomotive", Juni 1940) bestärkt. Allerdings stellten sich die Betriebsverhältnisse der Irakischen Staatsbahnen insofern besonders schwierig dar, als im Sommer Lufttemperaturen bis zu 54° im Schatten vorkommen, wodurch die Kondensation des Abdampfes mit Luftkühlung naturgemäß erschwert wurde. Bedingung für die Kondens-Lokomo-

Bild 3: Kondenstender der Henschel-Kondenslokomotive für die Irakischen Staatsbahnen



tiven war, daß die 565 km lange Strecke Bagdad—Basra ohne Wassernehmen durchfahren werden kann.

Den Umbau der Lokomotive nahm die Bahn in ihren Werkstätten selbst vor, wozu die erforderlichen Ausrüstungsteile, u. a. auch eine neue Rauchkammer, aus Kassel geliefert wurden. Der Kondenstender in vierachsiger Ausführung ist dagegen vollständig neu gebaut und als Ganzes verschifft worden.

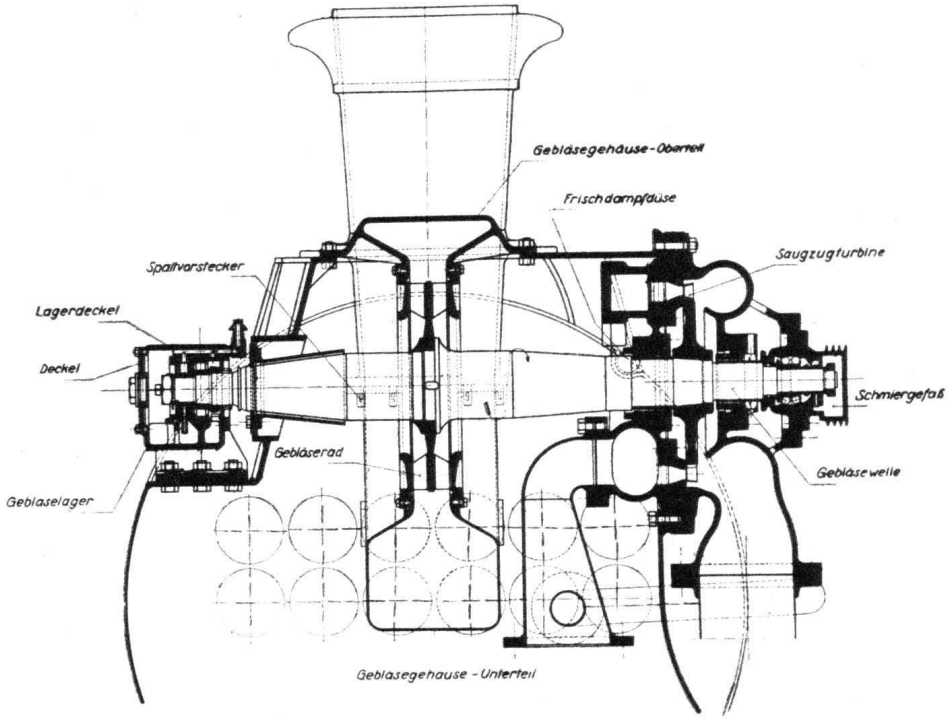


Bild 4: Anordnung des Saugzuggebläses *4 Werkaufnahmen*

Bild 1 zeigt die Lokomotive auf einer ihrer ersten Betriebsfahrten auf der Strecke Bagdad—Basra August 1939, Bild 2 stellt das Schema dar, Bild 3 ist eine Werkaufnahme des zugehörigen Kondenstenders. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Spurweite	1000 mm
Zulässiger Achsdruck	9 t
Rostfläche	15,33 sq'
Zylinderdurchmesser	1' 3 "
Treibraddurchmesser	4'
Kolbenhub	1' 10 "
Laufraddurchmesser	2' 4½"
Heizfläche feuerberührt	779 sq'
Überhitzer	112 sq'
Leergewicht der Lokomotive	32,5 t
Dienstgewicht der Lokomotive	35,5 t
Leergewicht des Tenders	23,9 t
Heizöl	4 t
Inhalt des Rohwasserbehälters	7 t
Inhalt des Kondensatbehälters	640 l
Dienstgewicht des Tenders	35,7 t

Die Kondensausrüstung entspricht derjenigen für die Henschel-Lieferung 1938 an die Argentinische Staatsbahn, nur sind die Abmessungen und Leistungsdaten entsprechend der wesentlich kleineren Heizfläche der Lokomotive geringer. Der Saugzug wird duch eine Abdampfturbine angetrieben und kann durch ein Umleitventil geregelt werden. Er befördert max. 14 000 m³/h Rauchgase von etwa 340° C gegen 200 mm Rauchkammer-Unterdruck. Die Anordnung geht aus Bild 4 hervor. Der Abdampf durchströmt dann einen Ölabscheider an der Längsseite der Lokomotive und wird weiter durch eine bewegliche Rohrleitung auf den Tender geführt. Die Abdampfturbine für den Ventilatorantrieb ist über dem Vorderteil des Heizölbehälters angeordnet. Der durch den Luftschacht der Ventilatoren gebildete Hohlraum in Tendermitte nimmt einen weiteren Teil des Heizöles und das mitgeführte Reservewasser auf.

Das Kondensat wird durch zwei Knorr-Verbund-Speisepumpen von 125 l/min in den Kessel gespeist, wobei ein Teil des Druckwassers einem Ejektor in der Saugleitung zugeführt wird, um auch bei Wassertemperaturen bis 100° eine zuverlässige Pumpenarbeit zu sichern. Der Kondenstender enthält noch einen kleinen Verdampfer, der den Wasserverlust des Kreislaufes durch Verdunstung von Rohwasser ergänzt. Die durch das Eindampfen gewonnenen Schwaden werden dem Kondensator zugeführt. Dieser Wasserverbrauch entsteht durch Leckverluste, durch die Dampfpfeife und den Ölbrenner, der mit Dampfzerstäubung arbeitet.

Der Umbau der Lokomotive brachte insofern ein neues Problem, als sie die erste Kondens-Lokomotive mit Luftsaugebremse darstellt. Da die Bremse etwa 250 kg Dampf/h benötigt, konnte auf dessen Rückgewinnung im Interesse eines großen Aktionsradius der Lokomotive nicht verzichtet werden; andererseits erschien es nicht zweckmäßig, diese luftreichen Dampfschwaden in den Kondensator zu führen. Es wurde deshalb eine besondere Leitung zum Tender vorgesehen und ein Element des Kondensators von den übrigen abgetrennt, so daß es nur vom Luft-Dampfgemisch der Bremse beaufschlagt wird; das hierbei zurückgewonnene Kondensat fließt ebenfalls dem Kondenssammelbehälter zwischen den beiden Drehgestellen zu. In diesem ist noch ein Filter eingebaut, das restliche Ölmengen zurückhält.

Für die Kondensation der vom Kessel zu erwartenden Dampferzeugung von rd. 4,2 t/h wird bei 52° Außen-

temperatur eine Kühlluftmenge von 83 m^3/s benötigt, deren Förderung zwei Propeller von 1800 mm Ø übernehmen. Der Leistungsbedarf der Ventilatoren bzw. die Leistungsabgabe der Abdampfturbine beträgt bei Vollast etwa 70 PS. Die Kühlfläche ist in 8 Blocks von zusammen 11,9 m^2 Stirnfläche aufgeteilt. Die Rippenrohre bestehen aus Kupfer, wobei die metallische Verbindung zwischen Rohr und Rippen durch Verzinnung bewirkt ist.

Über die Erfahrungen mit der Lokomotive berichtet die schon erwähnte kurze Notiz in der „Railway Gazette", daß die Maschine im Anschluß an den 1939 vollzogenen Umbau nach Versuchen in Dienst gestellt worden ist. Es hätten sich die üblicherweise zu erwartenden Schwierigkeiten ergeben, die durch Fehlen von Ersatzteilen und Unerfahrenheit des Personals bedingt sind. Die Lokomotive sei aber jetzt im dauernden Dienst, den sie zur Zufriedenheit erfülle. Sie laufe zwischen Bagdad—Samawa—Bagdad mit einer Entfernung von 557 km, welche ohne Wassernehmen durchfahren wird; sie verwirkliche dadurch das Ziel, die Verwendung des ungeeigneten Kesselspeisewassers in Samawa zu vermeiden. Der Brennstoffverbrauch im normalen Betrieb zeige gegenüber einer ähnlichen Lokomotive ohne Kondensation eine Ersparnis von über 2 %. Es lasse sich noch nicht übersehen, ob sich der weitere Umbau von Lokomotiven auf Kondensbetrieb rechtfertige.

Diese letzte Einschränkung ist ganz natürlich, da die Bahn während des Krieges und daher ohne die Mitwirkung der Lieferfirma Henschel nicht in der Lage wäre, etwas in der Sache zu unternehmen. Die gemachten Erfahrungen sind für einen Umbau einer alten Lokomotive und die dortigen wenig günstigen Personalverhältnisse recht bemerkenswert; eine Bewährung war aber nach den mit den Henschel-Kondens-Lokomotiven in Argentinien und Rußland gemachten Erfahrungen zu erwarten. Die Brennstoffersparnis, die gegenüber der in erster Linie bezweckten Wasserersparnis nur eine sekundäre Rolle spielt, ist begrüßenswert und liegt in Argentinien und Rußland nach den von dort erhaltenen Berichten sogar wesentlich höher.

Der Wagner-Heißdampf-Ventilregler

Von Obering. Otto Wallstab VDI, Berlin-Steglitz

In zunehmendem Maße hat sich während der letzten Jahre Interesse an der Verwendung von Heißdampf-Ventilreglern feststellen lassen. Namhafte Eisenbahnverwaltungen, die die technischen und wirtschaftlichen Vorzüge solcher Regler richtig erkannten, ließen Lokomotiven und Dampftriebwagen damit ausrüsten oder entschlossen sich bei Umbauten zu ihrer nachträglichen Benutzung.

Wie der Name sagt, soll mit dem Heißdampf-Ventilregler der den Zylindern zufließende Heißdampf geregelt werden; dies bedingt also seine Anordnung hinter dem Überhitzer. Wenn nun schon das Schrifttum über die weit verbreiteten Bauarten von Naßdampf-Ventilreglern als recht spärlich zu bezeichnen ist, so liegen ausführlichere Abhandlungen über den Heißdampf-Ventilregler fast gar nicht vor; es erscheint daher als zweckmäßig, an dieser Stelle einen sehr weit verbreiteten Heißdampf-Ventilregler, den Regler nach der Bauart des Hauses Fritz Wagner & Co., in seiner Konstruktion und Arbeitsweise darzustellen.

Neben dem vorwiegend in Amerika ziemlich verbreiteten Mehrfach-Ventilregler der Superheater Company (in Deutschland der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft m. b. H.), der im Dampfsammelkasten fest eingebaut ist und mit diesem ein zusammenhängendes Organ bildet, hat der Wagner-Heißdampf-Ventilregler sowohl in Europa als auch in Übersee eine günstige Aufnahme gefunden. Er ist, im Gegensatz zum Mehrfachregler, als selbständiges Einzelventil im Heißdampfsammelkasten leicht herausnehmbar untergebracht, wobei letzterer durch zweckentsprechende Ausbildung der Dampfzu- und -abflußkanäle besonders hergerichtet ist. Auch bei nachträglichen Einbauten ist die Unterbringung eines Heißdampfreglers bei günstigen Raumverhältnissen in der Rauchkammer fast stets möglich, selbst dann, wenn Änderungen am Dampfsammelkasten aus irgendwelchen Gründen nicht vorgenommen werden können. Um den Überhitzer gegebenenfalls abschalten zu können, wird dem Heißdampf-Ventilregler ein meist im Dom liegendes Hilfsabsperrventil vorgeschaltet, das ebenso wie der Heißdampfregler vom Führerstande aus bedienbar ist; beide Ventile bilden zusammen die Heißdampfregleranlage.

Die technischen und wirtschaftlichen Besonderheiten einer solchen Anlage lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Da während des Betriebes alle Verbindungsräume zwischen Hilfsabsperrventil und Heißdampfregler stets mit Dampf gefüllt sind, wird der Inhalt des gesamten Dampfraumes bedeutend vergrößert. Je größer aber der Dampfraum des Kessels ist, desto ruhiger vollzieht sich der Ersatz des abströmenden Dampfes aus dem Wasserraum des Kessels und desto weniger Wasser wird in das Reglerrohr übergerissen: Der Dampf ist daher trockener und wird im Überhitzer höher erwärmt. Die Ausnutzung des durch einen Heißdampfregler gesteuerten Dampfes erfolgt daher in besonders wirtschaftlicher Weise.

2. Nach dem Öffnen des Heißdampfreglers strömt den Zylindern sofort hochüberhitzter Dampf auf kürzestem Wege zu, da auch bei stillstehender Lokomotive der Überhitzer mit Heißdampf gefüllt bleibt. Bei Verwendung eines Naßdampfreglers müssen erst Reglerrohr und Überhitzer aufgefüllt werden, so daß der Überhitzer zunächst nur mäßig überhitzten Dampf liefert, während doch gerade beim Anfahren mit abgekühlten Zylindern hochüberhitzter Dampf erwünscht ist. Der Heißdampfregler ermöglicht also ein schnelleres Anspringen der Maschine mit hochüberhitztem Dampf und damit ein wirtschaftlicheres Anfahren.

3. Mit dem Schließen des Heißdampfreglers hört der Dampfzufluß zu den Zylindern sofort auf, während bei

Verwendung eines Naßdampfreglers die ganze im Reglerrohr und Überhitzer vorhandene Dampfmenge ungenutzt nachwirkt [1]). Infolgedessen sind mit dem Heißdampfregler die Lokomotivbewegungen besser zu beherrschen, — ein Vorteil, der besonders im Verschiebedienst, beim Auffahren auf Drehscheiben usw., aber auch in Gefahrfällen von großem Wert ist.

6. Das bisweilen beobachtete Einbeulen des Reglerrohres durch den äußeren Dampfdruck ist unmöglich, weil infolge des während des Dienstes geöffneten Hilfsabsperrventils im Reglerrohr stets derselbe Druck wie im Kessel herrscht.

7. Der in der Rauchkammer angeordnete Heißdampfregler ist leicht zugänglich; gegenüber dem im Dom

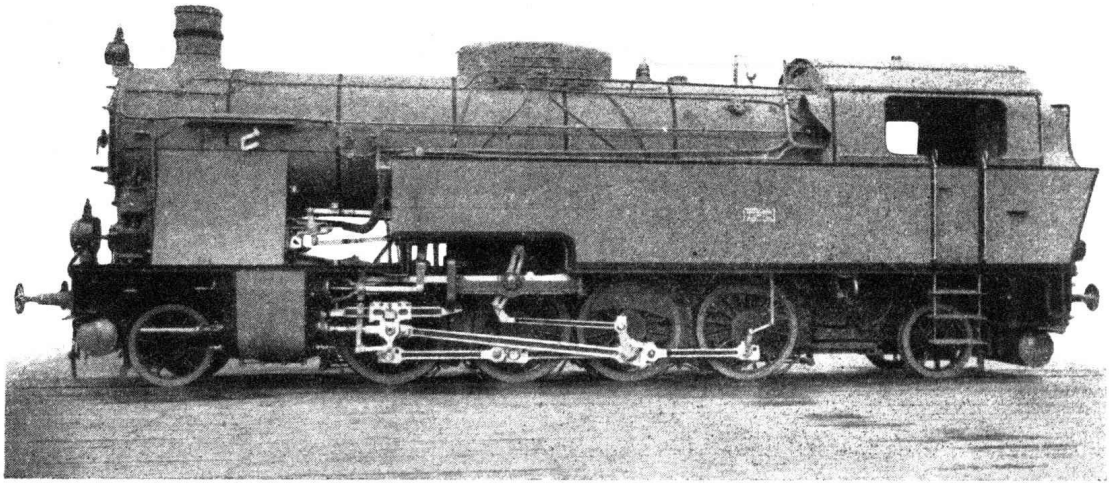


Bild 1: 1 D 1-Drilling-Tenderlokomotive der vorm. Kgl. Preuß. Staatsbahn, ausgerüstet mit Fernsteuer-Heißdampfregler

4. Die dauernde Kühlung der Überhitzerrohre durch Dampf setzt deren Verschleiß auf ein Mindestmaß herab; ihre Umkehrenden können näher an die Feuerbüchsrohrwand gelegt werden, wodurch der Dampf ohne Gefährdung der Betriebssicherheit höher erhitzt werden kann.

5. Da auch bei stillstehender Lokomotive der Dampfsammelkasten stets gefüllt ist, können Pumpen, Licht-

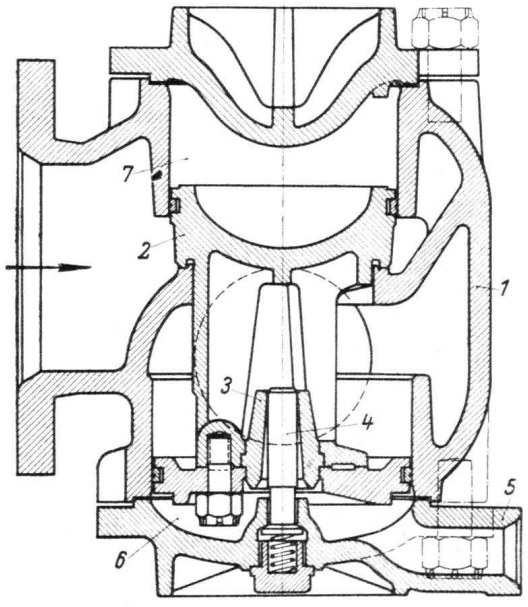


Bild 2: Fernsteuer-Heißdampfregler Bauart Wagner

maschine, Bläser und sonstige Hilfseinrichtungen mit dem erheblich sparsameren Heißdampf betrieben werden [2]). Diese Dampfentnahme bewirkt ein dauerndes Durchströmen des Überhitzers mit Dampf, kühlt ihn also und bewahrt ihn vor zu starker Erwärmung bei geschlossenem Regler und lebhaftem Feuer.

angeordneten Naßdampfregler entfällt hierbei das lästige Öffnen des Domdeckels.

Die ersten Versuche mit Heißdampfreglern der Bauart Wagner gehen auf die Jahre 1912/13 zurück; sie wurden durch den ersten Weltkrieg und seine Nachwirkungen unterbrochen und fanden erst nach Wiedereintritt geregelter Verhältnisse ihren Fortgang.

Eine der ersten Lokomotiven, die den Heißdampfregler (damals wegen der Anordnung in der Rauchkammer auch als Rauchkammerregler bezeichnet) erhielt, war die sogenannte „Kampf-Lokomotive" der vormals Kgl. Preußischen Staatsbahn, die auf der Berliner Stadtbahn verkehrte [3]) (Bild 1). Der Heißdampfregler wurde bei dieser Lokomotive nicht wie üblich mechanisch durch ein Gestänge bewegt, sondern mittels Dampf von einem auf dem Führerstand angeordneten Hilfsventil ferngesteuert. Einen ähnlichen Regler erhielt eine kleine Anzahl ehemaliger S 9-Lokomotiven. Bild 2 zeigt einen Schnitt durch diesen Heißdampfregler, Bild 3 einen Schnitt durch das Hilfsventil.

In dem Gehäuse 1 (Bild 2) ist das als Doppelkolben ausgebildete zweiteilige Hauptventil 2 geführt. Der untere, im Durchmesser größere Hauptventilkolben besitzt eine konische Steuerdüse 3, in die der Steuerbolzen 4 hineinragt. Durch den Stutzen 5 tritt, vom Hilfsventil (Bild 3) kommend, Frischdampf in die Kammer 6, welcher den unteren Kolben des Hauptventils belastet und es dadurch von seinem Sitz abhebt; dieses Öffnen geschieht gleichmäßig und stoßfrei, da in der über dem oberen, im Durchmesser kleineren Hauptventilkolben liegenden Kammer 7 Dampfdruck gleicher Spannung herrscht. Dieser Druck verhindert außerdem, daß bei geöffnetem Hauptventil infolge der stoßweisen Dampfentnahme der Maschine störende Pendelbewegungen des Hauptventils auftreten und bewirkt, daß bei dessen Schließen ein sanftes Aufsetzen auf die Dichtungsflächen erfolgt. Bei zunehmendem Öffnen des Hauptventils wird der von der konischen Steuerdüse 3 und

dem Steuerbolzen 4 gebildete Ringspalt immer größer, wodurch in gleichem Maße der Druck in der Kammer 6 so lange sinkt, bis Gleichgewichtszustand eingetreten ist, d. h. Zu- und Abflußmenge des Dampfes gleich groß geworden sind; in diesem Augenblick sind alle auf das Hauptventil einwirkenden Kräfte ausgeglichen. Wird

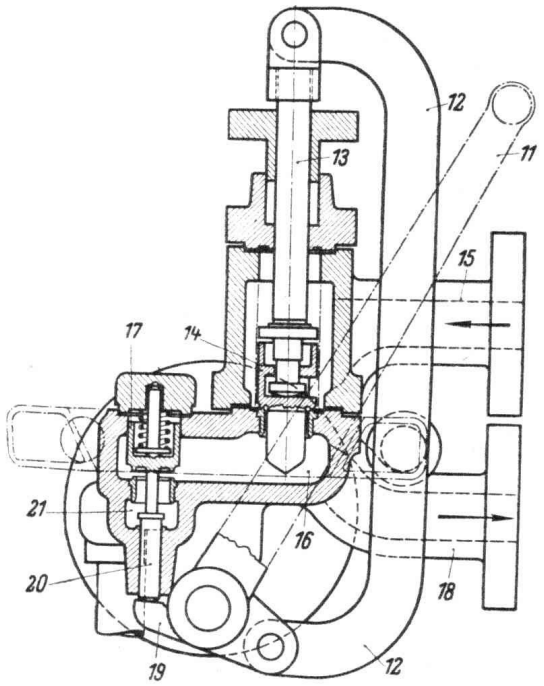


Bild 3: Hilfsventil zum Fernsteuer-Heißdampfregler Bauart Wagner

an den Druckverhältnissen in der Kammer nichts geändert, so verharrt das Hauptventil, im Dampf sozusagen schwimmend, fest in der einmal eingenommenen Gleichgewichtslage. Je nachdem durch weiteres Öffnen oder Schließen des Hilfsventils die Dampfzufuhr zur Kammer 6 vermehrt oder verringert wird, stellt sich auch das Hauptventil in die entsprechende neue Lage selbständig ein und regelt damit den Dampfzufluß zu den Zylindern.

Der Antrieb des Hilfsventils (Bild 3) erfolgt durch den Führerhandhebel 11, dessen Drehbewegung über ein Gestänge 12 auf die Spindel 13 übertragen wird. An dieser hängt das mit einem Steuerkonus versehene Ventil 14, das mit Frischdampf, vom Stutzen 15 kommend, beaufschlagt wird. In dem Kanal 16 befindet sich ein Ventil 17, das bei gleichzeitigem Öffnen des Ventils 14 geschlossen wird. Der Dampf fließt vom Stutzen 18 weiter zum Stutzen 5 des Heißdampfreglers und beeinflußt dessen Arbeitsweise wie vorbeschrieben. Soll der Heißdampfregler geschlossen werden, so schlägt eine am Hebel 19 befindliche Nase gegen den Stößel 20, der das Ventil 17 öffnet und damit die Verbindung zur Außenluft zwischen dem nun rückwärts strömenden Dampf vom Stutzen 5 am Heißdampfregler über den Stutzen 18, Kanal 16 und Abflußkanal 21 herstellt. Durch Öffnen des Ventils 17 wird also stets eine Entleerung der unter dem Hauptventil 2 liegenden Kammer 6 und damit ein absolut sicheres Schließen des Reglers erreicht.

Nachdem, wie vorher schon angedeutet, durch die Zeitumstände wieder günstigere Voraussetzungen für den Bau von Heißdampfreglern gegeben waren, konnten im Jahre 1921 versuchsweise einige T 12-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn, die überwiegend auf den nördlichen Vorortstrecken der Reichshauptstadt verkehrten, mit dem Wagner-Heißdampf-Ventilregler ausgerüstet werden [4]) (Bild 4). Leider wurden diese Versuche trotz guter Bewährung nicht fortgesetzt.

Der Wagner-Heißdampf-Ventilregler der T 12-Lokomotiven ist in Bild 5 dargestellt. In dem aus Oberteil 1, Unterteil 2 und auswechselbarem Sitz 3 bestehenden Gehäuse ist das als Stufenkolben ausgebildete Hauptventil 4 angeordnet. Es bildet mit dem Oberteil 1 eine Entlastungskammer E, die durch das an der Spindel 8 hängende Hilfsventil 9 gegen den Kanal K abgedichtet wird. Der im Hauptventil 4 gelagerte Mitnehmer 5 mit seinem Bodenring 6 ist durch zwei seitlich einsteckbare Rohre 7 mit dem Hauptventil verbunden. Die Spindel 8 besitzt am oberen Ende einen Kreuzkopf 10, der mittels zweier Laschen 11 von dem auf der Welle 12 gelagerten Hebel 13 angetrieben wird.

Beim Öffnen des Reglers wird das Hilfsventil 9 von seinem Sitz abgehoben, wodurch der Dampf aus der Kammer E in den Kanal K entweicht und der Druck in

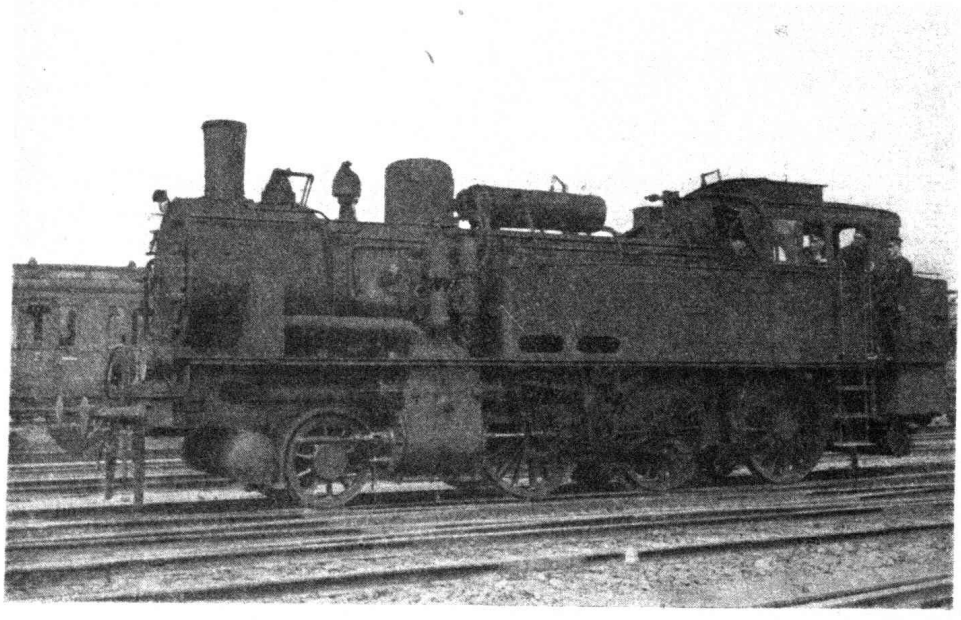


Bild 4: T 12-Lokomotive Nr. 7720 mit Heißdampfregler Bauart Wagner, erbaut von A. Borsig 1916, umgebaut 1923

Bild 5 (unten): Heißdampf-Ventilregler für ehemalige T 12-Lokomotiven

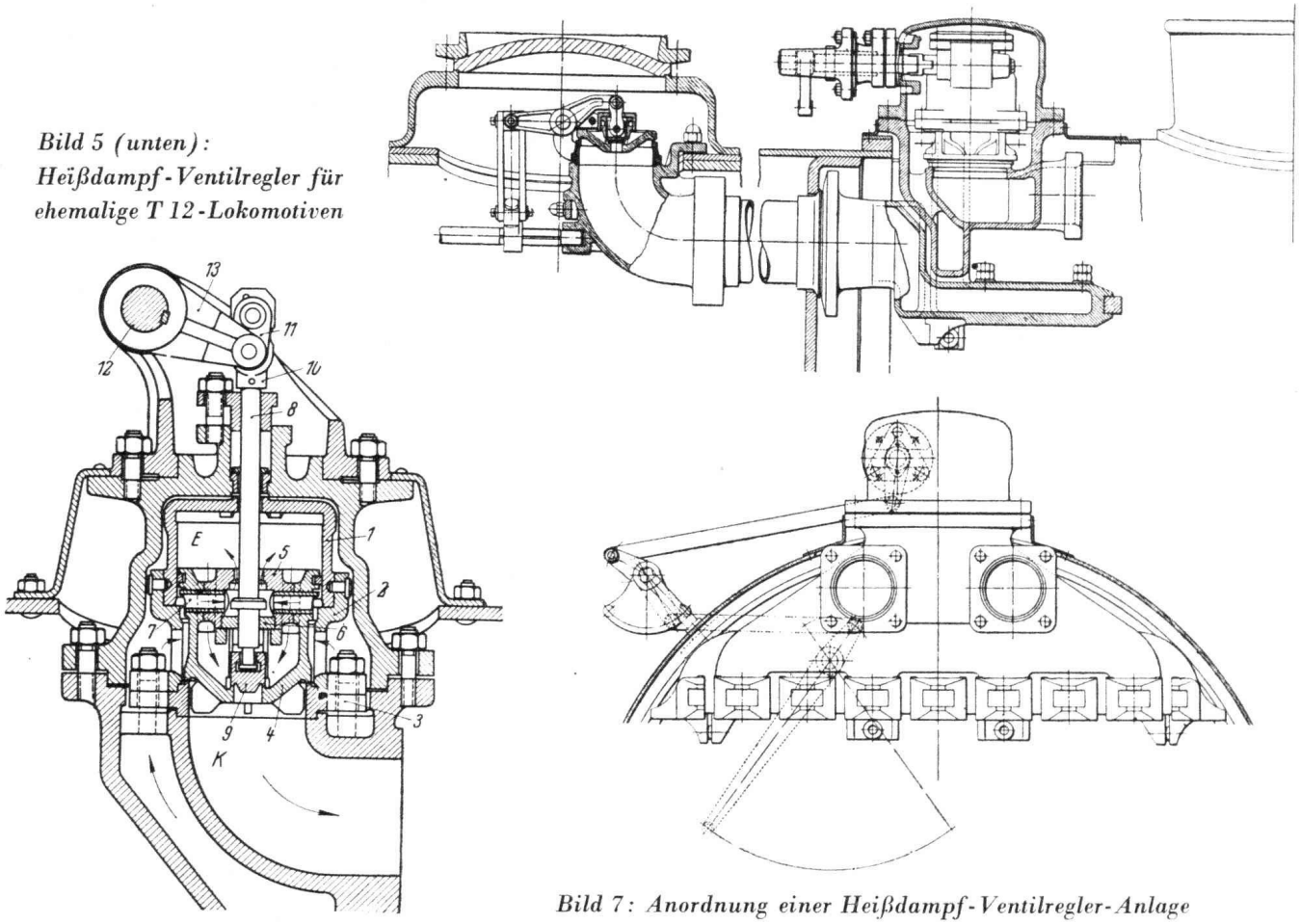


Bild 7: Anordnung einer Heißdampf-Ventilregler-Anlage

der Kammer sinkt. Gleichzeitig strömt durch die Rohre 7 und den Hohlraum im Mitnehmer 5 wieder so lange Frischdampf nach, bis der an der Spindel 8 vorgesehene Bund den Ringspalt an der Decke des Mitnehmers 5 abschließt und damit auch den Zufluß zur Entlastungskammer E drosselt bzw. unterbricht. Hierdurch wird eine Entlastung des Hauptventils 4 hervorgerufen. Da das Hauptventil oben im Durchmesser um einige Millimeter größer gehalten ist als an seinem Sitz, also einen Stufenkolben bildet, wirkt der Dampfdruck unterstützend auf das Öffnen des jetzt entlasteten Hauptventils. Im Hohlraum des Mitnehmers 5 herrscht dauernd der volle Kesseldruck, wodurch der Bund auf der Spindel 8 bei dem Öffnungsvorgang stets fest gegen die Decke des Mitnehmers gepreßt wird und auf diese Weise eine Kupplung zwischen Hauptventil 4 und Spindel 8 herbeiführt. Das Hauptventil folgt daher jeder Bewegung der Spindel bzw. des mit ihr verbundenen Reglergestänges, so daß die Regelung jeder gewünschten Dampfmenge durch die im Gehäuseunterteil 2 angeordneten vier herzförmig ausgebildeten Durchflußfenster mühelos erfolgen kann.

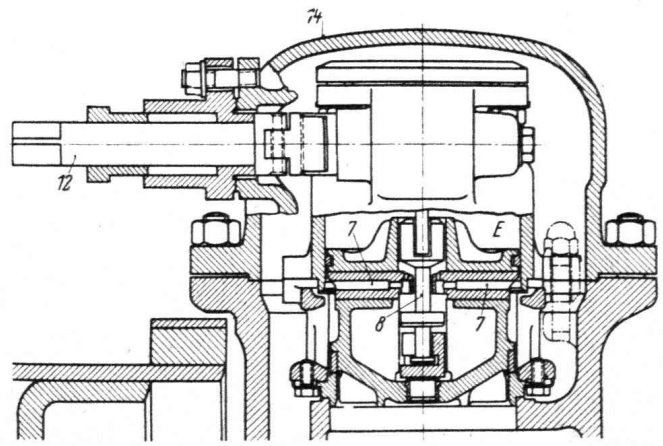


Bild 6: Heißdampf-Ventilregler in Einheitsbauart

Trotz guter Bewährung des Reglers wurden diese Versuche nicht fortgesetzt. Die weitere Entwicklung der Wagner-Heißdampf-Ventilregler verlief parallel zu derjenigen der Wagner-Naßdampf-Ventilregler, die ihren vorläufigen Abschluß durch den sogenannten „Einheitsregler" gefunden hat, wie ihn heute neben der Deutschen Reichsbahn in ihren Einheits-Lokomotiven viele in- und ausländische Bahnverwaltungen verwenden.

Einen Schnitt durch diese Heißdampfregler-Bauart zeigt Bild 6. Grundsätzlich ist deren Wirkungsweise die gleiche wie bei dem Regler nach Bild 5; unterschiedlich ist nur die Art der Dampfsteuerung zur Entlastungskammer E über dem Hauptventil. Sie erfolgt hier durch den auf der Spindel 8 vorgesehenen Bund, der den Zufluß zur Entlastungskammer E durch Schließen bzw. Öffnen der in den beiden Rohren 7 befindlichen Bohrungen regelt. Die den Regler antreibende Welle 12 ist mittels Stopfbuchse durch die den Regler umgebende Haube 14 geführt. Soll der Regler durch Drehbewegung betätigt werden, so erfolgt seine Anordnung nach Bild 7; ist Zug- oder Druckbewegung vorgeschrieben, so wählt man eine dem Bild 8 ähnelnde Anordnung. Bild 7 zeigt gleichzeitig das Beispiel einer vollständigen Heißdampfregleranlage Bauart Wagner, bestehend aus dem eigentlichen Heißdampfregler und dem weiter unten beschriebenen Hilfsabsperrventil.

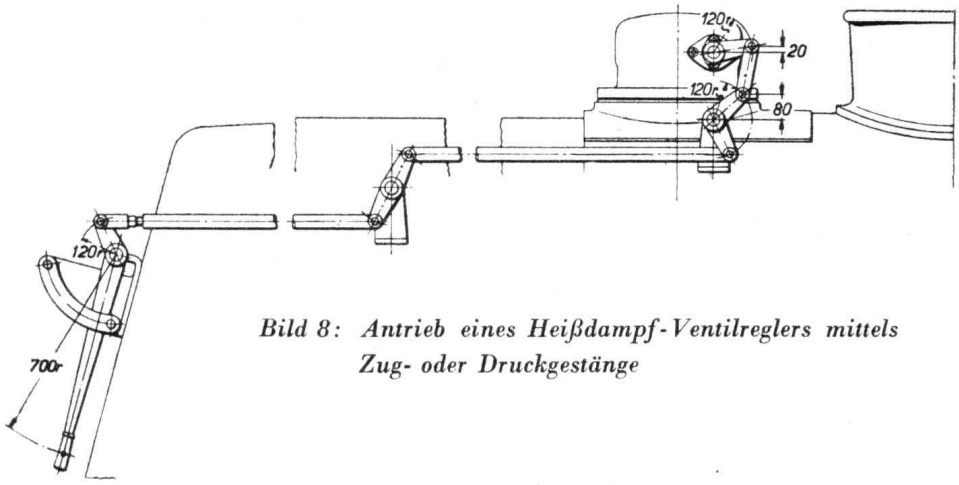


Bild 8: Antrieb eines Heißdampf-Ventilreglers mittels Zug- oder Druckgestänge

Heißdampfregler nach den Bildern 7 und 8 eignen sich vornehmlich dort, wo eine hohe Kessellage die Einhaltung des lichten Umgrenzungsraumes erschwert. Liegen jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Beschränkungen vor, also besonders bei kleineren Lokomotiven, so findet die Ausführungsform nach Bild 9 viel Verwendung, die sehr der in Bild 5 dargestellten und beschriebenen Bauart ähnelt. Die Spindel liegt bei dem Heißdampfregler nach Bild 9 im Gegensatz zu der

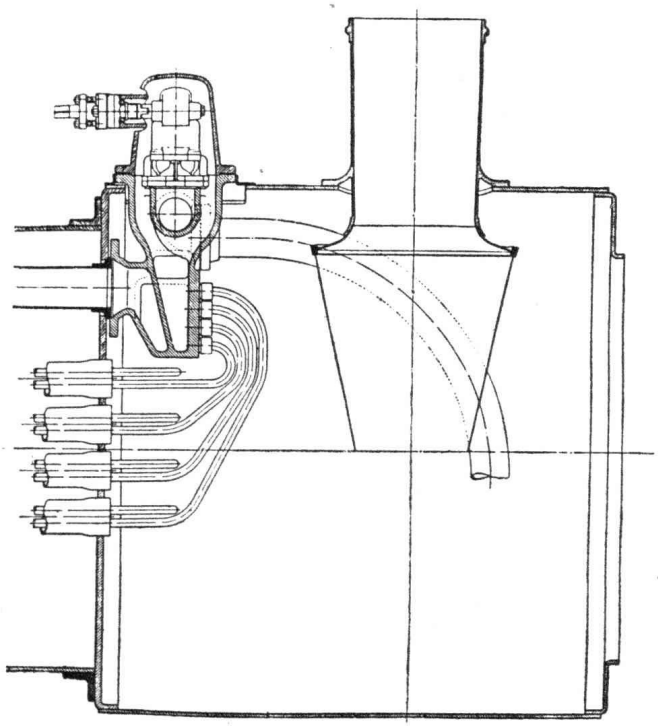


Bild 9: Anordnung eines Heißdampf-Ventilreglers an einer kleineren Lokomotive

Bauart nach Bild 5 jedoch innerhalb der Reglerhaube; erstens wird hierbei eine nachteilig wirkende Verschmutzung der Spindelstopfbuchse bei auf- und abbewegter Spindel vermieden und zweitens ermöglicht der Antrieb mittels Drehwelle ein müheloseres Abdichten der Stopfbuchse gegenüber der gleitenden Spindel.

Die Lösung einer Ausführungsform an einer Mitteldruck-Lokomotive einer nordamerikanischen Eisenbahn-Gesellschaft zeigt Bild 10. Infolge des hohen Kesseldruckes (etwa 28 atü) war die Anbringung einer zweiten in den Dampfabflußraum hineinragenden Ausgleichspindel erforderlich, die durch einen Hebel mit der Ventilspindel gekuppelt wurde. Da nach dem Öffnen des Ventils auf beide Spindeln praktisch der gleiche Druck wirkt, ist das innere Gleichgewicht des Reglers vollkommen erreicht.

Lassen es besondere Bauzu, den Heißdampfregler innerhalb des Heißdampfsammelkastens anzuordnen oder soll ein Heißdampfregler nachträglich ohne größere Änderungen des Dampfsammelkastens eingebaut werden, so kann die in Bild 11 dargestellte Anordnung gewählt werden. Der Regler wird hier in einem besonderen Gehäuse an der Vorderwand des Dampfsammelkastens untergebracht.

Ein wichtiger Bestandteil der Heißdampfregleranlage ist das Hilfsabsperrventil, dem in erster Linie die Aufgabe zufällt, bei Schadhaftwerden des Übermitzers oder des Heißdampfreglers diese schnellstens vom Kessel abzuschalten. Dieser Umstand bedingt seine Ausbildung als Schnellschlußventil. Bei einigen Heißdampfregleranlagen fremder Bauart sind Hilfsabsperrvorrichtungen als Spindelventile mit aus dem Dom herausragender Spindel bekannt geworden, deren Antrieb durch ein unmittelbar daran sitzendes Handrad erfolgt. Derartige Ventile dienen dem eigentlichen Zweck nur höchst unvollkommen, da ihr Schließen geraume Zeit beansprucht und nicht vom Führerstand aus, sondern am Dom selbst — u. U. während der Fahrt — vorgenommen werden muß.

Das Hilfsabsperrventil der Bauart Fritz Wagner & Co. nach Bild 12a ist als einfaches Tellerventil mit Hilfsventil ausgebildet, das durch Drehen eines zweiarmigen Hebels und eines besonderen Führungsarmes geöffnet und geschlossen werden kann. Es wird vor Dienstbeginn vollständig geöffnet und bei Dienstende wieder

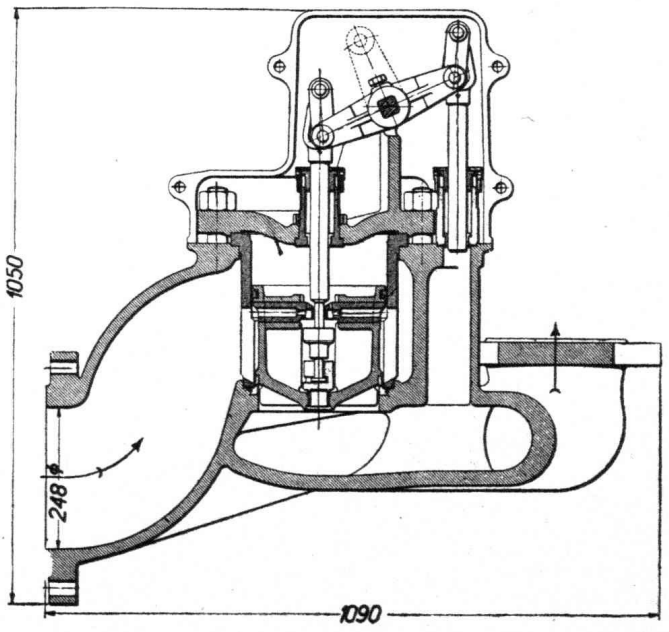


Bild 10: Heißdampf-Ventilregler mit Ausgleichspindel

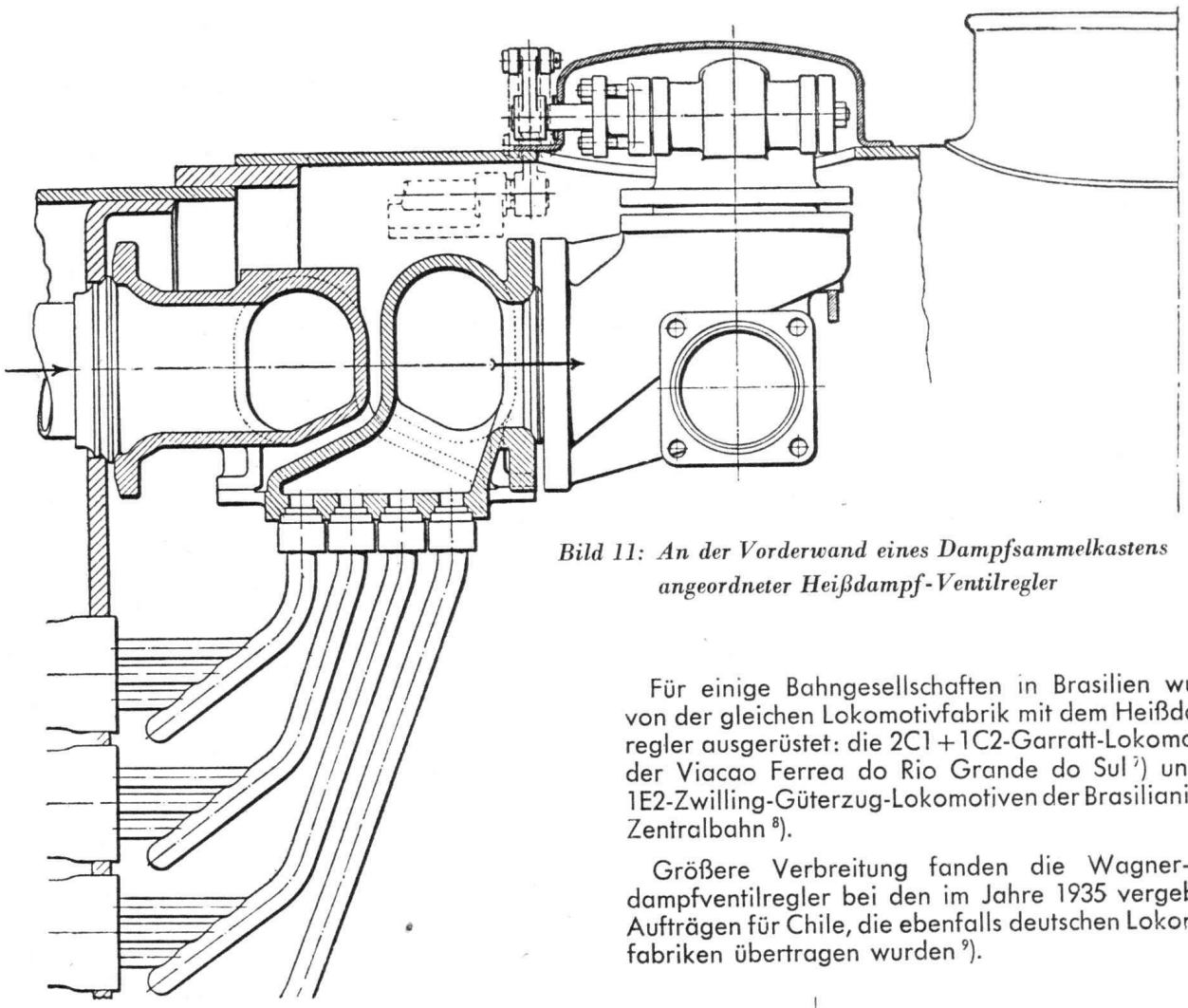


Bild 11: An der Vorderwand eines Dampfsammelkastens angeordneter Heißdampf-Ventilregler

geschlossen, damit das Ansammeln von Niederschlagswasser im Überhitzer vermieden wird. Bild 12 b zeigt das vollkommen geöffnete Ventil. Es ist bei den mit Heißdampfventilreglern versehenen Lokomotiven meistens im Dom des Kessels untergebracht, also dort, wo sich sonst der Naßdampfregler befindet.

Das Ausblasen des Kessels sowie aller hinter ihm liegenden Organe (Überhitzer, Schieberkästen, Zylinder) soll bei ausgebautem Heißdampfregler allein mit dem Hilfsabsperrventil vorgenommen werden. Es ist unvermeidlich, daß sich in neuen Kesseln größere Schmutz- und Metallspäneablagerungen befinden, die bei ihrem Durchgang durch den Heißdampfregler diesen an seinen Sitzflächen beschädigen können.

Einige der bekanntesten Lokomotivbauarten, deren Ausrüstung in neuerer Zeit mit der Heißdampfregleranlage Bauart Wagner erfolgte, sind folgende:

Im Jahre 1930 rüstete die Hanomag drei für die Bulgarische Staatsbahn bestimmte 1D1 - Lokomotiven mit Heißdampfreglern aus, die etwa der in Bild 11 dargestellten Bauart gleichen. Nachbestellungen derselben Bahnverwaltung in den Jahren 1931 und 1935, an deren Lieferung neben deutschen auch ausländische Lokomotivfabriken beteiligt waren, erhielten Heißdampfventilregler nach Bild 7 [5]).

Die von Henschel & Sohn im Jahre 1931 für Argentinien gebaute Kondensations-Lokomotive erhielt ebenfalls einen Heißdampfregler, der der in Bild 9 dargestellten Ausführungsform entspricht [6]).

Für einige Bahngesellschaften in Brasilien wurden von der gleichen Lokomotivfabrik mit dem Heißdampfregler ausgerüstet: die 2C1 + 1C2-Garratt-Lokomotiven der Viacao Ferrea do Rio Grande do Sul [7]) und die 1E2-Zwilling-Güterzug-Lokomotiven der Brasilianischen Zentralbahn [8]).

Größere Verbreitung fanden die Wagner-Heißdampfventilregler bei den im Jahre 1935 vergebenen Aufträgen für Chile, die ebenfalls deutschen Lokomotivfabriken übertragen wurden [9]).

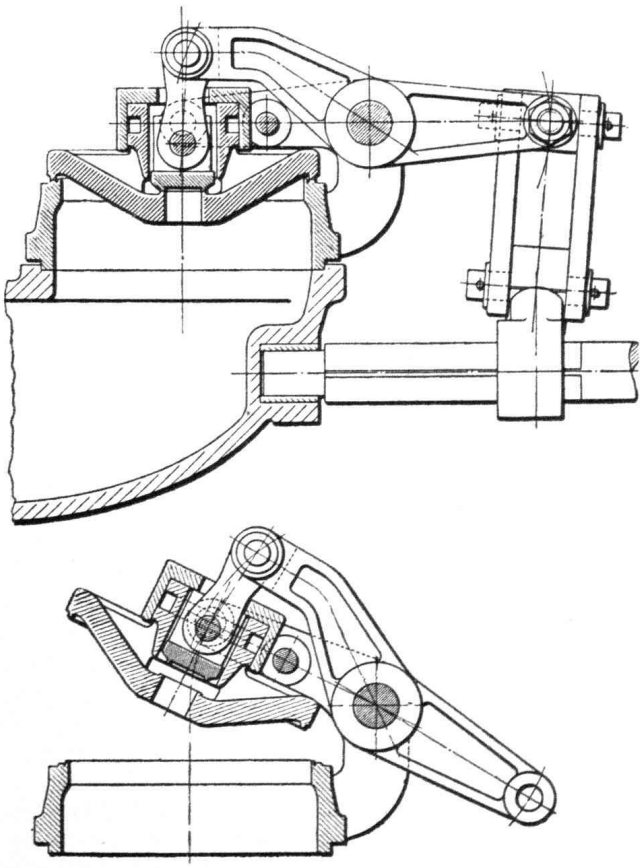


Bild 12 a und b: Hilfsabsperrventil Bauart Wagner geschlossen und geöffnet

Von den überseeischen Eisenbahngesellschaften wäre u. a. noch die Delaware & Hudson Railroad zu nennen, die bei ihren Mitteldruck-Lokomotiven „John B. Jervis" und „James Archbald" ebenfalls den Wagner-Heißdampfventilregler einbaute [10]).

Heißdampfregleranlagen erhielten ferner die neuen 1D2-Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven der Norwegischen Staatsbahnen, die teils von der Thunes mek. Værksted, Oslo, teils von der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen, erbaut wurden bzw. sich zur Zeit noch im Bau befinden [11]).

Eine ganze Reihe Lokomotiven der Rumänischen Staatsbahn der Gattungen P 8 und G 10 läuft seit 1935 mit dem Heißdampfregler Bauart Wagner, und erst in allerletzter Zeit wurden auch die neuen 1E1-Güterzug-Lokomotiven mit Heißdampfregleranlagen ausgerüstet.

[1]) Beispielsweise betragen bei der Lokomotiv-Baureihe 01 der Deutschen Reichsbahn die toten Räume zwischen Regler und Schieberkästen 0,86 m³; bei Verwendung eines Heißdampfreglers würde der entsprechende Rauminhalt nur 0,18 m³ betragen, d. h., 0,68 m³ Dampf strömt im letzten Falle weniger nach. Diese etwa 4 kg Dampf werden beim jedesmaligen Schließen des Heißdampfreglers erspart. Sie entsprechen beinahe 4 vollen Zylinderinhalten oder, wenn die Lokomotive mit 30 % Füllung fährt, einem Laufwege von etwa 10 m unter Dampf.

[2]) Vergl. den Aufsatz von Peters: „Heißdampf- statt Naßdampfantrieb für Lokomotiv-Kolbenpumpen", Glasers Annalen vom 15. 8. 1941, S. 225/31, wo bis zu 60 % Dampfersparnis nachgewiesen wird.

[3]) Erbaut 1913 von der Firma Henschel & Sohn G. m. b. H., Kassel, Fab.-Nr. 11 692; kam nach Abschluß der Versuche auf der Berliner Stadtbahn zur RBD. Breslau als Nr. 8508, wurde 1928 an Frankreich abgeliefert und der Ostbahn unter Nr. 4651 eingereiht; jetzt als Nr. TA 651 auf Netz 1 B der S. N. C. F.

[4]) Damalige Betriebsnummern: 7705 Oppeln, 7719 Kattowitz, 7720 Oppeln, 7780 Berlin, 8490 Berlin.

[5]) Opitz: „Die neuen Einheits-Lokomotiven der Bulgarischen Staatsbahn", Organ 1931, S. 411.

[6]) Imfeld: „Eine Kolben-Lokomotive mit Kondensation", Henschel-Hefte, Februar 1932, S. 1.

[7]) Vergl. Henschel-Hefte, Februar 1932, S. 12 (Aufsatz von Böhmig).

[8]) Vergl. Henschel-Hefte, Dezember 1938, S. 107 (Aufsatz von Böhmig und Bangert).

[9]) Vergl. Henschel-Hefte, Dezember 1935, S. 18, und September 1936, S. 16 (Aufsatz von Böhmig).

[10]) Ry.-Age, 1927 — I, S. 893, und Organ 1931, S. 426.

[11]) Lokomotive, 1941, Nr. 9, S. 135 (Aufsatz von Storsand).

4700 PS-2' C 2' h2 S.-Lokomotive der New York Central-Bahn

Die New York Central-Bahn hatte Ende 1940 insgesamt 275 Dampflokomotiven der Achsanordnung 2'C 2' in Dienst. Die neueste Baureihe J—3a weist folgende Hauptabmessungen auf:

Zylinderdurchmesser	571	mm
Kolbenhub	737	mm
Treibraddurchmesser	2006	mm
Kesseldruck	19,3	km/cm²
Rostfläche	7,6	m²
Verdampfungsheizfläche	390	m²
Überhitzer (Elesco)	162	m²
Länge der Verbrennungskammer	1090	mm
Inhalt der Feuerbüchse	14,7	m³
Reibungsgewicht	91,5	t
Größter Achsdruck	30,5	t
Dienstgewicht	164	t
Dienstgewicht des Tenders	142	t

Der sechsachsige Tender faßt 63,5 m³ Wasser und 27,2 t Kohle. Die größte Zugkraft am Zughaken gemessen ist 18 900 kg, am Radumfang 19 700 kg, wozu noch 5500 kg Zugkraft des Boosters zu rechnen sind. Bei 120 km/h Fahrgeschwindigkeit ergab sich eine größte Zylinderleistung von 4680 PSi, bei 104 km/h eine größte Zughakenleistung von 3850 PSz. Mit einer Anzahl Maschinen wurden Verbrauchsmessungen im dreimonatlichen, regelrechten Betrieb durchgeführt, bei welchen die Zuggewichte abgestuft waren und durchschnittlich 1450 t, 1125 t und 700 t betrugen. Für einen Zug aus 18 Personenwagen von 1135 t Gewicht wurden bei 89 km/h Fahrgeschwindigkeit folgende Zahlen ermittelt:

Trockene Kohle verbrannt	2910	kg/h
d. s. je m² Rostfläche	384	kg/m²h
Wasser verdampft	24900	kg/h
d. s. je m² Verdampfungsheizfläche	64	kg/m²h
Verdampfungsziffer	8,5	
Wirkungsgrad von Kessel einschl. Vorwärmer und Überhitzer	76,3	%
Indizierte Leistung	3160	PSi
Dampfverbrauch	7,2	kg/PSih
Dampfverbrauch einschl. d. Hilfseinricht.	7,9	kg/PSih
Kohlenverbrauch	0,84	kg/PSih
Kohlenverbrauch einschl. d. Hilfseinricht.	0,92	kg/PSih

Die Anstrengung der Lokomotive bei V = 89 km/h Geschwindigkeit mit 3160 PSi ist keine außergewöhnliche. Die gegenüber der deutschen Regel nur wenig höher liegende Kesselbelastung von 64 kg/m²h ist durch die große direkt bestrahlte Heizfläche von 33,4 m² gerechtfertigt. Wie bei anderen nordamerikanischen Lokomotiven schon früher in dieser Zeitschrift festgestellt *), sind die Zylinder auffallend knapp bemessen. Bei der Leistung von 3160 PS und V = 89 km/h ergibt sich ein mittlerer indizierter Dampfdruck auf die Kolben von 8 kg/cm²; bei der Grenzleistung von 4680 PSi und 120 km/h sogar von 8,8 kg/cm². Die Maschine wäre, wie es die großen deutschen Schnellzug-Lokomotiven sind (z. B. Reihe 05 und 06), richtiger als Drillings-Lokomotive gebaut. Bei der letztgenannten Leistung liegt auch die Kesselanstrengung mit etwa 100 kg/m²h und die Rostanstrengung mit mehr als 600 kg/m²h sehr hoch, kann aber vorübergehend auf Kosten des Wirkungsgrades und mit der mechanischen Rostbeschickung erreicht werden. Dr. Schn.

*) Die Lok., 1939, S. 193.

Die Eisenbahnen im südwestlichen Zentralasien

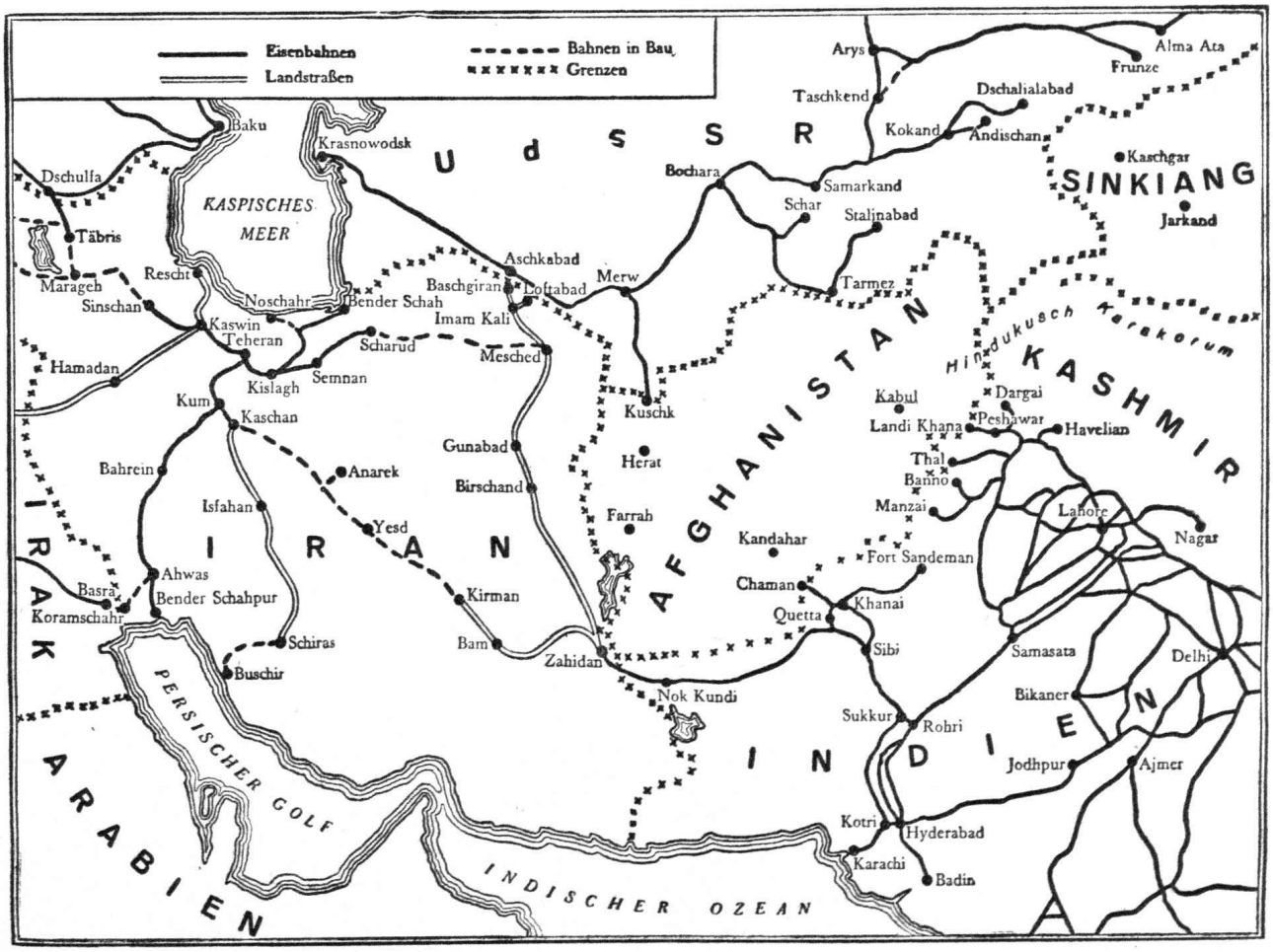
Von Dr.-Ing. Ludw. Schneider, München

Die Eisenbahnkarte Zentralasiens zeigt noch große weiße Flecken, was seinen Grund in topographisch äußerst ungünstigen Verhältnissen hat, wie in Sinkiang und Tibet mit ihren hohen Gebirgen und Wüsteneien, oder in politischen Gegensätzlichkeiten, hauptsächlich zwischen Sowjetrußland und England, wie in Afghanistan und Iran. Das letztere Land allerdings nahm unter der klugen Regierung Riza Schahs Pahlevi den Bahnbau vor einem Jahrzehnt tatkräftig in Angriff. Afghanistan nennt noch nicht e i n e Bahnstrecke sein eigen; daß es jedoch das politische und wirtschaftliche Ziel der Nachbarmächte ist, beweisen die von Sowjetrußland wie von Indien her wie Polypenarme an die Grenzen vorgetriebenen Eisenbahnen.

Bis vor kurzem reichten die Bahnen auch in Iran kaum über die Grenzen hinein. Es waren dies die 1524 mm-spurige Bahn, die von Baku bzw. Tiflis über Dschulfa nach der persischen Stadt Täbris führt, und die 1676 mm-spurige Bahn von Karachi am Indischen Ozean über Hyderabad durch Belutschistan nach Zahidan (Dusdab), vergl. Bild 1. Die 146 km lange Bahn Dschulfa—Täbris wurde als russisches Unternehmen im Jahre 1916 gebaut. Von ihrer Station Sufian führt eine 83 km lange Zweigbahn nach Scharafkhaneh am Rezayehsee. Durch Vertrag von 1921 wurden diese Strecken der persischen Regierung abgetreten. Täbris, die Hauptstadt Aserbeidschans, liegt 1530 m ü. M. und ist mit etwa 220 000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt Irans. Sie hat einen Ruf wegen des Weinbaues ihrer Umgebung, der Seiden- und Wollteppiche und der Silberschmiedekunst. In neuerer Zeit wurden dort Zündholz-, Seifen-, Textil- und Lederfabriken errichtet. Durch die Nähe der Türkei und Sowjetrußlands ist die Stadt verkehrspolitisch wichtig.

Zahidan mit nur 5000 Einwohnern war der Endpunkt der Indischen Nordwestbahn, die jedoch seit Juli 1931 nur noch bis Nok Kundi in Belutschistan verkehrt. Die restlichen 217 km über Mirschaweh nach Zahidan müssen nun mit dem Kraftwagen zurückgelegt werden.[1]) Von Zahidan führt eine 1006 km lange Landstraße nach Mesched, das in 2 bis 3 Tagen mit dem Kraftwagen erreicht werden kann. Eine schlechte Straße von 560 km Länge führt von Zahidan nach Kirman, zu deren Zurücklegung ebenfalls 2 bis 3 Tage benötigt werden. Mesched und Kirman sind vorläufige Endpunkte geplanter Eisenbahnen. Bis zur Eröffnung der nördlichen Teilstrecke der transiranischen Bahn von Teheran an das Kaspische Meer im Jahre 1937 gab es in Iran außer den kurzen, bereits erwähnten Grenzstrecken nur 3 Schmalspurbahnen, nämlich die 9 km

Bild 1: Südwestliches Zentralasien



lange Strecke Teheran—Schah Abdulazim, ferner eine 12 km lange Strecke von Pahlevi am Kaspischen Meer nach Siah Vezan und schließlich eine der Anglo-Iranischen Ölgesellschaft gehörige 70 km lange Strecke von Darschasineh nach Masschehdeh Soleiman.

Die regelspurige (1435 mm) transiranische Bahn Bender Schahpur [2]) am Persischen Golf über Kum und Teheran nach Bender Schah am Kaspischen Meer hat eine Länge von 1386 km. Sie wurde schon des öfteren in Aufsätzen behandelt [3]). Die 461 km lange Nordstrecke führt im Elbursgebirge bis auf 2112 m ü. M. Die Südstrecke ist 925 km lang und erreicht eine Seehöhe von 2217 m. Die Stahlbrücke über den Kerunfluß bei Ahwas ist mit 52 Pfeilern 1035 m lang, also eine der längsten der Erde. Die größte Steigung im Elbursgebirge ist 28 v. T., auf der Südstrecke 15 v. T. Die Gesamtzahl der Tunnels beträgt 225, jene der Brücken aus Stahl und Stein 4772. Der längste Tunnel (Scheiteltunnel im Elburs) mißt 2880 m. Außer dieser fertiggestellten Nord-Südbahn ist eine West-Ostbahn mit Teheran als Mittelpunkt im Bau. Teheran liegt 1270 m hoch und dürfte heute über 400 000 Einwohner aufweisen. Die Weststrecke der Bahn berührt Kaswin, 1320 m ü. M., mit rd. 60 000 Einwohnern, und ist bis Sinschan (1838 m ü. M. mit etwa 44 000 Einwohnern) bereits im Betrieb. Die Bahn ist gleichfalls regelspurig und soll über Mianeh nach Täbris führen. Die Oststrecke bis Mesched, 805 km, ist bereits bis Scharud (1473 m hoch, mit etwa 14 000 Einwohnern) in Betrieb. Sie zweigt bei Kislagh von der Nord-Südbahn ab. Semnan (1333 m ü. M., mit rd. 24 000 Einwohnern) liegt an der Strecke. Mesched, 1066 m hoch, mit etwa 140 000 Einwohnern, ist die Hauptstadt der Provinz Khorassan und als Begräbnisort des 8. Imams Riza der bedeutendste Wallfahrtsort der Schiiten. Von berühmten Kunstschätzen enthält die Stadt außerdem die polychrome Moschee Gohar Schad von 1418 mit dem Grabe Harun al Raschids und den Palast des reichen Mirza Schaffar. Das Grab des Dichters Firdusi befindet sich 25 km von Mesched entfernt in Et Tuß. So wird die Bahnlinie einen starken Personenverkehr aufweisen. Längs der Strecke liegen Kupfer- und Bleivorkommen. Opium und Pfirsiche sind ausfuhrwürdige landwirtschaftliche Erzeugnisse Khorassans.

Im Bau befinden sich die Strecken Tschirgah (143 km von Bender Schah—Noschahr und Ahwas—Koramschahr (Mohammareh), beide von der transiranischen Bahn abzweigend. Noschahr (= Neustadt) liegt an der schönen kaspischen Riviera mit herrlichem Klima in Nähe der Badeorte Ramsar (90 km auf guter Straße) und Tschalus (8 km). Letzteres ist der Ausgangspunkt der Autostraße über den Kendovanpaß (3008 m) nach Teheran. Ahwas (110 km von Bender Schahpur) mit etwa 35 000 Einwohnern ist die Hauptstadt der Provinz Kuzestan und liegt am Kerunfluß. Mohammareh ist neben Bender Schahpur der bedeutendste Hafen am Schatt-el-Arab und liegt 120 km von Ahwas und 40 km vom irakischen Basra entfernt. [4])

Eine Bahn in Richtung Nordwest nach Südost ist von Kum nach Kirman in Bau und bis Sinsin schon in Betrieb. Die Straße Kum—Kirman, der die Bahn angenähert folgt, hat eine Länge von 895 km. Kum, 1050 m ü. M., mit rd. 40 000 Einwohnern, ist eine der heiligsten Städte Irans mit dem Grabe der Fatime-el-Mesumeh (der Keuschen), Schwester des Imam Riza, und wird von der schiitischen Welt viel besucht. Die im Bau befindliche Bahnstrecke führt über Kaschan, 1130 m, mit 40 000 Einwohnern, Ardistan, 1341 m, mit 4000 Einwohnern, nach Jesd, 1350 m, mit rd. 50 000 Einwohnern, mit großer Textilindustrie. Zwischen Ardistan und Jesd zweigt bei Nain eine Seitenlinie nach dem Bergwerksort Anarek ab. Weiter führt die Bahnstrecke nach Kirman, 1893 m, mit etwa 60 000 Einwohnern, Hauptstadt der gleichnamigen Provinz, mit berühmter Teppichknüpferei und Kupferhandel.

Anschlüsse an das türkische Eisenbahnnetz sind von den Stationen Marageh, 1770 m ü. M., mit 35 000 Einwohnern, und Scharafkhaneh der Bahn Kaswin—Dschulfa in Bau. Schließlich ist eine wichtige Strecke von Bender Buschir am Persischen Golf nach Schiras in Bau. Schiras liegt 1585 m hoch und hat rd. 120 000 Einwohner. Es ist Hauptstadt der fruchtbaren Provinz Fars. Von Schiras führt eine 650 km lange Landstraße über Isfahan nach Kaschan und eine andere, 614 km lange nach Kirman, beides künftige Eisenbahnpunkte.

Außer der Bahn Baku—Dschulfa—Tiflis führt auf sowjetrussischem Boden die 1524 mm-spurige Bahn von Krasnowodsk am Kaspischen Meer nach Merw zum Teil im Tal des Oxus der iranischen Grenze entlang. Von Mesched aus zieht eine Landstraße nach Imam Kali (200 km), wo sie sich nach Baschgiran (243 km von Mesched) und Loftabad (300 km von Mesched) an die sowjetrussische Turksibbahn verzweigt. Eine Bahn mit ausgesprochenen politischen Zielen stößt von Nerw südlich über Pendschdeh den Murghabfluß entlang gegen Afghanistan vor, wo sie bei Kuschk endet. Von der großen Verkehrsader Merw—Bochara—Taschkend—Alma Ata nähert sich nochmals die Abzweigung Bochara—Tarmez—Stalinabad der afghanischen Grenze. Infolge der Eifersucht der Großmächte Rußland und England und der Abneigung Afghanistans, das Streitobjekt beider zu werden, ist die Verbindung Kuschk—Herat—Kandahar—Chaman [5]) und jene von Tarmez über Kabul und den Khyberpaß nach Peshawar noch nicht zustandegekommen.

Auch Indien streckt seine politischen Bahnen nach Afghanistan aus. Die schon genannte Bahn Sibi—Nok Kundi führt, allerdings in einiger Entfernung, der afghanischen Grenze entlang, hat also weniger Handels- als militärischen Wert. Kabul (rd. 140 000 Einwohner) und Kandahar (rd. 32 000 Einwohner) sind die Hauptorte Afghanistans. Ersteres ist in der Luftlinie 110 km von Landi Khana, dem Endpunkt der Khyberpaß - Bahn, letzteres 190 km von Chaman entfernt. Chaman und Landi Khana sind durch 1676 mm-spurige Bahnen mit dem indischen Netz verbunden. Eine ebensolche Bahn führt von Nowshera nach Dargai, mehrere untergeordnete Bahnen von 762 mm Spurweite nähern sich der afghanischen Grenze bei Fort Sandeman, Manzai, Bannu und Thal. Diese Schmalspurbahnen stehen ihrerseits wieder mit dem indischen Breitspurnetz in Verbindung.

Die Bahn nach Durdab und Chaman zweigt von der doppelgleisigen Strecke Karachi—Lahore bei Rohri ab. Außerdem läuft eine ältere Linie am rechten Indusufer, die sich bei Sukkur mit der ersteren vereinigt. Von Sibi führt die Hauptlinie über den Bolanpaß direkt nach Quetta (141 km), eine zweite Linie über Khanai, die Sind—Bishin-Bahn, dorthin. Die Muskaf—Bolan-Strecke erreicht auf Steigungen von 25 v. T. (62,5 km lang) und

40 v. T. (38,5 km lang) zwischen Sibi und Kolpur eine Seehöhe von 1700 m und weist 12 Tunnels und 13 größere Brücken auf. Bei Bostan Junction, 32 km nördlich Quetta, mündet in diese Bahn nach Chaman die Sind—Bishin-Bahn ein (215 km von Sibi nach Bostan). In 192 km Längsentfaltung steigt die letztere um 1830 m bei 22 v. T. Höchststeigung. Auch sie weist zahlreiche Tunnels und Brücken auf, darunter die 69 m hohe

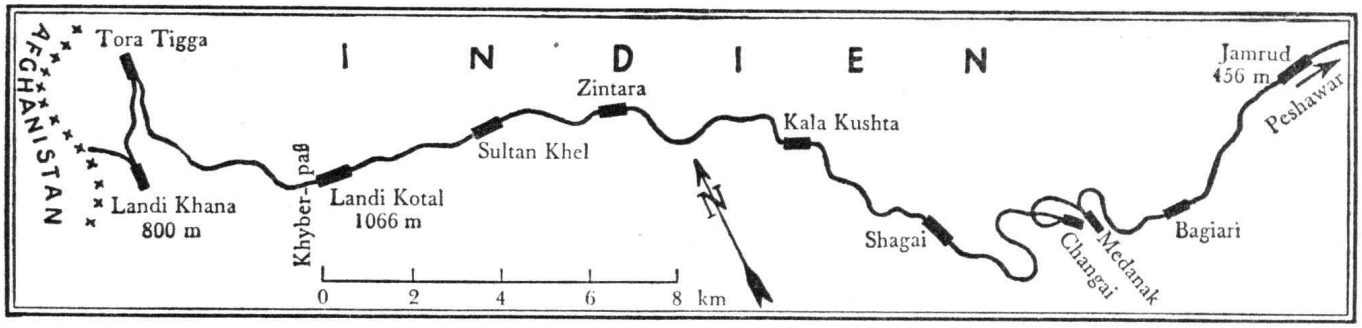


Bild 2: Khyberpaß-Bahn

Louise-Margaret-Brücke. Die Gegend ist wild und klimatisch rauh und außerdem durch Erdbeben gefährdet. Die jahreszeitlichen Temperaturen schwanken zwischen —30 und +55° C.

Zwischen Bostan Junction und Chaman, 110 km, liegt der 4000 m lange Khojaktunnel, der längste Indiens. Auf der 25 v. T. Breitspurstrecke befördert eine 1D-Lokomotive Klasse HGS einen Zug von 240 t; auf 40 v. T. Steigung werden sehr schwere Züge durch 2 Stück 1D-Lokomotiven vorne und 2 Stück D-Tender-Lokomotiven als Schubmaschinen befördert. Mallet- und Garratt-Lokomotiven standen dort ebenfalls in Betrieb, sind aber jetzt an die Hauptstrecke von Lahore und Peshawar abgegeben worden. Die von der Chamanbahn abzweigende Schmalspurstrecke Khanai—Fort Sandeman ist 272 km lang.

Die Breitspurbahn (1676 mm Spurweite) von Peshawar über den Khyberpaß nach Landi Khana ist eine der schwierigsten Bahnen der Welt. Bis Jamrud, 456 m ü. M., verläuft sie in der Ebene. Unmittelbar dahinter (Bild 2) beginnt sie den Himalaya zu erklettern. Bei Bagiari wird der Beginn des Passes erreicht. Nach Überschreitung einer hohen Brücke, die die Eisenbahn, die Autostraße und die Karawanenstraße über das Tal trägt, wird mittels einer hufeisenförmigen Schleife und zweier Tunnels die Kehrstation Medanak, 8 km von Bagiari, und durch eine zweite Hufeisenschleife und den Kafirtangitunnel die Kehrstation Changai, unmittelbar oberhalb Medanek, erreicht. Die Luftentfernung der beiden Bahnhöfe ist nur 1200 m, ihr Höhenunterschied 104 m, die durch 7,2 km Längsentwicklung gewonnen werden. Nun folgt eine große S-Kurve mit 6 Tunnels bis Shagai, 16 km, womit das Ende des steilsten Anstieges mit vorherrschender Steigung von 30 v. T. erreicht ist. Nach der Ali-Mazid-schlucht wird Kala Kushta berührt, worauf das Gelände bis zum Scheitelpunkt Landi Kotal, 1066 m ü. M., einfacher wird. Von Jamrud ab werden 610 m in 34,7 km erklommen. Der schwierigste Teil der Strecke ist der nun folgende Abstieg nach Landi Khana, 800 m ü. M. An einer Stelle sind die Bahndämme 1300 m voneinander entfernt, aber die Länge der dazwischenliegenden Strecke beträgt 5,6 km und der Höhenunterschied 176 m. Die Senkung ist 40 v. T. mit einer Kehrstation Tora Tigga und 10 Tunnels. Landi Khana ist nochmals eine Kehrstation; bis zur Grenze sind es noch 2,4 km. Zwischen Jamrud und Landi Khana liegen 34 Tunnels von über 4 km Gesamtlänge und 92 Brücken. 51,8 v. H. der Bahn liegen in Gleisbogen, deren schärfster 250 m Halbmesser aufweist. Den Dienst vor jedem Zug versehen 2 Stück 1D-Lokomotiven Kl. HGS.

Durch diese schwierigen Gebirgsbahnen ist die indische Grenze gegen Überraschungen aus dem Nordwesten geschützt. Hinter ihnen liegt das gut ausgebaute Netz von 1676 mm und 1000 mm Spurweite der indischen Bahnen.

Eine Bahnlinie von Tarmez nach Kabul wird durch den dazwischenliegenden Hindukusch riesig erschwert. Leicht ausführbar wäre eine Strecke von Kuschk oder Mesched über Herat (rd. 20 000 Einwohner), Farrah, Kandahar nach Chaman, da sie höhere Gebirgszüge vermeidet. Auch in der Eisenbahnverbindung Teheran—Zahidan—Indien klafft nur mehr ein kurzes Stück, das auf der Landstraße Kirman—Bam—Zahidan 560 km mißt. Ob eine dieser Durchgangsbahnen oder beide in absehbarer Zeit verwirklicht werden, hängt von der politischen Entwicklung ab. Zweifellos würden sie der Wirtschaft der beteiligten Länder und dem Welthandel manche Vorteile bieten. Die Ausfuhrerzeugnisse Irans sind Erdöl, Kupfer, Blei, Mangan-, Nickel- und Kobalterze, Wolle, Baumwolle, Tabak, Reis, getrocknete Früchte, Teppiche und gewisse Gewebe, während Afghanistan Wolle, Holz, Pelze, Vieh, Früchte, Getreide und Gewebe liefern könnte.

---

[1]) Nach neuesten Meldungen wird der Bahnverkehr bis Zahidan in Bälde wieder aufgenommen.

[2]) Die Schreibweise der iranischen Namen ist verschieden; ich habe hier die der deutschen Sprache gemäßeste verwendet.

[3]) Ludw. Schneider: „Das neuerstandene Iran". Technische Mitteilungen Krupp 7 (1939), S. 75/81.
Desgl., „Die 1D- und 1E-Lokomotiven der Iranischen Staatsbahnen". Organ Fortschr. Eisenbahnw. 95 (1940), S. 115/119.
A. Pinne: „Reiseeindrücke auf der transiranischen Bahn". Die Lok. 37 (1940), S. 143/149.
v. Rabcewicz: „Einiges vom Bau der transiranischen Eisenbahn". Organ Fortschr. Eisenbahnw. 96 (1941), S. 16/27.

[4]) Während der Drucklegung kommt die Nachricht, daß die Strecke Koramschahr—Ahwas dem Verkehr übergehen wurde.

[5]) Für Orte auf indischem Gebiet ist die amtliche englische Schreibweise verwendet.

Benutzte Quellen: Indian North West Railways. Rly. Gaz. 76 (1942), Nummer 1 und 2.
G. H. Ebtehaj, Guide Book on Iran, Imprimerie Pharos, Teheran.
Eigene Aufzeichnungen.

Die erste Lokomotive mit Verbrennungsmotor

Im Jahre 1888 führte Benz auf der Münchener Kraftmaschinenausstellung eine „Petrol-Lokomotive" vor. Allgemein hielt man diese für die erste Lokomotive mit Verbrennungsmotor, aber sie ist es nicht.

Zur Zeit des wirtschaftlichen Niederganges nach 1874 beschäftigte sich die Hanomag mit mancherlei neuen Erzeugnissen, darunter auch den Verbrennungsmotoren. Güldner sagt in seinem Buch „Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren" (1903), S. 67, daß die Hanomag die älteste deutsche Zweitakt-Verpuffungsmaschine herausgebracht habe. Ebenso sagt Lieckfeld in „Die Petroleum- und Benzinmotoren" (1901), daß die Hanomag 1879 den ersten wirklich betriebssicheren Benzinmotor herausgebracht habe.

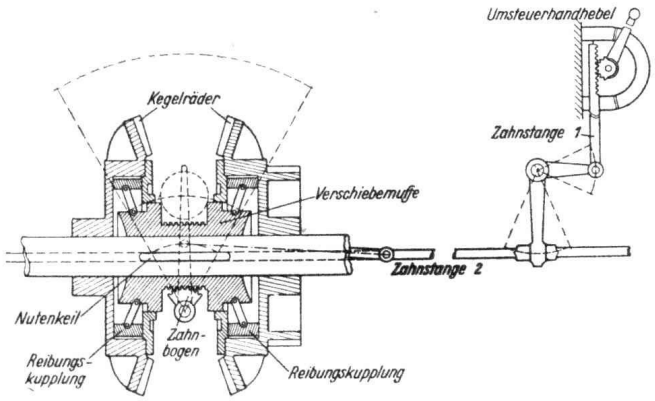


Bild 1: Kegelrädergetriebe der Kraußschen Gaskraftlokomotive von 1878

Weitere Nachforschungen ergaben, daß die Hanomag schon 1877 das DRP. Kindermann Nr. 835 vom 14. Juli 1877 auf einen Doppelkolbenmotor mit zwei im gleichen Zylinder gegenläufig im Zweitakt arbeitenden Kolben erwarb. Am 1. Februar 1879 erhielt die Hanomag ein eigenes DRP. Nr. 8802 auf den gleichen Doppelkolbenmotor als Viertakter mit seitlicher Brennkammer.

Aber schon vorher war der durch seine Lokomotivkonstruktionen bekannte Direktor Conrad Krauß der Hanomag auf den Gedanken gekommen, solche Motoren für Lokomotivzwecke zu verwerten. Am 8. Oktober 1878 erhielt er das DRP. Nr. 6768 auf eine „Gaskraft-Lokomotive für Straßen- und Sekundärbahnen". Er beschreibt die wesentliche Einrichtung der Lokomotive wie folgt:

„Die Schwierigkeit der Ingangsetzung der Gaskraftmaschine läßt es unzulässig erscheinen, die Gaskraftmaschine während des kurzen Aufenthaltes auf den Haltestellen in Stillstand zu versetzen und macht daher eine Einrichtung erforderlich, welche den ununterbrochenen Leerlauf der Gaskraftmaschine gestattet, während die Lokomotive oder die Waggons stille stehen. Die Übertragung der Bewegung wird zu diesem Zwecke durch Reibräder vermittelt, welche für den Betrieb entsprechend gegeneinander gepreßt, während des Stillstandes aber voneinander entfernt werden. Es wird durch diese Anordnung gleichzeitig jeder Stoß beim Anfahren vermieden."

„Für das Rangieren ist vermöge besonderer Einrichtungen der Führer in den Stand gesetzt, durch einfache Handhabung die Lokomotive vorwärts oder rückwärts laufen zu lassen oder stillzusetzen, ohne den Gang und die Umdrehungsrichtung der Gasmaschine zu unterbrechen. Es ist ferner die Einrichtung getroffen, daß der Führer während des Ganges der Maschine das Übersetzungsverhältnis der Kraftübertragung verändern und so auf Steigungen bei geringerer Geschwindigkeit eine größere Zugkraft erzielen kann."

Krauß löste diese Bedingungen konstruktiv auf interessante Weise. Er sah nach Bild 1 ein Kegelrädergetriebe als Wendetriebe und gleichzeitig als Kupplung vor. Zwischen zwei auf der gleichen Welle frei laufenden Kegelrädern war eine Schiebemuffe angeordnet, die durch Keilnut von der Welle mitgenommen wurde. Die Muffe drückte, je nachdem, nach welcher Seite sie verschoben wurde, durch Hebel Kupplungsbacken innen an eines der beiden Kegelräder und verband dadurch das betreffende Kegelrad kraftschlüssig mit der Welle. Zwischen beiden Kegelrädern war ein drittes Kegelrad in ständigem Eingriff. Wurde das eine von der Motorwelle angetriebene Kegelrad kraftschlüssig verbunden, so ergab sich Vorwärtsfahrt; wurde das andere verbunden, dann ging der Kraftfluß vom angetriebenen Kegelrad über das Zwischenrad zu diesem zweiten Kegelrad und ergab Rückwärtsfahrt.

Die Einrichtung für den Geschwindigkeitswechsel ist aus Bild 2 zu ersehen. Jeder der beiden Kolben des

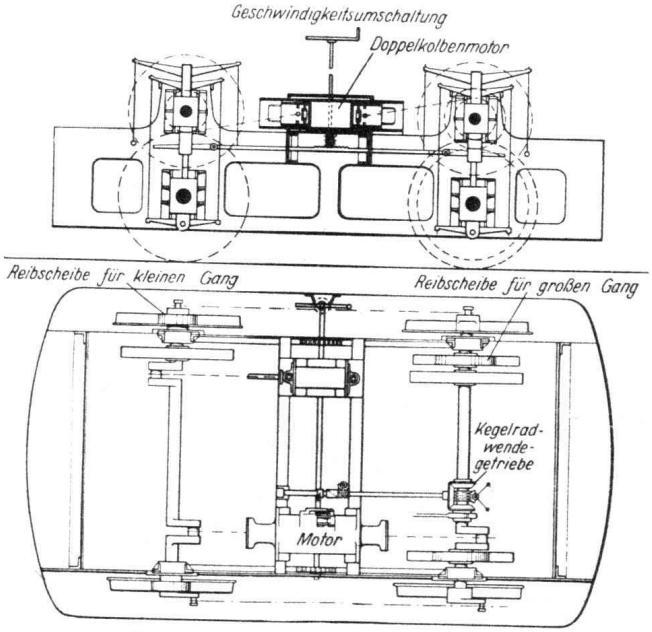


Bild 2: Gaskraftlokomotive von C. Krauß 1878

Doppelkolbenmotors arbeitete über eine Pleuelstange auf eine eigene Welle, auf der außer dem Schwungrad ein Reibrad aufgekeilt war. Ein solches Reibrad lag über jedem Treibrad und konnte durch Federkraft angepreßt oder durch einen Schiebekeil von diesem entfernt werden. Die beiden Reibräder waren verschieden groß, ergaben also zwei verschiedene Untersetzungen. Die Schiebekeile sollten durch Handkurbel mit Zahnrad und Zahnstange verschoben werden. In der Mittel-

stellung der Zahnstange waren beide Reibräder angehoben, also Leerlauf gegeben. Durch Verschieben der Zahnstange nach der einen Seite wurde das Reibrad auf der entgegengesetzten Seite entlastet und durch Feder an das Treibrad angepreßt. Zur Ausnutzung des Gewichtes der Lokomotive für die Reibung waren beide Achsen durch Stangen gekuppelt.

Ob dieser Entwurf zur Ausführung gelangte, ist heute nicht mehr festzustellen.

Direktor Krauß schied leider 1879 aus der Hanomag aus, vermutlich aus Gesundheitsrücksichten; er starb erst mehr als zwei Jahrzehnte später in geistiger Umnachtung. Aber bald nach seinem Ausscheiden, noch im Jahre 1880, also vielleicht noch von ihm veranlaßt, wurde von der Hanomag eine Gaskraft-Lokomotive tatsächlich gebaut. Lieckfeld sagt darüber in seinem schon erwähnten Buche: „Soviel dem Verfasser bekannt, ist wohl als erstes von einem Benzinmotor bewegtes Fahrzeug der in Fig. 120 dargestellte Schienenwagen zu bezeichnen, der im Jahre 1880 auf der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. in Hannover gebaut wurde." Dieses Fahrzeug ist in Bild 3 dargestellt. Es weist einen stehenden Zweitaktmotor mit Ladezylinder auf, von dessen Kurbelwelle die Kraft über zwei Riemen, deren Riemenscheiben wechselseitig kraftschlüssig mit der Welle verbunden sind, auf ein Zahnradvorgelege übertragen wurde. Dieses Vorgelege wies zwei Untersetzungen auf. Angetrieben wurde die Treibachse durch Zahnräder. Durch Kreuzen des einen Riemens war die Rückwärtsfahrt erzielt, so daß also in beiden Fahrtrichtungen die Getriebegänge ausgenutzt werden konnten. Auch bei diesem Schienenwagen war eine Fußbremse vorgesehen, und zwar in Gestalt eines Profileisens, das einen Bremsschuh trug. Auch einen Schalldämpfer wies das Fahrzeug bereits auf.

Natürlich war dies Fahrzeug nur eine reine Versuchskonstruktion. Praktisch brauchbare Ergebnisse waren mit den damaligen Motoren kaum zu erzielen. War doch dieser 2-PS-Motor 1 m breit und mehr als 2 m hoch und wog 1200 kg. Um die Jahrhundertwende wog ein 2-PS-Motor nur noch 30 kg und war rd. 0,3 m breit und 0,7 m hoch.

Leider wurden diese Konstruktionsgedanken von der Hanomag nicht mehr weiterverfolgt. 1884 stellte sie den Motorenbau ganz ein. Hierfür waren zwei Gründe maßgebend: Seit der Jahreswende 1879/80 tobte auf diesem Gebiet ein Rattenschwanz von Patentprozessen und auch die Hanomag blieb nicht von einer Patentklage verschont. Nachdem alle Versuche zu einer gütlichen Einigung fehlgeschlagen waren, strengte die Hanomag gegen das Patent der Gegenseite eine Nichtigkeitsklage an, der das Patentamt nur zum geringen Teil stattgab. Aber sogar dieses Urteil wurde in der

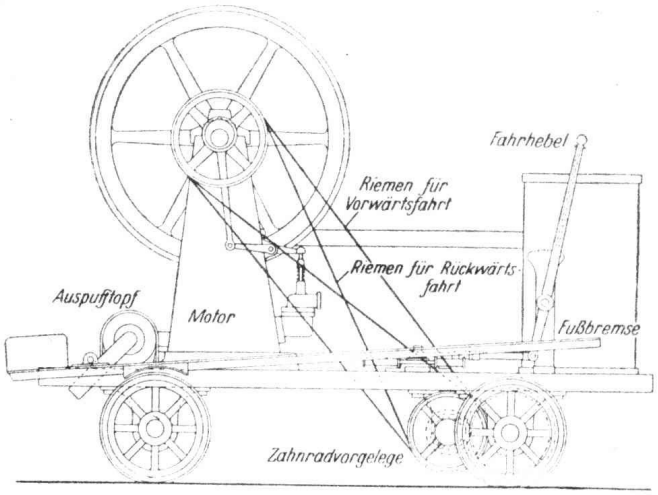


Bild 3: Benzinlokomotive der Hanomag von 1880

Berufung vom Reichsgericht noch eingeschränkt, und zwar auf Grund irrtümlicher Sachverständigengutachten. Dieses Urteil führte bei der Hanomag zum Entschluß, den Motorenbau aufzugeben, zumal inzwischen sich der Dampflokomotivbau ganz wesentlich belebt hatte.

Aber die Hanomag hatte, wie sich einige Jahre später herausstellte, mit allen ihren Gründen in der Nichtigkeitsklage doch recht gehabt. In der Zwischenzeit war nämlich von Körting in Hannover und Buß, Sombart & Co. in Magdeburg, die ebenfalls in die Patentprozesse verwickelt waren, eine neue Nichtigkeitsklage eingereicht worden. Nunmehr entschied das Reichsgericht 1886 vollinhaltlich nach den seinerzeitigen Anträgen der Hanomag und erklärte nahezu sämtliche Ansprüche des gegnerischen Patentes für nichtig. Lediglich ein Anspruch, und auch dieser noch in sehr eingeschränktem Wortlaut, blieb bestehen, so daß die Hanomag wenigstens als moralische Siegerin aus diesem Patentstreit hervorging. —Me—

KLEINE NACHRICHTEN

Dir. Degenkolb im Beirat der DR

Die Aufgaben der Reichsbahn haben sich im Kriegsgeschehen vielfältig gewandelt und sind mehr als je für die Kriegführung von entscheidender Bedeutung.*) Um alle Kräfte in politischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu konzentrieren, ist daher auf Anordnung des Führers der Beirat der Deutschen Reichsbahn umgebildet und noch näher als bisher an die Leitung der in enger Fühlung mit der Reichsbahn zusammenarbeitenden Stellen von Partei, Staat und Rüstungswirtschaft herangeführt worden.

*) Siehe Die Lokomotive, Jahrg. 1942, S. 171 und 208.

Am 31. Dezember 1942 endete der Amtszeitraum für die im Jahre 1939 ernannten Mitglieder des Beirats der Deutschen Reichsbahn; in diesem Zusammenhang wurde jetzt die Zahl der Beiratsmitglieder von 16 auf 18 erhöht. Für den mit dem 1. Januar 1943 beginnenden dreijährigen Amtszeitraum hat der Führer zu Mitgliedern des Beirats der Deutschen Reichsbahn die Herren Reichsminister Speer, Reichsminister Rosenberg, Generalfeldmarschall Milch, Reichsleiter Bormann, Reichsleiter Dr. Ley, Staatssekretär Backe, Staatssekretär P. Körner, Reichsstatthalter Gauleiter Sauckel, Generaldirektor Staatsrat Pleiger, Chef des Zentralamtes des Reichsministeriums

für Bewaffnung und Munition Oberbürgermeister Liebel, Leiter des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge, Direktor Degenkolb neu ernannt und die Herren Staatssekretär Esser, Bankier Frhr. von Schröder, Dr. Krupp von Bohlen und Halbach, Kaufmann Hermann R. Münchmeyer, Kommerzialrat F. Haßlacher, Dr. Tilo Frhr. von Wilmowsky und Fregattenkapitän Steinbrinck wiederernannt.

Umbau der 1'E1'-Wechselstrom-Lokomotive der Lötschbergbahn

Die Berner Alpenbahn Bern—Lötschberg—Simplon hat auf ihrer Stammstrecke (Thun—Spiez)—Frutigen—Lötschbergtunnel (14,5 km lang) — Brig den elektrischen Betrieb am 1. Juli 1913 eröffnet. Sie ist die erste mit der mitteleuropäischen Stromart (15 000 V Spannung, Einphasenwechselstrom, 16⅔ Hz) betriebene Gebirgsbahn (Rampenneigung 27 ‰) und zählt mit den in denselben Jahren eingerichteten Versuchsstrecken in Mitteldeutschland, Bayern und Baden zu den ersten hauptbahnmäßig betriebenen Wechselstrombahnen Europas überhaupt. Neben zwei Versuchsmaschinen (je einer (1B) (B1) w2k und C'C' w2u) und einigen Triebwagen wurden als Hauptzugmittel 1'E1' w2u-Lokomotiven in Dienst gestellt. Sie wurden in dieser Zeitschrift bereits beschrieben [1]); es wurden insgesamt 13 Stück von den Maschinenfabriken Oerlikon, BBC und Winterthur gebaut. Während die gleichaltrigen Lokomotiven auf einigen, z. B. den mitteldeutschen elektrischen Strecken, schon lange ausgemustert, auf den anderen nur noch im leichten Verschiebe- oder Lokaldienst eingesetzt sind, stehen die Lötschberg-1'E1'-Lokomotiven noch heute wie vor 30 Jahren im schweren Güter- und Schnellzugsdienst (auch der Reiseverkehr zwischen Deutschland und dem westlichen Italien durch den Simplon wurde im Frieden über den Lötschberg geleitet.

Eine dieser Lokomotiven ist kürzlich umgebaut worden [2]). Sie hat an Stelle der beiden alten Motoren mit der Übersetzung 1 : 2,23 vier Schnelläufer mit der Übersetzung 1 : 4,44 erhalten. Die Gesamtleistung von 2500 PS ist geblieben. Die neue elektrische Ausrüstung ist 10 t leichter als die bisherige; dadurch ist das Mehrgewicht des größeren Zahnradgetriebes, der neu hinzugekommenen elektrischen Nutzbremse und einer Rahmenverstärkung ausgeglichen. Das Seitenspiel der Mittelachse, bisher ± 25 mm, ist beseitigt; dafür sind die Mittelräder ohne Spurkränze ausgeführt. Die Höchstgeschwindigkeit konnte von 75 auf 90 km/h hinaufgesetzt werden; die höchste Drehzahl der 1350 mm im Durchmesser messenden Treib- und Kuppelräder beträgt 355 U/min. Die kritische Geschwindigkeit, die bisher im Gebiet gelegentlich gebrauchter Geschwindigkeiten gelegen hatte, ließ sich durch den Umbau auf 12,5 km/h hinunterdrücken, wo sie nicht mehr stört.

Bemerkenswert ist die tägliche Laufleistung dieser Lokomotiven, die 700 km beträgt. Dabei muß man beachten, daß die Strecke Brig—Thun nur 85 km (bei Durchlauf bis Bern 117 km) lang ist und daher dreimal hin und zurück durchmessen werden muß. Die Summe der dabei genommenen Höhenunterschiede ergibt 7567 m! Born.

[1]) Lokomotive, Jg. 11 (1914), S. 132.
[2]) Schweiz. Bauztg., Bd. 118 (1941), S. 198.

Gasförmige Brennstoffe für Fahrzeugmotoren

In verschiedenen Ländern hat entweder der Krieg eine Knappheit an Benzin und Dieseltreibölen verursacht oder das Autarkiestreben nach Treibstoffen für Motoren suchen lassen, die in der Natur vorkommen, wie Methan CH_4, oder aus Kohle hergestellt werden können, wie die Paraffin-Kohlenwasserstoffe Propan C_3H_8 und Butan C_4H_{10}. Besonders Straßenfahrzeuge werden durch die Knappheit an einzuführenden Brennstoffen stark behindert, während für Schienenfahrzeuge, insbesondere Lokomotiven, der aus Kohle erzeugte Dampf als Treibmittel weit überwiegt. Man hat allerdings auch versucht, Lastkraftwagen mit kleinen Dampfanlagen zu versehen und zu betreiben, und im Jahre 1927 waren in England, dem klassischen Lande der Dampfmaschine, 9093 Dampf-Lastwagen in Betrieb, im Jahre 1938 jedoch nur mehr 994. Der Dampfbetrieb gestattet vor allem nicht die rasche Anpassung der erzeugten Leistung an den augenblicklichen Bedarf, was beim Verbrennungsmotor bekanntlich leicht möglich ist. Es ist zu erwarten, daß die Verbrennung flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe anstatt Kohle oder Koks die Dampferzeugung zwar elastischer macht, aber die Verhältnisse wie beim Motor lassen sich mit der Dampfmaschine nicht erreichen. Die genannten Kohlenwasserstoffe, die als Treibgase mehr und mehr verwendet werden, weisen folgende Eigenschaften auf:

	Methan	Propan	Butan
Heizwert Cal/ncbm	8800	21 800	28 400
Siedepunkt °C	— 164	— 45	— 0,1

Bereitet schon die Speicherung von flüssigem Methan, wie die Praxis in Rußland, Italien, wo es auch im Eisenbahnbetrieb Verwendung findet, und Deutschland beweist, keine unüberwindlichen Schwierigkeiten, so ist wegen der höheren Siedepunkte jene von Propan und Butan noch viel leichter. Beide Stoffe werden rein oder gemischt besonders in England und USA als Motortreibstoff verwendet, außerdem zur Beleuchtung, Beheizung und zum Kochen. Das Kompressionsverhältnis soll bei Kraftbetrieb mit Methan 18 : 1, mit Propan 10 : 1 und mit Butan 6,75 : 1 sein. Je Bremspferdekraftstunde ist der günstigste Wärmeverbrauch bei Verwendung von Methan 2200 Cal/PSh *), von Propan 2450 und von Butan 2700 Cal/PSh, während Petroleum-

*) Italienische Methanmotoren laufen mit einem Kompressionsverhältnis von 8 : 1 und der Wärmeverbrauch liegt bei 2800 Cal/PSh.

motoren 3330 Cal/PSh verbrauchen. Bei letzteren beträgt das Kompressionsverhältnis 4,4 : 1.
Rly. Gaz., Bd. 76 (1942), Nr. 12. Dr. Schn.

Brasiliens Eisenbahnen

Das erste Eisenbahngesetz wurde in Brasilien im Jahre 1835 erlassen, aber erst 19 Jahre später wurde die erste, 14,4 km lange Strecke eröffnet. Ende 1938 besaß Brasilien 34 207 km Eisenbahnen; davon waren 12 871 km im Besitz der Bundesregierung, 10 458 km im Besitze der Gliedstaaten und 10 878 km in privater Hand. Nach Spurweiten unterteilt waren 30 745 km meterspurig, 2075 km von 1,6 m Spurweite und der Rest von 1387 km schmalspurig von 60 bis 75 cm Spurweite. Auf die größeren Eisenbahnstaaten treffen:

Minas Gerais	8158 km
São Paulo	7464 km
Rio Grande do Sul	3485 km
Rio de Janeiro, Bahia zwischen 2000 und	3000 km
Paraná, Ceará, Sta. Catharina, Matto Grosso, Pernambuco zwischen 1000 u.	2000 km

Alle übrigen Staaten haben unter 1000 km Eisenbahnen, am wenigsten

Goyaz	385 km
Amazonas	5 km.

Es gibt in Brasilien 7 Bahnen mit mehr als 2000 km Länge:

Rêde Mineira de Viação	3981 km
Viação Ferrea do Rio Grande do Sul	3347 km
Zentralbahn	3175 km
Leopoldinabahn (engl.)	3068 km
E. F. Oeste de Minas	2568 km
E. F. Sorocabana	2141 km
Rêde Paraná—Santa Catharina	2065 km

Im Jahre 1939 verbrauchten die brasilianischen Bahnen 754 364 t ausländische, 451 814 t einheimische Kohle und 9 028 261 cbm Holz. Im gleichen Jahre betrugen die Einnahmen 1 199 860 Contos de Reis, die Ausgaben 1 199 772 Contos de Reis. — Brasilien war zwischen den beiden Weltkriegen eines der umstrittensten und für den deutschen Lokomotivbau wichtigsten Absatzgebiete. Dr. Schn.

Britische Standard-Spezifikationen

Die British Standard Specification for Railway Rolling Stock Material (B. S. Nr. 24) wurde zuletzt im Jahre 1928 herausgegeben. Bei Kriegsausbruch war eine Neufassung in vorgeschrittener Bearbeitung. Da nun eine Neuauflage unbedingt nötig ist, wurde die Revision bis auf Teil 5 abgeschlossen. Zur Neuausgabe ist zu bemerken:

Teil 1, Achsen. Größere Änderungen wurden nicht vorgenommen. Elektrostahl ist nun spezifiziert und Vorschriften über ausreichende Entfernung der Zonen mit Trichterlunkern und anderen Fehlern aus dem Rohblock sind neu aufgenommen. Die Vorschriften über zusätzliche Versuche vor der Verwerfung des Probestückes sind klarer gefaßt. Die Probestücke sind in Übereinstimmung gebracht mit der revidierten Liste der Standard-Probestücke in B. S. Nr. 18.

Teil 2, Radreifen. Die Änderungen sind geringfügig. Die üblichen Arten der Radreifenbefestigung werden behandelt, ebenso die Verwendung von Elektrostahl; die Zugfestigkeit der Radreifen Klasse C wurde leicht erhöht.

Teil 3, Federn und Federstahl. Neue Spezifikationen für Federn aus Mangan-Siliziumstahl, Blattfedern und Schneckenfedern sind aufgenommen. Alle bestehenden Vorschriften wurden geändert und allgemein dem neuesten Stand angepaßt.

Tapferkeit, Standhaftigkeit und Aufopferung sind die Grundpfeiler der Unabhängigkeit eines Volkes.
SCHARNHORST

Teil 4, Die Spezifikationen für Schmiedeteile und Vorblöcke sind nicht wesentlich geändert. Schmiedeteile der Klasse A können nun aus Bessemerstahl bestehen. Zahlreicher sind die Änderungen der Spezifikationen für Stahlgußteile. Stahlguß mit dem Verschleiß unterworfenen Flächen ist nur mehr in einer Sorte vorhanden, nämlich mit mindestens 35 t/sq. in. (= 55 kg/qmm) und 15 % Dehnung. Die Versuchsvorschriften sind neu gefaßt.

Teil 6, Stahlbleche, Formstahl, Stabstahl und Nieten. Hier ist in dem Abschnitt über Kesselbaustähle eine besondere Güte für Stahlbleche zu Feuerbüchsen aufgenommen, die bisher in einer Ergänzungsspezifikation behandelt war. Neue Vorschriften für kalt gezogenen Draht zu Nieten unter 12,7 mm Durchmesser wurden hinzugefügt.
Rly. Gaz., Bd. 76 (1942), Nr. 12. Dr. L. Schneider.

Ausbau der Tehuantepec-Bahn

Da mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß der Verkehr durch den Panamakanal unterbrochen wird, hat der Präsident Avila Camacho von Mexico die Nationalbahnen angewiesen, die Tehuantepec - Bahn instandzusetzen und auszubauen. Die Bahn verläuft in einer Länge von 300 km von Coatzacoalcos am Atlantischen nach Salina Cruz am Stillen Ozean. Durch Verstärkung des Unterbaues der Strecke, verbesserte Bahnhofsanlagen und durch Legen von 55,5-kg-Schienen soll die Leistungsfähigkeit der Bahn auf 80 Züge täglich gebracht werden. Außer über die Landenge von Tehuantepec verlaufen in Mittelamerika interozeanische Bahnen auch von Puerto Barrios nach Amapala in Honduras und von Puerto Limon nach Puntarenas in Costarica. Neben dem Panamakanal läuft die Panama-Bahn einher. S—r.

Schweißen von Rundgliederketten

Der Kettenausschuß des Vereins Deutscher Ingenieure veranstaltete kürzlich unter Teilnahme von Vertretern der Hersteller, Verbraucher, Wissenschaft und des Deutschen Normenausschusses eine Arbeitstagung, auf der vordringlich gewordene Fragen auf dem Gebiet der geschweißten Rundgliederketten erörtert wurden.

Nach Besichtigung eines Kettenwerkes, das schwere feuergeschweißte und mittlere elektrisch geschweißte Ketten herstellt, wurde über die laufenden Versuche berichtet, einerseits verschlissene, andererseits gebrochene Kettenglieder autogen oder im Elektrolichtbogen zu schweißen. Es ergab sich, daß zur Zeit nur die Auftragsschmelzschweißung für verschlissene, jedoch noch nicht die Schweißung gebrochener Glieder

in Betracht kommt; zu beachten ist dabei, daß jede durch Schweißen instandgesetzte Kette auch vorschriftsmäßig geglüht werden muß. Von wissenschaftlicher Seite wurde ausführlich über vergütete, d. h. einer bestimmten besonderen Wärmebehandlung unterzogene Ketten berichtet. Diese Ketten haben höhere Festigkeitswerte als normale Güteketten, besonders bei niedrigen Temperaturen, und zeigen keine Alterungserscheinungen. Vergütete Ketten werden künftig bei überdurchschnittlicher Beanspruchung Verwendung finden. Voraussetzung dabei ist aber, daß keine Verwechslungsgefahr mit normalen Güteketten auftreten kann. Die vergüteten Ketten werden auf einem besonderen Normblatt in das Deutsche Normensammelwerk aufgenommen werden.

Weitere Punkte der Tagesordnung betrafen eine Rationalisierung der Ketten und ihre Auswirkung in vorhandenen Anlagen, sodann die Kettenwerkstoffe, die Festlegung der neuen Abmessungen, sowie die Belastungs- und Prüfwerte der Ketten. Die Neuausgabe der Normblätter, welche schnellstens verbindlich erklärt werden sollen, ist in Vorbereitung.

Aus dem Schrifttum

Oxydische Ausscheidungen beim Vergießen von Stahl. Von H. Wentrup und Fr. W. Linder. Techn. Mitt. Krupp, Forschungsberichte. 5. Jahrg. (1942), Heft 19. 25 Seiten mit 42 Bildern. Format DIN A 4.

Schmelzungen mit 0,4 bis 0,7 % Kohlenstoff, 0,25 bis 0,35 % Silizium und 0,7 bis 0,8 % Mangan, aus denen Radreifen für Eisenbahnfahrzeuge hergestellt werden, können endogene oder exogene Einschlüsse aufweisen. Die endogenen Einschlüsse hängen nach Art, Zusammensetzung und Verteilung mit dem Gehalt des Stahles an Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff im Verein mit desoxidierenden, schwefel- und stickstoffbindenden Elementen zusammen, während die exogenen durch äußere Einflüsse in den Stahl gelangen. Die letzteren entstehen z. B. rein mechanisch durch Abplatzen des feuerfesten Materials, mit dem der Stahl in Berührung kommt, oder durch chemische Reaktionen zwischen Stahl und Luft oder Steinmaterial. Größere Einschlüsse dieser Art werden als Sandstellen bezeichnet. Die Verfasser untersuchten in den Betrieben der Fried. Krupp Aktiengesellschaft in Essen die Bildung oxydischer Ausscheidungen (Silizium-, Aluminium-, Mangan- und Chromoxyde), indem sie die Vorgänge beim Vergießen des Stahles ins Auge faßten, insbesondere die Einschlußbildung durch Desoxydations- und Oxydationsprodukte.

Dabei werden aber auch andere Einflußgrößen, wie der Endzustand des Stahles im Ofen, die erwähnten chemischen, thermischen und mechanischen Reaktionen Stahl—feuerfeste Stoffe und Stahl—Luft mitbehandelt. Auf ähnliche, frühere Arbeiten ist hingewiesen. Die wertvollen Untersuchungen geben die Erklärung der Entstehung und Fingerzeige für die Verhütung der meist störenden Ausscheidungen, die um so schädlicher sind, je später sie sich zeigen, d. h. je weiter die Verarbeitung des Werkstoffes fortgeschritten ist, da dann zu den verlorenen Werkstoffkosten noch die umsonst aufgewendeten Verarbeitungskosten treten. Dr. Schn.

Aus dem Inhalt:

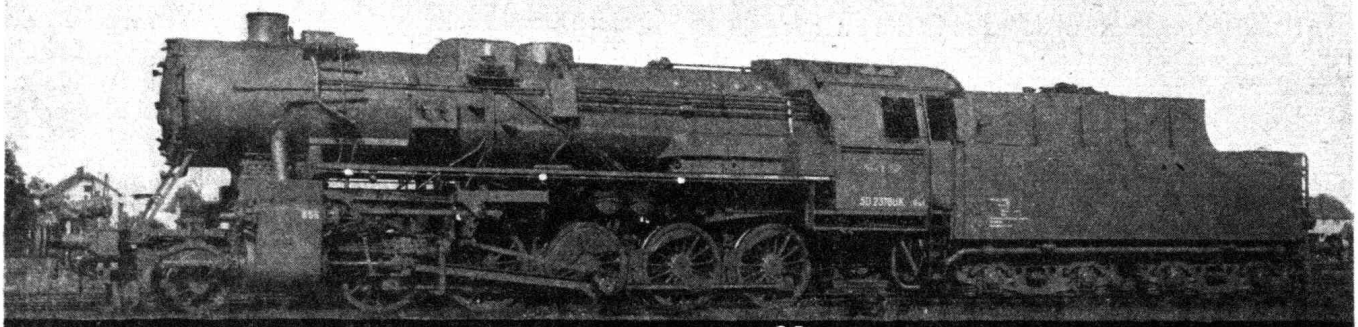
Henschel-Kondenslokomotive für die Irakischen Staatsbahnen 19
Der Wagner-Heißdampf-Ventilregler 22
4700 PS-2'C 2' h 2 S.-Lokomotive der New York Central-Bahn 28
Die Eisenbahnen im südwestlichen Zentralasien 29
Die erste Lokomotive mit Verbrennungsmotor 32
Kleine Nachrichten 33
Aus dem Schrifttum 36

Härtetöpfe und Härtekästen
sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt
PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)

Filz wie Sie ihn brauchen
Georg
Walde
Filzwarenfabrik **Halle-S. 2**

Alte Jahrgänge
der Zeitschrift „Die Lokomotive" (früherer Verlagsort Wien) ab 1917 zu kaufen gesucht.
Angebote an Modelleisenbahn Hamburg e. V., Hamburg 1, Bergstr. 14/II.

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 50 UK
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn



KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN-ALLACH

Wir liefern sämtliche

Lokomotiv-Armaturen

nach Reichsbahn - Vorschrift LON

MASCHINEN- UND ARMATURENFABRIK VORM.

C. LOUIS STRUBE AG.

Gegr. 1865 Magdeburg-Buckau

Die Kostenermittlung

im Schweißbetrieb

So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer 3tägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung in Finsterwalde behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt sowohl für Schweißer als auch für Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeugbau, Kessel- und Behälterbau, Maschinenbau, Schiffbau, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Teilnahme kostenlos! Zeitplan und Programm auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben!

Kjellberg

K 4/2

Kjellberg hilft die Leistung *steigern!*

Finsterwalde

Gmeinder

Diesel-Lokomotiven

für alle Spurweiten von 10—500 PS

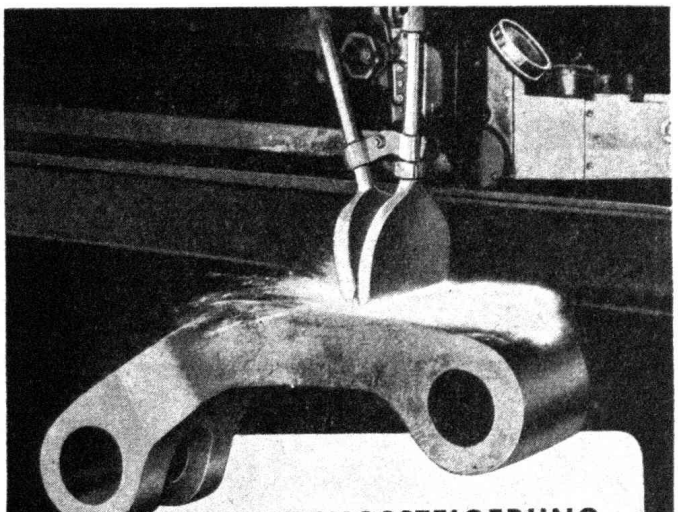
Gruben- und Tunnel-Lokomotiven

Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H.

Lokomotiven- und Maschinenfabrik

Mosbach in Baden · Tel. 514/15



LEISTUNGSSTEIGERUNG

durch Peddinghaus-

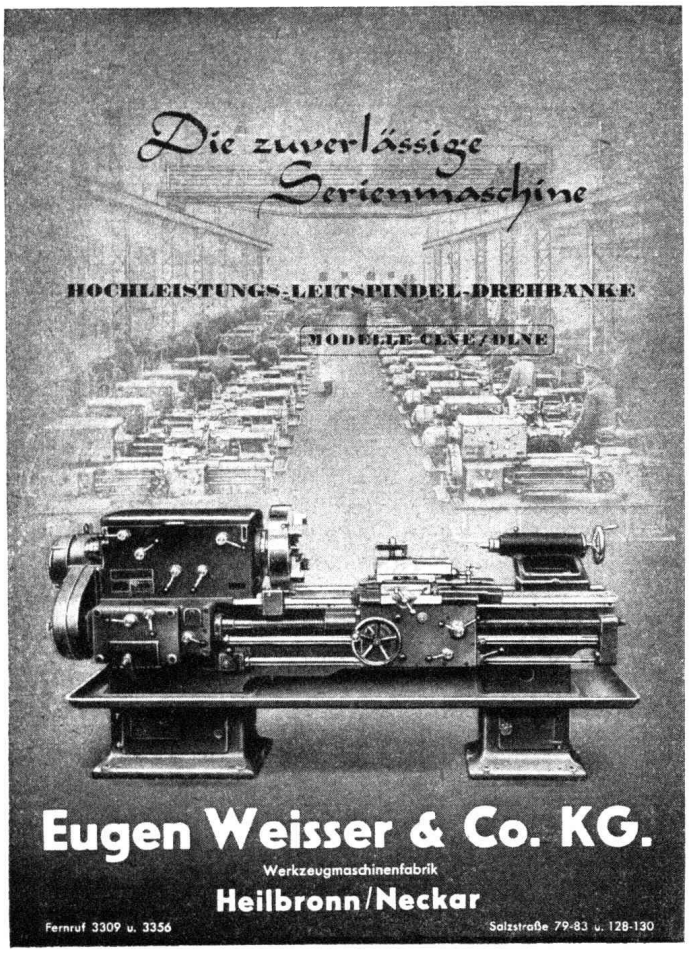
Oberflächenhärtebrenner D. R. P.

für Leuchtgas-Sauerstoff. Neben einer bedeutenden Vereinfachung des Härtevorganges werden beträchtliche Ersparnisse an Werkstoff, Arbeitszeit und Energie erreicht.

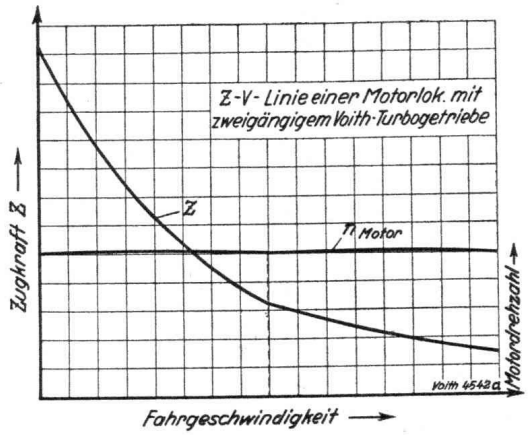
Kostenlose Unterlagen und fachmännische Beratung durch

PAUL FERD. PEDDINGHAUS

ABT. OBERFLÄCHENHÄRTUNG · GEVELSBERG I. W.



Warum Strömungsgetriebe für Motorlokomotiven?



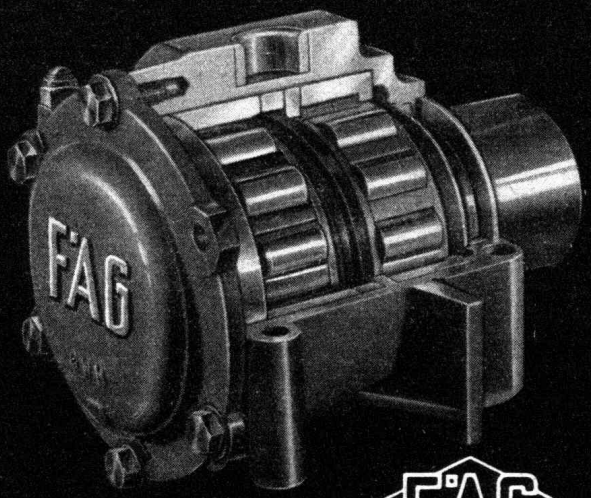
Weil eine Motorlokomotive mit

Voith-Turbogetriebe

z. B. die obenstehende Zugkraftlinie fährt, die der idealen Zugkraftlinie sehr nahe kommt.

J.M.Voith Heidenheim (Brenz), Maschinenfabrik

GÜNTHER-WERKE, DRESDEN-N. 15



FAG

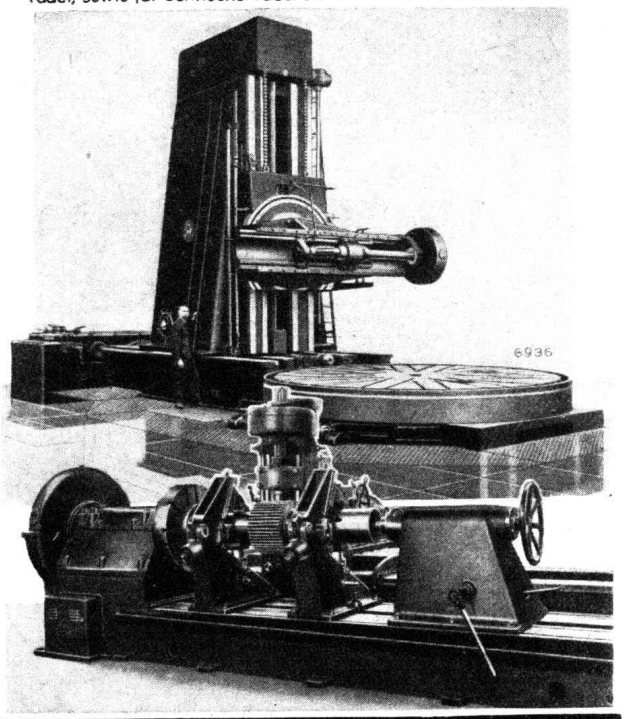
Rollenachslager

KUGELFISCHER
GEORG SCHÄFER & CO.
SCHWEINFURT · GEGRÜNDET 1883

Zahnrad-Fräsmaschinen

Ritzel-und Räderfräsmaschinen, Modell 1 RF,
für Stirn-u. Schneckenräder bis 1000 u. 1500 mm Durchmesser

Präzisions-Räderfräsmaschinen, Modell RF,
für Stirn-, Schrauben-, Doppelschrauben- und Pfeilzahnräder, sowie für Schneckenräder bis 7000 mm Durchmesser u. darüber.

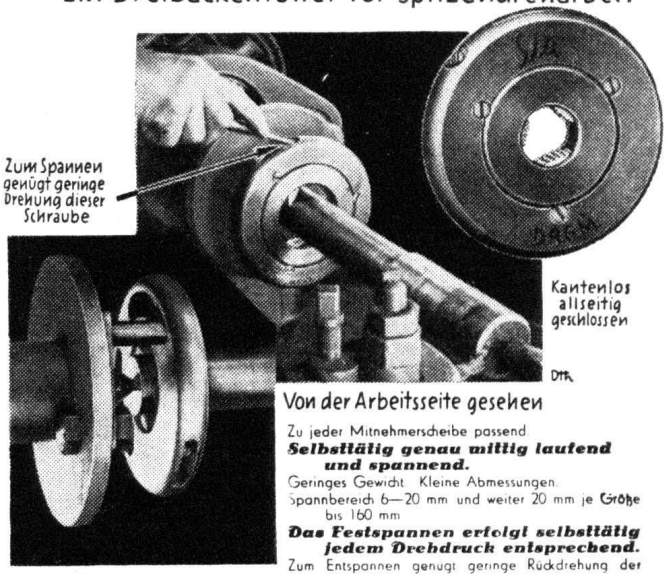


Schiess Aktiengesellschaft Düsseldorf

Mehrleistung und vollkommener Unfallschutz an Drehbänken

mit **SSM** **Sia-Sicherheits-Mitnehmer** D.R.G.M.

NEUARTIGES MASCHINENELEMENT
Ein Dreibackenfutter für Spitzendrehарbeit



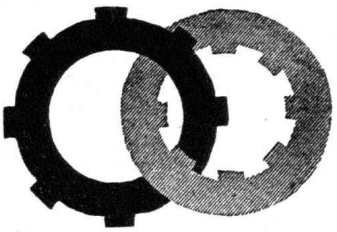
Zu jeder Mitnehmerscheibe passend
Selbsttätig genau mittig laufend und spannend.
Geringes Gewicht. Kleine Abmessungen.
Spannbereich 6—20 mm und weiter 20 mm je Größe bis 160 mm
Das Festspannen erfolgt selbsttätig jedem Drehdruck entsprechend.
Zum Entspannen genügt geringe Rückdrehung der Schraube

10000 fach bewährt

RP

RUDOLF P. HÄCKER · DRESDEN 16
RUF 39550 u. 45050 WALDERSEEPLATZ 10

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann
Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

Schutzmarke

»WÄCHTERS«

Schwarzbeize

für Eisen und Stahl

Alle Produkte für die Metallbearbeitung
Metallreinigungs- und Entfettungsmittel

Chemische Fabrik Gebrüder Wächter
Chemnitz
Telegramm-Adresse: „Radikal" · Fernruf 4 01 67, 4 40 68

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig

seit Jahren erprobt,
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit,
geringes Gewicht

DÜR MOL

DÜRMOL · Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

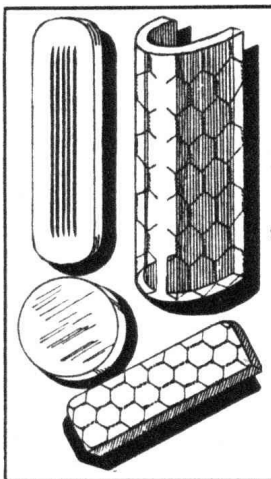
Richt- und Anreißplatten

In den Größen von 200 × 200 × 40 bis 4000 × 1500 × 200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschied. Größen.

Otto Windgassen . Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon: 35651, 37950 Fischerstraße 47



Technische

Hartgläser

und Drahtgläser

für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co

Hartglasfabrik

Hainsberg i. Sa.

Weichen . Waggons . Kessel

Anschlußgleise
Feld- und Normalbahnmaterial
Ersatzteile . Behälter
Blech- und Eisenkonstruktionen
Schraubenfabrik
Schweiß- und Aufpreßarbeiten

Bahnbedarf-Rodberg G.m.b.H., Darmstadt

„Warum arbeitet die neue Maschine noch nicht?"

So fragte der Betriebsführer bei einem Rundgang durchs Werk. „Das Betonfundament ist noch nicht abgebunden", erklärte man ihm. Man mußte also geduldig warten... Dieser Stillstand der Maschine wäre zu vermeiden gewesen, wenn man dem Beton gleich beim Anmachen eine geringe Menge

Paratect-Mörtelzusatz-Schnell

beigemischt hätte. Durch Paratect-Mörtelzusatz-Schnell wird die Abbindezeit von Maschinenfundamenten erheblich verkürzt. Außerdem gewährleistet Paratect-Mörtelzusatz-Schnell Härtung und Dichtung der Betonkonstruktionen, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Öle, Säuren, Rauchgase, aggressive Wässer und sonstige Zerstörungseinflüsse.

Aufschlußreicher Prospekt auf Wunsch kostenlos von der
Paratect-Gesellschaft, Borsdorf F 15 b. Leipzig

Verbandkästen

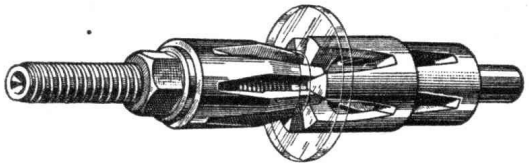
Verbandstoffe

W. Schleenbecker

Frankfurt a. M., W. 13

Fernruf 71853

Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.

Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

Glas für technische Zwecke

Hart- und Drahtgläser für Dampfarmaturen • Reflexionswasserstandshartgläser • Wasserstandsschutzgläser mit Drahteinlage • Wasserstandsröhren aus Hartglas Drahtglasschutzhülsen • Schaugläser aus Preßhartglas Stöpselgläser aus Hartglas • Ölergläser • Sicherheits-, Hart- und Verbundglas • Lokomotivführerstandsgläser aus Spiegelglas, Drahtspiegelglas • Dickglas nach Schablonen

liefert

Karl Hanausek, Wien IV/50

Wiedner Gürtel 12 · Fernruf U 49-5-75

BEWEGLICHE STEHBOLZEN UND DEREN ZUBEHÖR

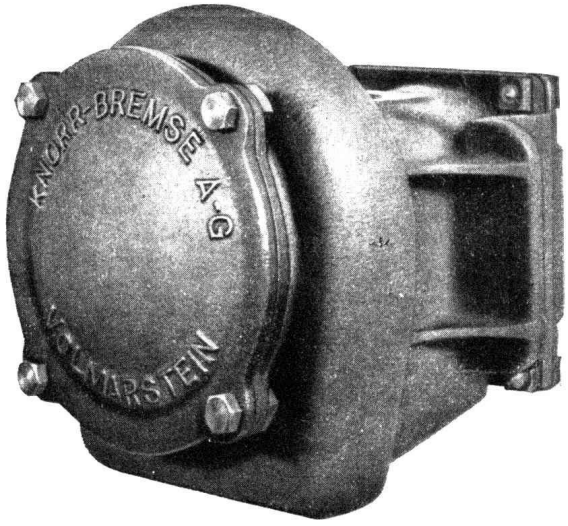
mit höchster Genauigkeit im Gesenk geschmiedet

bevorzugt man seit Jahren für deutsche und ausländische Lokomotiven

SOLINGER GESENKSCHMIEDEN ENGELS, RAUH & CO.

INHABER WALTER GOTT

Solingen-Foche Fernruf Sa 26061



Immer gut geschmiert ist die Achse im Isothermos-Achslager!

Ein abgeschlossener Ölvorrat wird durch eine Ölschleuder in Umlauf gesetzt und ständig der Achse zugeführt.
Das Öl wird äußerst sparsam verbraucht, die Gleitflächen geschont.

KNORR-BREMSE A-G
Stahlwerk Volmarstein-Ruhr

TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

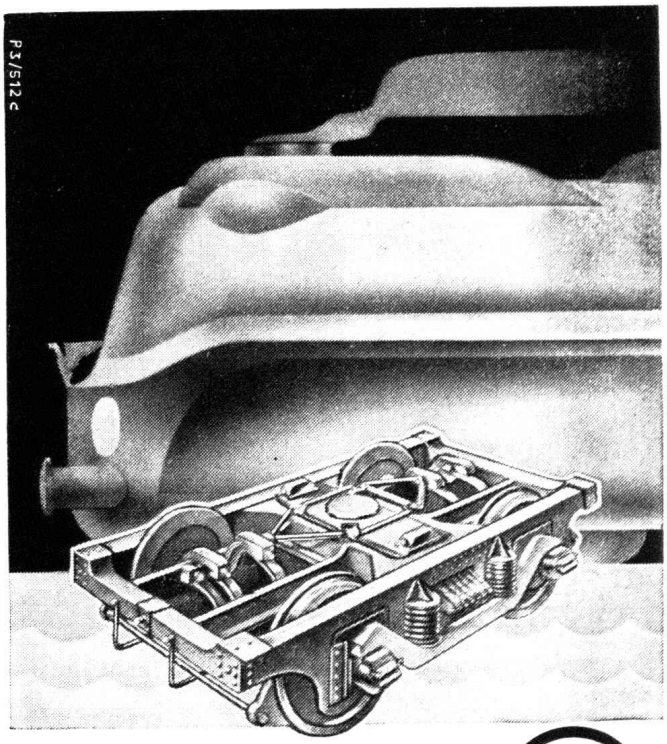
Gustav Ruth
Temperol-Werke
Chemische u. Lackfabriken
Hamburg-Wandsbek

Schütz Metusit Wortschutz

Kleidung schützt Schaffende vor Unfall u. Gefahr!

Kurt **Metius, Leipzig C 1/1** Schütz KLEIDER FABRIK

P3/512c



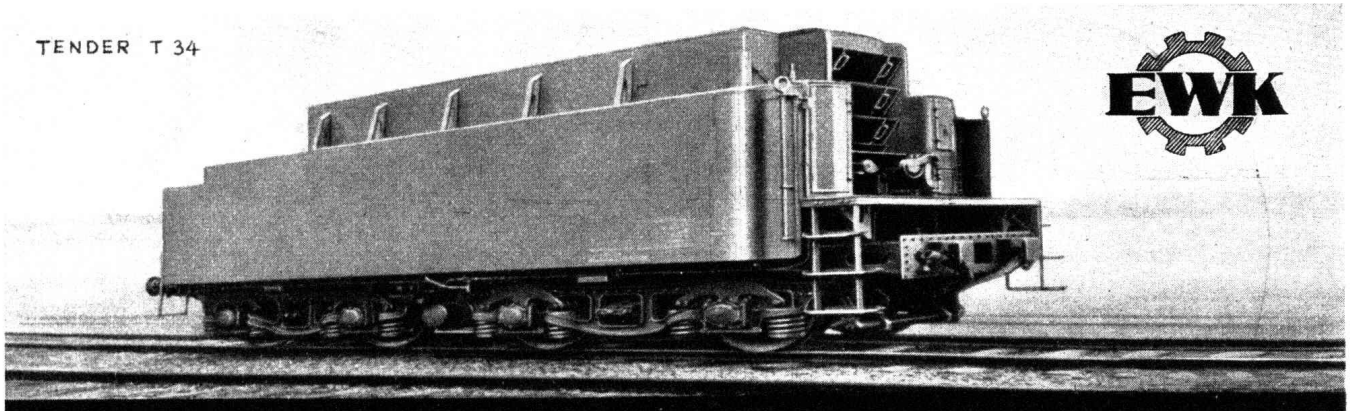
Für die Reinigung
in Verkehrsbetrieben und Reichsbahnwerkstätten.

P3

HENKEL & CIE. A-G. DÜSSELDORF

Verlagsleiter: Ewald Darkow, Bielefeld. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Richard Kallmeier, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4972. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

TENDER T 34

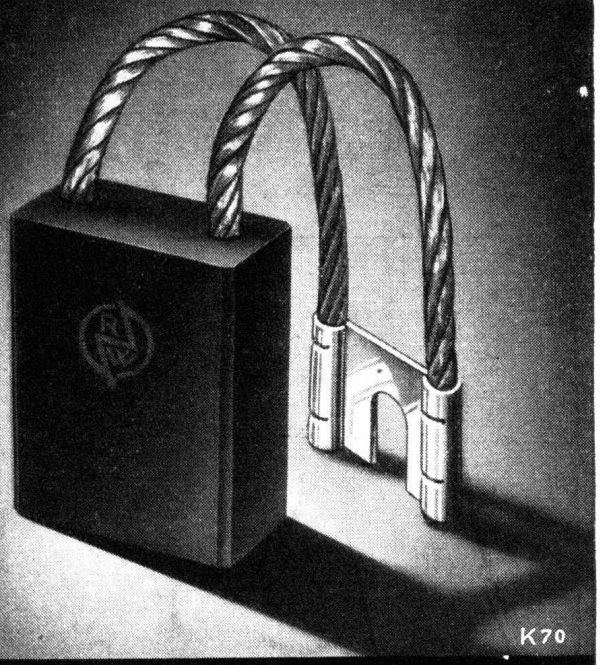


EWK

EISENWERKE KAISERSLAUTERN

RINGSDORFF

Kohlebürsten



K70

RINGSDORFF-WERKE K.G. MEHLEM-RHEIN

Beschädigte Fräser,

Räumnadeln, sowie Schnittwerkzeuge aus Schnellstahl werden

vollwertig hergestellt mit

Gridur SW

dem hochwertigen
„GRIESHEIM"-
Werkstoff für die verschleißfeste Auftrags-Schweißung.

Fragen Sie uns!
Wir beraten Sie bereitwilligst.

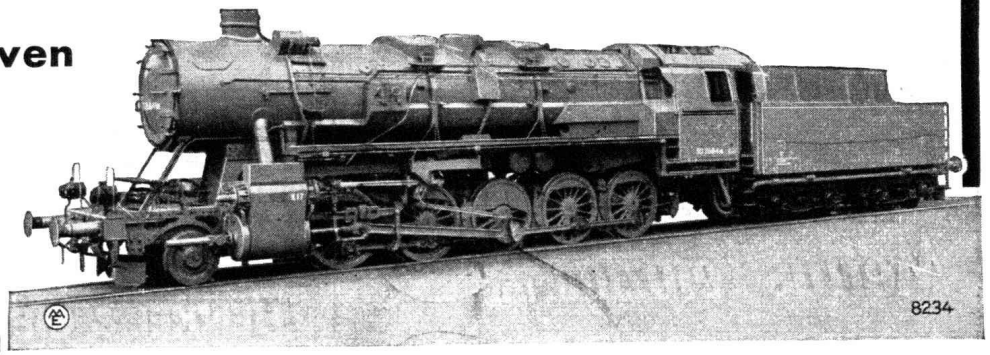
›GRIESOGEN‹

GRIESHEIMER AUTOGEN VERKAUFS-G.M.B.H.
FRANKFURT (MAIN) 4 · FEUERBACHSTR. 50

Esslingen

Lokomotiven

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN
ESSLINGEN a. N.



1 E Heißdampf-Güterzug-Lokomotive
Baureihe 50 ÜK

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG MÄRZ 1943 NUMMER 3

Feuerlose Lokomotiven mit geschweißtem Kessel

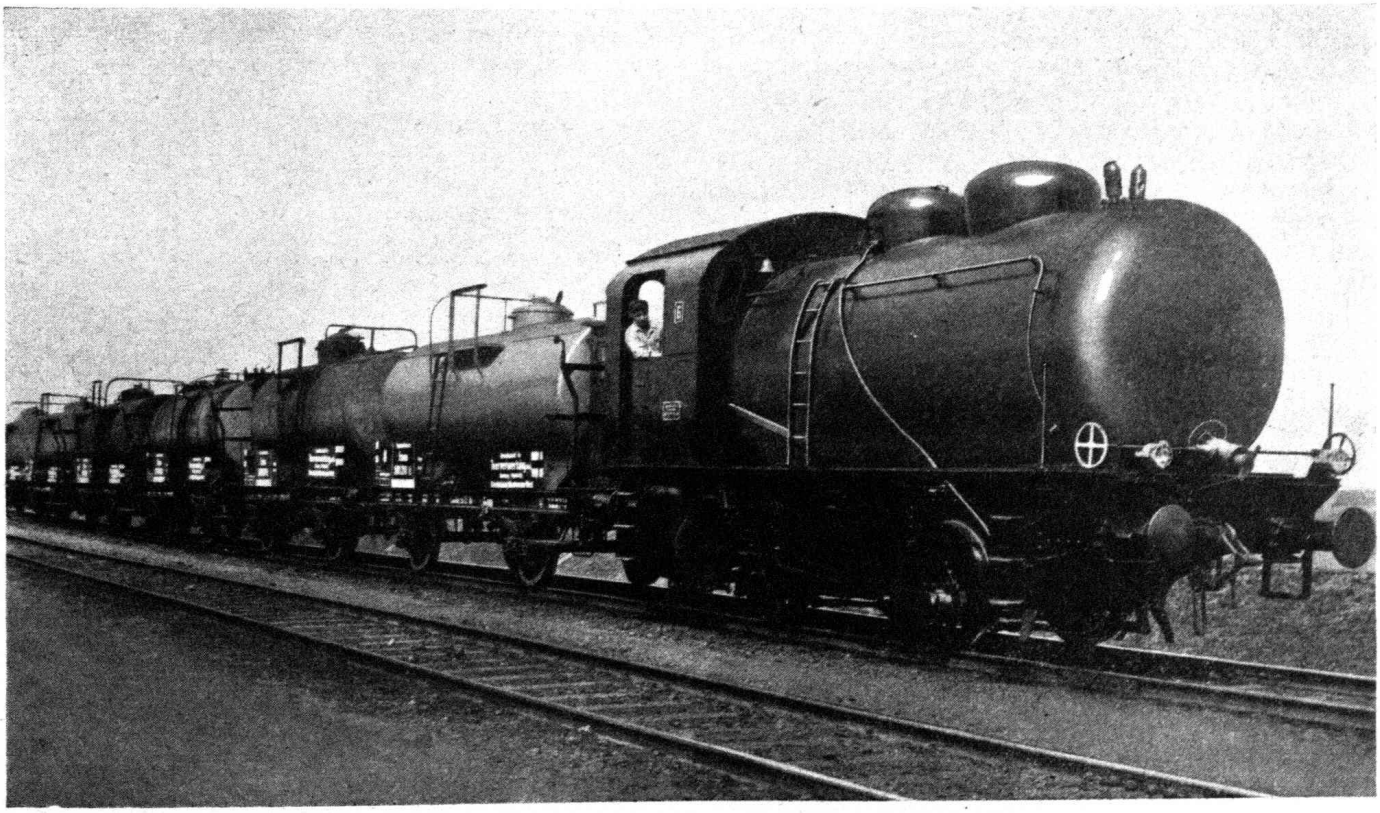
Von Oberingenieur E. Meyer, Essen

Die Heißwasserbehälter der feuerlosen Lokomotiven (Bild 1) sind die typischen Vertreter der Kessel mit häufigen Druckschwankungen, deren Baustoffe ziemlich rasch wechselnden Beanspruchungen und gleichzeitigen Temperaturänderungen ausgesetzt sind. Den Dampfkessel-Aufsichtsstellen haben diese Kessel, die man anfänglich als nicht genehmigungspflichtige Dampffässer behandelte, manche Sorgen bereitet. Es zeigte sich, daß die flachgewölbten Böden an den Krempen, wie bei den ortsfesten Kesseln, im Laufe der Zeit zerstört wurden. Mitunter hatte man auch mit Undichtheiten an den Nietnähten zu kämpfen, bis man für die Längsnähte, in denen die großen Beanspruchungen auftreten, die Doppellaschennietung wählte.

Die Nietung dieser an sich einfachen Walzenkessel erfordert sorgfältige Vorbereitung des Werkstoffes. Dazu zählt in erster Linie die schwierige Arbeit des Zusammenpassens, von der die Haltbarkeit der Nietnähte abhängt. Genaues Bohren der Nietlöcher, Prüfung des Schließdruckes beim Nieten und der Zeit zum Erkalten der Nietköpfe unter dem Maschinenstempel sind erforderlich, ferner gute Handnietung der dem Arm der Nietmaschine nicht mehr zugänglichen letzten Rundnaht. Auch sind die Nähte und, soweit noch notwendig, die Nieten zu verstemmen. Nur am Übergang von der Längs- zur Rundnaht ist eine kleine Schweißung nötig, um den Blechstoß gut zu dichten. Sie wird heute meist als Schmelzschweißung ausgeführt.

Ein vollständig genieteter Kessel einer älteren feuerlosen Lokomotive ist in Bild 2 dargestellt. Absichtlich wurde dazu eine schwierig herzustellende, im übrigen nicht vorbildliche Kesselausführung gewählt, bei der das eine Ende aus Betriebsgründen stark verjüngt ist. Das Bild zeigt die umfangreiche Nietarbeit an den

Bild 1: Feuerlose Lokomotive mit 20 t Achsdruck zur Beförderung schwerer Güterzüge auf Industriebahnen



zweireihigen Rundnähten und den dreireihigen Doppellaschen-Längsnähten. Auch der Domfuß ist mit dem Kessel und dem Domring vernietet, ebenso der Domoberteil mit dem zweiten Domring. Der Kessel ist nur 3610 mm lang und hat am Domende 2200 und am verjüngten Ende 1700 mm Durchmesser. Die Mantelstärke beträgt 20 mm, die Stärke der Böden 33 und 24 mm, der Nietlochdurchmesser 28 mm. Das Verhältnis der Festigkeit der Längsnähte zur Festigkeit des vollen Bleches ist etwa 0,8. Der Druck in dem Kessel verringert sich täglich mehrere Male vom Fülldampfdruck von 13 atü bis auf etwa 3 atü. Der Gesamtinhalt ist 12,3 m³.

In dieser Weise werden seit Jahren die meist zylindrischen Kessel der feuerlosen Lokomotiven hergestellt, wobei zu bemerken ist, daß das Festigkeitsverhältnis der Längsnähte bei Anordnung vierreihiger Doppellaschennietung auf 0,9 gebracht werden kann. Mehrfach sind aber auch geschweißte Rundkessel in Betrieb genommen worden, bei denen die mittlere Rundnaht

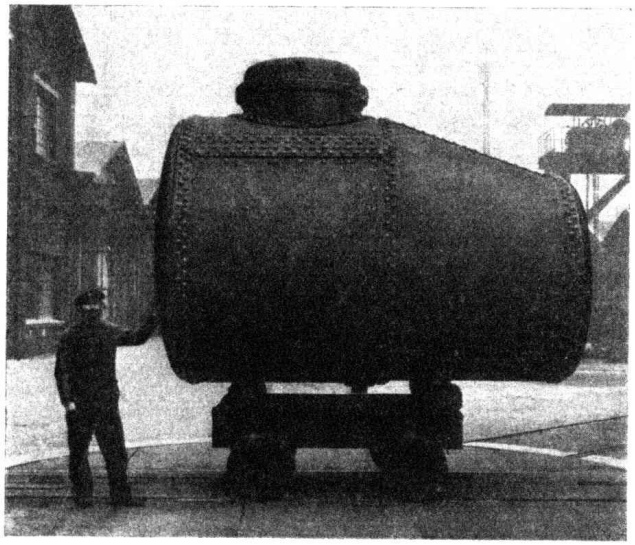


Bild 2: Genieteter Kessel einer feuerlosen Lokomotive

und die Längsnaht der beiden Schüsse mit Wassergas geschweißt wurden. Die kurz überlappten Nähte wurden mit der Wassergasflamme beiderseits fortlaufend erwärmt und mit der Maschine gehämmert. Die Böden wurden eingenietet. Das Ergebnis dieses bekannten Verfahrens war gut, und solche Kessel sind seit 30 Jahren in Betrieb, ohne Schäden zu zeigen. Diese Herstellungsart hat sich aber seinerzeit wegen der höheren Herstellungskosten nicht durchsetzen können.

Inzwischen entwickelte sich die Schmelzschweißung zu einem zuverlässigen Arbeitsverfahren, das auch im Dampfkesselbau Eingang fand.

Im Lokomotivbau wurden zunächst Einzelteile und Behälter, insbesondere aber die zu Undichtigkeiten neigenden Feuerbüchsen geschweißt. Die Erfahrungen und Erkenntnisse über das Verhalten der verschiedenen Werkstoffe und Zusatzwerkstoffe führten zur Schweißung der hochbeanspruchten Verbindungsnähte der Lokomotivkessel. Nach den neueren Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel können die Schweißnähte unabhängig von der Art des Verfahrens mit 0,7 der Werkstoff-Festigkeit bewertet werden. Auf Antrag kann aber auch eine Höherbewertung bis 0,9 zugelassen werden für ein nach Schweißart und Zusatzwerkstoffen gekennzeichnetes Verfahren. In beiden Fällen ist ein nachfolgendes Spannungsfreiglühen vorgeschrieben. Die Firma Krupp verfügt über alle Einrichtungen zur sachgemäßen Behandlung geschweißter Kessel und besitzt die Berechtigung, unter bestimmten Voraussetzungen den Schweißnaht - Bewertungsfaktor 0,9 für spannungsfrei geglühte Behälter einzusetzen. Nachdem sie eine Reihe von Lokomotiven mit geschweißten Kesseln geliefert hat, ist sie nunmehr auch zur Herstellung von geschweißten Heißwasserbehältern feuerloser Lokomotiven übergegangen. Diese haben den Vorzug einer glatten, nicht durch Nietnähte, Blechstöße und Nietkopfreihen unterbrochenen Oberfläche, welche die Auflagerung und Umkleidung vereinfacht und die Untersuchung erleichtert. Die bei der Nietung leicht auftretenden Undichtigkeiten fallen fort; auch tritt in der Regel eine Gewichtsersparnis ein.

Die Regelausführung feuerloser Kessel ist die genietete, insbesondere weil die Besteller mit der geschweißten Ausführung nach den neuesten Verfahren noch wenig vertraut sind und die Werkstätten bei der starken Belastung mit Schweißarbeiten für sonstige Zwecke die Herstellung geschweißter Kessel im großen vielfach noch nicht übernehmen können.

Wie vorher erwähnt, haben sich an den älteren flach gewölbten Kesselböden Schäden gezeigt. Allgemein ging man daher zu tiefer gewölbten Böden mit großem Krempenhalbmesser über, bei denen solche Schäden nicht mehr auftreten.

Da der Baustoff bei den feuerlosen Kesseln durch den wiederholten starken Druckwechsel erheblichen Beanspruchungen ausgesetzt ist, sollte er möglichst gegen Alterung unempfindlich sein. Der Kruppsche alterungsbeständige Izettstahl bietet eine weitgehende Sicherheit gegen Alterungssprödigkeit und interkristalline Korrosion, weshalb er in der Kruppschen Lokomotivfabrik zu feuerlosen Kesseln vorzugsweise verwendet wird.

Im nachstehenden folgt die Beschreibung einer zweifach gekuppelten feuerlosen B-Lokomotive. Feuerlose Lokomotiven mit etwa 30 Tonnen Dienstgewicht sind bei großen Werken sehr gebräuchlich und wurden von der Lokomotivfabrik der Fried. Krupp Aktiengesellschaft häufig gebaut. Zwei an ein Werk der chemischen Industrie gelieferte Lokomotiven erhielten erstmals geschweißte Kessel (Bild 3).

Die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven sind:

Spurweite		1435 mm
Zylinderdurchmesser	d =	620 mm
Kolbenhub	h =	400 mm
Raddurchmesser	D =	850 mm
Radstand		2500 mm
Fülldampfdruck		16 atü
Heißwasserinhalt		11,5 m³
Dampfraum		3 m³
Zugkraft Z = 0,15 · G		4800 kg
Leergewicht		22 t
Dienstgewicht	G =	32 t
Höhe der Lokomotive		3850 mm
Breite der Lokomotive		3100 mm
Länge der Lokomotive		7900 mm
Kleinste Gleisbogen		60 m
Größte Geschwindigkeit		30 km/h

Der Leistungsbereich feuerloser Lokomotiven ist natürlich begrenzt. Er ist von der zur Dampfabgabe aufgespeicherten Flüssigkeitswärme abhängig, also von dem Fülldampfdruck und der Menge des die Wärme aufnehmenden Wassers. Daraus ergibt sich die Zahl der Wärmeeinheiten, die zwischen Anfangs- und Enddruck zur Arbeitsleistung abgegeben werden können.

Arbeitsleistung

Die Arbeitsleistung in mkg ermittelt sich aus der jeweils entwickelten Zugkraft und der zurückgelegten Strecke. Da bei feuerlosen Lokomotiven eine Wärmeeinheit durchschnittlich 25 bis 30 mkg leistet, läßt sich die zu erzielende mechanische Gesamtleistung leicht feststellen. Meist sind in einem Betrieb Anzahl und Art der Wagen sowie die damit zu durchfahrenden Streckenlängen und Steigungen bekannt, so daß sich sowohl die erforderliche Arbeit der Lokomotive als auch die Zeit berechnen läßt, nach welcher der Behälter wieder aufgeladen werden muß. Die hier beschriebene Lokomotive würde im aufgeladenen Zustand auf ebener, gerader Strecke folgende Lasten befördern:

1. bei einem Druckabfall bis auf 2 atü
   550 t Zuglast 8,8 km weit,
oder 2. bei einem Druckabfall bis auf 5 atü
   1400 t Zuglast 2,4 km weit,
   und außerdem von 5 bis 2 atü
   550 t Zuglast 3,2 km weit,
oder 3. bei einem Druckabfall bis auf 8 atü
   1800 t Zuglast 1,1 km weit,
   und außerdem von 8 bis 2 atü
   550 t Zuglast 5,4 km weit.

Für das Aufladen von 2 auf 16 atü sind 1340 kg Naßdampf erforderlich. Die Anhängelast, welche die Lokomotive befördern kann, ist aus der Zylinderzugkraft zu ermitteln, die der Reibung der Räder auf den Schienen angeglichen sein muß. Bezeichnen p den Arbeitsdruck im Schieberkasten in atü, d den Zylinderdurchmesser in cm, h den Kolbenhub in cm und D den Raddurchmesser in cm, so berechnet sich aus der Zugkraft $Z = 0{,}6 \frac{p\ d^2\ h}{D}$ der Arbeitsdruck, auf den der Lokomotivführer den Behälterdruck abdrosselt, bei den angegebenen Abmessungen zu

$$p = \frac{ZD}{0{,}6\ d^2\ h} = \frac{4800 \cdot 85}{0{,}6 \cdot 62^2 \cdot 40} = 4{,}4 \text{ atü}.$$

Bis zu einem Behälterdruck von 4,4 atü wird also die volle Zugkraft der Lokomotive ausgeübt. Sinkt der Druck weiter, so läßt auch die Zugkraft nach. Bei etwa 1 atü Behälterdruck kann sich die Lokomotive in der Ebene noch selbst fortbewegen. Größere Abkühlungsverluste werden durch Wärmeschutzmatten aus Glasgespinst und dergl. verhindert. Der thermische Wirkungsgrad der feuerlosen Lokomotiven ist zwar nicht hoch; im Hinblick auf die einfache, zuverlässige Betriebsweise und die Entnahme billigen Dampfes aus einer Großkesselanlage ist der Betrieb gegenüber anderen Lokomotiven aber sehr vorteilhaft.

Fahrgestell

Die Rahmen, aus gewalzten Blechtafeln von SM-Stahl bestehend, sind durch Quer- und Endversteifungen fest miteinander verbunden und mittels Blattfedern auf den beiden gekuppelten Achsen abgefedert. Am Hinterende trägt der Rahmen die gußeisernen Dampfzylinder. Die Kolbenschieber laufen in besonderen Büchsen, die Kolbenstangen in Weichmetallpackungen. Triebwerk und Bremse sind von der bei Industrie-Lokomotiven üblichen Form. Die allgemeine Ausrüstung, Läutewerk, elektrische Beleuchtung und sonstige Einrichtungen entsprechen den üblichen Vorschriften.

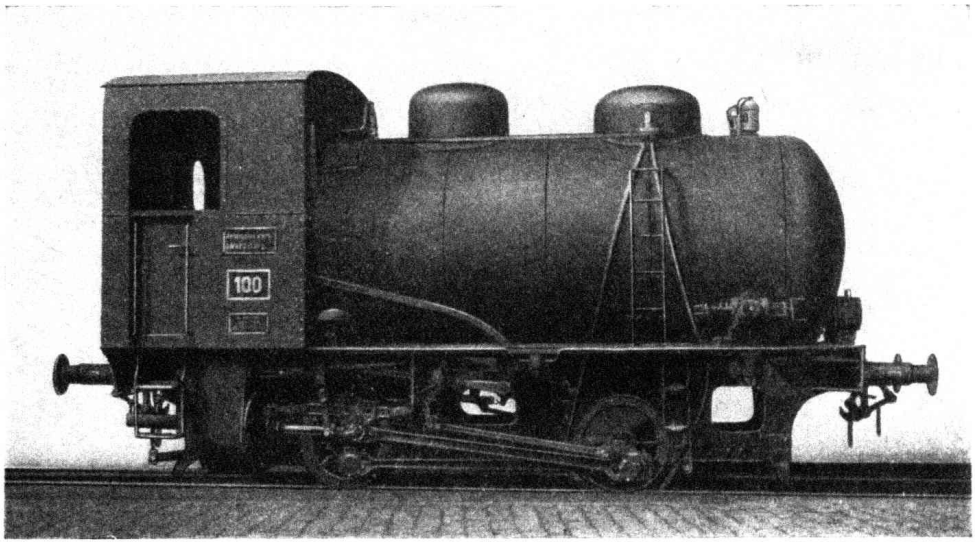


Bild 3: Feuerlose B-Lokomotive mit geschweißtem Kessel

Kessel

Für die Ausführung des Kessels war vom Besteller elektrische Schweißung gewünscht. Es wurde vereinbart, daß für die Wandungen der Kruppsche alterungsbeständige Izettstahl *) zu wählen sei. Ferner wurde festgelegt, daß die Schweißung den neuesten Bestimmungen des Reichs- und Preußischen Wirtschaftsministeriums entsprechen sollte, wonach schmelzgeschweißte Kesselschüsse bei 600 bis 650° im ganzen spannungsfrei zu glühen sind. Der Wertigkeitsfaktor wurde damals noch mit nur 0,7 der Baustoff-Festigkeit in die Rechnung eingesetzt.

Baustoffe waren:

Kesselteil	Baustoff	Zugfestigkeit kg/mm²	Geringste Dehnung %
Kesselschüsse	Izettstahl IV	47—56	20
Kesselböden		44—53	22
Dommantel und	Izettstahl III		
Domdeckel	Izettstahl II	41—50	25

Unter Zugrundelegung der niedrigeren Festigkeitsziffern berechneten sich die Wandstärken des Kessels wie folgt:

Zylindrischer Teil 20,2 mm; ausgeführt 20,5 mm;
Kesselböden 17,9 mm; ausgeführt 20,5 mm.

Die Wandstärken wurden gleichgehalten, um eine gleichmäßige Schweißnaht zu erzielen.

Wandstärke des Dommantels 10,1 mm; ausgeführt 18 mm;
Wandstärke des Domdeckels 30 mm; ausgeführt 32 mm.

Die Wandstärke des Dommantels wurde mit Rücksicht auf die Umbördelung des Fußes so stark gewählt.

Wie aus Bild 4 ersichtlich, sind die Kessel aus zwei Rundschüssen und den beiden tiefgewölbten Böden zusammengeschweißt. Der aufgenietete Dampfdom ist

*) Siehe Die Lokomotive Nr. 9, 1942.

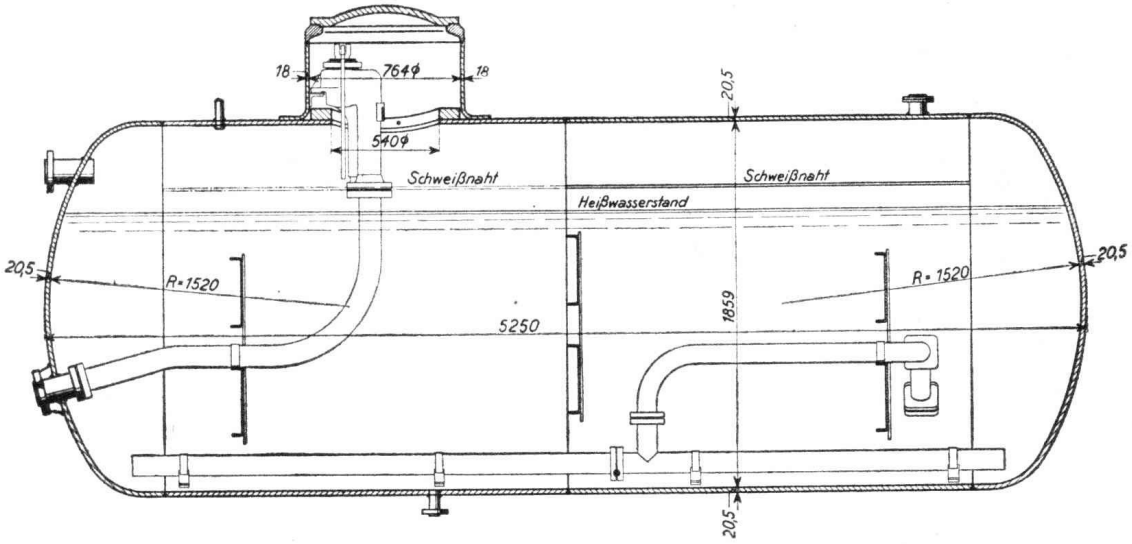


Bild 4: Geschweißter Kessel der feuerlosen B-Lokomotive. Betriebsdruck 16 atü, Probedruck 20,8 atü

ebenfalls durch Schweißung hergestellt. Der Dommantel ist in der senkrechten Naht, die Oberkante mit dem Winkelring verschweißt (Bilder 4 und 6). Er wurde mit dem unteren, umgebördelten Ende mit dem Kesselblech in der üblichen Weise vernietet. Man hat diesem bewährten Verfahren, wobei der Domausschnitt durch einen Verstärkungsring versteift wird, gegenüber der Schweißung den Vorzug gegeben, weil es bei den an dieser Stelle immer auftretenden Spannungen zuverlässiger erschien. Von dem Aushalsen des Kesselbleches, wobei der Dom glatt hätte angeschweißt werden können, wurde bei der Größe des Domes abgesehen. Die Längsnähte des Kessels liegen rechts und links in der Dampfzone.

Die Schweißung erfolgte mit Gleichstrom nach dem elektrischen Lichtbogenschmelzverfahren mittels der von der Firma Krupp für hochwertige Schweißverbin-

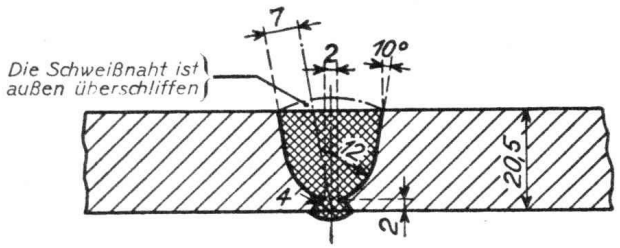


Bild 5: Schweißnaht des Kessels (Tulpenform)

dungen entwickelten Sonderelektrode Zeus-EV 52K, die nach den Reichsbahn- und VDI-Bestimmungen den Güteklassen E 34 h, E 37 h, E 42 h und E 52 h entspricht. Die zu schweißenden Teile waren so hergerichtet, daß sie am Fuße der Schweißnaht etwa 2 mm Abstand voneinander hatten.

Für die Naht selbst wurde die Tulpenform (Bild 5) gewählt, die gegenüber der V-Naht ein günstigeres Einschmelzen im Nahtgrunde gewährt. Die Schweißung wurde zunächst mit 5-mm-Elektroden in mehreren Lagen bis zu ¾ der Nahttiefe durchgeführt. Danach wurde die Nahtwurzel ausgeschliffen und mit 4-mm-Elektroden geschweißt, worauf die Fertigschweißung und ein sauberes Überschleifen der Naht folgte. Die Stromstärke ist bei den gewählten Elektroden in der Regel 200 bzw. 170 Amp. Die Elektrode Zeus-EV 52 K ist eine stark umhüllte Mantelelektrode aus Mn-Mo-legiertem Draht von 47 bis 56 kg/mm² Zugfestigkeit, über 20 % Dehnung für $l = 5\,d$ und einer Kerbschlagzähigkeit im reinen Schweißgut gleich oder größer 6 mkg/cm² (DVMR-Probe). Stark umhüllte Elektroden sind für die Schweißung starker Kesselbleche besonders geeignet, weil sie ruhig abbrennen, das Schmelzbad höhere Temperaturen annimmt als bei Verwendung blanker Elektroden und die Verbindung zwischen Grundstoff und Schweißgut besser wird. Auch schützt die Schlacke, die von der aus mineralischen Stoffen und Legierungsbestandteilen bestehenden Umhüllung gebildet wird, vor plötzlichen Abkühlungen. Es ist die Regel, daß die in der Kruppschen Lokomotivfabrik geschweißten Kesselnähte mittels Röntgenanlage auf Schweißfehler, Schlackeneinschlüsse oder Gasporen untersucht werden.

Nach dem Zusammenschweißen wurden die Kessel im ganzen — ohne Dom — im Glühofen 13 bis 16 Stunden lang angewärmt und 3 Stunden bei rund 600° geglüht, wodurch die beim Schweißen entstandenen Spannungen im Werkstoff nachweislich beseitigt werden, ohne daß sich im allgemeinen Formänderungen zeigen.

Wie aus dem Vorangegangenen ersichtlich, ist bei den Kesseln der feuerlosen Lokomotiven das Schweißverfahren mit Vorteil anzuwenden, namentlich wenn

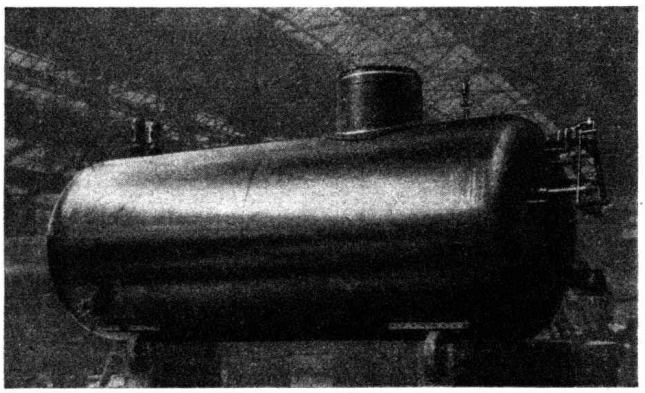


Bild 6: Fertiger geschweißter Kessel

der zugelassene Wertigkeitsfaktor der Schweißnähte von 0,9 der Werkstoff-Festigkeit eingesetzt werden kann. Im vorliegenden Falle wurde, wie erwähnt, mit der bis dahin gesetzlich zulässigen Wertziffer von 0,7 gerechnet, so daß die Ersparnis an Gewicht von 800 kg, die sich sonst ergeben hätte, nicht voll ausgenutzt werden konnte.

Deutsche Lokomotiven im Nahen Osten

Von Dr.-Ing. Ludw. Schneider, München

Durch mannigfache Handelsbeziehungen verknüpft und durch die geographische Lage besonders begünstigt, sind die Verbindungen der deutschen Maschinenindustrie mit den Balkanländern und Vorderasien naturgemäß sehr enge. Der Nahe Osten gehört auch zu den ältesten und aufnahmefähigsten Absatzgebieten des deutschen Lokomotivbaues. Es ist in diesem Rahmen unmöglich, eine ausführliche lückenlose Darlegung der Entstehung und Entwicklung dieser langjährigen Geschäftsverbindungen zu geben, so sehr erwünscht eine

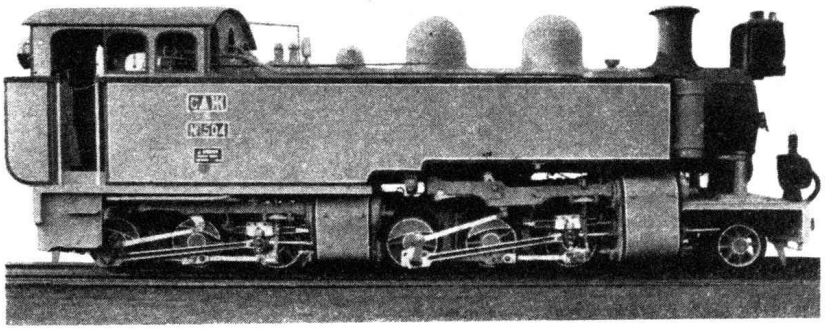


Bild 1: 1 C + C n 4 v - Malletlokomotive der Serbischen Staatsbahnen
Werkfoto A. Borsig, Berlin

umfassende Behandlung dieser für die liefernde Industrie wie für die Geschichte der Lokomotive auf dem Balkan gleich aufschlußreichen Beziehungen auch wäre. Wir wollen uns deshalb hier im wesentlichen auf neuere Lieferungen, etwa seit dem Ausbruch des ersten Weltkrieges, beschränken.

Die in Bosnien seit der Besetzung durch Österreich entstandenen Schmalspurbahnen besaßen ausschließlich österreichische und deutsche Lokomotiven, worunter sich bemerkenswerte kurvenbewegliche Bauarten (Mallet, Klien-Lindner, Gölsdorf) befanden. Das benachbarte S e r b i e n griff auf ähnliche Bauarten zurück. So erhielten die dortigen Staatsbahnen in den Jahren 1913 und 1921 von A. Borsig 1C+C-Mallet-Tender-Lokomotiven [1]) für 760 mm Spurweite. Diese Lokomotiven (Bild 1) hatten Züge von 180 t Gewicht auf Steigungen von 28 v. T. und gleichzeitigen Gleisbogen von 60 m Halbmesser mit 16 km/h Geschwindig-

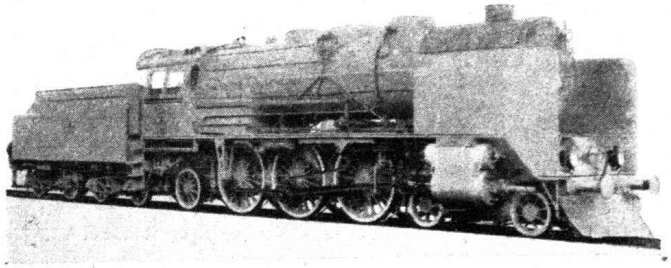


Bild 2: 2 C 1 h 2 - Schnellzuglokomotive der Jugoslawischen Staatsbahnen
Werkfoto Berliner Maschinenbau A. G. vorm. L. Schwartzkopff

keit zu befördern; sie mußten ferner in geeignetem Gelände 30 km/h erreichen. Zur Schonung der Gleise und der Spurkränze sind die beiden ersten Achsen in einem Helmholtzgestell vereinigt. Der größte Achsdruck beträgt 7,5 t. Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Zylinderdurchmesser, mm	2×330/520
Kolbenhub, mm	400
Treibraddurchmesser, mm	800
Kesseldruck, kg/qcm	13
Heizfläche, fb, qm	108,8
Rostfläche, qm	1,9
(für heizwertarme, einheimische Kohle)	
Wasservorrat, cbm	5,5
Kohlenvorrat, t	2
Leergewicht, t	40
Dienstgewicht, t	50,9
Reibungsgewicht, t	45,1

Das erste Staatsbahnnetz auf dem Balkan, das einer Vereinheitlichung seines Lokomotivparkes nach dem Vorbild der Deutschen Reichsbahn nähertrat, war das j u g o s l a w i s c h e. Im Jahre 1929 vergab es an die Lokomotivfabriken A. Borsig und Berliner Maschinenbau A.-G. vorm. L. Schwartzkopff 110 Stück schwere, regelspurige Maschinen nach den Borsigschen Entwürfen, und zwar 40 Stück 2C1-Schnellzug - Lokomotiven, 30 Stück 1D1 - Lokomotiven für Personen- und Eilgüterzüge und 40 Stück 1E - Drillings - Güterzug - Lokomotiven (Bilder 2, 3 und 4). Die Schnellzugtype ist mit ihrem kleinen Treibraddurchmesser dem hügeligen Gelände des Landes gut angepaßt und hat auf 10 v. T. Steigung Züge von 500 t mit 50 km/h zu befördern, die Güterzug - Lokomotive auf der

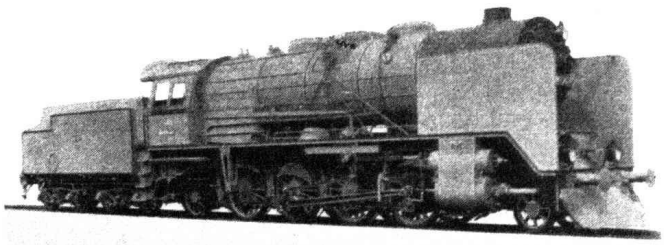


Bild 3: 1 D 1 h 2 - Personenzuglokomotive der Jugoslawischen Staatsbahnen *Werkfoto A. Borsig, Berlin*

gleichen Steigung Züge von 900 t mit 40 km/h. Die Rostflächen sind mit Rücksicht auf die geringwertige einheimische Kohle von 5000 bis 5500 kcal/kg reichlich bemessen. Die Vereinheitlichung von Bauteilen ist bei diesen Lokomotiven weitgehend verwirklicht [2]); so sind z. B. die Kessel und die Tender der drei Lokomotivgattungen einander vollständig gleich. Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind:

Lokomotive:	2C1	1D1	1E
Achsanordnung			
Zylinderdurchmesser, mm	580	630	3×550
Kolbenhub, mm	660	660	660
Treibraddurchmesser, mm	1850	1600	1350
Kesseldruck, kg/qcm	16	16	16
Verdampfungsheizfläche fb, qm	214,4	214,4	214,4
Überhitzer, qm	73	73	73
Rostfläche, qm	5,04	5,04	5,04
Leergewicht, t	91	93	97,3
Dienstgewicht, t	100	102	106,3
Reibungsgewicht, t	54	72	90
Höchstgeschwindigkeit, km/h	100	80	65

Tender:

Wasservorrat, cbm	25
Kohlenvorrat, t	10
Leergewicht, t	24
Dienstgewicht, t	59
Achsstand Lokomotive + Tender, mm	18700

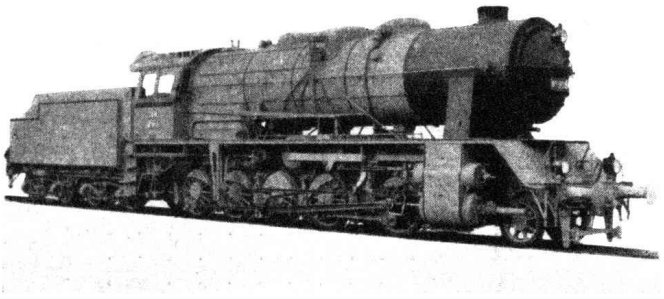


Bild 4: 1E h3-Güterzuglokomotive der Jugoslawischen Staatsbahnen *Werkfoto A. Borsig, Berlin*

Die Entwicklung der bulgarischen Regelspur-Lokomotiven geht seit geraumer Zeit gleichen Schritt mit jener der deutschen; die bulgarischen Schmalspur-Lokomotiven haben auf den wenigen schmalspurigen

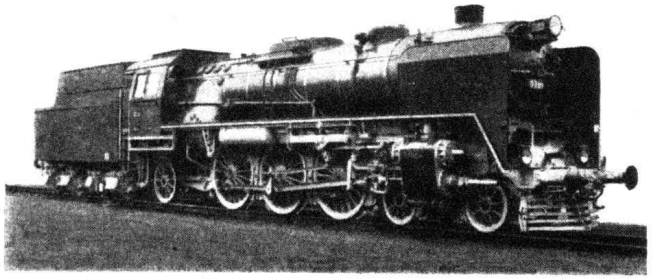


Bild 5: 2C1 h3-Schnellzuglokomotive der Bulgarischen Staatsbahnen *Werkfoto Fried. Krupp A. G., Essen*

deutschen Strecken z. T. nicht ihresgleichen. Verbund- und Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven fanden in Bulgarien schon frühzeitig Eingang. Es ist bekannt, daß sowohl König Ferdinand als auch König Boris

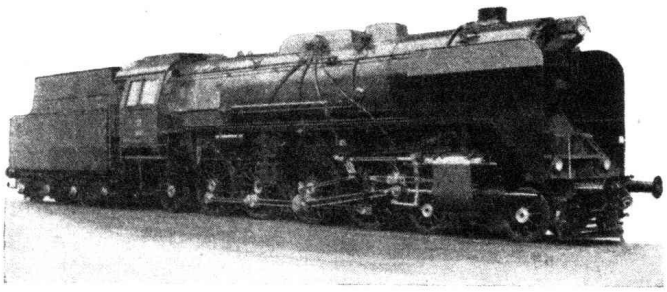


Bild 6: 2D1 h3-Personenzuglokomotive der Bulgarischen Staatsbahnen *Werkfoto Henschel & Sohn, Kassel*

dem Eisenbahnwesen besondere Pflege angedeihen lassen. Der bulgarische Staat begann bald nach 1918 seine Eisenbahnen, die durch die Balkankriege und den Weltkrieg stark gelitten hatten, wieder aufzurichten. Die deutsche Lokomotivindustrie war daran in so hohem Maße mit Lieferungen beteiligt, daß schließlich fast 90 % des bulgarischen Lokomotivbestandes deutschen Ursprungs waren. Eine planmäßige Neubeschaffung unter sich vereinheitlichter Typen, zu der mehrere deutsche Lieferwerke herangezogen wurden, setzte im Jahre 1939 ein. Die erste Lieferung aus einer Reihe Einheitsbauarten waren 5 Stück 2C1-Drillings-Schnellzug-Lokomotiven (Bild 5) aus dem Werk der Fried. Krupp A.-G., Essen, welche auf den Strecken Sofia-Swilengrad und Sofia—Warna in Dienst gestellt sind. Die Beschaffung weiterer 15 solcher Lokomotiven ist geplant. Personenzug-Lokomotiven der Achsanordnung 2D1 (Bild 6) und Personenzug-Tender-Lokomotiven der Achsanordnung 1D2, ferner Eilgüterzug-Lokomotiven 2E (Bild 7) und Schmal-

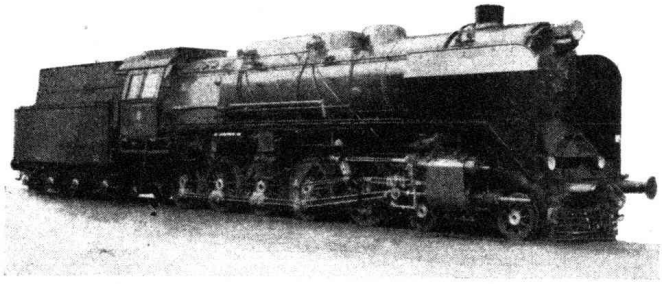


Bild 7: 2E h3-Güterzuglokomotive der Bulgarischen Staatsbahnen *Werkfoto Henschel & Sohn, Kassel*

spur-Lokomotiven 1F2, soweit als möglich vereinheitlicht, wurden ebenfalls der deutschen Lokomotivindustrie in Auftrag gegeben. Die Hauptabmessungen der regelspurigen Lokomotiven sind:

Lokomotive:				
Achsanordnung	2C1	2D1	2E	1D2 t
Zylinderdurchmesser, mm	3×470	3×500	3×520	3×440
Kolbenhub, mm	660	700	700	700
Treibraddurchmesser, mm	1850	1650	1450	1550
Kesseldruck, kg/qcm	16	16	16	16
Verd.-Heizfläche, fb, qm	215	224	224	176
Überhitzer, qm	80	84	80	65
Rostfläche, qm	4,87	4,87	4,87	4
Leergewicht, t	92,5	99	99,7	~88,8
Dienstgewicht, t	100	108	108,7	~112
Reibungsgewicht, t	52,4	68	85	63
Höchstgeschwindigk., km/h	120	100	75	100
Tender:				
Wasservorrat, cbm		28		(9,3)
Kohlenvorrat, t		13		(7,4)
Leergewicht, t		29,7		—
Dienstgewicht, t		71		—
Achsstand Lokomotive + Tender, mm	19405	19605	19605	(12100)

Der Lokomotivpark der Rumänischen Staatseisenbahnen ist hinsichtlich seines Ursprungs bunt zusammengesetzt; doch überwiegt der Anteil deutscher Lokomotivtypen weitaus. Die ersten 2C1-Lokomotiven der Balkanhalbinsel wurden im Jahre 1912 von J. A. Maffei, München, für die Rumänischen Staatsbahnen entworfen und von dieser Firma 60 Stück, von Henschel & Sohn, Kassel, in der gleichen Ausführung, z. T. nach dem Weltkrieg, 30 Stück geliefert. Diese außerordentlich leicht gebauten Lokomotiven (Bild 8) haben wegen

Werkfoto J. A. Maffei, München

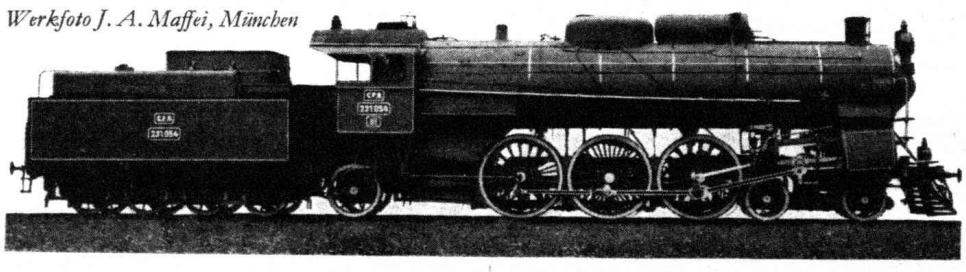


Bild 8: 2C1 h4-Schnellzuglokomotive der Rumänischen Staatsbahnen

ihrer hervorragenden Leistung den Ruf des deutschen Lokomotivbaues auf dem Balkan erneut bekräftigt. Wohl einzig unter allen Pazifik-Lokomotiven ist bei ihnen die vorderste gekuppelte Achse angetrieben, eine Maßnahme, die sich aus der Notwendigkeit der Entlastung der Schleppachse wegen des Gewichtes des sehr großen Kessels ergab. Die Lokomotiven [3]) haben Rohölzusatzfeuerung und die letzten Lieferungen einen Wasserreiniger Bauart Pecz-Retjö auf dem Kessel. Ihre Hauptabmessungen sind:

Lokomotive:	
Zylinderdurchmesser, mm	4×420
Kolbenhub, mm	650
Treibraddurchmesser, mm	1855
Kesseldruck, kg/qcm	13
Verdampfungs-Heizfläche fb, qm	254,4
Überhitzer, qm	60,6
Rostfläche, qm	4
Leergewicht, t	80
Dienstgewicht, t	89
Reibungsgewicht, t	50
Höchstgeschwindigkeit, km/h	126
Tender:	
Wasservorrat, cbm	21
Kohlenvorrat, t	4
Heizölvorrat, cbm	6
Leergewicht, t	23,8
Dienstgewicht, t	54,5
Achsstand Lokomotive + Tender, mm	17250

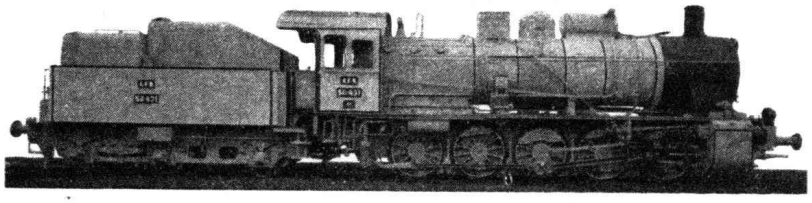


Bild 9: E h 2-Güterzuglokomotive der Rumänischen Staatsbahnen
Werkfoto A. Borsig, Berlin

Außer diesen 2C1-Lokomotiven, rum. Baureihe 231, erhielten nach dem ersten Weltkrieg die Rumänischen Staatsbahnen von verschiedenen deutschen Lokomotivfabriken 2C-Lokomotiven (deutsche Baureihe P8, rum. Baureihe 230) und E-Lokomotiven (deutsche Baureihe G 10, rum. Baureihe 50) nach Bild 9. Auch diese Lokomotiven sind mit Ölzusatzfeuerung und Wasserreiniger versehen. Die entsprechenden Tender fassen 15 cbm Wasser, 7 t Kohle und 4,6 cbm Heizöl. Außerdem besitzen die Rumänischen Staatseisenbahnen eine größere Anzahl 1D2-Schnellzug-Lokomotiven der österreichischen Baureihe 214, rum. Baureihe 142. Aus jüngster Zeit sei auf eine dieselelektrische Lokomotive hingewiesen, die von Henschel & Sohn in Zusammenarbeit mit Gebr. Sulzer, Winterthur, und Brown Boveri & Cie., Baden, für den Schnellzugbetrieb auf der steigungsreichen Strecke Bukarest — Braschov gebaut wurde [4]). Die Achsanordnung der Doppel-Lokomotive (Bild 10) ist 2D1+1D2. Der Dieselmotor jeder Lokomotive hat eine Stundenleistung von 2200 PS bei einer Kurbelwellendrehzahl von 700 U/min. Jeder Motor treibt über zwei Wellen über ein Zahnradgetriebe den Hauptgenerator, der die vier Fahrmotoren jeder Lokomotive speist. Die Strecke steigt in 84 km von Ploeschti,

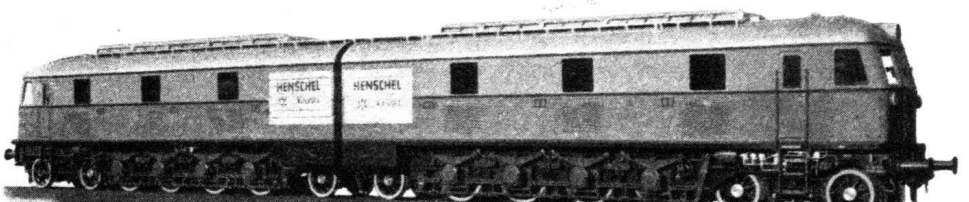


Bild 10: 2 D 1 + 1 D 2 Dieselelektrische Schnellzuglokomotive der Rumänischen Staatsbahnen
Werkfoto Henschel & Sohn, Kassel

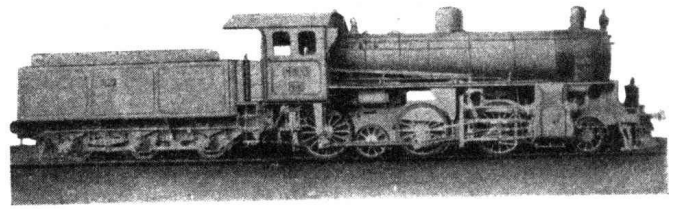


Bild 11: 1 C h 2-Personenzuglokomotive der Anatolischen Bahn
Werkfoto A. Borsig, Berlin

170 m ü. M., bis Predeal auf 1054 m ü. M. und weist Steigungen von 14,7 v. T. bis 21 v. T. zwischen den Stationen auf. Auf der anderen Seite der Karpathen liegt Braschov 600 m ü. M. Von hier steigt die Strecke gegen den Scheitelpunkt in 26 km Länge dauernd mit 20 bis 25 v. T. Die vielen Gleisbogen weisen Halbmesser bis zu 275 m auf. Die Lokomotive ist die stärkste bisher in Europa in Dienst gestellte Diesel-Lokomotive. Sie hat ein Dienstgewicht von 230 t und eine Länge über Puffer von 29,3 m. Ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt 100 km/h.

Die Türkei hat in den letzten Jahrzehnten erhebliche Mittel nicht nur für den Bahnbau, sondern auch für die Erneuerung ihres Lokomotivparkes ausgegeben. Dieckmann sagt im Archiv für Eisenbahnwesen 1938: „In keinem anderen Land des vorderen Orients ist eine so rege und erfolgreiche Eisenbahnpolitik in der Nachkriegszeit getrieben worden wie gerade in der Türkei. Das türkische Eisenbahnnetz ist heute das dichteste und am besten betriebene in allen Ländern Vorderasiens." Die Länge der türkischen Bahnen betrug am Ende des Betriebsjahres 1940/41, im 18. Jahr des Bestehens der türkischen Republik, 7400 km; davon wurden 6981 km vom Staate betrieben. Vor dem gegenwärtigen Krieg hatte der Landweg über die Bahnen des Balkans und die der Türkei für den Güteraustausch und Reisen zwischen Mitteleuropa und Syrien, Palästina, Ägypten, dem Irak, Iran und sogar Indien immer mehr an Bedeutung gewonnen, und es ist mit Gewißheit anzunehmen, daß nach dem Kriege die Verkehrsaufgaben der türkischen Bahnen noch zunehmen werden.

Die ehemalige Orientalische Bahn im Gebiet der europäischen Türkei, die Anatolische Bahn, die Hedschasbahn und verschiedene andere vorderasiatische Bahnen bezogen zahlreiche Lokomotiven aus Deutschland. Die von A. Borsig im Jahre 1911 an die Anatolische Bahn gelieferten 6 Stück 1Ch2-Lokomotiven mit Tragachse zwischen der 2. und der 3. gekuppelten Achse samt 3T16 (Bild 11) sind wegen ihrer Achsanord-

nung bemerkenswert. Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Lokomotive:

Zylinderdurchmesser, mm	540
Kolbenhub, mm	630
Treibraddurchmesser, mm	1500
Kesseldruck, kg/qcm	12
Verdampfungs-Heizfläche fb, qm	130
Überhitzer, qm	39
Rostfläche, qm	2,25
Leergewicht, t	49,8
Dienstgewicht, t	54,4
Reibungsgewicht, t	41,5

Tender:

Wasservorrat, cbm	16
Kohlenvorrat, t	5
Leergewicht, t	19
Dienstgewicht, t	40

Ein größerer Auftrag auf 1C-Personenzug-Lokomotiven, 2D-Schnellzug-Lokomotiven für 16 t Achsdruck und 1E1-Güterzug-Lokomotiven für 13½ t Achsdruck wurde der Fried. Krupp A.-G. nach dem ersten Weltkrieg von den türkischen Staatsbahnen erteilt. Die beiden letzteren Typen sind unter sich vereinheitlicht; sie weisen gleiche Kessel und Tender (4T27) auf. Der Firma Henschel & Sohn wurde im Jahre 1936 die Ausarbeitung von Entwürfen für Schnellzug- und Güterzug-Lokomotiven für 18 t Achsdruck übertragen. Die Lokomotiven wurden in ihren Einzelheiten nach den

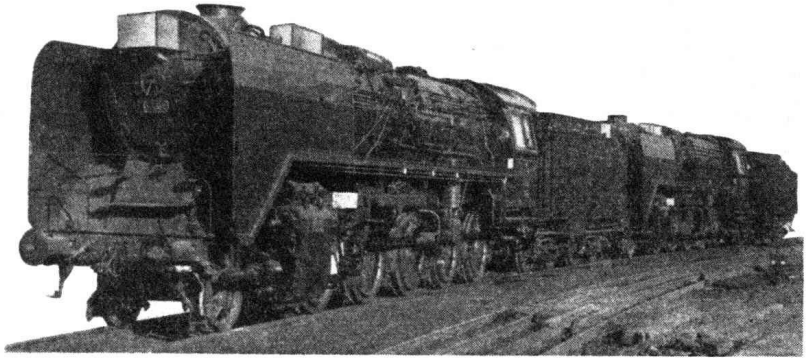


Bild 12: 1E h2-Güterzuglokomotiven der Türkischen Staatsbahnen, fertig zum Versand bei Fried. Krupp A.G., Essen
Werkfoto Fried. Krupp A. G., Essen

neuen Bauarten der Deutschen Reichsbahn ausgeführt und außerdem wurde aus Gründen der Lagerhaltung und der raschen Wiederinstandsetzung in den türkischen Eisenbahnwerkstätten die weitgehende einheitliche Konstruktion zahlreicher Teile beider Lokomotivarten erreicht[5]). Es ist in Fachkreisen bekannt, daß die Erfahrungen der deutschen Lokomotivindustrie im Austauschbau infolge der in Deutschland seit 1922 verfolgten Ziele beim Entwurf der Einheitsbauarten der Reichsbahn von keiner anderen der Welt erreicht werden. Auf Grund der guten Leistungen der so entworfenen Versuchsmaschinen wurden verschiedenen deutschen Lokomotivfabriken von der türkischen Staatsbahn bisher 21 Schnellzug-Lokomotiven 1D1 und 92 Güterzug-Lokomotiven 1E (Bild 12) in Auftrag gegeben. Die Hauptabmessungen der schweren Maschinen seien zum Vergleich mit den jugoslawischen und bulgarischen im folgenden angegeben:

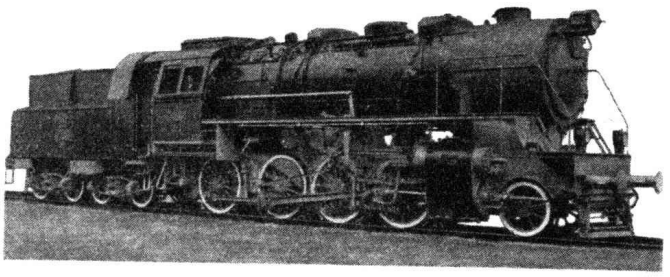


Bild 13: 1D h2-Güterzuglokomotive der Iranischen Staatsbahnen
Werkfoto Fried. Krupp A. G., Essen

Lokomotive:

Achsanordnung	2D	1D1	1E	1E1
Zylinderdurchmesser, mm	630	650	650	630
Kolbenhub, mm	660	660	660	660
Treibraddurchmesser, mm	1650	1750	1450	1400
Kesseldruck, kg/qcm	12	16	16	12
Verdampfungs-Heizfl. fb., qm	180,6	223,1	223,1	180,6
Überhitzer, qm	68,2	105,7	105,7	68,2
Rostfläche, qm	3	4	4	3
Leergewicht, t	82,4	94,7	95,9	82,7
Dienstgewicht, t	90	104,4	105,1	90,6
Reibungsgewicht, t	65,2	72,8	91,1	67,4
Höchstgeschwindigkeit, km/h	100	100	70	70
Tender:				
Wasservorrat, cbm	27	29	29	27
Kohlenvorrat, t	8	8	8	8
Leergewicht, t	25,5	26,5	26,5	25,5
Dienstgewicht, t	60,5	63,5	63,5	60,5
Achsstand Lok. + Tender, mm	19000	19460	18960	19050

Außer der Türkei hat in Vorderasien auch Iran bis zum gegenwärtigen Krieg seine Lokomotiven vorwiegend aus Deutschland bezogen. Schon zum Bau und zum Betrieb der ersten Teilstrecken der Transiranischen Bahn, die von Bender Schah am Kaspischen Meer nach Bender Schapur am Persischen Golf verläuft, lieferte die Fried. Krupp A.-G., Essen, mehrere C-Tender-Lokomotiven und 1C-Lokomotiven mit Schlepptender, und im Jahre 1937 wurde Krupp von der Generaldirektion der Iranischen Staatsbahnen mit der Konstruktion zweier Typen, 1D und 1E (Bilder 13 und 14) in vereinheitlichter Bauart, betraut[6]). Insgesamt wurden von diesen beiden Lokomotivgattungen 65 Stück von den Firmen Fried. Krupp A.-G., Henschel & Sohn, und Maschinenfabrik Eßlingen geliefert. Der neue Krieg griff mit rauher Hand in die Verwirklichung weiterer großer Projekte ein. Die beiden iranischen Lokomotivtypen werden

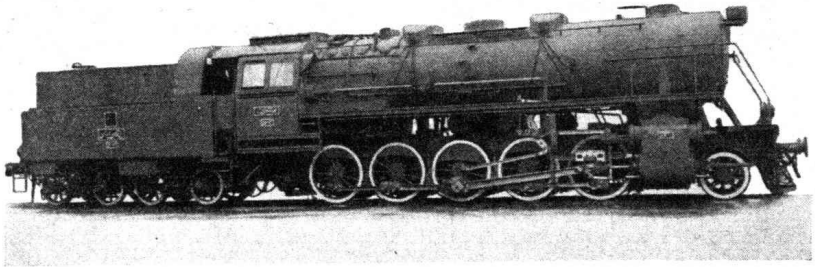


Bild 14: 1E h2-Güterzuglokomotive der Iranischen Staatsbahnen
Werkfoto Henschel & Sohn, Kassel

mit Heizöl gefeuert und weisen einfache Konstruktion auf, da es dort noch an erfahrenem Personal wie an Werkstätten gebricht. Ihre Hauptabmessungen sind:

Lokomotive:		
Achsanordnung	1D	1E
Zylinderdurchmesser, mm	560	630
Kolbenhub, mm	720	720
Treibraddurchmesser, mm	1450	1450
Kesseldruck, kg/qcm	15	15
Verdampfungs-Heizfläche fb, qm	185	212,5
Überhitzer, qm	65	76
Rostfläche, qm	3,9	4,5
(falls mit Kohle gefeuert)		
Leergewicht, t	74	90,8
Dienstgewicht, t	81,3	99,3
Reibungsgewicht, t	67,5	89,1
Höchstgeschwindigkeit, km/h	60	60
Tender:		
Wasservorrat, cbm	21	21
Heizölvorrat, t	6,7	6,7
Kohlenvorrat, t, wahlweise	8	8
Leergewicht, t	24,4	24,4
Dienstgewicht, t	51,7	51,7
Achsstand Lokomotive + Tender, mm	15635	17385

Bei der Notwendigkeit für Mittel- und Nordeuropa, seinen Bedarf an Nahrungsmitteln und Rohstoffen zum erheblichen Teil aus Osteuropa und Vorderasien zu beziehen, wird, zumal bei der zu erwartenden ungeheuren Schiffsraumnot, der Eisenbahnverkehr von noch steigender Bedeutung. Das staatlich bunte Bild der Balkanhalbinsel und die geschichtliche Entwicklung bis in die Neuzeit bringen es mit sich, daß die dortigen Eisenbahnlinien immer noch nicht ausgebaut sind, besonders was den westlichen und südlichen Teil der Halbinsel betrifft. Die Bahnnetze der im vorstehenden als hauptsächliche Absatzgebiete der deutschen Lokomotivindustrie erwähnten Staaten weisen folgende Längen auf:

Land	Jahr	Länge in km
Jugoslawien	1937	10 295
Rumänien	1939	11 375
Bulgarien	1936	3 270
Türkei	1941	7 400
Iran	1938	2 016

Der Anteil des deutschen Handels in den letzten Jahren zeugt für die Rolle, die den Eisenbahnen neben dem langen Seeweg und dem verhältnismäßig langsamen Verkehr auf der Donau zufällt. In Hundertteilen der reichsdeutschen Ein- und Ausfuhr aus bzw. nach Südosteuropa und der Türkei waren im Jahre 1936 beteiligt [7]):

Land	Deutsche Einfuhr aus	Deutsche Ausfuhr nach
Jugoslawien	14,9	17,0
Rumänien	18,3	22,7
Bulgarien	11,4	10,5
Türkei	23,4	17,5
	68,0	67,7
Ungarn	18,5	14,3
Griechenland	13,5	17,8
Albanien	—	0,2
Summe	100	100

Natürlich sind die Zahlen in anderen Jahren kleineren Schwankungen unterworfen. Für die in der ersten Gruppe zusammengefaßten Länder und Iran erreicht der Handel mit Deutschland Ziffern, die den starken, z. T. überwiegenden Anteil Deutschlands erkennen lassen. Am Gesamthandel der Staaten war Deutschland in den letzten Jahren wertmäßig wie folgt beteiligt:

Land	Jahr	Einfuhr aus Deutschland	Ausfuhr nach Deutschland
		%	%
Jugoslawien	1938 [8])	32,5	35,9
Bulgarien	1937 [9])	54,8	43,1
Rumänien	1936 [10])	36	19
Türkei	1939	51	37
Iran	1936 [10])	21	8,6

Inzwischen ist der deutsche Anteil durch den Anschluß Österreichs und des Sudetenlandes noch gestiegen. Diese Zahlen geben wohl ein Bild von den starken wirtschaftlichen Bindungen zwischen dem Deutschen Reich und dem Nahen Osten; die Rolle, welche die Eisenbahnen dabei spielen, ist aus ihnen nicht unmittelbar zu erkennen, da, wie schon erwähnt, ein Teil des Handels sich über die Seehäfen und auf der Donau abspielt. Die Eisenbahnen haben aber auch einen sehr bedeutenden Transithandel zu bewältigen. Welchen Umfang dieser annehmen kann, sei an Hand einiger Zahlen für Jugoslawien [11]) angedeutet:

	Einfuhr in t	Transit in t
Metalle und Erzeugnisse aus Metallen	65 000	65 000
Maschinen, Fahrzeuge, Werkzeuge	13 000	6 000
Chemische Produkte	12 000	7 500
	Ausfuhr in t	Transit in t
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	75 000	300 000
Erzeugnisse aus landw. Produkten	30 000	110 000
Hölzer	75 000	12 000
Tiere und tierische Erzeugnisse	25 000	30 700

Das deutsche Volk war mit seiner Industrie nicht bloß Lieferer für die Bahnen des Nahen Ostens, sondern mit seiner großen Konsumkraft in den Zeiten des Wohlstandes auch wieder der bedeutendste Kunde dieser Bahnen, der von keinem anderen Industriestaat, weder von England noch von Italien, Frankreich, Polen, USA usw., auch nur entfernt erreicht wurde. An der Pflege der Handelsbeziehungen mit dem Nahen Osten war der deutsche Lokomotivbau rege beteiligt. Gestaltete sich auch die kaufmännische Abwicklung der Geschäfte infolge der Währungsverhältnisse u. a. oft schwierig, so trugen doch die fortschrittlichen und anpassungsfähigen deutschen Wissenschaftler, Konstrukteure und Fertigungsingenieure immer wieder den Sieg über fremden Wettbewerb davon. Es wird heute schon daran gearbeitet, daß das nach siegreicher Beendigung dieses Krieges wieder der Fall sein wird.

---

[1]) 1C+C Mallet-Verbund-Tender-Lokomotiven für 76 cm Spur der Serbischen Staatsbahnen. Die Lok. 20 (1923), S. 21.

[2]) R. P. Wagner, Lokomotivtypisierung der Jugoslawischen Staatsbahn. Z. V. I. 75 (1931), S. 120.

[3]) L. Schneider, 2C1-Vierlings-Heißdampf-Schnellzug-Lokomotive der Rumänischen Staatseisenbahnen. Dingler 94 (1913), S. 696.

[4]) H. Löwentraut, 4400 PS dieselelektrische Schnellzug-Lokomotive für die Rumänische Staatsbahn. Die Lok. 38 (1941), S. 117.

[5]) G. Heise, Neue Lokomotiv-Bauarten für die Türkischen Staatsbahnen. Die Lok. 36 (1939), S. 129.

[6]) L. Schneider, Die 1'D- und 1'E-Lokomotiven der Iranischen Staatsbahn. Organ Fortschr. Eisenbahnwes. 95 (1940), S. 115.

[7]) J. März, Jugoslawien. Deutsch. Verlag f. Politik u. Wirtschaft. Berlin 1938.

[8]) Reimers, Jugoslawien. Wilh. Goldmann Verlag 1939.

[9]) Leibrock, Bulgarien gestern und heute. VDI-Verlag 1938.

[10]) Großdeutschland und die Welt. Deutsche Verlagsges. 1938.

[11]) H. Salihbegovic, Jugoslawien im internationalen Verkehr Archiv f. Eisenbahnwes. 62 (1939), S. 405.

Die induktive Zugbeeinflussung

Von Ing. Otto Penschke, Berlin

Durch den ständigen Ausbau des Eisenbahnverkehrs, insbesondere durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten bis zu 160 km/h, ist auch zwangsläufig in den letzten Jahren eine schnell fortschreitende Entwicklung auf dem Gebiet des allgemeinen Eisenbahnsicherungswesens festzustellen gewesen. Im Vordergrund steht hier die Entwicklung der induktiven Zugbeeinflussung — einer zusätzlichen Streckenschutzeinrichtung, die im Laufe der Zeit zu einem treuen Helfer des Lokomotivführers geworden ist, denn durch eine Reihe von Unfällen hat sich gezeigt, daß der vollen Wirksamkeit der bestehenden Signaleinrichtungen durch das Überfahren eines „Haltsignals" oft ein vorzeitiges Ziel gesetzt ist.

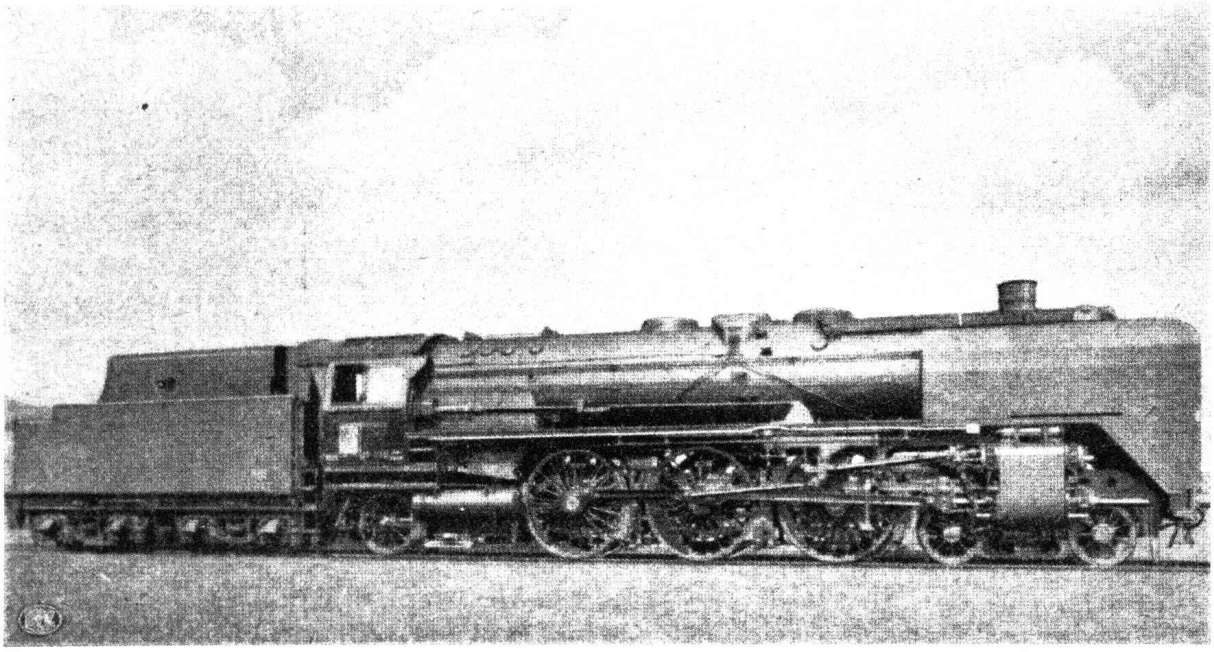


Bild 1: 2 C 1-Schnellzuglokomotive mit induktiver Zugbeeinflussung. (Der Fahrzeugmagnet ist unterhalb des Führerhauses sichtbar)

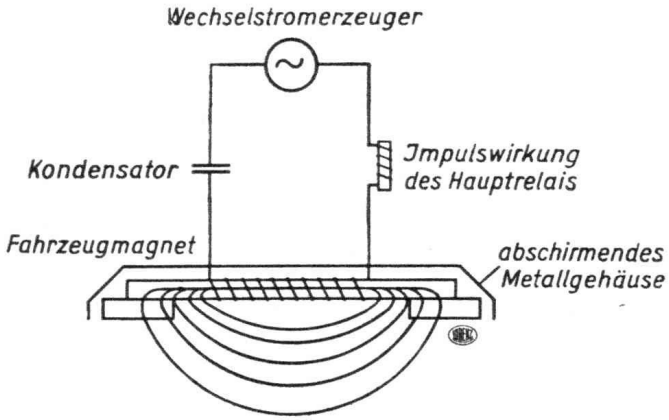


Bild 2: Fahrzeug-Übertragungsstromkreis

Auf die Schwierigkeiten, die einer allseitig befriedigenden Lösung entgegenstanden, soll hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden, doch muß betont werden, daß, um allen technischen und betrieblichen Anforderungen gerecht zu werden, eine jahrelange Entwicklung notwendig war. Die Brauchbarkeit der induktiven Zugbeeinflussung ist vor einiger Zeit durch einen Erlaß des Reichsverkehrsministers bestätigt worden, wonach sämtliche schnellfahrenden Züge aus Gründen der Betriebssicherheit mit derartigen Einrichtungen ausgerüstet sein müssen. (Bild 1.)

Übertragungsvorgang

Die Übertragung eines Streckenimpulses auf den fahrenden Zug kann bei Fernbahnen zweckmäßig nur durch Energiestrahlung erfolgen, bei der also Teile des Fahrzeuges mit Teilen der Strecke nicht in Berührung kommen. Bei der nach diesem Prinzip arbeitenden induktiven Zugbeeinflussung werden die Übertragungsorgane durch einen Gleis- und einen Fahrzeugmagneten gebildet, die beide aus einem geblätterten Eisenkern mit einer darüber angeordneten Spule bestehen. (Bilder 4 und 5.)

Bild 2 veranschaulicht das Schema eines Fahrzeugmagneten. In Reihe mit der Spule ist noch ein Kondensator und die Wicklung eines Doppelrelais (Hauptrelais) geschaltet. Der gesamte Kreis wird von einem Wechselstrom erregt und ist auf Spannungsresonanz aufgebaut, d. h. Spule und Kondensator sind so bemessen, daß bei einer bestimmten, vom Wechselstromerzeuger gelieferten Frequenz diese beiden Schaltmittel dem allgemeinen Induktionsgesetz zufolge dem Wechselstrom keinen Widerstand entgegensetzen, wodurch ein maximaler Stromwert im Resonanzkreis erreicht wird.

Beim Gleismagneten ist parallel zur Spule nur ein Kondensator geschaltet (Bild 3); eine Stromquelle ist für den Gleismagnetkreis nicht erforderlich: Es ist dies mit einer der Hauptvorzüge der induktiven Zugbeeinflussung. Die Unterhaltung der Streckeneinrichtung wird hierdurch auf ein Mindestmaß herabgesetzt.

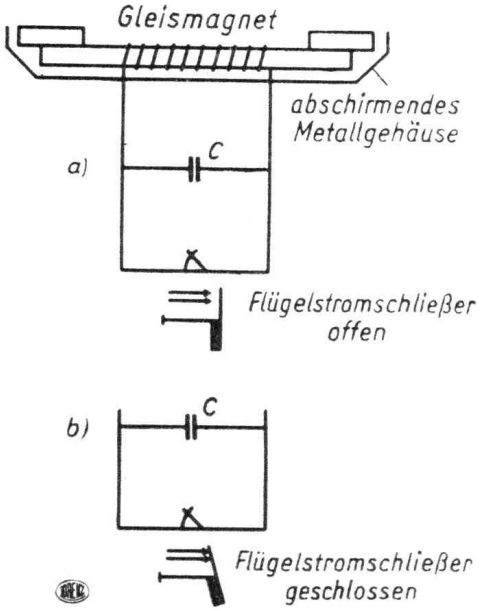


Bild 3: Gleismagnetkreis

Der geschlossene Gleismagnetkreis ist auf die gleiche Frequenz des Fahrzeugmagneten abgestimmt. Beide Magnete sind durch ein Metallgehäuse verschiedener Richtwirkung abgeschirmt. Der äußere Aufbau des Gleis- und Fahrzeugmagneten ist aus den Bildern 4 und 5 erkennbar.

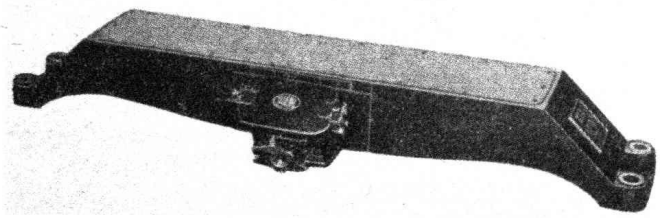


Bild 4: Gleismagnet

Die Übertragung der Wirkung von der Strecke auf das Fahrzeug erfolgt durch das vom Fahrzeugmagneten ausgehende magnetische Wechselfeld, indem der Resonanzkreis des Gleismagneten eine Störwirkung auf den Resonanzkreis des Fahrzeugmagneten ausübt, wodurch eine Stromsenkung im Wechselstromkreis desselben hervorgerufen wird.

Um die Wirkung des Gleismagneten bei Fahrstellung des Signals zu unterbinden, ist, wie Bild 3 zeigt, dem Kondensator über ein Kabel ein Flügel- bzw. Scheibenstromschließer parallel geschaltet. Während in der Haltstellung des Signals der Kontakt gemäß Bild 3 a geöffnet und der Kreis damit wirksam ist, wird in der Fahrstellung des Signals Bild 3 b durch den Kontaktschluß der Resonanzkreis des Gleismagneten so weit verstimmt, daß eine Übertragung auf den Fahrzeugmagneten nicht mehr möglich ist. Ebenso wird auch der Wechselstromkreis des Fahrzeugmagneten durch die Rückwirkung eines Gleismagneten, für den Spule und Kondensator so bemessen sind, daß sie bei einer anderen als der hier betrachteten Frequenz in Resonanz sind, nur unwesentlich beeinflußt. Das induktive Resonanzsystem gestattet also durch die gleichzeitige Verwendung mehrerer abgestimmter Wechselstromkreise verschiedener Frequenz und die in ihrer Abstimmung zugeordneten Gleismagnetkreise die wahlweise Übertragung der verschiedensten Wirkungen. Der gesamte Verlauf einer Stromsenkung im Wechselstromkreis während des Überfahrens eines Gleismagneten in der Haltschaltung wird in Bild 6 dargestellt.

Der Betriebsstrom im Wechselstromkreis ist einheitlich auf 1 Amp. festgesetzt. Mit der Resonanzanordnung wird eine Stromsenkung bis auf etwa 1/8 des normalen Betriebsstromes erreicht. Die zweite Wicklung des Hauptrelais wird vom Gleichstrom der Auswert-

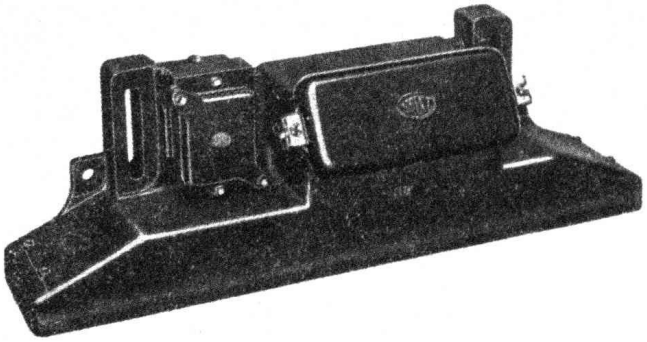


Bild 5: Fahrzeugmagnet

einrichtung erregt, wobei das Verhältnis so gewählt ist, daß der Anker des Hauptrelais bei einer Stromsenkung in der Übertragungseinrichtung auf etwa 50 % von der Gleichstromseite angezogen wird. Die Impulswicklung des Hauptrelais wird entgegen der früheren Anordnung nicht mehr unmittelbar, sondern erst über einen Gleichrichter in den Wechselstromkreis der Übertragungseinrichtung geschaltet.

Der von der Übertragungseinrichtung aufgenommene Streckenimpuls wird durch die sogenannte Auswerteinrichtung in die gewünschte Wirkung umgesetzt. Die Stromversorgung der Auswerteinrichtung erfolgt bei Dampflokomotiven von einem ohnehin für die Fahrzeugbeleuchtung vorhandenen Turbogenerator aus, der einen Gleichstrom von 24 Volt liefert. Der für die Übertragungseinrichtung erforderliche Wechselstrom wird entweder einem besonderen Umformer oder

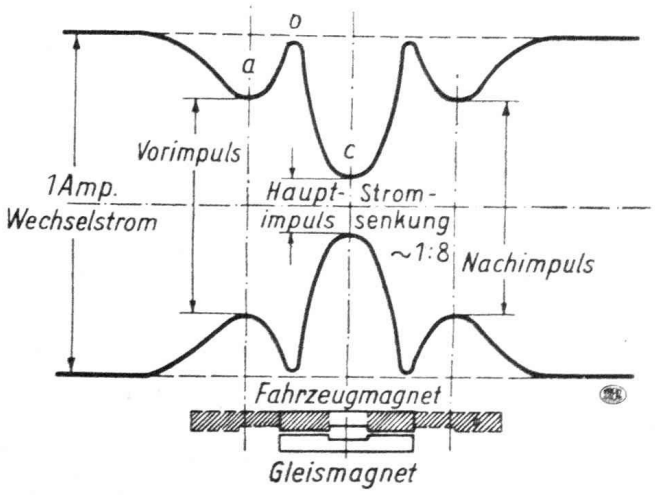


Bild 6: Wirkungsweise der Beeinflussung

einem mit der Turbine gekuppelten Wechselstromgenerator entnommen. Bild 7 zeigt die derzeitige Ausführung eines anflanschbaren Wechselstromgenerators für drei Frequenzen.

Aus den äußerst beschränkten Profilverhältnissen bestimmt sich die Lage und der Abstand der beiden Magnete. Die Deutsche Reichsbahn hat den Abstand im Mittel auf 140 mm bemessen. Bei dieser Lage ergeben sich während des Betriebes Abweichungen zwischen 90 und 170 mm. Bild 8 zeigt die Anordnung des Fahrzeug- und Gleismagneten gegenüber den von der Deutschen Reichsbahn festgesetzten Profilumgrenzungen.

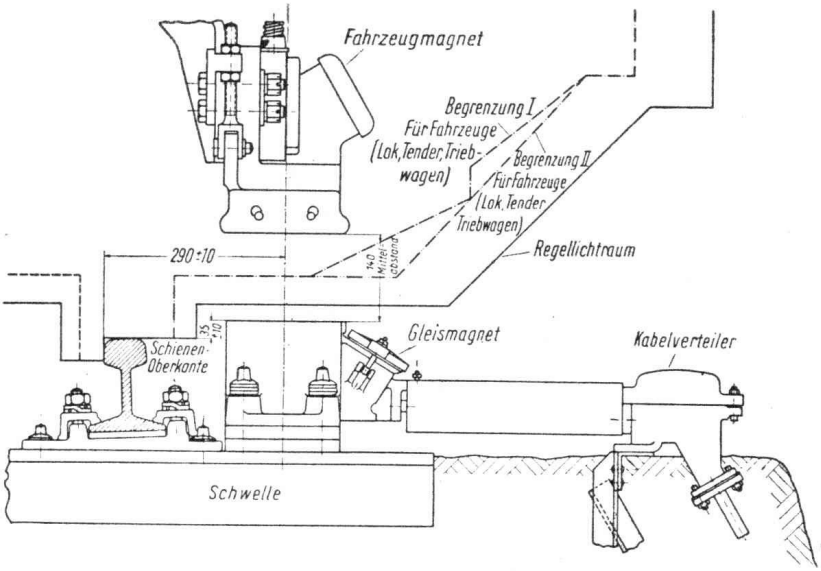


Bild 8: Profilanordnung des Fahrzeug- und Gleismagneten

Betriebliche Bedingungen

Ebenso wie bei der technischen Entwicklung der induktiven Zugbeeinflussung eine Reihe von Schwierigkeiten zu überwinden waren, so ist auch die Zweckmäßigkeit der betrieblichen Anwendung erst durch jahrelange Versuche ermittelt worden. Auf die verschiedenen Entwicklungsstufen soll hier nicht näher eingegangen werden.

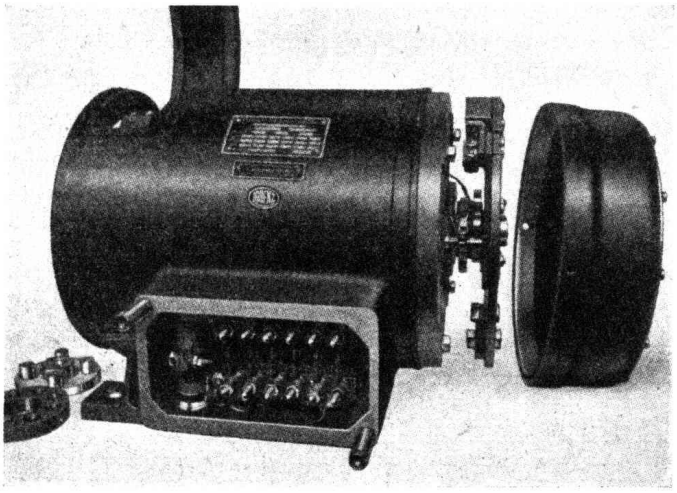


Bild 7: Anflanschbarer Wechselstromgenerator für drei Frequenzen

Grundsätzlich ist bei Zugbeeinflussungseinrichtungen zu unterscheiden zwischen reinen Wachsamkeitssystemen, bei denen lediglich die Handlungsweise des Lokomotivführers am Vorsignal überwacht wird, und Geschwindigkeitssystemen, die zwischen Vorsignal und Hauptsignal den gesamten Geschwindigkeitsverlauf überprüfen, ohne daß hierdurch eine verschärfte Beobachtung der Signale durch den Lokomotivführer erzwungen wird. Die Deutsche Reichsbahn hat sich für eine Vereinigung beider Systeme entschieden und hat für die derzeitigen Einrichtungen nach der Drei-Frequenz-Bauart ein bestimmtes Betriebsprogramm aufgestellt, das in den Bildern 9 und 10 dargestellt ist.

Mit Rücksicht auf die großen Bremswege ist der erste Beeinflussungspunkt bereits schon am Vorsignal angeordnet, damit ein Zug bei unachtsamer Fahrt (Bild 9) noch vor dem Hauptsignal, spätestens aber vor dem Gefahrpunkt 150 bis 200 m hinter dem Hauptsignal, zum Halten kommt. Dem Führer ist durch die Betätigung einer Wachsamkeitstaste innerhalb von 5 s die Möglichkeit gegeben, die Auswirkung der am Vorsignal eingetretenen Beeinflussung zu verhindern.

Zwangsläufig mit jeder Vorsignaleinwirkung ist nach Ablauf einer bestimmten Zeit eine Geschwindigkeitsprüfung verbunden, um festzustellen, ob nach der Betätigung der Wachsamkeitstaste auch eine Geschwindigkeitsverminderung stattgefunden hat. Die Zeiten hierfür sind, wie aus Bild 10 ersichtlich, für Züge bis zu 120 km/h auf 22 s festgelegt; für Züge mit höherer Fahrgeschwindigkeit liegen sie bei 17 s. Die Höhe der Prüfgeschwindigkeit ermittelt sich aus den Bremskurven und liegt bei 90 bzw. 110 km/h.

Ferner ist eine weitere Einwirkstelle grundsätzlich am Hauptsignal vorgesehen. Diese Beeinflussung wirkt im Gegensatz zur Vorsignalübertragung unmittelbar auf die Bremse und kann nur auf einen besonderen schriftlichen Befehl im Falle einer Signalstörung durch die Bedienung einer sogenannten Befehlstaste ausgeschaltet werden. Mitbestimmend für die Anordnung dieser Fahrsperre war die Tatsache, daß kurz vor einem Zug das Hauptsignal aus irgendeinem Grund nochmals in die Haltstellung gelegt werden kann.

Außer der angehängten Geschwindigkeitskontrolle ist besonders vor Bahnhöfen, in die mehrere Strecken einmünden, oder vor Bahnhöfen mit kreuzenden Ein- und Ausfahrwegen, wo also für den Führer die Gefahr

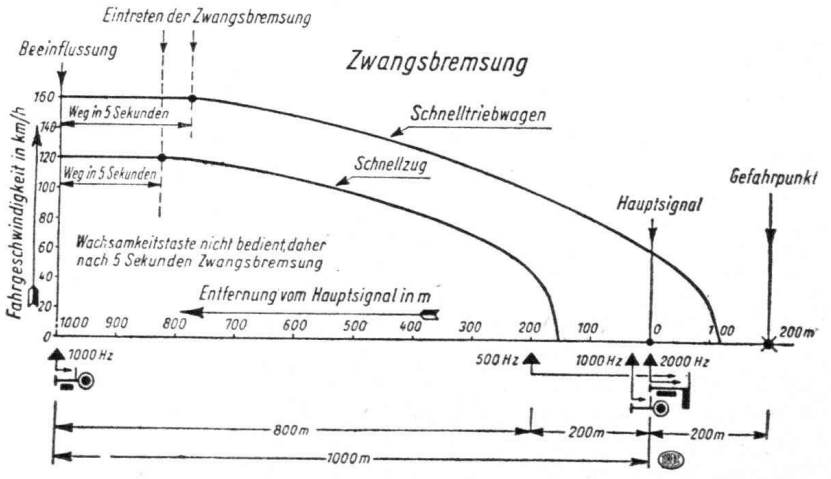


Bild 9: Wirkungsweise der induktiven Zugbeeinflussung. Zwangsbremsung bei unachtsamem Fahren am Vorsignal

einer Verwechslung gegeben ist, in einiger Entferung vor dem Hauptsignal noch eine zusätzliche Geschwindigkeitsüberprüfung durch einen Gleismagneten in Abhängigkeit vom Hauptsignal angeordnet.

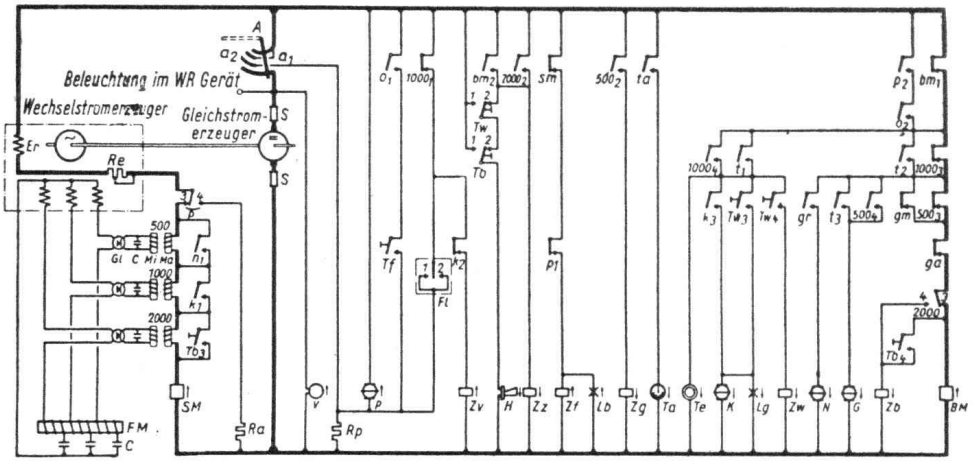


Bild 11: Schaltplan der Drei-Frequenz-Bauart, Betriebsstellung

Wirkungsweise

Den grundsätzlichen Schaltplan für die Drei - Frequenz-Bauart zeigt Bild 11. Die drei Wechselstromkreise umfassen den Fahrzeugmagneten und die Impulswicklungen der zugeordneten Hauptrelais, die aber nicht direkt, sondern über einen Gleichrichter erregt werden. Alle übrigen Schaltmittel bilden zusammen die Auswerteinrichtung, die den aufgenommenen Streckenimpuls entsprechend dem Betriebsprogramm verarbeitet.

Die induktive Zugbeeinflussung ist in ihrer gesamten Wirkungsweise so aufgebaut, daß jede Beeinflussung in ihrer vollen Auswirkung zu einer Zwangsbremsung

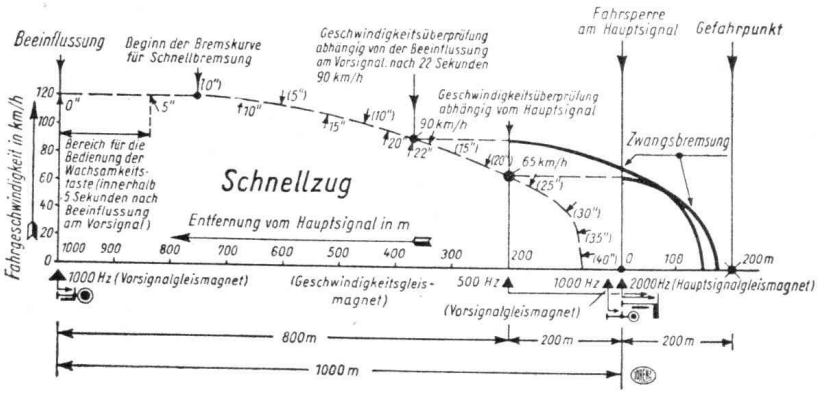


Bild 10: Wirkungsweise der induktiven Zugbeeinflussung für einen Schnellzug mit 120 km/h Höchstgeschwindigkeit

führt, wenn diese nicht rechtzeitig durch die Achtsamkeit des Führers unterbunden wird. Außerdem ist die Einrichtung weitgehend nach dem Ruhestromprinzip durchgebildet, so daß Mängel in der Anlage sofort erkennbar sind. Diese Maßnahme führt zu einer zwangsläufigen Unterhaltung, wodurch eine dauernde Ansprechfähigkeit der Einrichtung jederzeit sichergestellt ist.

a) Beeinflussung am Vorsignal

Durch eine Beeinflussung des Gleismagneten mit der Frequenz 1000 am Vorsignal wird, wie bereits eingangs dargestellt, der zugeordnete Wechselstromkreis des Fahrzeugmagneten so stark geschwächt, daß der Anker des Hauptrelais 1000 vom Abzugsmagneten Ma (Bild 11) angezogen wird und mittels seiner Kontakte die hierdurch bedingten Vorgänge auslöst. Über den Kontakt 1000_4 wird ein Zeitschalter unter Strom gesetzt; nach Ablauf von 5 s öffnet zur Überprüfung der Wachsamkeit der anfangs geschlossene Kontakt t_2. Durch die gleichzeitige Unterbrechung des Kontaktes 1000_3 ist die Stromzuführung zum Bremsventilmagneten BM gesperrt, wenn nicht während dieser Zeit die Wachsamkeitstaste vom Führer betätigt worden ist. Der Bremsvorgang wird durch das vom Bremsventilmagneten gesteuerte Übertragungs- und Nullventil ausgelöst. Die Anordnung der gesamten Druckluftbauteile geht aus Bild 12 hervor.

Durch die Betätigung der Wachsamkeitstaste Tw vor Ablauf der 5 s erhält das K-Relais über den Kontakt Tw_3 Strom, das seinerseits über einen eigenen Kontakt die Abzugswicklung Ma des Hauptrelais 1000 kurzschließt; das Hauptrelais wird hierdurch wieder in die Betriebsstellung geschaltet. Der Bremsventilmagnet bleibt weiter unter Strom und verhindert dadurch eine Zwangsbremsung.

Die volle Wirksamkeit der erfolgten Beeinflussung wird hierdurch aber noch nicht restlos aufgehoben. Nach der Rückstellung des Hauptrelais bleibt der Zeitschalter auch weiterhin über den eigenen Kontakt t_1 angeschaltet. Je nach Zuggattung wird über den Kontakt t_3 nach 17 bzw. 22 s der Prüfmagnet G im Geschwindigkeitsmesser erregt. Bei zu hoher Fahrgeschwindigkeit während der Überprüfung öffnet sich der im Stromkreis des Bremsventilmagneten angeordnete Kontakt ga und löst damit den üblichen Bremsvorgang aus.

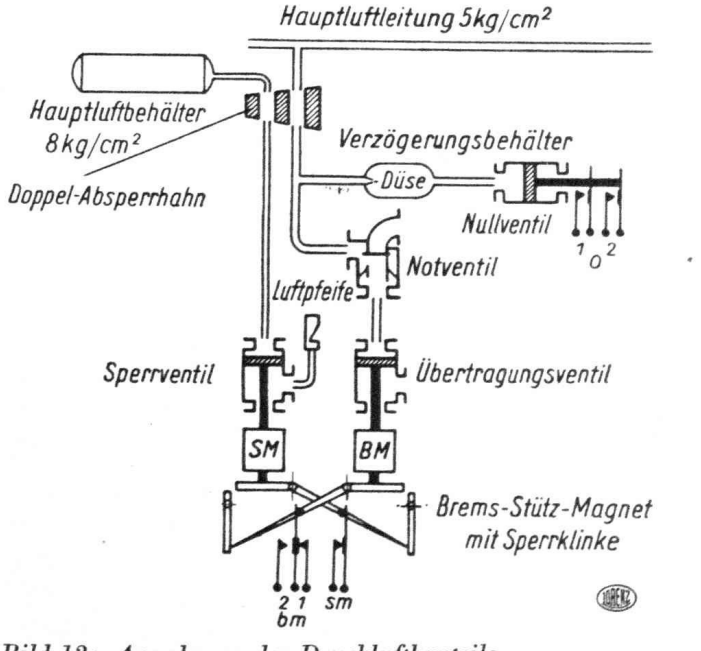


Bild 12: Anordnung der Druckluftbauteile

Liegt die Geschwindigkeit dagegen unter der zulässigen Grenze, so wird die Stromzuführung zum Bremsventilmagneten durch den geschlossenen Kontakt ga aufrechterhalten. Die Beendigung der Geschwindigkeitsüberprüfung wird durch eine gelbe Kontrollampe angezeigt. Der Zeitschalter wird nach diesem Vorgang durch den eigenen Kontakt t_1 wieder abgeschaltet.

b) Beeinflussung am Hauptsignal

Durch die Einwirkung der Frequenz 2000 am Hauptsignal wird das zugehörige Hauptrelais beeinflußt. Mittels des Kontaktes 2000_3 wird die direkte Stromzuführung zum Bremsventilmagneten unterbrochen und sofort die Zwangsbremsung ausgelöst. Die Beeinflussung der Frequenz 2000 läßt sich, wie schon eingangs erwähnt, nur mit Hilfe einer besonderen Befehlstaste unterbinden, indem der Kontakt Tb_3 die Abzugswicklung des Hauptrelais kurzschließt, wodurch der Anker weiter in der Betriebsstellung verbleibt.

c) Beeinflussung am Geschwindigkeitsmagneten

Der Zweck und die Anordnung eines weiteren Beeinflussungspunktes mit der Frequenz 500 ist schon früher beschrieben. Durch die Stromabsenkung im Wechselstromkreis während des Überfahrens dieses Gleismagneten wird ebenfalls das Hauptrelais 500 umgesteuert, über dessen Kontakte, ähnlich wie bei der angehängten Geschwindigkeitsüberprüfung der Prüfmagnet G unter Strom gesetzt wird. Da gemäß der

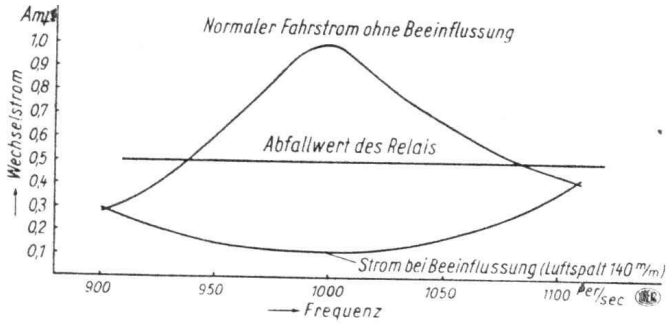


Bild 13: Resonanzkurve

Bremskurven hier die Geschwindigkeitsgrenze aber weit unter der vorangegangenen liegt, bleibt der Kontakt ga durch eine besondere Ankerkonstruktion des Prüfmagneten geschlossen. An dessen Stelle wird bei Überschreitung der festgesetzten Geschwindigkeitshöhe von 65 bzw. 90 km/h der Kontakt gm geöffnet, der parallel zum Kontakt 500_3 des Hauptrelais angeordnet ist. Die Öffnung beider Kontakte führt in diesem Fall zu einer sofortigen Zwangsbremsung. Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Geschwindigkeit wird über den Kontakt gr im Geschwindigkeitsmesser das N-Relais zum Anzug gebracht. Über den Kontakt n_1 wird eine sofortige Rückstellung des Hauptrelais herbeigeführt, wodurch die Betriebsstellung der Anlage wieder hergestellt ist, ohne daß eine Unterbrechung des Bremsventilmagneten stattgefunden hat.

d) Lösen der Zwangsbremsung

Jede Stromunterbrechung wird durch den in der Zuleitung eingeschalteten eigenen Kontakt des Bremsventilmagneten bm_1 aufrechterhalten. Das Lösen der Zwangsbremsung kann nur durch das Drücken der hierfür vorgesehenen Freitaste Tf vorgenommen werden; deren Betätigung bleibt aber bis

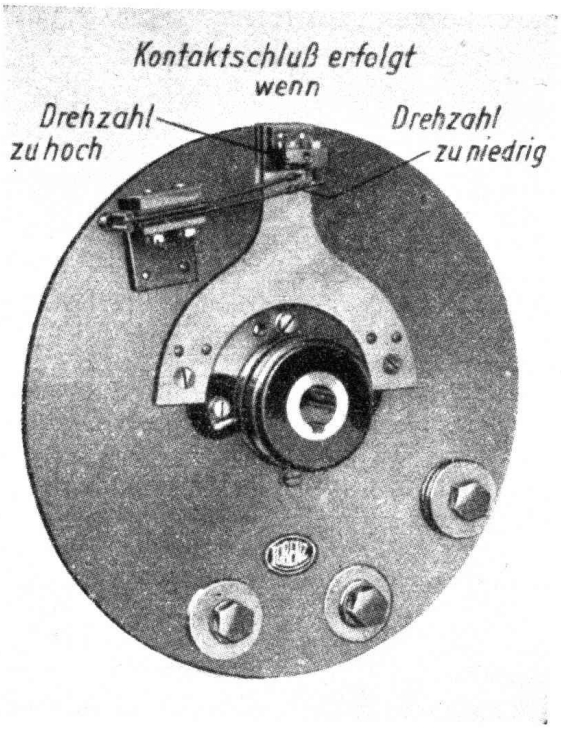


Bild 14: Frequenzübertragungskontakt

zur restlosen Entleerung der Hauptluftleitung unwirksam. Zur weiteren Verzögerung ist in die Zuleitung zum Nullventil noch ein Verzögerungsbehälter geschaltet, durch den die Kontakte 0_1 und 0_2 erst dann betätigt werden können, wenn auch dieser vollständig entleert ist. Erst der Kontaktschluß von 0_1 und Tf führt zu einer Bremslösung, indem das P-Relais kurzgeschlossen wird und durch den Kontakt p_3 sämtliche Abzugswicklungen des Hauptrelais stromlos werden.

Die dargestellten Vorgänge veranschaulichen im Prinzip die Funktion und Wirkungsweise der induktiven Zugbeeinflussung. Für die Überwachung der Einrichtung sind noch eine Reihe von Maßnahmen getroffen, die hier nur kurz gestreift werden sollen.

1. Frequenzstörungen

Infolge der Resonanzbedingungen wird die Übertragungsgüte der Einrichtung im wesentlichen von

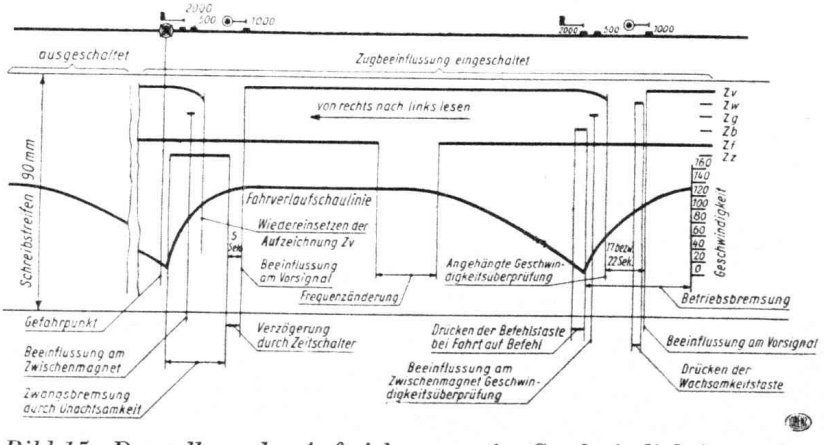


Bild 15: Darstellung der Aufzeichnungen im Geschwindigkeitsanzeiger (von rechts nach links zu lesen, 1 cm Papiervorschub = 1 km)

einer Frequenzänderung beeinflußt. Bild 13 zeigt den Verlauf des Wechselstroms der Übertragungseinrichtung in Abhängigkeit von der Frequenz, wobei die obere Kennlinie den Betriebsstrom während der Fahrt darstellt, dessen Höchstwert bei richtiger Abstimmung, z. B. mit der Frequenz 1000 (Resonanzfrequenz), erreicht wird. Aus der unteren Kennlinie ist die Absenkung des Wechselstromes während einer Beeinflussung ersichtlich. Der Abfallwert ist durch eine gerade Linie bei 0,5 Amp. gekennzeichnet.

Wenn auch die Drehzahl der Turbine bzw. des Umformers durch besondere Regler weitgehend konstant gehalten wird, so ist es in Anbetracht der Aufgabe doch zweckmäßig, die Sollfrequenz mit ihren zulässigen Abweichungen noch besonders zu überwachen. Zu diesem Zweck ist ein Überwachungskontakt gemäß Bild 14 entwickelt worden, dessen Kontakte in der Schaltung mit fl bezeichnet sind. Die Bereitschaft der Anlage, d. h. die richtige Drehzahl des Wechselstromerzeugers, wird durch eine blaue Kontrollampe kenntlich gemacht. Bei zu hoher bzw. zu niedriger Umdrehung erlischt diese Lampe, wobei gleichzeitig die Anlage selbsttätig außer Betrieb gesetzt wird, indem der Überwachungskontakt fl ähnlich der Freitaste Tf das P-Relais kurzschließt, wodurch sämtliche Abzugswicklungen der Hauptrelais abgeschaltet werden. Die Anker der Hauptrelais verbleiben dadurch während einer Beeinflussung weiterhin in der Betriebsstellung. Bei Dampflokomotiven wird jede Frequenzstörung außerdem noch durch eine Luftpfeife hörbar angezeigt. Sobald die Turbine bzw. der Umformer die Normaldrehzahl wieder erreicht hat, schaltet sich die Einrichtung selbsttätig in die Betriebsstellung.

2. Aufzeichnungen

Mittels einer im Geschwindigkeitsanzeiger angeordneten Schreibvorrichtung werden auf einem in Abhängigkeit vom Weg ablaufenden Papierstreifen (1 cm = 1 km) neben einer Geschwindigkeitsschaulinie sämtliche Vorgänge während der Fahrt aufgezeichnet. Bild 15 veranschaulicht die Aufzeichnung der einzelnen Vorgänge während einer Fahrt.

1. Dauerstrich Zv = Betriebsstellung
   Unterbrechung durch Beeinflussung 1000 Hz bis zur angehängten Geschwindigkeitsprüfung.

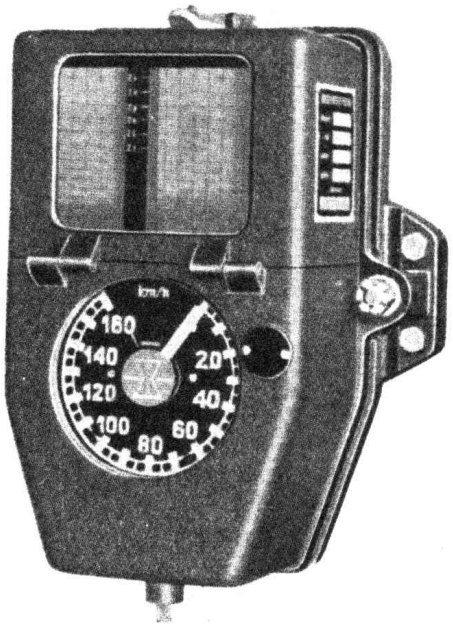
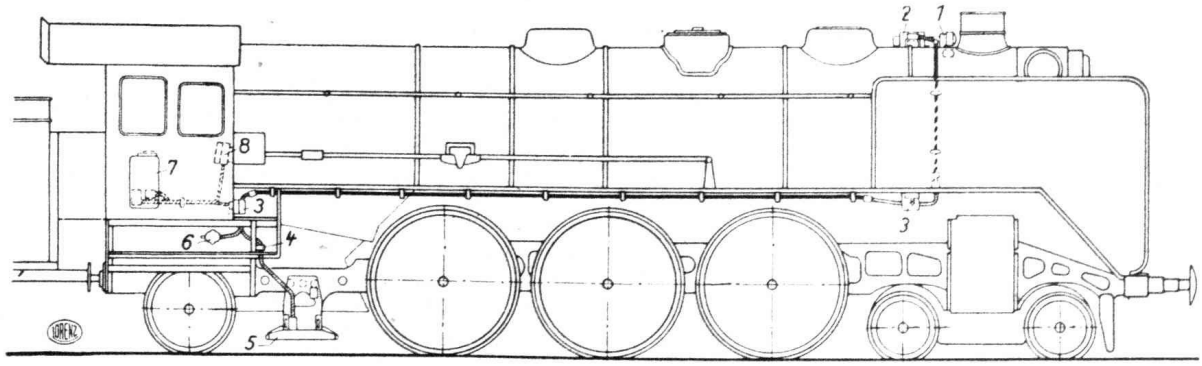


Bild 16: Geschwindigkeitsanzeiger

2. Kurzer Strich Zw = Bedienung der Wachsamkeitstaste.
3. Kurzer Strich Zg = Beeinflussung 500 Hz.
4. Kurzer Strich Zb = Bedienung der Befehlstaste.
5. Dauerstrich Zf = Frequenzüberwachung, Unterbrechung bei Frequenzstörung.
6. Kurzer Strich Zz = Zwangsbremsung.
7. Kurzer Strich Zh = Beeinflussung 2000 Hz. Zusammensetzung aus Registrierung Zz und Zb.



1 Turbine
2 Wechselstrommaschine
3 Trenndose
4 Kupplung
5 Fahrzeugmagnet
6 Hauptschalter
7 Apparatekasten mit Einsatz, Tasten, Hupe und Voltmeter
8 Geschwindigkeitsmesser mit Registrierung

Bild 17: Indulor-Anordnung auf einer Dampflokomotive

Bild 16 zeigt den registrierenden Geschwindigkeitsanzeiger. Um Widersprüche in der Geschwindigkeitsanzeige weitgehend auszuschalten, ist die gesamte Prüfeinrichtung unmittelbar mit der eigentlichen Meßeinrichtung im Geschwindigkeitsanzeiger gekuppelt.

Bauliche Durchbildung

Die einzelnen Ausrüstungsteile der induktiven Zugbeeinflussung sind weitgehend an einer Stelle des Fahrzeuges zusammengefaßt. Bild 17 zeigt eine Über-

sicht der Gesamtanordnung auf einer Dampflokomotive. Der Aufbau und die Unterbringung der Apparateteile erfolgte nach ganz bestimmten Richtlinien und mußte in weitem Maße den betrieblichen Verhältnissen angepaßt werden. So sind mit Rücksicht auf eine Zerlegung des Fahrzeuges während einer Großausbesserung die auf ein Mindestmaß herabgesetzten Kabelleitungen an besonderen Stellen über Kupplungen (Trenndosen) geführt. Ebenso sind sämtliche Kabeleinführungen an den Apparateteilen als Stecker ausgebildet. Aus unterhaltungstechnischen Gründen wurde der Forderung auf leichte Auswechselbarkeit bei der Entwicklung sämtlicher Schaltorgane Rechnung getragen. Der Apparatekasten der Drei-Frequenz-Bauart, in dem sämtliche Schaltorgane vereinigt sind, wird bei Dampflokomotiven an der Führerhauswand untergebracht. Die erforderlichen Bedienungstasten und Luftbauteile sind gleichfalls in einem besonderen Kasten zusammengefaßt, der innerhalb des Führerhauses in enger Verbindung mit dem eigentlichen Apparatekasten angeordnet ist (Bild 18). Aus Bild 19 ist ferner die Befestigung des Fahrzeugmagneten an einer Schnellzug-Lokomotive und die Trennstelle zwischen Führerhaus und Rahmen, sowie der Hauptschalter für die Inbetriebsetzung der Anlage erkennbar. Der Fahrzeugmagnetträger ist am federnden Teil der Lokomotive angebracht und für eine Höhenverstellung des Fahrzeugmagneten eingerichtet.

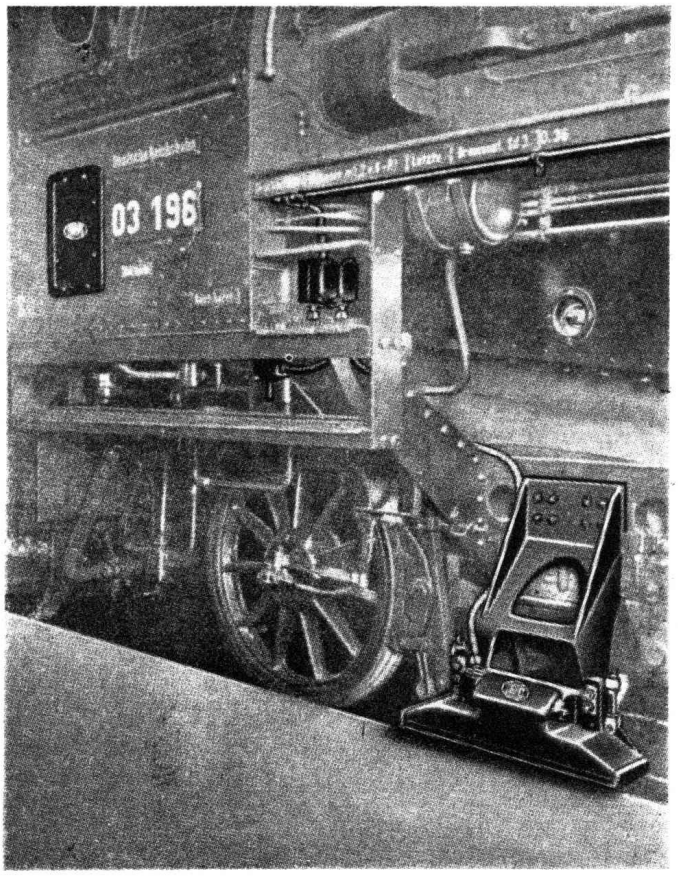
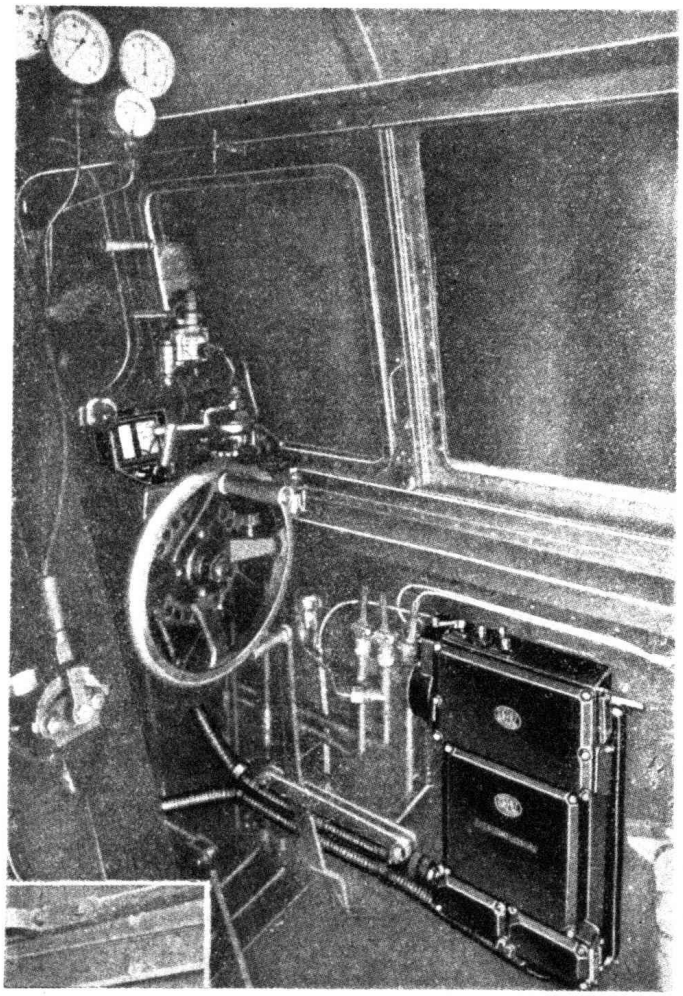


Bild 19: Schnellzuglokomotive mit Fahrzeugmagnet, Apparatekasten, Hauptschalter und Trenndose

19 Werkfotos C. Lorenz AG.

Bild 18: Führerstand einer Dampflokomotive mit Apparatekasten und Geschwindigkeitsanzeiger



Für Fahrzeuge mit zwei Führerständen ist jeder Fahrtrichtung ein besonderer Fahrzeugmagnet zugeordnet. Die Umschaltung erfolgt mittels eines magnetischen Fahrtrichtungsschalters über einen Fahrwendeschalter vom Führerstand aus. Am Aufleuchten der blauen Signallampe für die Frequenzüberwachung ist die jeweils eingestellte Fahrtrichtung zu erkennen.

In letzter Zeit werden mit der induktiven Zugbeeinflussung umfangreiche Versuche zur Überwachung der rechtzeitigen Schrankenschließung durchgeführt. Zu diesem Zweck wird in einem Abstand, entsprechend dem größten Bremsweg vom Wegübergang, ein Gleismagnet der Frequenz 2000 (Fahrsperre) angeordnet, dessen Wirksamkeit in Abhängigkeit eines Schrankenbaumschließers steht. Bei geschlossener Schranke wird der Gleismagnetkreis ähnlich der Fahrtstellung eines Signals verstimmt, so daß eine Rückwirkung auf den Fahrzeugmagneten nicht stattfinden kann. Wird dieser Gleismagnet dagegen bei offener Schranke überfahren, so ist die Auswirkung die gleiche wie bei einer Beeinflussung am Hauptsignal.

Mit der vorliegenden Beschreibung ist der Stand der Entwicklung der induktiven Zugbeeinflussung im wesentlichen behandelt. Die grundsätzlichen Vorteile und die unbedingte Brauchbarkeit der induktiven Zugbeeinflussung gegenüber anderen, den gleichen Zwecken dienenden Einrichtungen haben dazu geführt, daß die Deutsche Reichsbahn seit dem Jahre 1934 mit der Großausrüstung von Strecken und Lokomotiven nach der Drei-Frequenz-Bauart begonnen hat.

KLEINE NACHRICHTEN

Starre oder Gelenkbauart?

Im amerikanischen Lokomotivbau scheint sich eine Abkehr von den vielachsigen Lokomotiven mit starrem Rahmen zur Gelenk-Lokomotive hin zu vollziehen. Im Jahre 1941 sind z. B. in USA nur zwei Stück fünffach gekuppelte Lokomotiven (Achsanordnung 1E2) gegenüber 120 großen Gelenk-Lokomotiven gebaut worden. Unter den letzteren überwiegen 2C+C2-Lokomotiven, von welcher Bauart 48 Stück beschafft wurden. Die Chesapeake & Ohio-Bahn ging zu einer 1C+C3-Type über. Von achtfach gekuppelten Lokomotiven erhielt die Louisville & Nasville-Bahn 16 Stück 1D+D1-G.-Lokomotiven, die Southern Pacific-Bahn 40 Stück 2D+D1-G.- und P.-Lokomotiven, die Union Pacific-Bahn 5 Stück 2D+D2-Lokomotiven. Von den Lokomotiven mit starrem Rahmen stehen an erster Stelle 68 Stück 2D2-Lokomotiven, 51 Stück 1D2-Lokomotiven, 20 Stück 2D1-Lokomotiven, 4 Stück 1D1-Lokomotiven und 8 Stück 2C2-Lokomotiven.

Rly. Gaz., Bd. 76 (1942), S. 391. Dr. Schn.

Weiterbau der Bahn Täbris—Mesched

Der Ausbau des nach Osten führenden Teils der großen iranischen Ost—Westbahn ist trotz des Krieges bis September 1942 so weit gefördert worden, daß Schahrud erreicht ist. Vom Ausgangspunkt Germsar, 110 km von Teheran an der Nord—Südbahn, ist diese Stadt 314 km entfernt, so daß etwa die Hälfte der gesamten Strecke vollendet ist.

Geogr. Ztschr. 1942, S. 358. S—r.

Bahnverbindung Thailand—Burma

Die Regierungen Thailands und Japans haben Mitte November 1942 ein Abkommen getroffen über den Bau einer neuen Eisenbahnstrecke zwischen Thailand und Burma. Thailand übernimmt die Durchführung. Die neue Bahn zweigt von der thailändischen Nordbahn nördlich Rajburi in Mittelthailand ab, folgt dem Oberlauf des Mekong über Kaburi und überschreitet die Grenze Burmas etwa 60 km südlich von Mulmein. In Aemyoma ist der Anschluß an das burmanische Netz, das bisher ausschließlich nach Westen (Indien) orientiert war. Die gesamte Strecke wird 430 km lang werden.

Ostasiat. Rundsch. 1942, S. 240. S—r.

Französische Eisenbahnen um 1830

Der bekannte österreichische Bahnbauer Alois Negrelli (1799—1858), der in Anerkennung seiner Verdienste um die Entwicklung der Eisenbahnen in Böhmen und Mähren als Ritter von Moldelbe geadelt wurde, machte Anfang der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts einen „Ausflug nach Frankreich zur Beobachtung der dortigen Eisenbahnen". Ergötzlich schildert er die Verhältnisse auf den von Seguin erbauten Bahnen bei St. Etienne, den ersten französischen Eisenbahnen. Bei der Bahn Lyon—St. Etienne lag der Bahnhof in Lyon weit draußen am Zusammenfluß von Rhône und Saône, mit Bretterwänden umgeben. Die Bahnlinie war sowohl auf der ebenen Strecke von Lyon bis Givors als auch auf der Bergstrecke Givors—St. Etienne, die Steigungen von 1 : 60 bis 1 : 50 aufwies, ziemlich gleichmäßig nivelliert: Man hatte weder hohe Dämme, noch tiefe Einschnitte, noch Brücken gescheut. Die Tunnels waren aber so eng, daß die Wagen gerade hindurchkamen. Die Schienen lagen auf Steinwürfeln, aber oft nicht parallel oder nicht in gleicher Höhe, so daß Unfälle häufig waren. Überall lagen Werkzeuge, gebrochene Schienen, Räder, halbe Achsen, ja ganze zertrümmerte Wagen herum. Die Beförderung geschah damals noch mit Pferden, erst Verpilleur führte später Lokomotivbetrieb ein. Auf der Steigungsstrecke wurden vier, auch fünf Pferde voreinander gespannt, doch bezeichnet Negrelli deren Ausnutzung bei einem Zuge mit 50 bis 60 Fahrgästen als Tierquälerei. Die Reise dauerte auf der 58 km langen Strecke bergauf 6, bergab aber nur 5 Stunden, da man von St. Etienne nach Givors den Wagenzug allein herunterrollen ließ. Die Fahrt war aber für die Reisenden „äußerst mühselig, man wurde hin- und hergeschleudert, gestoßen, gedrückt, von Kohlenstaub beschmutzt und manchem Reisenden wurde übel". Die Bahn diente ja auch in allererster Linie der Kohlenbeförderung.

Noch schlimmer sah es auf der rd. 80 km langen Bahn St. Etienne—Roanne aus. Die Fahrgäste wurden gebeten, sich um 7.30 Uhr im Stadtbureau einzufinden, da der „Train präzis 8 Uhr abfahre". Aber um 7 Uhr 30 war der Büroverwalter noch damit beschäftigt, sich zu rasieren und gegen 8¼ Uhr setzten sich endlich zwei Omnibusse in Bewegung, um die Fahrgäste nach dem 3 km entfernten, in einem „garstigen Sumpf" gelegenen „Bahnhof" zu bringen: Ein kleines Pferd zog dann den Zug aus einer Art Torfmoorhütte heraus. Und nun begann eine abwechslungsreiche Fahrt auf der sich wie ein Wurm windenden Strecke, abwechslungsreich besonders in bezug auf die Zugkraft. Pferdebetrieb, Lokomotive, Seilbetrieb auf schiefer Ebene wechselten häufig ab, dazu freie Abfahrt auf geneigter Strecke, bei der 1½ Wegstunden, also etwa 7 km, in 7 Minuten zurückgelegt wurden. Negrelli bezeichnet es als eine halsbrecherische Talfahrt, nach der selbst der Beherzteste froh war, wenn er unten im Tal anlangte.

Negrelli übte auch in der Schweiz eine fruchtbare Tätigkeit aus. Ferner hat er auf Grund mehrmaliger Bereisungen die Pläne ausgearbeitet, die Lesseps nach Negrellis Tode der Erbauung des Suezkanals zugrunde legte. Me

Die Sicherheit bei Luft- und bei Eisenbahnreisen

Der Luftverkehr ist in den letzten Jahrzehnten viel sicherer geworden. Trotzdem ist die Gefährdung des Lebens für den Reisenden in der Eisenbahn wesentlich geringer als für den Fluggast. Nach einer amerikanischen Aufstellung traf in den Vereinigten Staaten im Jahre 1939 ein Todesfall auf je 120 Millionen Fluggastkilometer gegen einen auf 1340 Millionen Fahrgastkilometer. S—r.

Verstaatlichung einer brasilianischen Bahn

Die brasilianische Regierung hat nach einer amerikanischen Meldung die Brazil Railway Co. samt Tochter-

gesellschaften ihres Besitzes enteignet, weil die Gesellschaft unpünktlich in der Erfüllung ihrer finanziellen Verpflichtungen und ihr Finanzgebahren dem Kredit des Landes schädlich war. Die Gesellschaft ist 1906 von einer Gruppe englischer, französischer und belgischer Geldleute gegründet worden und hatte vorübergehend mehr oder weniger Einfluß auf die Sorocabana-, Paulista- und Mogyana-Bahn und verschiedene Handelsgesellschaften; zuletzt besaß sie noch, wenigstens dem Namen nach, die Paraná-Santa-Catarina-Bahn. Seit einigen Jahrzehnten schon stand ihr Eigentum teilweise unter Staatsaufsicht. Die Enteignung macht einem sehr undurchsichtigen Verhältnis zwischen einer Privatgesellschaft und dem Staate ein Ende. S--r.

Aus dem Schrifttum

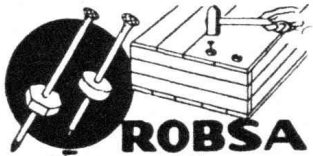
Lenkung der Maschinenproduktion. Anordnungen des Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion zur Rationalisierung der Maschinenerzeugung und zur Auftragsregelung der Maschinenbauerzeugnisse. Mit Erläuterungen für Industrie und Handwerk, wichtig für Verbraucher und Händler. Bearbeitet von Dipl.-Ing. H. J. Könemund und Wirtsch.-Ing. W. G. Sahm. (Sonderausgabe des Abschnittes 11 G des Sammelwerkes Eisen und Stahl.) Loseblattsammlung in laufender Folge. Format 22×21 cm. Berlin W 50, 1942. Verlag August Lutzeyer. Preis des Grundwerkes 15,— RM.

Das Typungswerk der deutschen Maschinenindustrie bezweckt, durch Normung der Maschinentypen und Maschinengrößen die Voraussetzungen für die Vervollkommnung der Fertigungsmethoden und für den vermehrten Einsatz ungelernter Arbeitskräfte im deutschen Maschinenbau zu schaffen. Damit vollzieht sich in der deutschen Maschinenindustrie eine einschneidende Umwälzung und Rationalisierung allergrößten Stils, wie sie unbedingte Voraussetzung für die im Krieg erforderliche Leistungssteigerung ist, — die aber auch nach dem Krieg sowohl für die Fabrikation normaler Maschinen als auch für den Bau von Sondermaschinen maßgebend sein wird. Da die Maschinenindustrie als Herstellerin wichtigster Produktionsmittel in jedem Zweig unserer Rüstungs- und Kriegswirtschaft ständig vor neue Probleme gestellt wird, ergibt sich für den Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion Direktor Karl Lange die Aufgabe, die einzelnen Phasen der Umwälzung und ihre Auswirkungen auf die jeweiligen Teilgebiete unserer Wirtschaft durch seine bekannten Anordnungen im „Reichsanzeiger" zu lenken. Angesichts der Verflechtung der Maschinenindustrie mit der gesamten Wirtschaft liegt bereits eine ganz erhebliche Zahl solcher Anordnungen vor, die sich mit der Durchführung der Rationalisierung im Maschinenbau noch steigern wird. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die nach Bedarf erscheinenden Anordnungen des Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion als Reichsstelle Maschinenbau für die Hersteller und Verbraucher von Maschinen, Apparaten, Spezialwerkzeugen usw., für den Handel, für die Behörden, für halbamtliche Stellen, für Schulen, wissenschaftliche Institute usw. in eine handliche Übersicht zu bringen. Dipl.-Ing. Koenemund und Wirtsch.-Ing. Sahm sind dem nachgekommen und haben in dieser „Loseblattsammlung in laufender Folge" ein Sammelwerk für die „Anordnungen des Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion zur Rationalisierung der Maschinenerzeugung und zur Auftragsregelung für Maschinenerzeugnisse" mit Kommentaren herausgegeben, dem der Bevollmächtigte für die Maschinenproduktion Karl Lange ein Geleitwort mit auf den Weg gegeben hat, und das sowohl für Verbraucher wie für Händler von großer Bedeutung ist.

Aus dem Inhalt:

Feuerlose Lokomotiven mit geschweißtem Kessel 37
Deutsche Lokomotiven im Nahen Osten 41
Die induktive Zugbeeinflussung 46
Kleine Nachrichten 53
Aus dem Schrifttum 54

LACK U. FARBWERKE FULDA
Rhodius & Co.
FULDA


ROBSA
Riffum-Pfanner
nur von
RUDOLPH NEIDER, DÖBELN, Sa.

Filz wie Sie ihn brauchen
Georg
Walde
Filzwarenfabrik Halle-S.2

Betonabbindung — erheblich verkürzt!

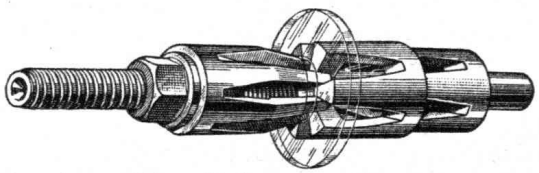
Das ist fortschrittliche Bauweise. Wer dem Beton gleich beim Anmachen eine geringe Menge

Paratect-Mörtelzusatz-Schnell

beimischt, verkürzt die Abbindezeit von Betonkonstruktionen auf ein Mindestmaß. Die Verwendung von Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beim Bau von Maschinenfundamenten ermöglicht beschleunigte Inbetriebnahme von Maschinen und Motoren. Paratect-Mörtelzusatz-Schnell bewirkt außerdem Härtung und Dichtung der Betonkonstruktionen, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung, sowie Immunisierung gegen Öle, Säuren, Rauchgase, aggressive Wässer und sonstige Zerstörungseinflüsse.

Aufschlußreicher Prospekt auf Wunsch kostenlos von der
Paratect-Gesellschaft, Borsdorf F 15 b. Leipzig

Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.
Firck & Werner, Bad Reichenhall — B 74

SCHMIDT-Überhitzer Elemente

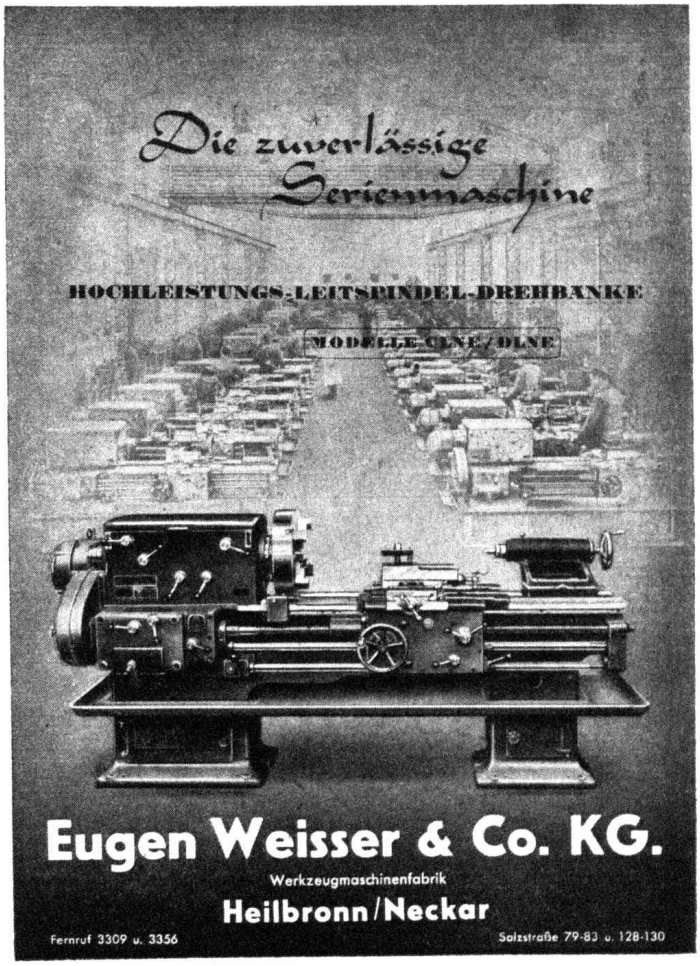
nach dem SHG-Schmiede-verfahren
ohne Stumpfschweißung mit
verstärkten Umkehrstellen

Vorteile dieser Ausführung:
Betriebssicherheit, lange Lebensdauer, Materialersparnis

SHG-Abdampfstrahlpumpen
für Speisewasser-Vorwärmung

SCHMIDT-Heißdampf-MV-Regler
Mehrfach-Ventil-Regler vereinigt mit Überhitzer-Sammelkasten

Schmidt'sche Heißdampf G.m.b.H.
Kassel-Wilhelmshöhe

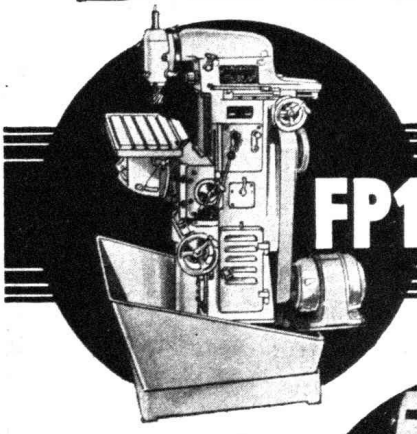


Eugen Weisser & Co. KG.
Werkzeugmaschinenfabrik
Heilbronn/Neckar
Fernruf 3309 u. 3356 Salzstraße 79-83 u. 128-130

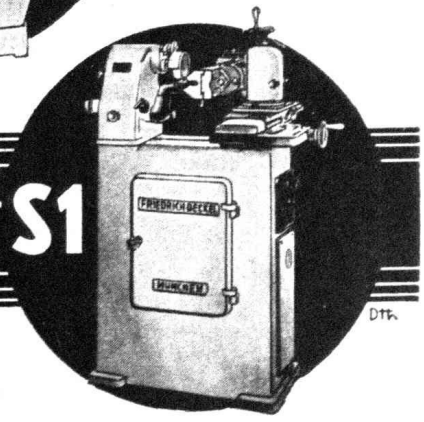
LEISTUNGSSTEIGERUNG
durch Peddinghaus-**Anwärmbrenner D.R.P.** für Leuchtgas-Sauerstoff zum An- und Vorwärmen oder Glühen von sperrigen Werkstücken aller Art. Bei kürzester Arbeitszeit werden bedeutende Erfolge erzielt.

Kostenlose
Unterlagen und fachmännische Beratung durch
PAUL FERD. PEDDINGHAUS
ABT. OBERFLÄCHENHÄRTUNG • GEVELSBERG I.W.

DECKEL



FP1 Universal-Werkzeug-Fräsmaschine



Universal-Werkzeug-Schleifmaschine **S1**

FRIEDRICH DECKEL·MÜNCHEN 25
PRÄZISIONSMECHANIK u. MASCHINENBAU

SEVERIN

"WIE SICH EINER, SO EIN KRIEGSMAN VND MITTREUTTER GEBEN WILL, AUSRUSTEN MUSZ", ER SOLL HABEN: „....FEDERN VON SPANISCHEM BLEY ODER RUTELSTEIN VND KREWDEN".

GRAF JOHANN VON NASSAU-ORANIEN 1595

STAEDTLER-STIFTE SEIT 1662

J.S.STAEDTLER
MARS-BLEISTIFTFABRIK·NÜRNBERG

Schütz
Metusit Wortschutz
Kleidung
schützt Schaffende vor Unfall u. Gefahr!

Kurt Metius, Leipzig C 1/1
Schütz KLEIDER FABRIK

TEMPEROLL GR LACK

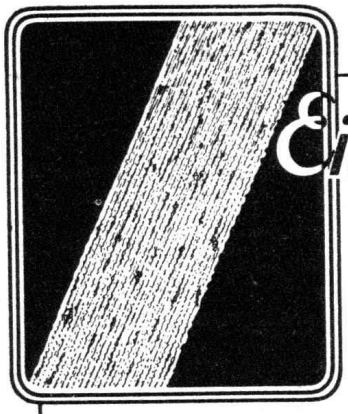
Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

Gustav Ruth
Temperol-Werke
Chemische-u. Lackfabriken
Hamburg-Wandsbek

Vitrulan
Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und-Streifen

werden von der Deutschen Reichsbahn für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven u. Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

Thüringische Glaswollindustrie, vorm. S. Koch, G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)



Eine Mine spricht über Strichdichte

Wenn Sie dieses Mikrobild einer Van Dyke-Bleistiftmine betrachten, sehen Sie deutlich, wie fein und gleichmäßig der Grafit durch chemische Zerkleinerung wird.

Tatsächlich zerkleinert das chemische Verfahren den Grafit um ein Vielfaches feiner als eine wochenlange mechanische Mahlung.

Das gibt der Van Dyke-Mine ihre Kolloidfeinheit und einzigartige Grafitdichte, die für gestochen scharfe Lichtpausen direkt von der Bleistiftzeichnung bürgt.

VAN DYKE

Der Van Dyke von Eberhard Faber ist der einzige Zeichenstift mit chemisch zerkleinertem Grafit; seine Herstellung ist patentamtlich geschützt. (Van Dyke D. R. P. Nr. 534178).

VAN DYKE

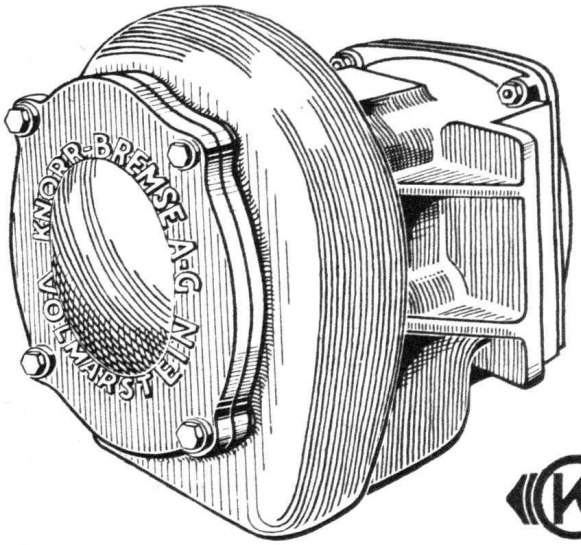
VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN
AKTIENGESELLSCHAFT

DIESEL LOKOMOTIVEN

für Rangier-, Güter- und Personendienst
von 100 bis 360 PSe als Einzelloks
von 320 bis 720 PSe als Doppelloks

360 PSe Rangier- und Güterzugslokomotive

Deutsche Werke Kiel A.G. Kiel



Isothermos-Achslager für Eisenbahnachsen

bedürfen keiner Wartung und sind sparsam im Ölverbrauch; arbeiten störungsfrei auch bei Verwendung weniger hochwertiger Lagerausgußmetalle.
Auch unter schwierigen Bedingungen und bei hohen Geschwindigkeiten bewähren sich Isothermos-Achslager.

KNORR-BREMSE A-G
Stahlwerk Volmarstein-Ruhr

Verbandkästen
Verbandstoffe

W. Schleenbecker
Frankfurt a. M., W. 13
Fernruf 71853

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

In den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschied. Größen.

Otto Windgassen . Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon: 35651, 37950 Fischerstraße 47

Fritz Wagner & Co.
BERLIN SW 11
Schöneberger Straße 32 — Fernsprecher: 193125

Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

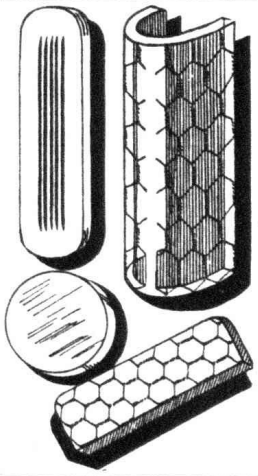
Druckschriften auf Wunsch kostenlos

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig

seit Jahren erprobt,
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit,
geringes Gewicht

DÜR MOL

DÜRMOL · Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48



Technische
Hartgläser
und Drahtgläser
für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co
Hartglasfabrik
Hainsberg i. Sa.

Nieten
aller Art ab 13 mm und Rohlinge für gedrehte Nieten

Rohreinwalzmotore
und *„Elgra"-Dichtmaschinen*
zum Einwalzen für Rauch- und Siederohre.

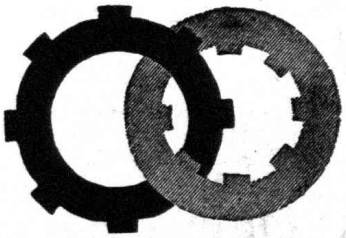
Norddeutsche Schrauben- u. Metallwerke KG.
Berlin-Niederschönhausen

Weichen . Waggons . Kessel

Anschlußgleise
Feld- und Normalbahnmaterial
Ersatzteile . Behälter
Blech- und Eisenkonstruktionen
Schraubenfabrik
Schweiß- und Aufpreßarbeiten

Bahnbedarf-Rodberg G.m.b.H., Darmstadt

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann
Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 30920
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

KRANTZHEIZUNG

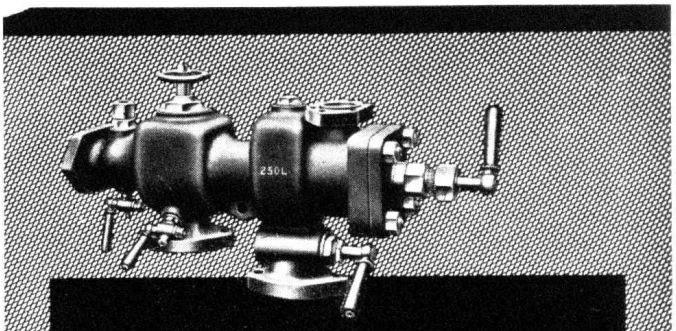
jetzt auch Wien
IV/56 Theresianumgasse 9

HEISSWASSER-HEIZUNGSANLAGEN FÜR
FERN-GROSSRAUM-U. APPARATEHEIZUNG
KLIMA-ANLAGEN
IN-U. AUSLANDSPATENTE

H. KRANTZ-WIEN

BERLIN • FRANKFURT a.M. • LEIPZIG

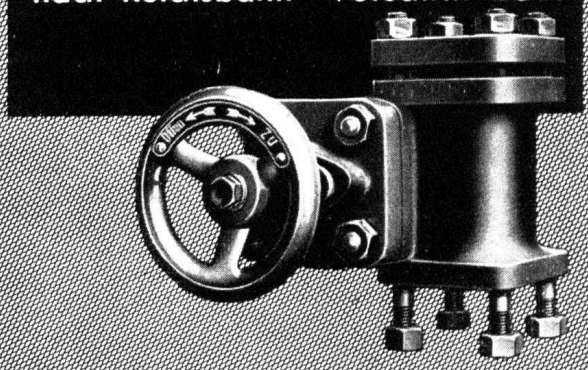
Stammhaus Aachen
seit 1882



Wir liefern sämtliche

Lokomotiv-Armaturen

nach Reichsbahn - Vorschrift LON



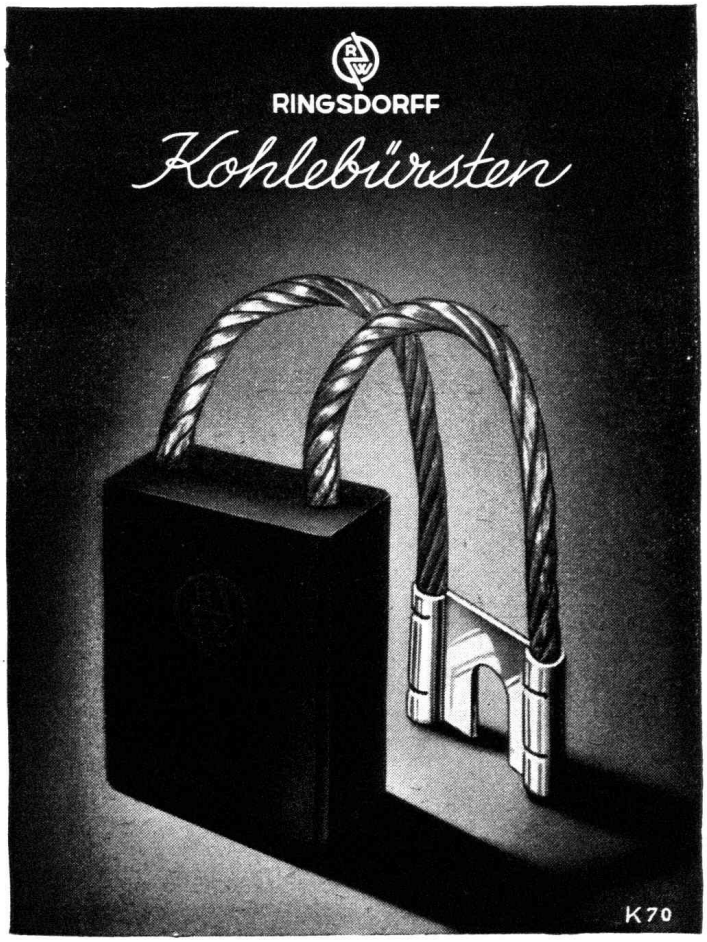
MASCHINEN- UND ARMATURENFABRIK VORM.

C. LOUIS STRUBE AG.

Gegr. 1865 Magdeburg-Buckau

RINGSDORFF

Kohlebürsten



RINGSDORFF-WERKE K.G.

„Fortschritt"

der Autogen-Schneidbrenner

„GRIESHEIM"

Neuzeitliche Bauform unter Verwendung von Leichtmetall, bei Auswertung aller praktischen Erfahrungen. Vielseitige Verwendung des Brenners durch Sonderzubehör.

Für den friedensmäßigen Aufbau werden nach dem Kriege unsere Geräte wieder uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

GRIESHEIM AUTOGEN TECHNIK · GRIESOGEN · FRANKFURT MAIN 4

›GRIESOGEN‹

GRIESHEIMER AUTOGEN VERKAUFS-G.M.B.H.

FRANKFURT (MAIN) • FEUERBACHSTR. 50

Verlagsleiter: Ewald Darkow, Bielefeld. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 50 ÜK
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN-ALLACH

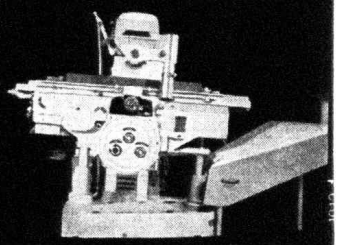
beweisen ein

wirtschaftliches Fräsen

von Werkstoff ~ 100 kg mm² Zgf.

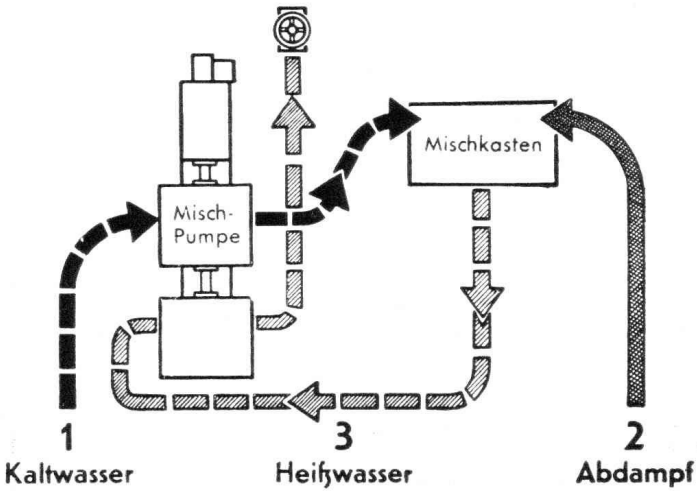
Fertigungsprogramm:

JERWAG N 2 — 1750 × 400 mm
JERWAG N 1 — 1250 × 400 mm
JERWAG O 1 — 1040 × 400 mm



GLEICHLAUF JERWAG

AWG ALLGEMEINE WERKZEUGMASCHINEN AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN FERNRUF: 56 42 76



Die neue
Knorr Mischvorwärm-Anlage

mischt unmittelbar das Kaltwasser aus dem Tender mit dem Abdampf der Lok und erwärmt es so ständig und zuverlässig auf 100 °C.

Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen. Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt werden, um den Kesselstein zu entfernen.

Die Mischpumpe hat im Kalt- und Heißwasserteil neue kesselsteinunempfindliche Lenkfederventile DRP. Die Einheits-P-Steuerung lenkt den Dampfstrom im Volldruckzylinder.

KNORR-BREMSE AG BERLIN

BEWEGLICHE STEHBOLZEN UND DEREN ZUBEHÖR

mit höchster Genauigkeit im Gesenk geschmiedet

bevorzugt man seit Jahren für deutsche und ausländische Lokomotiven

SOLINGER GESENKSCHMIEDEN ENGELS, RAUH & CO.
INHABER WALTER GOTT
Solingen - Foche Fernruf Sa 26061

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | APRIL 1943 | NUMMER 4

Die schöpferische Synthese

Zum Geburtstag des Führers

Von Hans Uhle

Wir alle sind verpflichtet, dafür zu sorgen, daß der Vorsprung, den wir besitzen, sich nicht verkleinert, sondern daß er ständig größer wird. Dies ist kein Problem des Kapitals, sondern ausschließlich ein Problem der Arbeit und damit unseres Willens und unserer Fähigkeiten.

Adolf Hitler

Foto: Presse-Hoffmann

Als im Jahre 1918 das wilhelminische Reich zusammenbrach, war dies ein Vorgang, der mit einer politisch-militärischen Niederlage, wie die Geschichte sie vielfach aufweist, nicht mehr vergleichbar war. Entscheidend war zunächst nicht das politische und militärische Ende der Monarchie, sondern daß anschließend die Versailler Katastrophe zum Zusammenbruch der Nation in allen ihren Schichten und darüber hinaus zum Zusammenbruch einer Welt führte. Dem entfesselten Dollar auf der einen und dem durch das Judentum befreiten Zerstörungsgeist der Steppe stand keine Widerstandskraft mehr gegenüber. Es schien nur eine Frage der Zeit, wann das schöpferische, kulturelle Europa zwischen den beiden scheinbar so verschiedenen, in Wahrheit jedoch einer einzigen Quelle entspringenden Kräften zerrieben würde.

Und doch — hatten nicht in jenem Kampfe die Mächte des modernen Fortschritts über die autokratische Reaktion gesiegt? War es nicht die jüngste Tochter des europäischen Geistes, die Technik, die den Kampf entschieden hatte zugunsten der Seite, die sich ihrer am besten zu bedienen wußte? Wie war es möglich, daß gerade sie eine solche Katastrophe über die Menschheit brachte? Hatte sie sich in ihrer Entwicklung zum Amerikanismus so entscheidend ge-

wandelt, daß sie zur Feindin der Menschheit geworden war? Das Denken über die Frage des Untergangs des Abendlandes wandelte sich in Millionen Menschen zur Kapitulation vor der Macht der Technik, deren man nicht mehr Herr wurde, weil man sie nicht mehr einzuordnen verstand in das Leben der Völker. Besonders Deutschland, dessen geistig-seelischer Zusammenbruch immer katastrophalere Formen annahm, wurde ein Opfer dieser Verzweiflung an der Kraft des Menschen gegenüber der entfesselten, diktatorisch regierenden Technik.

Wie bei fast allen Ursachen des Zusammenbruches konnte oder wollte man auch hier die eigentlichen Beweger nicht erkennen. Nicht die Technik an sich war dem Menschen feindlich, sondern die Macht, die sich ihrer bemächtigt hatte: der — vorwiegend jüdische — Kapitalismus. In seinen Händen verwandelte sich das Werkzeug, das zum Segen der Menschheit erdacht war, zum Fluch der Völker.

Der Kapitalismus ist eine unorganische Erscheinung im Leben der Völker; er dient nicht diesem Leben, sondern sucht es sich dienstbar zu machen und auszubeuten. In seinem Dienst entartet die Technik zum Mittel der Ausbeutung. Die Entwicklung ist etwa folgende: er nimmt die technischen Erfindungen in Besitz und fördert sie, um die Verdienstspanne zwischen Herstellung und Absatz möglichst auszuweiten. Die technische Fortentwicklung dient nicht der Erleichterung der körperlichen Arbeit oder der Verbilligung der Konsumgüter, sondern lediglich der Verbilligung ihrer Herstellung bei gleichbleibendem Preis, um die Dividenden immer weiter in die Höhe schnellen zu lassen. Schwindet aber die Abnahmebereitschaft des Weltmarktes, so ist die Folge eine Drosselung der Produktion, Löhne und Gehälter — aber unter Stabilerhaltung und Erhöhung der Preise und damit der Dividenden. Die Kluft zwischen den kapitalistischen „Herren des technischen Zeitalters" und den Massen der von ihnen ausgebeuteten Lohnsklaven wird so immer breiter, bis es schließlich keine Brücke mehr gibt, und die Kapitalisten und das Proletariat in Todfeindschaft gegenüberstehen. Auf beiden Seiten aber ist es das Geld, um dessen Besitz gekämpft wird. Die Arbeit als solche ist längst nicht mehr Sinn und Inhalt des Lebens, sie ist nur mehr eine Ware, eine verfluchte Last, „um Geld zu machen".

Denn auch der im Bolschewismus zur letzten Ausprägung gekommene jüdische Marxismus — den gleichen Quellen entstammend wie der Kapitalismus — sieht die Frage der „Erlösung des Proletariats aus den Klauen des Kapitals" lediglich vom Lohn, also vom Gelde her. Nicht die Arbeit an sich, sondern die Gewinnbeteiligung steht im Mittelpunkt marxistischer Ideologie. „Seitdem die jüdisch - bolschewistischen Hetzer, unter Zugrundelegung der ihnen bekannten geringen Einsicht und Bildung der Massen auf diesem Gebiet, das soziale Problem als eine ausschließliche Lohnfrage erklärten, schufen sie in kürzester Zeit jene für die Durchführung der bolschewistischen Gesellschaftsrevolution günstige Spannung zwischen Lohn und Preis. Indem durch Streit und Terror auf der einen Seite die Löhne eine fortgesetzte scheinbare Steigerung erfahren, zwingen sie infolge der gleichbleibenden oder sogar sinkenden Produktion auf der anderen Seite die Preise zum Ansteigen" (Adolf Hitler in der Proklamation auf dem Parteitag der Arbeit 1937). So ergibt sich die bekannte Schraube ohne Ende, die Ursache der Weltwirtschaftskrise und damit der Verzweiflung von Millionen, deren Haß sich gegen die scheinbare Urheberin allen Unglücks, die Technik, richtet.

In der entscheidenden Stunde, da das deutsche Volk diesem von beiden Seiten anstürmenden Chaos hilflos entgegentaumelte, hat Adolf Hitler seine nationalsozialistische Idee verkündet. Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Technik an sich weder kulturfeindlich noch kulturfördernd ist, sondern daß Rückschritt oder Fortschritt allein vom Menschen abhängen und von seiner schöpferischen Kraft, sich unter vielen Mitteln auch der Technik zu bedienen, wies er diese wieder in ihre lebensgesetzlichen Schranken zurück. Adolf Hitler hat die entfesselte Technik wieder eingeordnet in das Leben der Gemeinschaft als ein Mittel zur Sicherung der Zukunft der Nation; er hat damit eine Revolution gigantischen Ausmaßes vollzogen und Mensch u n d Technik gleichermaßen befreit. Indem er den Menschen wieder zum Herrn über die Technik setzte, gab er ihm Kraft zur Überwindung des Zweifels in der eigenen Brust und lehrte ihn wieder erkennen, daß er allein Herr seines Schicksals ist. In der sinnvollen Einordnung der Technik in das Leben der Nation erkennen wir aber ihre Befreiung von dem Zwang zum Chaos, in dem sie sich eines Tages selbst ad absurdum führen mußte.

Im Mittelpunkt der nationalsozialistischen Idee Adolf Hitlers steht die unabdingbare Forderung der unlöslichen Volksgemeinschaft. Um sie kreisen alle Gedanken, auf sie richtet sich alles Fühlen, ihr gilt alles Handeln. Sie ist das Gesetz unseres Lebens, und nur in ihr und durch sie vermag die schöpferische Persönlichkeit sich zu entfalten. Die höchste Freiheit des deutschen Menschen erschöpft sich im Dienste der deutschen Volksgemeinschaft. Der kategorische Imperativ des Weisen von Königsberg: Handle so, daß der höchste Grundsatz deines Willens jederzeit als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könne, ist damit zum politischen Urgrund des Handelns unseres ganzen Volkes geworden. Jeder einzelne Volksgenosse ist der Gemeinschaft verantwortlich. Es kann und darf keine anderen Bindungen mehr geben.

Allein von dieser Grundlage der Gemeinschaft aus war die Besinnung, Umkehr und Wiedergeburt des deutschen Volkes, seines politischen und sozialen Organismus möglich. Erst in diese Ordnung konnte die Wirtschaft und mit ihr die Technik sinnvoll eingebaut werden. Sie verloren dabei den unberechtigten Anspruch, durch sich selbst Schicksal des Volkes zu sein, und wurden zu gigantischen Mitteln im Lebens- und Schicksalskampf des deutschen Volkes. Hatte die feindliche Umwelt in den Jahren des nationalsozialistischen Kampfes Adolf Hitler als einen wirtschaftlichen „Dilettanten und Scharlatan" verschrien, dem es niemals gelingen werde, die Krise zu beseitigen, da ihm dazu das notwendige Kapital fehle, da er ja diese Größe überhaupt leugne und bekämpfe, so mußte sie alsbald erleben, daß gerade die Technik seit ihrer Befreiung vom Kapitalismus ungeahnte Triumphe in Deutschland erringen konnte.

Dieser Aufstiegsprozeß widersprach allen „Erfahrungen". Die Skepsis der internationalen „Experten" wandelte sich sehr schnell in Staunen und Verwunderung. Die Welt begann, von einem „deutschen Wun-

der" zu sprechen. Dies zeigt schon die Ausmaße der sozialen Revolution deutlich auf, die uns Adolf Hitler erkämpfte. Die Wiedereinsetzung des Begriffs der Leistung in ihre Herrscherrolle gegenüber dem Kapital, die Umkehr des marxistischen Notwehrrechtes auf Arbeit in das deutsche Sittengesetz der Pflicht zur Arbeit und Leistung als ausschließlich entscheidender Bewertungsgrundlage der Persönlichkeit in der Gemeinschaft sind in Wahrheit die gewaltigste soziale Wandlung, wenn nicht überhaupt erst der Beginn einer wirklichen Neuzeit. Denn jetzt erst beginnt der Mensch dessen Herr zu werden, was seit Erfindung der Dampfmaschine an technischem Fortschritt erzielt worden ist. Nicht mehr nur wenige Kapitalisten halten durch die Technik alle Macht über die schaffenden Millionen des Volkes in ihrer Hand, sondern ausschließlich die Leistung des arbeitenden Volksgenossen entscheidet über seine Stellung im wirtschaftlichen Leben. Jeder fleißige und strebsame Facharbeiter ist heute ein Herr des technischen Zeitalters, und nur der faule Nichtskönner und Nichtstuer wird ewig Knecht bleiben, wie ihm dies aus minderer rassischer Veranlagung auch gar nicht anders zukommt. Er wird seine untergeordnete Rolle gar nicht empfinden, wohl aber fühlt sich der Facharbeiter heute als Herr über die Maschine, als freier Mensch.

Um die endgültige Durchsetzung dieser nationalsozialistischen Revolution stehen wir heute im entscheidendsten Kampf unserer gesamten Geschichte. Dieser Kampf selbst beweist uns immer aufs neue, wie sehr es uns gelungen ist, die schöpferische Synthese zwischen Geist, Seele und Materie, die uns der Führer lehrt, zu verwirklichen und in fruchtbare Tat umzusetzen. Von der Gegenseite rennt wie im Weltkrieg eine entfesselte Technik gegen uns an, deren jüdische Herren den Menschen zum willenlosen Roboter herabgewürdigt haben. Sie glauben, daß auch jetzt wieder die Masse den Geist besiegen könne. Wir aber wissen, daß der Idealismus noch zu allen Zeiten Beweger der Geschichte gewesen ist. Diesen Idealismus hat Adolf Hitler in uns wieder wachgerufen, und in seinem Zeichen werden wir siegen.

Die erste Gasturbinen-Lokomotive

Ohne daß in den Fachzeitschriften oder in der Öffentlichkeit viel darüber verlautete, ist die Entwicklung der Gasturbine auch in den letzten Jahren weiter gefördert worden. Die Verwendung einer Kraftmaschine mit nur umlaufenden Teilen ist ja auch, besonders für größere Leistungen, gegenüber den den reinen Kolbenmaschinen durch die Beherrschung der hin- und hergehenden Massen gesetzten Grenzen außerordentlich verlockend hinsichtlich geringeren Gewichtes, erheblich kleineren Raumbedarfes und vollkommenen Massenausgleiches. Dagegen kann im gegenwärtigen Stande der Entwicklungsarbeiten die Wirtschaftlichkeit der Brennstoffausnutzung gegenüber dem in dieser Beziehung recht günstigen Dieselmotor noch etwas zurückgestellt werden, so erwünscht natürlich auch hierin für alle nur in Frage kommenden Verwendungszwecke weitere Fortschritte sind.

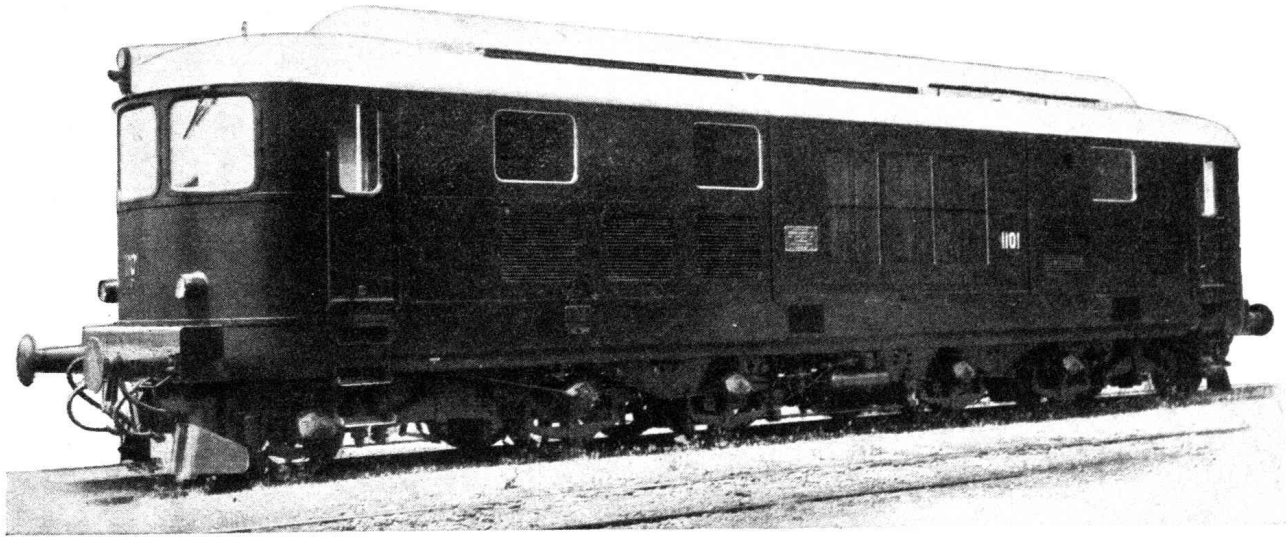


Bild 1: 2200-PS-Gasturbinen-Lokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen

Dienstgewicht mit Vorräten	*92 t*	*Drehzahl der Turbine*	*4800—5200 U/min*
Triebachsdruck	*16 t*	*Drehzahl des Generators*	*750— 812 U/min*
Höchstgeschwindigkeit	*100 km/h*	*Zugkraft am Rad (Anfahrt)*	*13000 kg bis 26 km/h*
Dauerleistung an der Turbinenwelle	*2200 PS*	*Zugkraft am Rad einstündig*	*7600 kg bis 50 km/h*
Nennleistung an der Turbinenwelle	*2000 PS*	*Zugkraft am Rad dauernd*	*4840 kg bis 78 km/h*

Es ist also sicherlich ein Zeugnis fortschrittlichen Ingenieurschaffens, wenn schon jetzt im Auftrage der Schweizerischen Bundesbahnen von der AG Brown

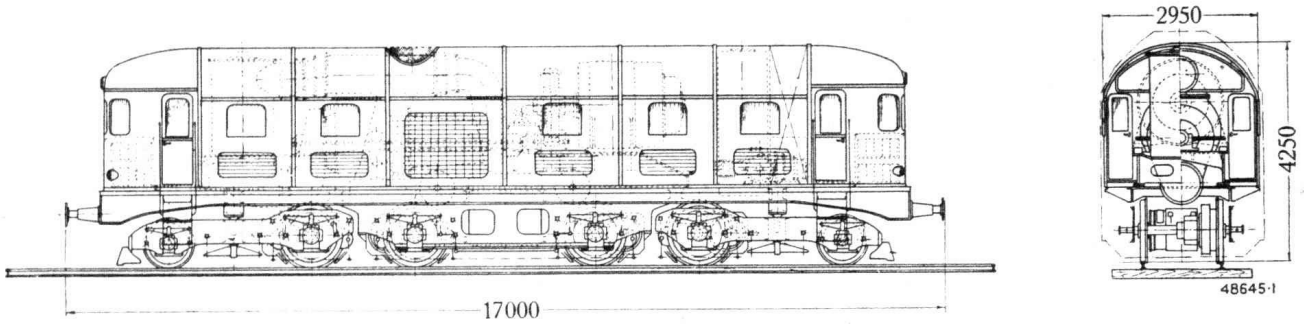


Bild 2: Schematische Darstellung des Einbaues des Maschinensatzes in die Lokomotive

Boveri und Cie in Baden, Schweiz, eine Lokomotive größerer Leistung mit reinem Gasturbinenantrieb (Bild 1) fertiggestellt worden ist. An sich ist die Dampfkolbenmaschine für den Lokomotivantrieb bekanntlich denkbar gut geeignet, weil sie das Anfahren unter voller Last durch ihre Füllungsregelung fast mühelos ermöglicht und sich dem Betriebserfordernis vollkommen anpaßt, bei niederer Geschwindigkeit ein hohes Drehmoment bis zur vollen Ausnutzung der Reibungskraft herzugeben, das dann bei höheren Geschwindigkeiten geringer werden kann. Keine andere Kraftmaschine ist so einfach in der Lage, dem zu entsprechen wie die Dampfkolbenmaschine. Daraus erklärt sich, daß auch eine über hundertjährige Entwicklung keine grundsätzliche Änderung dieses Grundprinzips gebracht hat. Bei allen anderen Kraftmaschinen bedarf es zum Fahrzeugantrieb, insbesondere zur Verwendung in der Lokomotive, einer Kraftübertragung, d. h. einer Drehmomentenumformung, um die ihnen natürliche Drehmomentenkurve in die durch den Zugbetrieb geforderte wenigstens annähernd umzuformen; dies gilt erst recht für den Turbinenantrieb. Von den Dampfturbinen-Lokomotiven her weiß man, welche Schwierigkeiten es bot, eine brauchbare konstruktive Lösung zu finden. Denn die Leistungs- und Drehmomentenkurve der Turbinenmaschinen ist an sich für die Erfordernisse des Zugbetriebes denkbar ungeeignet. Hinzu kommt, daß für die erforderlichen ziemlich hohen Leistungen die anderen, für geringere Leistungen bereits gut durchgebildet und betriebserprobt zur Verfügung stehenden Kraftübertragungsmittel mechanischer und hydraulischer Art noch nicht in solcher Vollkommenheit vorhanden sind, daß ihre Anwendung nicht ein zweites großes konstruktives Wagnis bilden würde. Hier bietet sich zur Zeit nur die elektrische Kraftübertragung, die auch für große Leistungen erprobt und bewährt ist. Ihre Vor- und Nachteile sind bekannt; sie wurde aber aus den Erwägungen, die vorstehend angestellt wurden, auch für die erste Gasturbinen-Lokomotive gewählt.

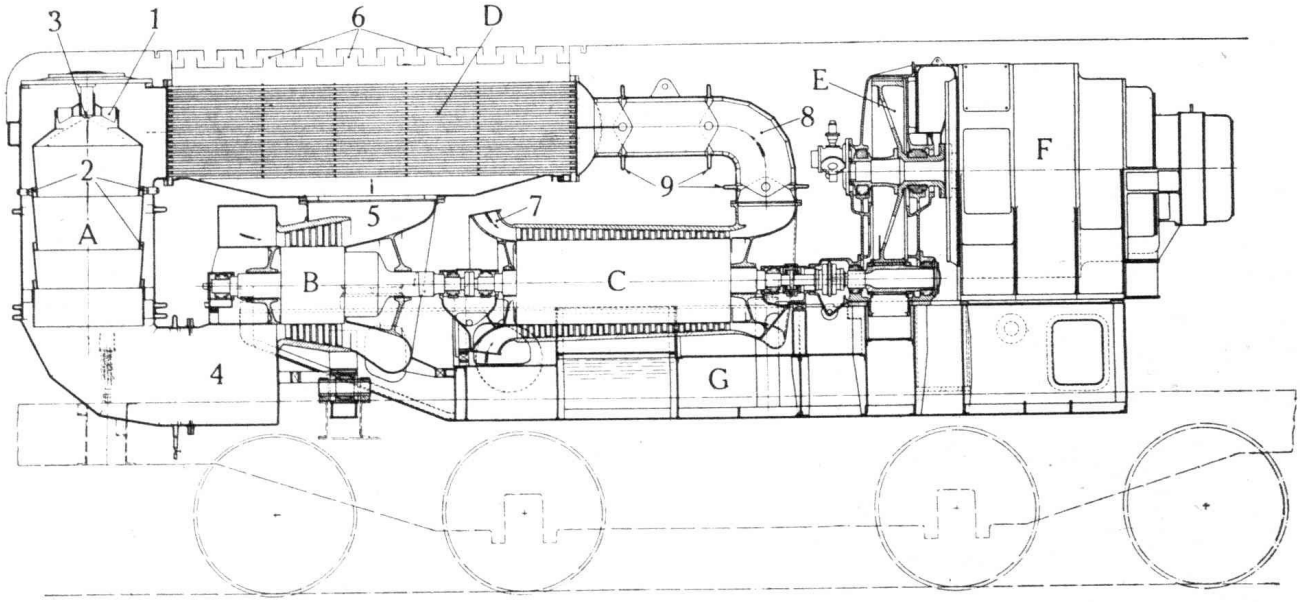


Bild 3: Schnitt durch den Maschinensatz der 2200-PS-Gasturbinen-Lokomotive

1 Zutritt der vorgewärmten Verbrennungsluft
2 Kühl- und Zusatzluftzutritt
3 Brennstoffdüse
4 Mischraum
5 Gasturbinenauslaßstutzen
6 Luftauslaßschlitze im Lokomotivdach
7 Luftverdichtungsansaugstutzen
8 Überströmrohr zwischen Verdichter und Luftvorwärmer
9 Ausdehnungsfalten

A Brennkammer
B Gasturbine
C Luftverdichter
D Luftvorwärmer
E Getriebe
F Hauptstromerzeuger
G Hilfsrahmen für den Zusammenbau des Maschinensatzes

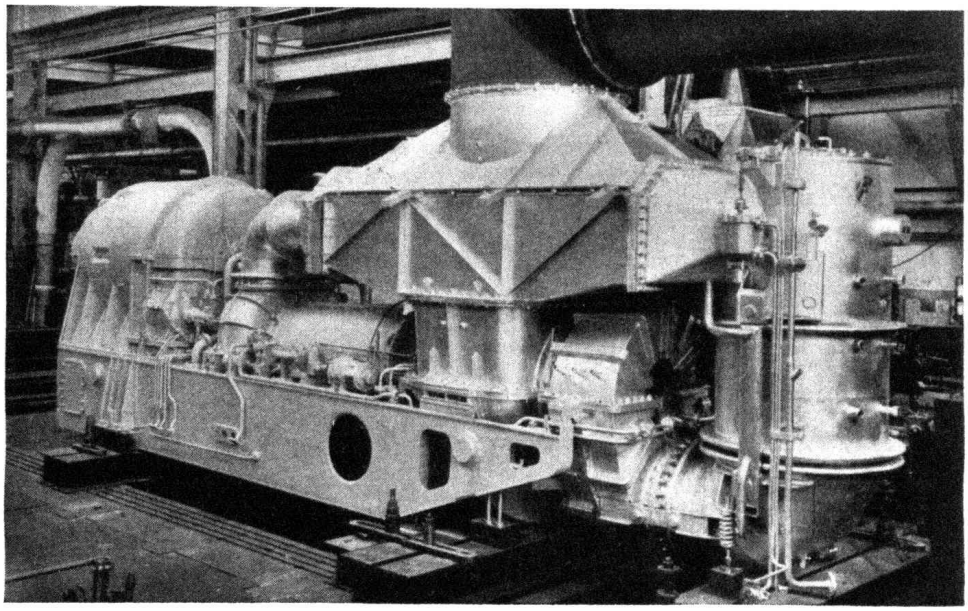


Bild 4: Der Maschinensatz auf dem Versuchsstand

Die Lokomotive wurde für den Betrieb auf Nebenbahnen gebaut, auf denen der Verkehr die Einführung der elektrischen Zugförderung noch nicht rechtfertigt. Dementsprechend ist der zulässige Achsdruck auf 16 t festgesetzt; er kann jedoch bei der Verwendung auf Hauptbahnen, die 18 t zulassen, dadurch heraufgesetzt werden, daß die Vorräte an Treibstoff größer bemessen werden. Das Dienstgewicht mit vollen Vorräten beträgt bei Verwendung auf Nebenbahnen 92 t; die Höchstgeschwindigkeit ist 110 km/h. Dem Betriebsprogramm entsprechend war eine Leistung an der Generatorkupplung von 2200 PS erforderlich. Die ganze Maschinenanlage ist auf einem gemeinsamen, geschweißten Hilfsrahmen montiert und wird mit diesem in den Lokomotivrahmen eingebaut; die Auflagerung erfolgt dabei auf drei Punkten mit elastischen Zwischengliedern. Die Kraftmaschinengruppe (Bilder 2, 3 und 4) besteht aus folgenden Teilen: In einer Brennkammer wird durch stetige Verbrennung von Öl mit der durch den Verdichter gelieferten, hochvorgewärmten Verbrennungsluft und zugleich Kühlluft ein Verbrennungsgas-Luftgemisch erzeugt, dessen Temperatur mit Rücksicht auf die empfindlichen Schaufeln der Gasturbine zwischen 500 und 600° C beträgt. Dieses arbeitet unter Abkühlung und Entspannung in der Gasturbine und strömt von ihr durch den unmittelbar über ihr eingebauten großen Vorwärmer für die Druckluft, in dem es einen großen Teil seiner fühlbaren Wärme abgibt, durch Schlitze der Dachhaut ins Freie ab. Mit der Gasturbine auf gleicher Achse ist der Verdichter angeordnet. Bei einer Leistung an der Generatorkupplung als Nutzleistung gemessen von 2000 PS muß die Gasturbine rd. 8000 PS entwickeln, weil der Verdichter selbst rd. 6000 PS verbraucht. Gasturbine und Verdichter laufen mit der hohen Drehzahl von 5200 U/min, während zwischen Generator und Turbinenwelle ein mechanisches Untersetzungsgetriebe eingeschaltet ist, so daß der Generator bei Vollast nur mehr 820 U/min macht. Bei einer rein mechanischen Untersetzung auf die Lokomotivräder müßte das Getriebe noch erheblich höher, etwa 1 : 10 untersetzt, und eine Kupplung für die volle Leistung zum Anfahren vorhanden sein, beides recht schwierige Bauteile. Eher wäre dies schon bei einer hydraulischen Kraftübertragung möglich, die aber bisher für solche Leistungen wohl noch nicht ausgeführt wurde. Der Antrieb der vier Treibachsen der Lokomotive durch Tatzenlagermotoren bietet technisch das bekannte Bild. Die Kupplungsfolge der Lokomotive ist 1 A_0-B_0-A_0 1. Die Zugkraft am Radumfang beträgt während der Anfahrt 13 000 kg, die Stundenzugkraft 7600 kg bei 50 km/h und die Dauerzugkraft 4840 kg bei 70 km/h. Der Brennstoffverbrauch beträgt bei Vollast etwa 450 gr/PSh am Radumfang oder rund 900 kg/h bei 2000 PS Leistung am Radumfang. Der thermische Wirkungsgrad beträgt damit zwischen 17 und 18 v. H. in Vollastnähe, 14 v. H. bei Halblast und 9 v. H. bei Viertellast. Der Luftdruck hinter dem Verdichter schwankt zwischen Halb- und Vollast zwischen 1,5 und 2,5 kg/cm² abs.

Das Anfahren und die Steuerungsvorgänge weisen naturgemäß gewisse, durch die Eigenart des Gasturbinenantriebes bedingte Besonderheiten auf. Zum Anfahren der Kraftgruppe wird der Hauptgenerator als Motor geschaltet und von einem Hilfsdieselmotor mit Generator gespeist; dieser wird wiederum elektrisch von einer Batterie angelassen. Die Kraftgruppe muß auf diese Weise so lange beschleunigt werden, bis der Verdichter einen hinreichenden Luftdruck erzeugt, um in der Brennkammer eine regelrechte Verbrennung zu erzielen; das erfordert betriebsmäßig etwa 4 Min. Dann kann der Hilfsgenerator auf die Fahrmotoren umgeschaltet werden und die Lokomotive auf diese Weise in Rangierfahrt mit etwa 10 km/h Geschwindigkeit bewegt und auch bereits vor den Zug gesetzt werden. Inzwischen beschleunigt sich die Kraftgruppe selbst weiter und erreicht nach etwa weiteren 4 Minuten die Leerlaufdrehzahl. Wird jetzt der Hauptgenerator auf die Fahrmotoren geschaltet, so ist die Gasturbinen-Lokomotive fahrbereit.

Diese gesamte Vorbereitungszeit vom Anlassen des Hilfsdieselmotors bis zur vollen Dienstbereitschaft von einer knappen Viertelstunde genügt allen betrieblichen Ansprüchen vollauf. Diese wenigen Minuten werden in jedem Falle auch rein betrieblich benötigt. Andererseits darf das Hochfahren der großen und schnell umlaufenden Massen des Turbinen- und Verdichterrotors auch nicht zeitlich übertrieben werden, um Beschädigungen dieser hochwertigen empfindlichen Teile zu verhüten. Das Anfahren selbst wird durch die Energie

der umlaufenden Massen beschleunigt und sanft gestaltet, noch über das in der Eigenart der elektrischen Kraftübertragung ohnehin liegende Maß hinaus. Andererseits bedingt die Eigenart der Gasturbine wiederum die besondere Ausbildung der elektrischen Steuerung des Hauptgenerators. Eine gewünschte Leistungssteigerung etwa wird durch vermehrte Brennstoffzufuhr zur Düse der Brennkammer eingeleitet. Solange dem noch nicht eine höhere Drehzahl entspricht — und bei der beachtlichen Trägheit der großen umlaufenden Masse erfordert das eine gewisse Zeit —, liefert der Verdichter auch noch nicht mehr Luft oder höheren Druck, und das hat zur Folge, daß zunächst die Temperatur der die Brennkammer verlassenden Verbrennungsgase steigt. Eine solche Steigerung darf der Gasturbine aber mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Beschaufelung nur in beschränktem Maße und für eine kurze Zeit zugemutet werden, damit sie keinen Schaden nimmt. Um aus diesem Grunde die umlaufenden Massen möglichst schnell beschleunigen zu können, wird dies von der elektrischen Seite dadurch unterstützt, daß die Steuerung beim Weiterschalten des Stufenschalters selbsttätig die elektrische Leistung solange etwas vermindert, bis eine deutliche Drehzahlsteigerung den Drehzahlregler veranlaßt, nun auch die elektrische Leistung in dem gewünschte Maße zu steigern. Denn jetzt liefert der Verdichter mit der höheren Drehzahl die größere Luftmenge, die mit der vergrößerten Brennstoffmenge zusammen wiederum die gleiche für die Beschaufelung zuträgliche Verbrennungstemperatur ergibt. Beim Zurückschalten spielen sich die Vorgänge in der umgekehrten Reihenfolge ab.

Bei zu schnellem Weiterschalten entsteht durch die zu rasche Vermehrung der Brennstoffzufuhr die Gefahr zu hoher Gastemperaturen und damit der Beschädigung der Schaufeln, des gefürchteten „Schaufelsalats". Davor wird der Lokomotivführer zunächst durch Aufleuchten einer roten Lampe gewarnt, dann aber wird die Gasturbine abgeschaltet, wenn er nicht selbst einige Stufen zurückschaltet.

Bei Talfahrt können die Fahrmotoren als Generatoren geschaltet werden und treiben den Hauptgenerator an, und dieser wieder über das Getriebe den Verdichter und die Gasturbine. Die Brennkammer wird nur mit so viel Brennstoff beschickt, daß der betriebsmäßige Wärmezustand aufrechterhalten wird; die überschüssige, durch die Bremsenergie erzeugte Druckluft wird ausgeblasen. So kann mit der vollen Motorenleistung abgebremst werden, ohne daß Radreifen und Bremsklötze abgenutzt werden.

Die Zugheizung erfolgt elektrisch von einem Einphasen-Wechselstrom-Generator von 400 kW Leistung aus, der in das Gehäuse des Hauptgenerators mit eingebaut ist. In der kalten Jahreszeit zeigt sich ein grundsätzlicher Vorteil des Gasturbinenantriebs: da einerseits mit sinkender Außentemperatur die erforderliche Verdichterleistung fällt, anderseits die Leistung der Gasturbine steigt, wächst die Nutzleistung in einem solchen Maße, daß nicht nur der höhere Zugkraftbedarf des Winters infolge größeren Roll- und Luftwiderstands, sondern auch der Energiebedarf für die Heizung des Zuges aus der Mehrleistung ohne zusätzlichen Brennstoffverbrauch für alle Außentemperaturen vollständig gedeckt werden kann. Diese Eigenart der Gasturbine ist betrieblich recht vorteilhaft.

Um nach dem Abstellen der Lokomotive das von den Rotoren der Dampfturbinen her bekannte Sichkrümmen unter dem Einfluß der nach oben steigenden Eigenwärme bei der allmählichen Abkühlung des ganzen Maschinensatzes mit seinen Gefahren für eine schnelle Wiederinbetriebnahme, wie sie bei einer Lokomotive jederzeit betrieblich gefordert werden muß, zu verhüten, wird der Gasturbinenrotor während 6 Stunden nach dem Abstellen alle halbe Stunde durch eine elektrische Drehvorrichtung von der Anlaßbatterie aus um 180° gedreht. Nach dieser Zeit kann damit gerechnet werden, daß die vollständige Abkühlung eingetreten ist. Erst dann ist die Lokomotive endgültig abgestellt.

Günther, Prag.

(Dr. h. c. Mayer, Schweizerische Bauzeitung, Band 119 (1942), Nr. 20, St. 229 ff.)

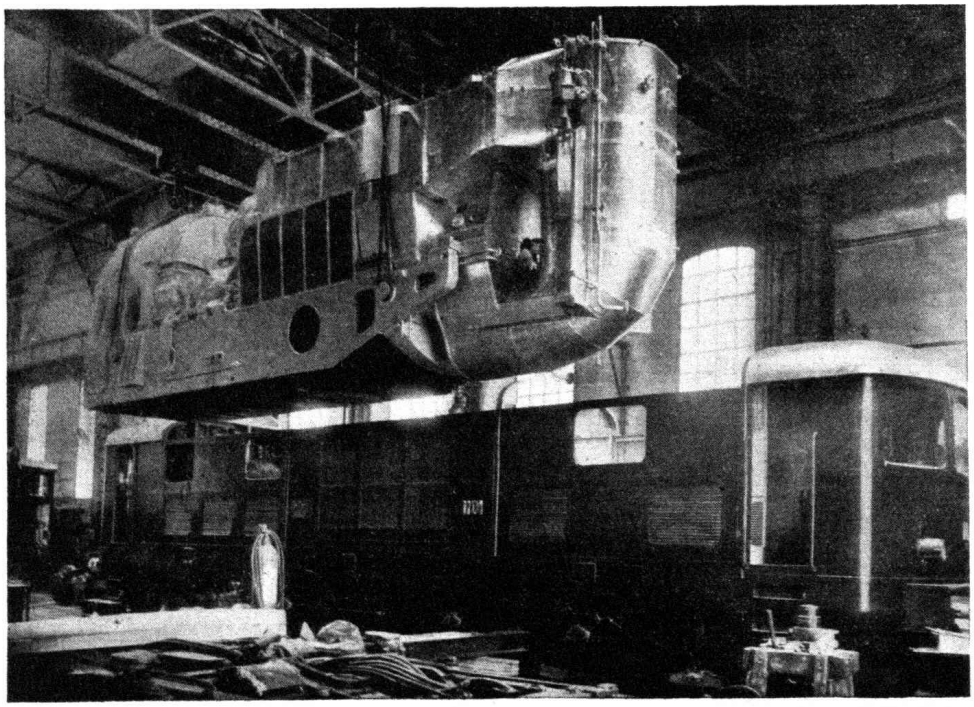


Bild 5: Einheben des Maschinensatzes in den Fahrzeugteil

5 Werkfotos Brown-Boveri

Der Wirkungsgrad*)

Als gebildete Deutsche stehen wir alle — die Techniker am meisten — unter der Fuchtel des Wirkungsgrades. Verstand und auch Gefühl lassen uns jede Vergeudung hassen und darum den Wirkungsgrad lieben.

Aber Liebe kann Affenliebe werden und irreführen. Selbstverständlich ist eine verständige Liebe zum Wirkungsgrad sowohl klug wie gut. Aber sie muß eben verständig sein.

Beispielsweise hat der echte Verbrennungsmotorenfachmann eine tiefe Verachtung für die Dampfmaschine, weil diese ungünstigere Wirkungsgrade hat und vor allem auch beim Anfahren aus dem Stand mit einem wärmewirtschaftlich vergeuderischen Volldruckdiagramm arbeitet. Fragt man sich aber — zum Beispiel im Hinblick auf die Lokomotive —, was der Verbrennungsmotor für die Freiheit vom vergeuderischen Volldruckdiagramm bezahlen muß, dann findet man, daß der Verbrennungsmotor dafür Kupplung und Schaltgetriebe eintauscht, mithin die Rechnung recht teuer ist.

Man hat es umgekehrt fertiggebracht, eine Diesel-Lokomotive zu bauen, welche unter Last aus dem Stand ebenso anfahren kann wie eine Dampflokomotive (Bauart Triebnigg von Klöckner-Humboldt-Deutz). Diese Diesel-Lokomotive ist bei der Anfahrt mit ihrem Volldruckdiagramm natürlich ebenfalls äußerst wärmeunwirtschaftlich in theoretischer Beziehung. Dafür braucht sie aber weder Kupplung noch Getriebe, denn auch auf Steigungen kann sie im Gegensatz zu unseren gewöhnlichen Verbrennungsmotoren unter Verzicht auf beste Wärmewirtschaftlichkeit vorübergehend ihre Leistung ganz gewaltig steigern.

Nun hat eine Lokomotive sehr weite Strecken mit bescheidener Belastung zu fahren und nur verhältnismäßig selten zum Anfahren die wärmekostspielige Überlast zu entwickeln. Bei ihr ist also ganz klar, daß die seltene Wärmevergeudung beim Anfahren viel billiger ist, als Einbau von Kupplung und Schaltgetriebe dies sein würde. Beim Kraftwagen lag der Fall nicht so günstig wie bei der Lokomotive, obwohl man immerhin doch einmal berechnen und probieren sollte, ob der Kraftstoffmehrverbrauch für Anfahren und Steigungen bei einem derartigen Verbrennungsmotor ohne Kupplung und Getriebe wirklich im Vergleich zu diesen Behelfen sehr viel teurer ausfallen würde. Beim Kraftwagen auf der Autobahn liegt aber der Fall durchaus ebenso und meist noch viel günstiger als bei der Dampflokomotive, so daß es sich für Autobahnverkehr dringend empfiehlt, die Übertragbarkeit des Verfahrens von Triebnigg-Klöckner-Humboldt-Deutz auf Lastkraftwagen zu prüfen.

Wir selbst wollen uns aber bei dieser Gelegenheit immer wieder daran erinnern, daß man verstandesmäßig und gefühlsmäßig so tief verankerten Dingen, wie unserer Liebe zum Wirkungsgrad, gelegentlich ganz besonders sorgfältig nachdenken und nachfühlen soll. Allzu heiße Liebe läßt oft just am geliebten Gegenstand schuldig werden. Wa. Ostwald.

*) Die Straße, Februar-Heft 1943.

Die Dampflokomotive — eine fahrbare Kraftanlage

Von Baurat Dr.-Ing. Metzeltin, Hannover

Nicht selten bekommt der Lokomotivbauer von Ingenieuren anderer Berufszweige die Bemerkung zu hören, daß die Dampflokomotive doch „eigentlich recht rückständig" sei. Dieses Urteil geht von den ortsfesten Kraftanlagen aus und von ihren technisch hochentwickelten Einrichtungen, die unter weitgehender bzw. völliger Außerachtlassung von Gewichts- und Raumfragen geschaffen wurden. Auf der Außerachtlassung dieser verschiedenen Grundbedingungen beruhen daher auch die Fragen, weshalb man bei der Lokomotive keinen Hochdruck, keinen Wasserrohrkessel, keine schnellaufende Antriebsmaschine, keinen Dampfniederschlag, keine Ausnutzung der Heizgase bis auf 150 Grad und viele andere Einrichtungen mehr kennt. Es erscheint daher angezeigt, den wirklich himmelweiten Unterschied zwischen einer großen Kraftanlage und einer Lokomotive in das rechte Licht zu rücken.

1. Raumfrage

Die Dampflokomotive ist nicht nur eine Kraftanlage (mit Fernheizwerk und Druckluftversorgungsanlage), sondern auch gleichzeitig ein Fahrzeug, und diese fahrende Kraftanlage muß in einen unglaublich kleinen Raum zusammengepfercht werden. Es steht nur eine Breite von 3150 mm (in England noch weniger, in Amerika nur ganz wenig mehr) und eine Höhe von 4550 mm zur Verfügung, aber noch nicht einmal der sich daraus ergebende Querschnitt von 14,4 m^2, sondern, weil die Ecken noch abgehen, sind nur rd. 13 m^2 verfügbar. Nur in der Längenausdehnung ist die Lokomotive frei, aber auch nur scheinbar, denn auch diese ist begrenzt durch (die immer zu kurzen) Drehscheiben, Schiebebühnen, Schuppenstände usw.

Nehmen wir als Beispiel die mit ihrer Dauerleistung von 2200 PS gar nicht hochliegende Reihe 01 der Deutschen Reichsbahn, so sind hier, wenn wir die Gesamtlänge einschließlich Tender über die Puffer gemessen rechnen, 2200 PS in einem Raum von nur 320 m^3 untergebracht. Der Raumbedarf beträgt also 0,145 m^3/PS. Demgegenüber gibt Schröder in ZVDI, Bd. 85 (1941), S. 946, für 8 Hochdruckkraftwerke von über150 000 KW den Raumbedarf zu 0,97 bis 1,80 m^3/KW = 1,31 bis 2,45 m^3/PS an. Er ist also im Mittel etwa 13mal so groß als bei der Lokomotive. Das heißt, die Lokomotive von 2200 PS würde, nach gleichem Raumbedarf wie das Kraftwerk gebaut, nicht 23,75 m, sondern **318** m lang werden.

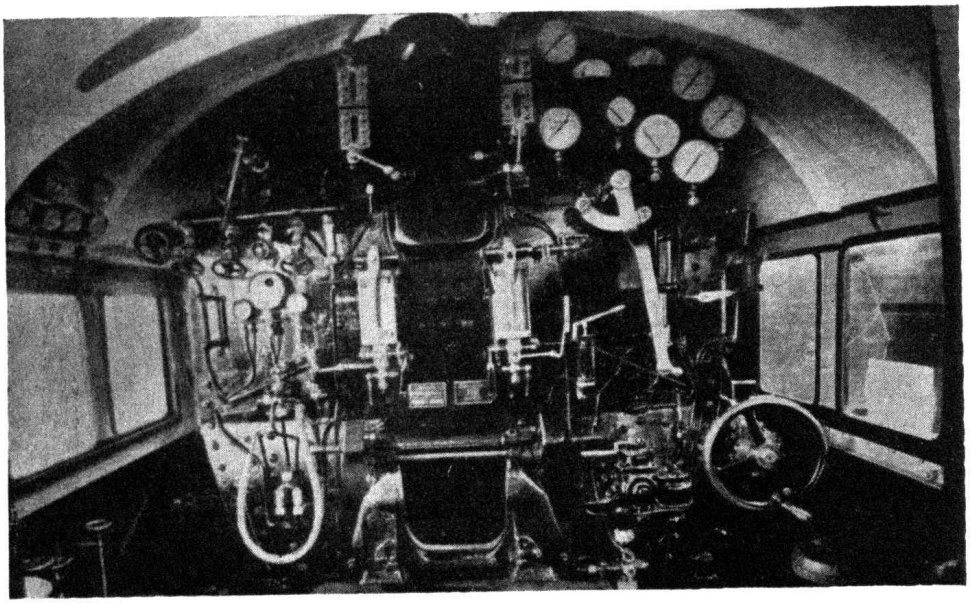


Bild 1: Führerstand einer Hochdrucklokomotive. Es ergibt sich die Notwendigkeit, vielerlei Armaturen, Meßgeräte usw. auf engstem Raume unterzubringen

Im Flächenbedarf ist der Unterschied nicht so erheblich. Die obige Lokomotive benötigt 0,032 m^2/PS, das Kraftwerk 0,048 bis 0,124 m^2. Das findet seine Erklärung darin, daß das Kraftwerk bis zu 50 m in die Höhe baut, während sich die Lokomotive demgegenüber mit nur 4,55 m als Zwerg ausnimmt.

2. Gewichtsfrage

Die ortsfeste Kraftanlage ist an keine Gewichtsgrenze gebunden, die Fundamente können immer genügend tragfähig hergestellt werden. Die Lokomotive dagegen darf den zulässigen Achsdruck nicht überschreiten, sie ist wegen der Brückenbelastungen an ein bestimmtes Höchstgewicht je Längeneinheit durch die für Brücken vorgeschriebenen Lastenzüge gebunden. Namentlich, wenn die Zulassungsbehörde eine andere als die betr. Eisenbahnverwaltung selbst ist, sind schon Fälle von Nichtzulassung wegen nur geringer Gewichtsüberschreitungen vorgekommen, die dann durch mehr oder minder kostspielige Gewichtsersparnisse behoben werden mußten.

Daher muß der Lokomotivbauer trotz der erforderlichen widerstandsfähigen Ausführung überall an Gewicht sparen, um namentlich den Kessel möglichst groß, d. h. leistungsfähig, zu gestalten. Er kann daher nicht nur wegen des Platzmangels, sondern auch wegen des Gewichtes manche im ortsfesten Betrieb übliche und bewährte Einrichtung nicht unterbringen, ohne die Lokomotive durch zusätzliche Achsen unverhältnismäßig zu verteuern. Wenn auch die Lokomotive ein bestimmtes Reibungsgewicht haben muß, so ist der Lokomotivbauer doch nie besorgt, daß er es etwa nicht erreicht. Aber er muß anderseits auch bedenken, daß jedes überflüssige oder entbehrliche Kilogramm den Widerstand der Lokomotive, besonders in Steigungen, vermehrt.

Bei alledem beträgt die Belastung des Untergrundes durch die Lokomotive, wenn man die überdeckte Fläche rechnet, noch nicht $^1/_{10}$ und, wenn man die Unterfläche der Schwellen rechnet, noch nicht ¼ dessen, was man für nur mäßigen Baugrund zuläßt.

3. Witterung

Die Lokomotive genießt keinerlei Wetterschutz, wie Kessel und Maschinen im staubfreien, richtig temperierten Krafthaus. Sie muß bei Wind und Wetter, bei sibirischer Kälte wie bei Tropenhitze, im Schneetreiben und bei Staubsturm einwandfrei arbeiten. Daher müssen auch ihre Teile vielfach robuster durchgebildet werden und es muß auf manche Verfeinerungen verzichtet werden, die in Kraftanlagen üblich sind.

4. Wartung

Die Wartung der Lokomotivmaschine kann nur vor Antritt der Fahrt erfolgen. Ihre Teile sind der Zugänglichkeit während der Fahrt oft stundenlang entzogen, meist auch der Sicht, wie z. B. gänzlich während der Nacht. Der Maschinist der ortsfesten Anlage hat alle Teile seiner Anlage dauernd unter Sicht und sie sind für ihn stets bequem zugänglich.

5. Störende Bewegungen

Die ortsfeste Anlage steht so gut wie erschütterungsfrei. Die Lokomotive dagegen ist dauernden Erschütterungen ausgesetzt, die einerseits vom Oberbau ausgehen, anderseits durch die Massenkräfte erzeugt werden. Schon das Zucken verursacht bei jeder Radumdrehung ein Hin- und Rückschwingen der ganzen Lokomotive um meßbare Werte, selbst wenn es z. B. durch die Zughakenfedern gedämpft wird. Dazu kommen andere, sich vielfach überlagernde und ganz verschiedenartige Erschütterungen, die an der Lokomotive alles losrütteln, was nicht niet- und nagelfest ist. Daher sind manche Verbindungen, die sich in Kraftanlagen durchaus bewähren, für die Lokomotive völlig unbrauchbar.

6. Betriebssicherheit

Trotz der vielfach wechselnden Arbeitsbedingungen muß die Lokomotive „narrensicher" sein. Auf der Strecke steht der Führer mit seiner Lokomotive allein; versagt sie, so muß eine Ersatzlokomotive unter Zeitverlust und Störung des übrigen Betriebes herangeholt werden, während der Maschinist im Krafthaus nur seine Reservemaschine einige Minuten vorwärmt und dann den Ausfall übernehmen läßt.

Das zwingt dazu, bei der Lokomotive verwickelte Sondereinrichtungen, die vielleicht die Wirtschaftlichkeit erhöhen, aber unter den erschwerten Arbeitsbedingungen versagen könnten, fortzulassen, beson-

ders, wenn ein Versagen die Lokomotive lahmlegen könnte. Wichtiger ist noch, daß alle Sondereinrichtungen mehr oder weniger selbsttätig einwandfrei arbeiten müssen, denn der Lokomotivführer kann nur hier und da einen Blick darauf werfen; würde seine Aufmerksamkeit dadurch von der Strecken- und Signalbeobachtung abgelenkt, so könnte unter unglücklichen Verhältnissen ein Unfall entstehen, der die Verwaltung — von etwaigen Menschenverlusten ganz abgesehen — Millionenbeträge kosten kann, die auch bei einem sehr großen Lokomotivpark durch eine etwaige Ersparnis, die der betreffende Apparat vielleicht ergibt, erst in Jahrzehnten hereinzuholen sind.

7. Wasserrohrkessel

Der heutige, in seiner Grundform schon über 100 Jahre alte Stephensonkessel stellt, abgesehen von dem für Lokomotiven nicht verwendbaren Flammrohrkessel, die einfachste vorhandene Bauart von Lokomotivkesseln dar: Etwas Einfacheres als der von Röhren durchzogene Langkessel läßt sich nicht denken. Aber auch der Stehkessel mit seinen mehr oder weniger parallelen Wänden ist ein sehr einfacher Bauteil und die Verbindung der Wände durch Stehbolzen eine reine, wenn auch sorgfältig durchzuführende, ideale Massenarbeit. Allerdings geben die Stehbolzen wegen ihrer Brüche zu Klagen Veranlassung, die mit dem Größerwerden der Kessel brennend geworden sind. An der Beseitigung dieses Mangels wird eifrig gearbeitet. Von den in den verschiedensten Ausführungen ausprobierten Feuerbüchsen aus Wasserrohren hat sich bisher keine einzige durchsetzen können.

Man hat auch seit 60 Jahren immer wieder Wasserrohrkessel gebaut, aber auch von ihnen hat sich bisher keiner durchsetzen können. Das liegt hauptsächlich an der bei dieser Bauart besonders schwierigen Reinigung: Heizrohre kann man, sogar während der Fahrt, jederzeit von Ruß und Flugasche säubern, dagegen ist es sehr schwierig, die auf der Außenseite mit Ruß und Flugasche bedeckten Wasserrohre gründlich zu reinigen, und es ist dazu in jedem Falle notwendig, die Lokomotive außer Betrieb zu setzen. Auch der bei der Lokomotive unvermeidlich starke Ansatz von Kesselstein läßt sich bei Heizrohren verhältnismäßig leicht entfernen, bei Wasserrohren dagegen nur sehr viel schwerer.

Erwähnt sei, daß der Lokomotivkessel um die Jahrhundertwende mit seiner hohen Feuerbelastung je Kubikmeter Inhalt der Feuerbüchse und der hohen Verdampfung je Quadratmeter und Stunde erst der Schrittmacher für eine ähnliche Entwicklung der ortsfesten Kessel wurde.

Steilrohrkessel sind bei der räumlichen Beschränkung der Lokomotive kaum denkbar. Neuerdings befindet sich aber in Frankreich ein Veloxkessel im Versuch (s. a. Abschnitt 12).

8. Hochdruck

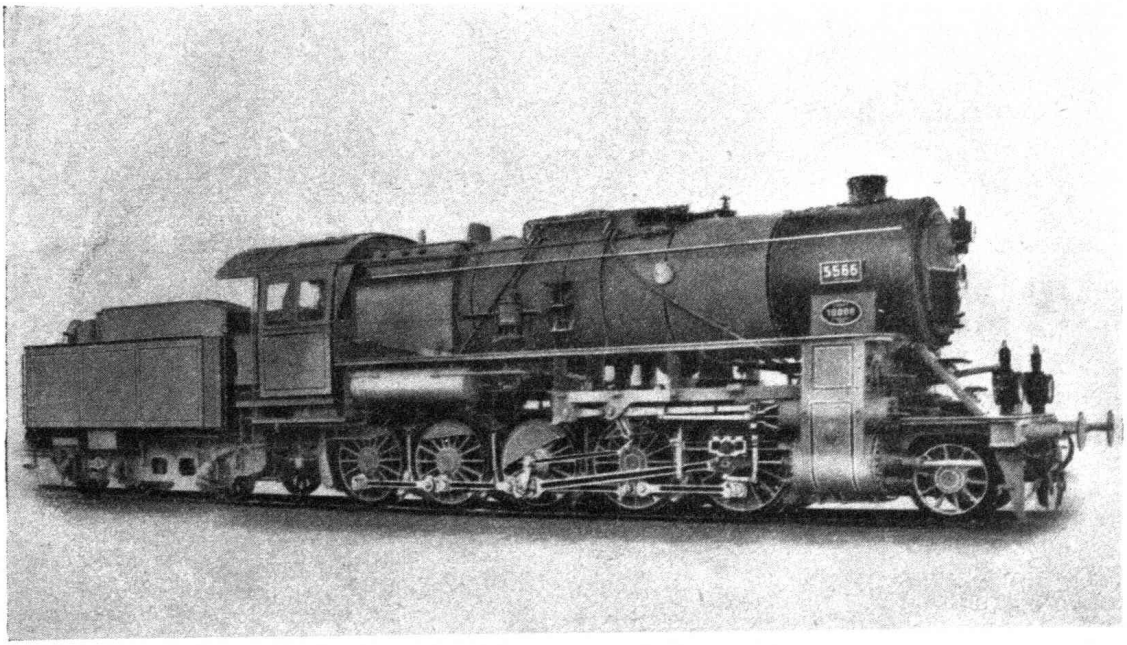
Der Lokomotivkessel in seiner heutigen Form ist nur für Drücke bis 20 atü, die viel verwendet werden, höchstens 25 atü geeignet: Darüber hinaus versagt die Stehbolzenverankerung. Es sind nun in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von Lokomotivkesseln bis zu 120 atü, Bauart Schmidt, Löffler u. a., ausgeführt, aber über einzelne Versuchs-Lokomotiven ist man nicht hinausgekommen; teilweise ist der Hochdruckkessel wieder durch einen Kessel der Regelbauart ersetzt. Der Hochdruck bringt auch nicht nur im Kessel, sondern im Triebwerk der Lokomotive mancherlei Schwierigkeiten mit sich.

Bis heute ist jedenfalls die Aussicht, einen für den Lokomotivbetrieb brauchbaren Hochdruckkessel zu schaffen, nicht sehr groß.

9. Kesselspeisung

Große ortsfeste Kesselanlagen speisen heute fast ausnahmslos mit kesselsteinfreiem und salzfreiem Wasser, das meist durch Dampfniederschlag oder Verdampfung gewonnen wird. Im ungünstigsten Falle erhalten sie aber immer Wasser gleichen Ursprungs, das man daher gut aufbereiten kann. Die Lokomotive muß an zahlreichen verschiedenen Plätzen mit Wasser versorgt werden, das natürlich ganz verschiedene Kesselsteinbildner enthält. Chemische Reinigung kann daher

Bild 2: „Einheitslokomotive" G 12 des ersten Weltkrieges *Werkfoto: Borsig*



meist nur bis zu einem gewissen Grade erfolgen, zumal sich die nach der Ursprungsart verschiedenen Zusätze nachher im Kessel nicht stören dürfen. Nun ist zwar jede Lokomotive mit einem Speisewasserreiniger ausgerüstet, aber es bleiben doch genügend Kesselsteinbildner im Wasser, um in recht kurzer Zeit erhebliche Kesselsteinmengen zu ergeben. Daher ist für die Lokomotive nur ein Kessel geeignet, der sich ohne allzu große Schwierigkeiten gut reinigen läßt, und das ist bis heute nur mit dem Kessel bisheriger Bauart möglich.

10. Dampfniederschlag

Die allgemeine Anwendung des Dampfniederschlags erscheint im Lokomotivbau vorläufig ziemlich aussichtslos. Es fehlt der Raum, um die entsprechend großen Niederdruckzylinder, die außerdem unerwünscht schwer sind, unterzubringen, wenn man nicht zu einem vielzylindrigen Triebwerk übergehen will. Die Niederschlagung des Dampfes ist auf dem Tender bei gemäßigtem Klima durch Luftkühlung wohl durchführbar, wie die Ausführung der Kondensationstender an den Turbo-Lokomotiven beweist; sie erfordert aber auf der Lokomotive eine besondere Saugzuganlage, die wiederum einen Teil des Gewinnes aufzehrt.

Wohl aber hat die Niederschlagung des Dampfes nur zur Wiedergewinnung des Wassers große Vorteile und auch weniger Schwierigkeiten, da das Kondensat hierbei heiß bleiben soll. Vorläufig hat man dieses Verfahren nur für wasserarme Gegenden verwendet, doch dürften seine Vorteile so groß sein, daß es sich auch für alle Gegenden, die nicht über besonders gutes Speisewasser verfügen, wirtschaftlich sein müßte. Zu dem nicht unerheblichen Wärmegewinn kommt eine Reihe von weiteren Vorteilen, wie Schonung des Kessels, wesentliche Ersparnis an Auswasch- und Reinigungsarbeit, daher weniger häufige Betriebsstillegungen der Lokomotive, Entlastung der Wasserstationen, Fortfall der Zugaufenthalte zum Wassernehmen usw.

11. Dampfturbinenantrieb

Dampfturbinen sind als Antriebsmaschinen von Lokomotiven, wie die verschiedenen Ausführungen beweisen, durchaus möglich und unter gewissen Umständen auch wirtschaftlich vertretbar, nämlich wenn es sich um langandauernde, gleichmäßig hohe Leistungen handelt; solche Betriebsverhältnisse finden sich allerdings im Eisenbahnbetrieb nur selten. Nur wenige Züge fahren lange Strecken ohne Anhalten durch, sie sind auch nicht gleich schwer, die Strecken haben wechselnde Neigungsverhältnisse, zur Ausnutzung muß die Lokomotive auch einmal leichte Züge fahren, auch Personenzüge oder Güterzüge. Die Turbo-Lokomotive wird daher immer nur in geringer Zahl verwertbar sein, sofern es nicht gelingt, Turbinen zu bauen, deren Wirkungsgrad mit der Leistung nur unwesentlich abfällt.

Bessere Aussicht besitzt vielleicht der Einzelachsantrieb mit kleinen, schnellaufenden Dampfmaschinen, der sich neuerdings in Frankreich und in Deutschland im Versuchsbetrieb befindet.

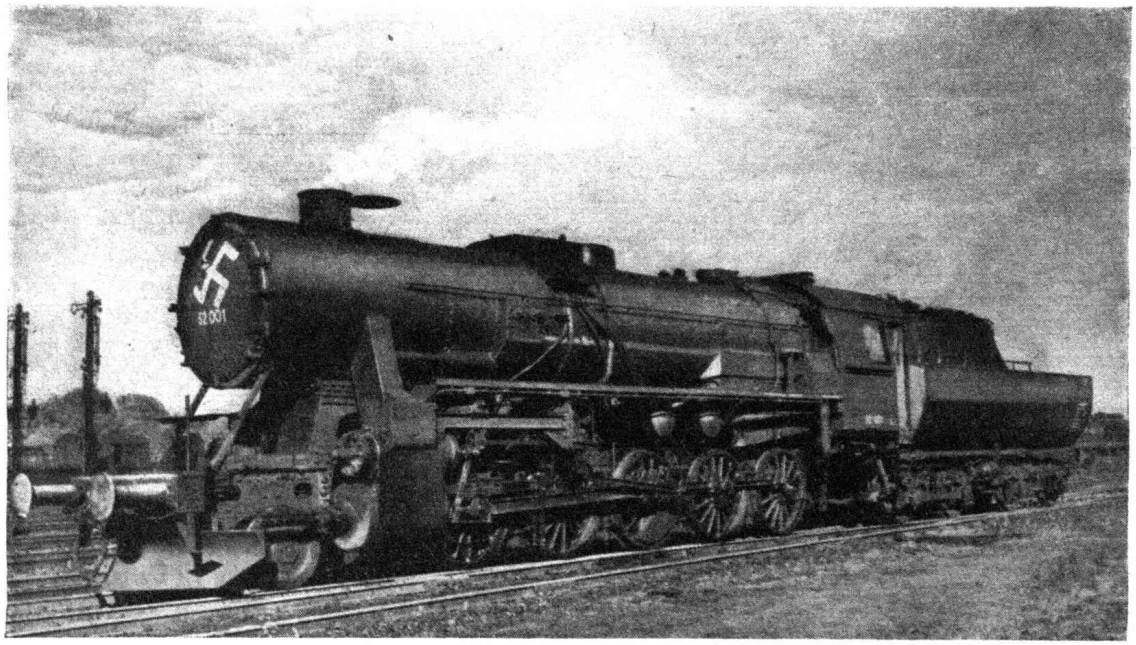
12. Ausblick

Die vorstehenden Ausführungen zeigen klar, daß an die Lokomotive die verschiedenartigsten, einander oft widersprechenden Anforderungen gestellt werden, wie das schon aus der Grundanforderung nach größter Leistung bei kleinstem Raumbedarf und geringstem Gewicht hervorgeht. Diese Grundforderung bedingt die starke Ineinanderschachtelung von Kessel, Maschine und Wagen. Der Kessel muß zudem das Führerhaus und zahlreiche Sonderausrüstungen tragen, der Rahmen muß nicht nur dem Aufbau des Fahrzeugs dienen, sondern auch die Maschine und den Kessel federnd tragen usw. Bei alledem wird möglichste Einfachheit und doch ein möglichst wirtschaftlicher Betrieb gefordert, was natürlich nur unter oft weitgehendem Ausgleich denkbar ist.

Es soll nun aber mit diesen Feststellungen nicht der Anschein erweckt werden, als ob die Lokomotive trotz ihrer nicht zu leugnenden, verhältnismäßig großen Vollkommenheit nicht doch noch verbessert werden könnte: Im Gegenteil, es harren noch manche Aufgaben der Lösung!

Da ist zunächst die Stehbolzenfrage, die man auch

Bild 3: Kriegslokomotive des zweiten Weltkrieges *Foto: R. Gerling, Duisburg*



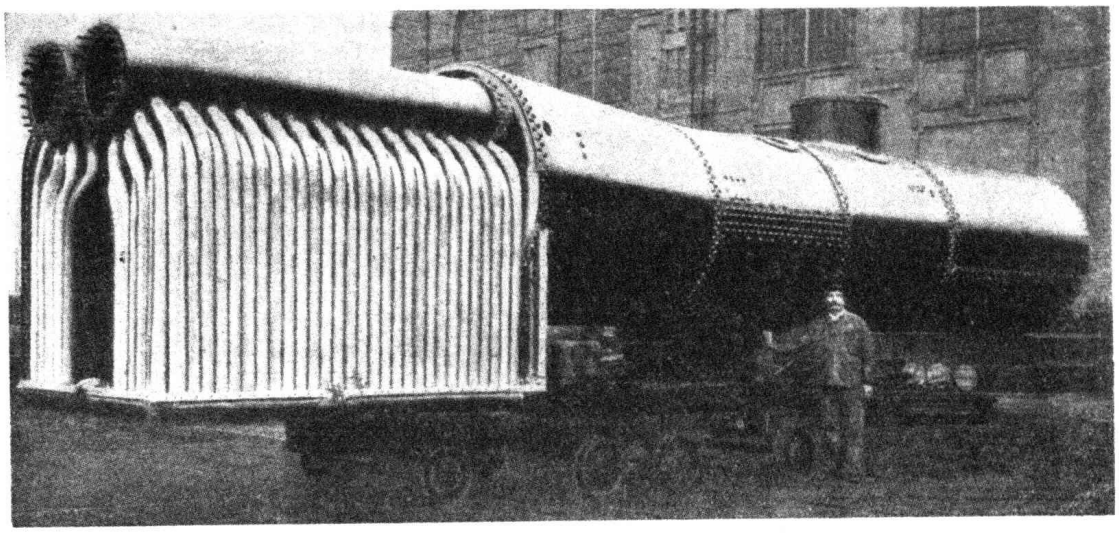


Bild 4: Brotankessel zur 1 C + C Mallet-Heißdampf-Verbund-Güterzuglokomotive, Reihe 601 der kgl. ungar. Staatsbahnen. Gebaut von der ungar. Staats-Maschinenfabrik in Budapest

Größter innerer Durchmesser	2000 mm	*Anzahl der Feuerrohre*	180 St.
Kleinster „ „	1750 „	*Durchmesser der Feuerrohre*	47/52 mm
Dampfdruck	15 atü	*w. Heizfläche der Feuerbüchse*	23.0 qm
Anzahl der Rauchrohre	36 St.	*„ „ „ Feuerrohre*	164.6 „
Durchmesser der Rauchrohre	125/133 mm	*„ „ „ Rauchrohre*	83.6 „
Anzahl der Überhitzer-Rohre	144 St.	*d. „ des Überhitzers*	79.7 „
Durchmesser der Überhitzer-Rohre	30/38 mm	*w. u. d. insgesamt*	350.9 „
Länge zwischen den Rohrwänden	5600 „	*Rostfläche*	5.09 „
Anzahl der Wasserrohre (Box)	64 St.	*Ganze Kessellänge*	11616 mm
Durchmesser der Wasserrohre	85/95 mm		

als die Frage nach der Bauart des Stehkessels bezeichnen kann. Bewährt hat sich hier der sog. Brotankessel, der rd. 800 Ausführungen erlebt hat, dann aber wohl durch die Einführung der beweglichen Stehbolzen fast ganz in Vergessenheit geraten ist. Da aber auch die beweglichen Stehbolzen keineswegs voll befriedigen, wendet man sich neuerdings wieder dem Brotankessel zu, der in neuzeitlichen Bauarten sowohl in bezug auf Materialeinsparung wie Arbeitsaufwand und Betriebssicherheit Gutes erwarten läßt.

Es fehlt sodann die Niederschlagung des Dampfes zur Rückgewinnung des Kesselspeisewassers, die sich in Rußland und Argentinien in einer Bauart bewährte, die von einer bekannten deutschen Lokomotivbauanstalt geliefert worden war.

Weiter fehlt ein voll wirksamer Wasserabscheider und ein nicht örtlich in seiner Wirksamkeit begrenzter Schlammsammler. Erwünscht wäre auch ein verstärkter Wasserumlauf um die Feuerbüchse herum.

Eine wesentlich stärkere Ausnutzung der Abgaswärme dürfte durch Abgasvorwärmer möglich werden. Mit solchen der Bauart Franco können die Gase bis zu 180 Grad ausgenutzt werden. Es fehlt dann aber noch ein Vorwärmer der Verbrennungsluft, der aber mit der Wahl anderen Werkstoffes für die Roststäbe zusammenhängt.

Bei der Maschine wäre eine Verringerung der umlaufenden und der hin- und hergehenden Massen erwünscht. Ansätze hierzu sind im Turbo- und im Einzelachsantrieb schon vorhanden. Näher der Lösung scheint der Ersatz des Kolbenschiebers mit seinen vielen Dichtringen durch die verschiedenartigen Ventilsteuerungen gerückt zu sein, die eine Notwendigkeit werden, sobald es gelingt, mit den Heißdampftemperaturen noch höher hinaufzugehen.

Aus diesem allem ergibt sich, daß bei der Dampflokomotive noch vielerlei Verbesserungsmöglichkeiten bestehen, und sie wird jedenfalls den Kampf um ihre Weiterentwicklung noch längst nicht aufgeben. Dies zeigte erst in letzter Zeit wieder die deutsche Kriegs-Lokomotive (Bild 3), die etwas ganz anderes darstellt als die sog. „Einheits"-Lokomotive des ersten Weltkrieges (Bild 2) und einen wesentlichen Fortschritt in der Verbesserung der Dampflokomotive überhaupt verkörpert. Viele der bei ihr zur Einführung gelangten fortschrittlichen Gedanken, vor allem in fertigungstechnischer Hinsicht, werden Dauergut des deutschen Lokomotivbaues bleiben und ihm nach siegreicher Beendigung des Krieges in der Welt wieder die Stellung verschaffen helfen, deren er sich seit langem mit vollem Recht erfreute.

Deutſcher Soldat, du kannſt beruhigt ſein, hinter dir ſteht eine Heimat, die dich niemals im Stich laſſen wird.

Lokomotiven als Walzenzugmaschinen

Von Oberingenieur E. Meyer, Essen

Nachdem seit der Gründung der Mannesmannröhren-Werke und der Erfindung des Pilgerschrittverfahrens rd. 50 Jahre vergangen sind, dürfte eine Erinnerung aus der Entwicklungszeit des nahtlosen Rohres, die auch für den Lokomotivbau von größter Wichtigkeit gewesen ist, für manchen Fachmann von Interesse sein.

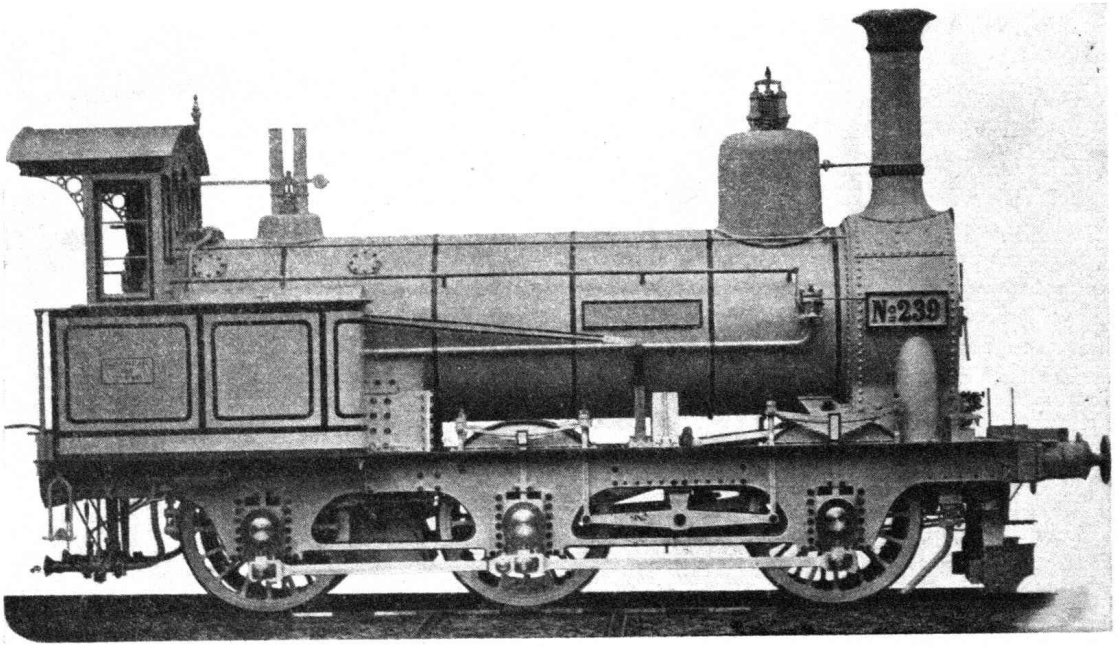
Als die Brüder Max und Reinhard Mannesmann die in ihrer väterlichen Fabrik gemachte Entdeckung aufgriffen, nach der die zur Feilenherstellung bestimmten Rundeisenstäbe beim Glätten der Oberfläche durch Schrägwalzen im Kern aufgelockert und schließlich hohl wurden, glaubten sie der Herstellung nahtloser Röhren nahegekommen zu sein. Ihre Versuche führten im Jahre 1885 zur Herstellung eines Schrägwalzapparates und zur Anmeldung ihres ersten Patentes auf das von ihnen ersonnene neue Rohrwalzverfahren. Daß eine solche Erfindung von umwälzender Bedeutung sein mußte, war ihnen wohl bewußt. Mit großer Heimlichkeit wurden daher die Versuche in der Remscheider Fabrik fortgesetzt und bereits im Jahre 1886 gelang den Erfindern die Herstellung des ersten nahtlosen Rohres.

Wenn es sich bei diesem Erfolg auch keineswegs um handelsfähige, dünnwandige Röhren handelte, sondern um starkwandige Hohlkörper zur Weiterverarbeitung, so warben ins Vertrauen gezogene Freunde des Hauses Mannesmann in Industriekreisen dennoch für das aussichtsreiche Verfahren, und bald darauf konnten Werke zur Herstellung nahtloser Röhren in Betrieb genommen werden. In Remscheid wurde 1887 ein Röhrenwerk errichtet, in welchem zwei Schrägwalzwerke aufgestellt wurden. Da es in dem Werk jedoch an ausreichender Betriebskraft fehlte, kam man auf den Gedanken, gebrauchte Lokomotiven dazu zu verwenden. Die Preußische Staatseisenbahnverwaltung hatte zwei ausgemusterte, aber noch betriebsfähige Lokomotiven abzugeben, die erworben und in dem neuen Walzwerk aufgestellt wurden. Wenn auch im Walzwerksbetrieb mit seiner stoßweisen Belastung bisher nur starke Schwungradmaschinen gebräuchlich waren, so eigneten sich für diesen Betrieb die Lokomotivmaschinen mit ihrer veränderlichen Dampfsteuerung vorzüglich und sie sind deshalb längere Jahre in Betrieb geblieben. Schwierig war nur der Transport der Lokomotiven zu dem außerhalb Remscheids gelegenen Werk.

Diese in Bild 1 dargestellten Lokomotiven waren für den Walzwerksantrieb insofern vorteilhaft, als das Getriebe mit den Dampfzylindern zwischen den Rahmen lag, somit der Antrieb der Walzwerke von außen durch die auf der Kurbelwelle befindlichen Kurbeln erfolgen konnte. Die im Jahre 1867 von der Berliner Maschinenfabrik von L. Schwartzkopff gebauten Lokomotiven hatten drei gekuppelte Achsen. Der Arbeitsdruck betrug 8 atü, die Rostfläche 2,2 m² und die Kesselheizfläche etwa 100 m². Die hochaufragenden Lokomotiven, aus denen die Endachsen herausgenommen waren, wurden auf dem Fundament fest verankert und machten im Dämmerlicht der Walzhalle einen ungewöhnlichen, gespenstischen Eindruck.

In späteren Jahren, als der Betriebsdampf dem benachbarten Kesselhause entnommen wurde, befanden sich die außer Betrieb gesetzten Kessel noch auf den Triebgestellen. Diese Lokomotiven haben also zu der Entwicklung des Mannesmannverfahrens wesentlich beigetragen, und wenn es auch nie gelungen ist, die Herstellung gebrauchsfähiger Röhren mit dem Schrägwalzverfahren zu erreichen, so haben die damals gesammelten Erfahrungen doch einer Sache gedient, die für die gesamte Industrie von größter Bedeutung geworden ist und die sich über die ganze Welt verbreitet

Bild 1: C-Güterzug-Lokomotive, gebaut 1867 für die Niederschlesisch-Märkische Bahn, später benutzt bei Mannesmann in Remscheid als Walzenzugmaschine *Werkfoto: Schwartzkopff*



hat. Inzwischen kam das Jahr 1890 heran. Eine Klärung war in der Herstellung nahtloser Röhren noch nicht eingetreten. Zunächst kam es zur Zusammenfassung der einzelnen Werke, die sich mit den Versuchen befaßt hatten, und zur Gründung der Deutsch-

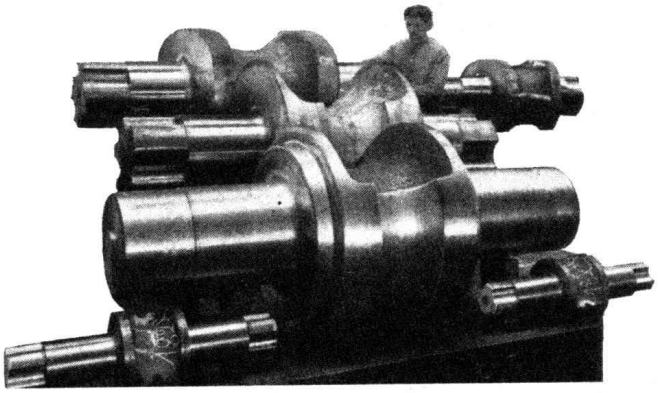


Bild 2: Pilgerwalzen aus hochwertigem Stahlguß zum Auswalzen nahtloser Röhren im Pilgerschritt-Verfahren (ein Schritt vorwärts, ein Schritt zurück). Kleine Röhren werden nur durch Matrize und über einen Dorn gezogen

Werkfoto: Fried. Krupp A.G.

Österreichischen Mannesmannröhren-Werke durch die Deutsche Bank, mit der Leitung durch die Erfinder M. und R. Mannesmann.

Das Jahr 1890 wurde aber auch hinsichtlich des Herstellungsverfahrens von größter Bedeutung, denn es brachte die Aussichten auf eine Lösung der gestellten Probleme und auf den Erfolg der aufgewendeten Mühe, gleichsam also die Belohnung für das Festhalten am gesteckten Ziele. Max Mannesmann trat mit dem Gedanken des Pilgerschrittverfahrens hervor, bei welchem die starkwandigen Hohlkörper unter jedesmaligem Wenden absatzweise ausgewalzt werden konnten (Bild 2). Aber auch diese Arbeitsweise erforderte viele Versuche, bis endlich die selbsttätge, rasche und lohnende Herstellung handelsfähiger nahtloser Rohre auf der Pilgerwalze mit mechanischer Speisung gelang.

Nach dem von den Mannesmannröhren-Werken zu Düsseldorf anläßlich des 50jährigen Bestehens herausgegebenen Werkchen „Kleine Chronik" versteht man seitdem unter Mannesmannverfahren die Verbindung des Schrägwalzens mit dem Pilgerschrittverfahren. In demselben Büchlein ist auch der gigantische Kampf geschildert, der um die Einführung des nahtlosen Rohres gegen die zusammengeschlossenen Schweißrohrwerke geführt werden mußte. Dem festen Glauben der Erfinder an ihre Aufgabe und ihrem unermüdlichen Arbeitseifer ist die Lösung eines Problems zuzuschreiben, das auch heute noch manche Frage über die Vorgänge bei der Fertigung offen läßt.

Sie hatten viele Freunde, die ihnen bei ihrer Arbeit behilflich waren. Ein gleichgesinnter, ihnen nahestehender Zeitgenosse war der spätere Dezernent des Eisenbahn-Zentralamtes, der rührige Förderer der Schmidtschen Lokomotivüberhitzer, Robert Garbe. Der seinem berühmten Buch über die Heißdampf-Lokomotiven vorangesetzte Spruch „Glaube an die Sache, der du dienst" gilt gleichermaßen für die Arbeit seiner Freunde in der Familie Mannesmann, d. h., der Erfindung des nahtlosen Rohres.

Richtige Arbeitskleidung verringert Unfall-Leistungsverluste!

Auf die Gefahren, die durch das Tragen loser Kleidung bei der Arbeit an Maschinen und Triebwerken heraufbeschworen werden, haben die Berufsgenossenschaften als Träger der Reichsunfallversicherung schon immer mit gutem Grund hingewiesen. Es besteht auch eine Unfallverhütungsvorschrift, die besagt:

1. „Die mit der Wartung und Bedienung von Maschinen und Triebwerken Beschäftigten müssen anschließende Kleider tragen."
2. „In der Nähe bewegter Maschinen- und Triebwerkteile dürfen lose hängende Haare und Zöpfe, freihängende Kleiderteile, Schleifen, Bänder, Halstuchzipfel, Fingerringe und dergl. nicht getragen werden."

Eine ganze Anzahl von Unfallverhütungsbildern, die diese Fragen behandeln, sind ebenfalls von den Berufsgenossenschaften herausgegeben worden. Auch bei Vorträgen der technischen Aufsichtsbeamten und durch „Sicherheitslehrbriefe" ist immer wieder betont worden, daß diese Vorschriften besonders wichtig sind und streng eingehalten werden müssen. Man kann daher wohl annehmen, daß hierüber im allgemeinen Klarheit besteht.

Trotzdem ereignet sich Jahr für Jahr eine größere Zahl schwerer Unfälle durch Nichtbeachtung dieser einfachen Regeln. Erst in dem letzten Bericht einer Eisen- und Metall-Berufsgenossenschaft über Unfallverhütung ist wieder eine ganze Anzahl schwerer Unglücksfälle an Arbeitsmaschinen geschildert, die durch lose Kleidung oder ungeschütztes langes Kopfhaar verursacht worden sind. Diese Dinge erhalten jetzt wieder besondere Bedeutung durch den Einsatz vieler Arbeitskräfte, vor allem von Frauen, die zum ersten Male Arbeit an Maschinen übernehmen. Es erscheint dringend erforderlich, daß die Betriebsführer den sich hieraus ergebenden Schwierigkeiten ihre besondere Aufmerksamkeit widmen, um vor allem in der ersten Anlernzeit der neuen Arbeitskräfte ein Anwachsen der Unfallzahlen zu verhüten. Zweckmäßig erscheint es, die bisher mit dem Unfallschutz betrauten Kräfte ausdrücklich auf die veränderten Umstände hinzuweisen. In diesem Zusammenhang muß auch bedacht werden, daß heute vorschriftsmäßige Arbeitskleidung, wie sie von den Berufsgenossenschaften in Friedenszeiten nach Dinormen verlangt wurde, schwer zu beschaffen ist. Das darf aber nicht dazu führen, die einfachsten Sicherheitsregeln in bezug auf unfallsichere Kleidung ganz außer acht zu lassen. Die Folgen wiegen heute schwerer als früher, da ausgefallene Arbeitskräfte kaum zu ersetzen sind. Die für die Sicherheit in den Betrieben verantwortlichen Männer sollten daher regelmäßig durch Kontrolle und anschließende Belehrung dafür sorgen, daß die an Maschinen und Triebwerken beschäftigten Frauen und Männer unfallsichere Kleidung tragen.

Lokomotiven für Bananenpflanzungen

Von H. Lins, Essen

Die Kurzbezeichnung „Bananenlokomotiven", für gewisse Lieferungen nach Mittelamerika, wird wohl manchem zunächst ein Lächeln abzwingen. Besteht wirklich eine Beziehung zwischen Lokomotiven und Bananen? Nun, es gibt tatsächlich eine, und es wird für viele von Interesse sein zu erfahren, welche!

Infolge des wirtschaftlichen Niederganges, der nach dem ersten Weltkrieg eintrat, war Deutschland mehr und mehr unfähig geworden, Kolonialerzeugnisse gegen Bezahlung in Gold oder in Devisen hereinzunehmen. Unser Land war andererseits im Gegensatz zu den autarken Vereinigten Staaten, denen damals nur noch das Kautschuk- und Zinnmonopol fehlte, zum großen Teil auf die Einfuhr angewiesen. Da Deutschland aber auch Abnehmer für seiner Hände Fleiß suchte, schloß es Tauschverträge ab, in welchen es zur Bedingung machte, daß das Ausland hochwertige Industrieerzeugnisse bestellte. Unter dieser Voraussetzung waren wir sogar bereit, unsere Einfuhr zu steigern. Auf diese Weise entstand ein reger Tauschhandel mit anderen Ländern; so lieferten Südafrika: Wolle und Erze, Ägypten: Baumwolle und Zwiebeln, Brasilien: Baumwolle und Kaffee, Argentinien: Weizen, Fleisch und Mais, Iran: Reis, Wolle, Baumwolle u. a. m. gegen Lokomotiven und anderes rollendes Eisenbahnmaterial. In ähnlicher Weise kam ein Tauschgeschäft auf der Grundlage Bananen gegen Lokomotiven zustande, denn die Banane war eine der beliebtesten Früchte geworden.

Hauptsächlich kam die Banane aus Westindien, wo die „United Fruit Company" ausgedehnte Pflanzungen besitzt. Diese Firma versuchte, ihre Lieferungen nach Europa weitgehend zu steigern, besonders auch nach Deutschland. Und dies ist die Erklärung dafür, wie zwei Dinge, die im gewöhnlichen Leben nichts miteinander zu tun haben, in solch nahe Beziehung gerieten. Die gegen die Bananen ausgeführten Lokomotiven wurden kurz "Bananenlokomotiven" genannt. Übrigens wurden nicht nur solche, sondern auch anderes Eisenbahnmaterial wie Schienen, Weichen, Kreuzungen, Ersatzteile und besonders Wagen von Deutschland an die United Fruit Com-

Bild 1: Deutsche 1 D 1 - Lokomotive mit Bananenzug in Guatemala

Bestimmungsland:	*Kolumbien*	*Guatemala*	*Kostarika*
Spurweite mm	*914*	*914*	*1067*
Dampfdruck kg/qcm	*13,5*	*12,6*	*14*
Verdampfungs-heizfläche qm	*122*	*139*	*185*
Überhitzer qm	*33,6*	*39*	*53*

Bestimmungsland:	*Kolumbien*	*Guatemala*	*Kostarika*
Treibraddurchmesser mm	*914*	*1016*	*1118*
Reibungsgewicht t	*43,6*	*50,7*	*54*
Leergewicht t	*51,6*	*59,4*	*64,5*
Dienstgewicht t	*58,3*	*66,0*	*72,8*
Wasservorrat cbm	*15*	*13*	*13*
Heizölvorrat cbm	*8,4*	*6,4*	*9,5*

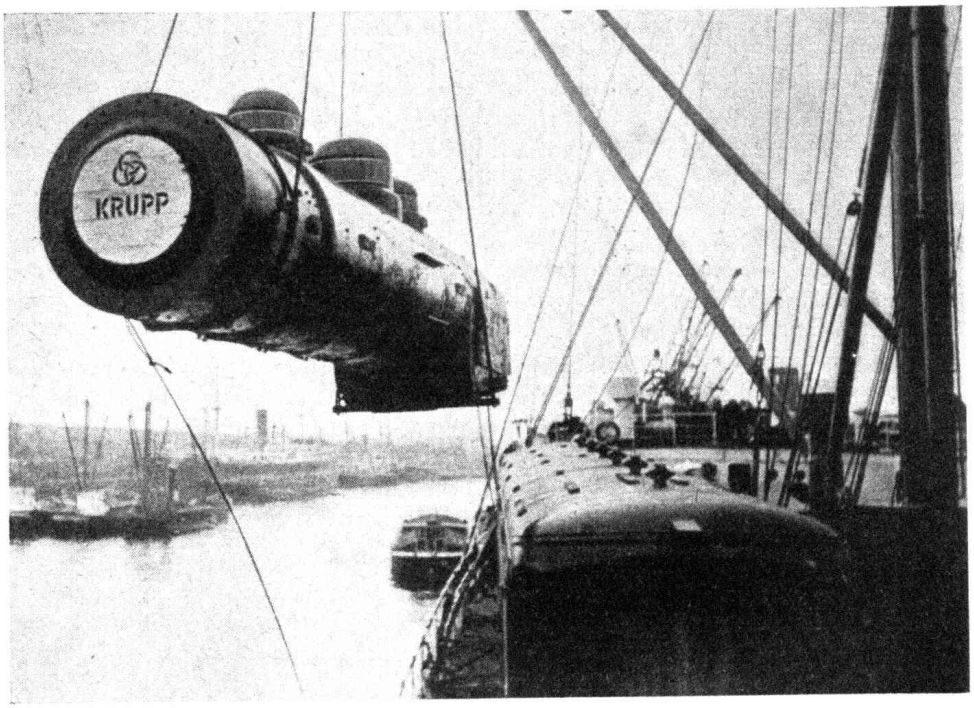


Bild 2: Schiffsverladung einer Lokomotive in deutschem Seehafen

2 Fotos: Fried. Krupp A.G.

pany geliefert. Die vertragschließenden Häuser waren auf amerikanischer Seite die Union-Handels- und Schiffahrtsgesellschaft m. b. H., Bremen, Vertreter der United Fruit Company in Deutschland, auf deutscher Seite die Ferrostaal A.-G., Essen, die als Händler in Erscheinung trat und ihrerseits die Bestellungen, die Lokomotiven ausgenommen, bei den einzelnen deutschen Lieferwerken unterbrachte; die Lokomotiven wurden unmittelbar an Krupp vergeben.

Um die Größe der Bananenpflanzungen in Mittelamerika annähernd zu kennzeichnen, sei erwähnt, daß die United Fruit Company ungefähr 200 Lokomotiven und 6000 Wagen besitzt, die zur Beförderung der Früchte dienen. Diese Lokomotiven und Wagen rollen auf eigenen Strecken der Company von der pazifischen bis zur atlantischen Küste, so daß praktisch fast alle Eisenbahnen in Kostarika und Guatemala von der erwähnten Firma abhängig sind. Einer der Hauptgründe für die Ausdehnung des Eisenbahnnetzes ist folgender: Wegen einer Krankheit, an der die Bananenpflanzen an der Ostküste zu leiden begannen und der nicht abgeholfen werden konnte, war die United Fruit Company gezwungen, ihre dortigen Plantagen zu schließen und neue an der Westküste von Mittelamerika zu errichten, so z. B. auch in Kostarika.

Da die United Fruit Company eine amerikanische Firma ist, waren ihre ersten Lokomotiven amerikanischen Ursprungs. Die dortigen Hersteller waren sehr darauf bedacht, alle weiteren Lokomotivaufträge der United Fruit Company zu erhalten. Trotz des scharfen Wettbewerbes der nordamerikanischen Firmen ist es aber der Lokomotivfabrik Fried. Krupp A.-G. gelungen, in den Jahren 1934—40 fünf Lokomotivaufträge abzuschließen und zwar für Kolumbien, Guatemala und Kostarika. Bevor auf die Lokomotiven selbst eingegangen wird, sollen einige Bemerkungen über die kaufmännische Seite der Verträge folgen. Beide Länder, Deutschland und Amerika, wünschten, als Gegengabe ihrer gelieferten Ware Devisen zu erhalten. Im Verlauf der Verhandlungen gestand Deutschland zu, für den größten Teil des Wertes Bananen einzuführen; es gelang jedoch, für den Restbetrag Devisen zu erhalten. Die für die Bananen in Deutschland bezahlten Summen wurden auf einem Sonderkonto ASKI (Ausländer-Sonderkonto für Inlandszahlungen) gesammelt, aus dem Krupp die dem Lokomotivwert entsprechenden Beträge zuflossen. Diese Zahlungsweise gab einmal einer deutschen Zeitung Anlaß zu einem Aufsatz „Bananen bringen Devisen", der ein gewisses Aufsehen erregte, weil in der Öffentlichkeit bislang die Meinung herrschte, daß die Einfuhr von Bananen unbedingt Devisen erfordere. Es schien sonderbar, daß im Gegenteil diese Art Einfuhr half, unseren Devisenbestand zu vermehren.

Nachdem zuerst, wie schon erwähnt, Nordamerika die Lokomotiven für die United Fruit Company geliefert hatte, mußten die von Krupp gebauten der Einheitlichkeit halber auch den amerikanischen Bedingungen entsprechen. Sie wurden nach den ASTM-Vorschriften (American Society for Testing Materials) gefertigt. Die Spurweite beträgt teils 914 mm, teils ist sie etwas größer, nämlich 1067 mm. Alle Lokomotiven (s. Bild 1) sind Heißdampflokomotiven mit der Achsfolge 1D1 und mit vierachsigem Drehgestelltender. Ihre Hauptabmessungen finden sich unter Bild 1.

Die Lokomotiven sind, wie die Gewichte beweisen, nicht für Neben- oder Industriegleise, sondern für Hauptstrecken gebaut. Während in Mittelamerika Kohle vom Norden eingeführt werden muß und Brennholz immer teurer wird, sein Gebrauch außerdem wegen des Funkenauswurfs bedenklich erscheint, kann Heizöl billig von Kolumbien und Venezuela bezogen werden, weshalb alle Lokomotiven für Ölfeuerung eingerichtet sind.

Die Lokomotiven sind imstande, Züge bis zu 1100 t auf ebener Strecke zu ziehen, das sind etwa 40 bis 50 mit Bananen beladene Wagen. Dem tropischen Klima angepaßt, ist das Führerhaus mit großen Seitenfenstern und einer weiten Dachluke versehen. Um die Lokomotivmannschaft gegen die nahezu senkrecht stehende und prall auf das Dach schei-

nende Sonne zu schützen, ist das Führerhausdach doppelt ausgeführt; durch den Zwischenraum streicht während der Fahrt fortwährend Luft und trägt zur Kühlung bei. Der Anstrich der Maschinen und der Tender ist schwarz, die Aufschriften sind in Aluminiumfarbe ausgeführt und der Landessprache gemäß an allen Apparaten und Vorrichtungen spanisch.

Viele unserer Leser werden auch von der „Großen weißen Flotte", der Great White Fleet, gehört haben, welche die United Fruit Company unterhält, um ihre Erzeugnisse auf schnellstem Wege und in bester Beschaffenheit nach den Vereinigten Staaten zu bringen. Die schmucken Dampfer dieser Flotte überquerten vor dem Kriege auch den atlantischen Ozean, um Bananen nach Europa zu befördern und um die Gegengabe abzuholen, in diesem Fall Lokomotiven. Diese Schiffe sind jedoch nicht für den Transport der schweren Lokomotiven besonders eingerichtet, weshalb die Maschinen vor dem Versand zerlegt werden mußten. Überseetransport erfordert Sorgfalt und Erfahrung, und so war es notwendig, Rahmen, Kessel und Tender in Verschlägen zu verfrachten, während die kleineren Teile in Kisten verpackt wurden (vergl. Bild 2). Da die Arbeitskräfte der United Fruit Company für die Montage nicht so gut vorgebildet sind, wie man es von Lokomotivmonteuren verlangen muß, so wurden vom Lieferwerk außer den allgemeinen Montagezeichnungen auch genaue Vorschriften für den Wiederzusammenbau gegeben.

Nahmen auch die nach Mittelamerika gelieferten Lokomotiven im Erzeugungsumfang der deutschen Lokomotivindustrie keinen breiten Raum ein, so war es doch von Bedeutung, daß es durch diese Verträge Deutschland gelungen ist, nicht nur Arbeit für unsere tätigen Hände, sondern auch ein wohlschmeckendes Tropenerzeugnis für unseren Gaumen zu erhalten.

Bestimmung der Mischbarkeit und Pumpfähigkeit von Heizölen

Von Dr.-Ing. L. Schneider, München

Die Entwicklung neuer Verfahren zur viskosimetrischen Bestimmung der Mischbarkeit und zur Bestimmung der Pumpfähigkeit von Ölen ist im Zusammenhang mit den bei der Fried. Krupp A.-G., Essen, durchgeführten Arbeiten begonnen worden, den bei der Steinkohlenschwelung gewonnenen Schwelteer ohne jede destillative Aufbereitung als Heizöl zu verwerten. Die Versuche führten zunächst zur Ausarbeitung eines auf rein physikalischer Grundlage aufgebauten viskosimetrischen Verfahrens, durch das die beim Vermischen der verschiedenen Heizöle mitunter auftretenden Ausflockungserscheinungen vorausgesagt werden können. Die Bestimmung der „Pumpfähigkeit" war notwendig, weil die bisherigen Verfahren der Stockpunktbestimmung keine einwandfreie Beurteilung der physikalischen Daten der Heizöle gestatten und der Stockpunkt überdies kein Kriterium für das Fließverhalten der Heizöle darstellen kann, was zum Schaden der Produktionshöhe und der Wirtschaftlichkeit zu übersteigerten Ansprüchen an die Viskositätseigenschaften von Heizölen führte. Beide Verfahren haben mittlerweile in verschiedenen Betrieben Eingang gefunden und sich hierbei bestens bewährt, weshalb es angebracht erscheint, sie weiter bekanntzumachen.*)

Die Frage, ob verschiedene Kohlenwasserstoff-Gemische in allen Verhältnissen oder nur innerhalb eines bestimmten Bereiches miteinander mischbar sind, wird letzten Endes durch das Fehlen bzw. Auftreten von Ausflockungen, wie Hartasphalt oder freier Kohlenstoff, entschieden. Demgemäß muß sich eine Prüfung der Mischbarkeit auf einen sicheren Nachweis von Ausflockungen erstrecken, die unmittelbar nach der Mischung oder nach längerer Lagerung eintreten. Verschiedene bekannte Verfahren gestatten wohl einen sicheren Nachweis bei niedrig viskosen Ölmischungen, versagen jedoch zum größten Teil, wenn es sich um die Untersuchung von Mischungen höher viskoser, dunkler und undurchsichtiger Heizöle handelt.

Die meisten Heizöle sind kolloidale Systeme und eine Koagulation soll nach Angabe des bisherigen Schrifttums in der Hauptsache durch eine Erniedrigung der Oberflächenspannung erklärt werden können. Neuere Untersuchungen von Dr. Porsch lassen darauf schließen, daß neben der Oberflächenspannung die chemische Natur und die Dielektrizitätskonstanten der an einer Mischung beteiligten Öle eine beachtliche Rolle bei der Koagulation spielen. Da die Viskosität der Kolloide eine sehr empfindliche Größe ist, die sich schon bei geringfügiger Änderung der Systembedingungen, insbesondere der Struktur, meßbar verändert, wurde von W. Demann und H. R. Asbach geschlossen, daß ein viskosimetrisches Meßverfahren am ehesten die Möglichkeit biete, Zustandsänderungen, d. h. Inhomogenisierungen, die der eigentlichen Ausflockung unter Umständen vorausgehen, wie Quellungs-, Solvations- und andere Vorgänge, genau verfolgen zu lassen. Ein solches Verfahren ist also auch ein Ersatz für die schwierig durchzuführenden Lagerversuche in solchen Fällen, bei denen erst nach geraumer Zeit nach der Mischung eine Ausflockung eintritt.

Das neue Meßverfahren beruht darauf, daß in einem Zähigkeitsmesser von F. Höppler, der auf dem Grundsatz des Kugelfalles in einem geneigten Rohr beruht, die Abweichungen der Viskosität, m. a. W. die Feststellung ihrer Inkonstanz, bei Verwendung zweier Kugeln von verschiedenem Durchmesser ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Apparatfehlergrenzen und der normalen Inhomogenitäten der technischen Heizöle müssen die Unterschiede über 2 % liegen bei Voraussetzung völliger Temperaturbeständigkeit während der Messungen. Beispielsweise zeigte eine

*) Vergl. W. Demann und H. R. Asbach, Viskosimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Mischbarkeit von Kohlenwasserstoff-Gemischen, insbesondere von Heizölen.

H. R. Asbach und J. Tegethoff, Die Bestimmung der Pumpfähigkeit von Heizölen. Techn. Mitteilungen Krupp, Forschungsberichte, Heft 2/1943, Seite 42 bis 56.

Mischung zweier Heizöle von 20° C im Verhältnis 100 : 0 bis 65 : 35 Unterschiede der Viskositäten in Centipoisen unter 2 %, dagegen die Mischung 60 : 40 eine Differenz von 5,52 % und eine Mischung 55 : 45 bei zwei aufeinanderfolgenden Doppelmessungen eine solche von 29,66 % bzw. nach einiger Lagerzeit eine solche von 50,96 %. Vom Mischungsverhältnis 60 : 40 an beginnt also die Mischungslücke des vorliegenden Systems und somit die Ausfällung von Hartasphalten. An Hand zahlreicher Beispiele wurde nachgewiesen, daß sowohl der Beginn als auch der Endzustand einer Koagulation einwandfrei erkennbar ist. Das Verfahren besitzt gegenüber den bekannten, trotzdem es nur qualitativer Natur ist, den Vorteil einer größeren Empfindlichkeit, verbunden mit einer erheblichen Zeitersparnis.

Zur Kennzeichnung des Temperaturverhaltens von Ölen, insbesondere von Heizölen, wird hauptsächlich die Bestimmung des Stockpunktes herangezogen, die auf der Ermittlung jener Temperatur beruht, bei der das Öl unter Einwirkung der Schwerkraft bei einer Neigung des Meßgefäßes von 30° nicht mehr beweglich oder gerade wieder fließfähig wird. In den meisten Fällen wird das Heizöl in beweglichen oder ortsfesten Vorratsbehältern gelagert, aus denen es, seinem jeweiligen Zweck entsprechend, durch Pumpen den Verbrauchsstellen zugeführt wird. Die Verbraucher interessiert nun neben den eigentlichen brenntechnischen Eigenschaften eines Heizöles besonders sein Verhalten hinsichtlich der Temperatur, bei der es durch die Fördereinrichtungen nicht mehr zur gewünschten Stelle hin oder von der gewünschten Stelle weg bewegt werden kann. Die Bestimmung des Stockpunktes ist nur auf ±5° C genau, was für die Praxis schon nicht tragbar ist. Außerdem ist der Stockpunkt eine Grenztemperatur, die keinen Aufschluß gibt über das Verhalten des Öls vor Erreichung dieser Temperatur. Wie die Erfahrung zeigte, kann die Grenze der Pumpfähigkeit schon früher erreicht sein. Zur Festlegung der Temperatur, bei der das Öl nicht mehr durch Pumpen gefördert werden kann, arbeiteten H. R. Asbach und J. Tegethoff ein neues Verfahren aus. Dabei wurde ein Meßgerät entwickelt, mit dem eine für die Technik ausreichend genaue Bestimmung des Kälteverhaltens von Heizölen, die „Pumpfähigkeit", durchführbar ist. Die Pumpfähigkeit stellt den Ausdruck für die Arbeit dar, die zum Umpumpen eines Öles bei einer bestimmten Temperatur aufzuwenden ist. Die sich bei fortschreitender Unterkühlung des Öles einstellende Temperaturgrenze, bei der das zu untersuchende Öl sich nicht mehr als pumpfähig erweist, wird graphisch ermittelt und als kritische Temperatur bezeichnet. Als Abszisse dient die Temperatur, als Ordinate der Druck in kg/qcm. Von hohen zu tiefen Temperaturen weisen die Kurven der Drücke anfänglich einen geradlinigen Verlauf auf und biegen dann rasch um. Die zu diesem Maximum gehörende Temperatur ist die Grenze, bei der das Öl eine derartige Konsistenz aufweist, daß es unter normalen Bedingungen nicht mehr durch Pumpen gefördert werden kann. Wie umfangreiche Meßreihen zeigen, ist die dem Druckmaximum zugeordnete Temperatur unabhängig vom Durchmesser der verwendeten Durchflußdüsen von 4 bis 8 mm Weite. Eine Gegenüberstellung der Stockpunkte (die Temperaturen beziehen sich auf den Zustand, bei dem das Öl gerade wieder zu fließen beginnt) mit den in dem neuen Meßgerät ermittelten kritischen Temperaturen zeigt, daß kein erkennbarer Zusammenhang zwischen beiden besteht. Für verschiedene Heizölsorten ergab sich z. B.:

Ölsorte	Stockpunkt ° C	kritische Temperatur ° C
A	—13	+4
B	—20	—4,5
C	—18,5	—11
D	—16	—9,5

Ein Heizölverbraucher kann also wohl unliebsame Überraschungen erleben, wenn er sich auf den Stockpunkt verläßt. Erfahrungsgemäß erweist sich die kritische Temperatur besser zur Kennzeichnung des Kälteverhaltens von Heizölen als jede andere bisher verwendete Meßgröße.

KLEINE NACHRICHTEN

Über 50 Dienstjahre!

Im Februar-Heft 1923 und im September-Heft 1941 wurde über die Lokomotiv- und Waggon-Fabrik A.-G. Mödling bei Wien berichtet, die nach nur zweijährigem Bestehen ihre Arbeiten einstellte, nachdem sie mutmaßlich 38 Lokomotiven gebaut hatte. Einige der dort hergestellten Lokomotiven besonderer Bauart, so z. B. die Bt-Lokomotive der Bauart Grund mit Rollenreibung, haben sich nicht bewährt, aber einige andere konnten in langjährigem Betrieb eine sehr große Lebensdauer nachweisen und damit den sprichwörtlichen Ruf der Dampflokomotive in bezug auf Leistungsfähigkeit und Lebensdauer bestätigen. Wie ein lokomotivgeschichtlich interessierter Leser, Dr.-Ing. W. Lübsen VDI, Nürnberg, zu jenen Berichten ergänzend mitteilt, hat er noch im Jahre 1926, also nach über 50 Dienstjahren, eine Lokomotive der Mödlinger Fabrik öfters auf dem Bahnhof von Sächsisch-Regen, Siebenbürgen, in der Nähe von Neumarkt an der Marosch (ungarisch: Marosvarsahely, rumänisch: Turgu muros) gesehen, wo sie als Werks-Lokomotive eines Sägewerkes im Verschiebedienst eingesetzt war. Mit Ausnahme der bei fast allen älteren ungarischen Lokomotiven anzutreffenden verlängerten Rauchkammer war äußerlich an der Lokomotive gegenüber dem Ablieferungszustande nichts verändert. Am Dampfdom befand sich ein Firmenschild in der von Oberbaurat a. D. Viktor Hilscher in seinem Aufsatz „Eine zugrundegegangene österreichische Lokomotivfabrik" im Februar-Heft 1923 beschriebenen Ausführung; das frühere Eigentumsschild der Ungarischen Staatsbahn war natürlich entfernt. Die Werksnummer glaubt der Einsender aus der Erinnerung mit Nr. 16 angeben zu können.

Eisenbahnreparatur-Werkstätte Marburg (Drau)

Mit der Heimkehr der Untersteiermark gelangte auch die Eisenbahnreparatur - Werkstätte der ehemaligen

Südbahngesellschaft in Marburg (Drau) in den Besitz der Reichsbahn. Diese Werkstätte war eine der größten und leistungsfähigsten der früheren österreichischen Monarchie; sie wurde durch die genannte Eisenbahngesellschaft erbaut und steht seit 9. März 1863 in ununterbrochenem Betrieb. Ihre Anlage und Einrichtung diente mehrere Male als Vorbild für andere Werkstätten, u. a. auch für jene der französischen Nordbahn in Hellemes bei Lille, deren ursprünglicher Ausbau ziemlich genau dem Marburger Vorbild entspricht; insbesondere ist die Schmiede danach eingerichtet worden. Mit der Marburger Werkstätte kamen auch einige Veteranen des Werkzeugmaschinenbaues wieder in deutschen Besitz; so z. B. werden auch heute noch die großen Räder der Schnellzugsmaschinen ausschließlich auf Räderdrehbänken bearbeitet, die im Jahre 1854 von Beyer & Peakock für die Werkstätte Verona (die ebenfalls bis zum Jahre 1866 österreichisch war und von der Südbahngesellschaft betrieben wurde) geliefert worden waren und die später dann nach Marburg versetzt worden sind. Gleichzeitig mit der Errichtung der Werkstätte in Marburg wurde seitens der Südbahn auch eine große Arbeitersiedlung mit Volksschule und Kindergarten und ein Lebensmittelmagazin errichtet, sowie eine Bibliothek für die Werkbediensteten angelegt und eine Werkstättenmusikkapelle geschaffen: In Ansehung des Zeitpunktes ein Zeichen beachtlichen sozialen Verständnisses.

Die Stadt Marburg ist eine Eisenbahnerstadt im wahrsten Sinne des Wortes. Von den rund 30 000 Einwohnern (die Zahlen stammen aus der Zeit unmittelbar vor dem ersten Weltkrieg) waren rund 4000 Bedienstete der Südbahn, die sich auf alle Dienstzweige verteilten; unter der serbischen Herrschaft dürfte diese Zahl noch erheblich überschritten worden sein, da aus politischen Gründen sehr viel nichtdeutsches Personal nach Marburg versetzt worden ist. R. E.

Ursachen von Eisenbahnunfällen

Untersuchungen von 57 Eisenbahnunfällen, die sich vom 1. Januar bis 3. Oktober 1941 in den Vereinigten Staaten ereigneten und deren Aufklärung im öffentlichen Interesse lag, ergaben folgende 65 Ursachen:

Nachlässigkeit der Fahrmannschaft . .	43 = 66 %
(davon übermäßige Geschwindigkeit auf der Strecke und in Bahnhofsanlagen	12 = 18,5%)
Fehlerhafte Bahnanlage	4 = 6 %
Gleisschäden	6 = 9,5%
(davon Schienenbrüche	2 = 3 %)
Schäden am rollenden Material	3 = 4,5%
(davon je ein Fall wegen Schaden an der Bremse, gebrochener Schleppachsfeder, Radbruch)	
Sonstige Ursachen (Gleisunterwaschungen, Hindernisse auf dem Gleis, Kraftwagen, Sabotage)	9 = 14 %

Der Auswirkung nach traten die untersuchten Unfälle auf als:

Entgleisungen	24 = 42 %
Zusammenstöße	33 = 58 %
(davon 13 von vorn, 12 von hinten, 6 von der Seite, 2 mit Kraftwagen).	

Getötet wurden bei diesen Unfällen 66 Personen, verletzt 840. Bemerkenswert gering sind die Ursachen wegen Schäden am rollenden Material. S—r.

Auftragsschwankungen der nordamerikanischen Lokomotivindustrie

In ähnlicher Weise wie der deutsche Lokomotivbau litt auch der nordamerikanische im letzten Jahrzehnt unter den starken Schwankungen der Auftragseingänge. In Nordamerika, dessen Bahnen sich ausnahmslos bis auf eine Strecke in Alaska in den Händen von privaten Erwerbsgesellschaften befinden, ist dies allerdings eher erklärlich als in einem Lande mit vorwiegend Staatsbahnen, die nach gesünderen Grundsätzen wirtschaften könnten. Fast alle Netze von einiger Bedeutung sind in USA in den Bahnen der Klasse I zusammengefaßt. Die von ihnen an die Industrie erteilten Aufträge auf Lokomotiven erreichten folgende Stückzahlen:

Jahr (gerechnet vom 1. 7. des Vorjahres bis zum 30. 6.)	bestellte Lokomotiven
1930	907
1931	277
1932	54
1933	28
1934	100
1935	151
1936	183
1937	654
1938	218
1939	300
1940	431
1941	1096

Dr. Schn.

Englische Kapitalsanlagen in lateinamerikanischen Bahnen

Abgesehen von Argentinien, wo die in englischem Eigentum befindlichen Bahnen eine besonders hervorragende Rolle spielen, ist die englische Finanzwelt auch an den Eisenbahnen der anderen Staaten Lateinamerikas stark beteiligt. Wenn auch die aus den Bahnen gezogene Rente meist nur sehr gering ist, so erwächst doch der englischen Industrie aus diesen Kapitalsanlagen ein erheblicher Nutzen, da die Aufträge der Bahnen unter Ausschluß des Wettbewerbes größtenteils nach dem Vereinigten Königreich gehen, ganz abgesehen von dem darin begründeten kulturellen und politischen Einfluß. Es werden aus jüngster Zeit folgende Beträge für die am London Stock Exchange gehandelten angloamerikanischen Eisenbahnanlagen angegeben:

Staat	Zeitpunkt	Wert in Pfund Sterling	Zinsertrag %
Uruguay . .	Ende 1941	12 514 682	0,5
„	„ 1940	14 699 134	0,4
Brasilien . .	„ 1941	36 449 419	0,98
„	„ 1940	?	0,6
Chile [1] . .	„ 1941	17 321 406	1,0
„	„ 1940	wie 1941	wie 1941
Cuba . . .	„ 1941	24 187 942	0,3
„	„ 1940	?	0,5
Mexiko [2] . .	„ 1941	36 129 597	0,0

[1]) Einschl. der Antofagasta & Bolivia-Bahn, wovon ein wesentlicher Teil in Bolivien liegt.

[2]) Seit 1934 ohne Zinsertrag. S—r.

Eisenbahnverkehr und Lokomotivtechnik

Der Verkehr, insbesondere der Eisenbahnverkehr, wird nach dem Kriege überall vor große Aufgaben gestellt werden, die diejenigen der Kriegszeit voraussichtlich noch erheblich übertreffen werden. Es hat daher die Feststellung besondere Bedeutung, daß auch im Kriege überall an der Verbesserung der Verkehrsleistungen gearbeitet wird und daß in diesem Zusammenhange auch die Lokomotivtechnik weiter entwickelt wird. Über das hier Erreichte dringt zur Zeit aus begreiflichen Gründen nur wenig in die Öffentlichkeit; es mögen daher hier einige Angaben aus dem Auslande folgen, wo man vor einiger Zeit folgende Zahlen veröffentlichte:

Auf der Chicago, Milwaukee, St. Paul & Pazifikbahn laufen täglich 18 Dampfzüge über eine Gesamtstrecke von 1730 km mit einer Reisegeschwindigkeit zwischen Abfahrt und Ankunft von mehr als 112 km/h. Der schnellste Hiawatha-Dampfzug legt 125 km mit 130 km/h Reisegeschwindigkeit zurück; die längste Strecke von 191 km wird mit 113,5 km/h durchfahren. Dafür finden 2'C2'- bzw. 2'B1'-Stromlinien-Lokomotiven Verwendung. Der schnellste fahrplanmäßige Zug der Welt ist gegenwärtig der „Zephir"-Dieselzug der Chicago, Burlington & Quincybahn, der eine 87 km lange Strecke mit 134 km/h Reisegeschwindigkeit, die also jener des genannten „Hiawatha"-Zuges nicht viel nachsteht, zurücklegt. Die Union Pazifikbahn erhebt den Anspruch auf die längste, ohne Aufenthalt durchfahrene Strecke, indem der aus 17 Wagen und einer Diesel-Lokomotive bestehende Zug „City of los Angeles" in jeder Richtung die 518 km Entfernung zwischen Salt Lake City und Caliente ohne Halt durchfährt. In normalen Zeiten würde der Zug von dem „Flying Scotsman", einem englischen Zug mit Dampflokomotive, übertroffen, der, allerdings nur während 10 Hochsommerwochen, 627 km ohne Halt durchfährt. Auf dem Netz der New York Centralbahn werden endlich Tag für Tag 25 700 km mit 96 km/h und mehr Reisegeschwindigkeit zwischen Abfahrt und Ankunft befahren und auf der Pennsylvaniabahn 19 600 km mit mindestens 99 km/h.

Dr. Schn.

Aus dem Schrifttum

Brennhärten. Von Dipl.-Ing. H. W. Grönegreß. Heft 89 der Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Konstrukteure und Facharbeiter, herausgegeben von Dr.-Ing. H. Haake VDI. 64 Seiten mit 87 Abbildungen. Format 8°. Berlin 1942, Springer-Verlag. Preis broschiert 2,— RM.

Das Brennhärten hat sich seit einiger Zeit in verschiedenen Industriezweigen eingeführt und sich oft als ein besonders gut geeignetes Härteverfahren bewährt, mit dem erhebliche Verlängerungen der Lebensdauer bestimmter Teile erreicht werden konnten. Insbesondere dann, wenn Lager aus Austauschwerkstoffen hergestellt werden, ist das Brennhärten der Zapfen ein wesentliches Mittel zur Verlängerung ihrer Lebensdauer bzw. überhaupt der Erhaltung der Betriebssicherheit der betr. Maschine. Zum Teil lassen sich durch Übergang auf das Brennhärten sehr erhebliche Arbeitszeitverkürzungen erreichen, die in heutiger Zeit von besonderer Wichtigkeit sind. Auch der Lokomotivbau hat durch das Brennhärten wesentliche Vorteile gehabt, denn mittels dieses neuen Verfahrens an Stelle der bisher üblichen Einsatzbehandlung der Gleitbahnen verschwand der Härteausschuß fast gänzlich und die erforderliche Nacharbeit wurde sehr stark verkürzt. Steuerungs- und Bremsbolzen, Treib- und Kuppelzapfen wie noch manche anderen Teile werden nach diesem Verfahren behandelt, das sich um so besser bewährte, als es mittels der Blockhärtebrenner möglich ist, auch Stücke verschiedener Abmessungen ohne Pausen zu bearbeiten. In allen Fällen wird von dem charakteristischen Merkmal des aus dem Abschreckhärten entwickelten Brennhärtens Gebrauch gemacht, die Wärmezufuhr mittels Verwendung von Brennern großer Flammenleistung so groß zu halten, daß sie das Wärmeleitvermögen des Stahles erheblich übertrifft und so einen Wärmestau herbeiführt, der die Temperatur schnell auf die zum Härten nötige Höhe ansteigen läßt, ohne daß das Werkstück im Kern miterwärmt wird. Wie der Verfasser des vorliegenden neuen Bandes der bekannten Werkstattbücher betont, sind die Vorteile gegenüber anderen Härteverfahren um so größer, je kleiner die zu härtende Oberfläche im Verhältnis zur Gesamtoberfläche des Werkstückes oder je größer das Stück selbst ist. Infolge der großen Verschiedenartigkeit der zu härtenden Teile sind mehrere Verfahren entwickelt worden, deren genaue Kenntnis für den Erfolg der Arbeit entscheidend ist. Der Verfasser beschränkt sich deshalb nicht darauf, nur die Verfahren im einzelnen zu schildern, sondern er gibt im ersten Abschnitt zunächst eine Darstellung des Verschleißes, seiner Bedeutung und Bekämpfung. Der zweite, größte Abschnitt über „Die technische Durchführung des Brennhärtens" stößt infolgedessen auf verständnisvollere Aufnahme der mitunter nicht ohne weiteres einzusehenden Vorschriften, die aber immer klar verständlich und so ausführlich beschrieben werden, daß Fehler kaum unterlaufen können. Zahlreiche gut ausgewählte Bilder erleichtern die klare Erfassung des Textes, der so geringe Vorkenntnisse voraussetzt, wie das bei einem solchen Thema eben möglich ist. — Im dritten Abschnitt „Werkstoffe" findet sich vor allem eine Zusammenstellung der Härtevorschriften und der erreichbaren Ergebnisse, die für die Praxis von großem Wert sein wird. Im letzten, dem vierten Abschnitt, wird noch über besondere Anwendungsgebiete für das Brennhärten, über praktische Durchführung in bestimmten Sonderfällen und über die Vor- und Nachbehandlung der Werkstücke berichtet. Das von großer Sachkenntnis zeugende neue Werkstattbuch wird viele Freunde finden, besonders jetzt, wo infolge der veränderten Bedingungen des Arbeitseinsatzes häufig der Wunsch bestehen wird, sich über Grundbedingungen der Arbeit zu unterrichten oder sich in ihr zu vervollkommnen. St. M. Zentzytzki.

Aus dem Inhalt:

Die schöpferische Synthese 55
Die erste Gasturbinen-Lokomotive 57
Der Wirkungsgrad 61
Die Dampflokomotive — eine fahrbare Kraftanlage 61
Lokomotiven als Walzenzugmaschinen 66
Auf richtige Arbeitskleidung achten! 67
Lokomotiven für Bananenpflanzungen 68
Bestimmung der Mischbarkeit und Pumpfähigkeit von Heizölen 70
Kleine Nachrichten 71
Aus dem Schrifttum 73

Wir liefern sämtliche

Lokomotiv-Armaturen

nach

Reichsbahn-Vorschrift LON

MASCHINEN- UND ARMATURENFABRIK VORM.

C. LOUIS STRUBE AG. Gegr. 1865

MAGDEBURG-BUCKAU

MARS-LUMOGRAPH D.R.P.

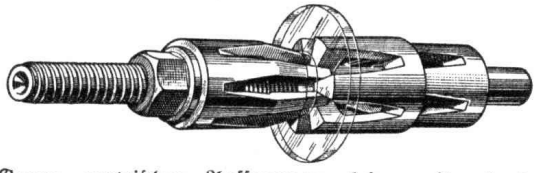
ZEICHEN-STIFTE

In der Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in der Qualität unverändert.

J.S.STAEDTLER

MARS-BLEISTIFTFABRIK · NÜRNBERG

Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.

Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

FAG

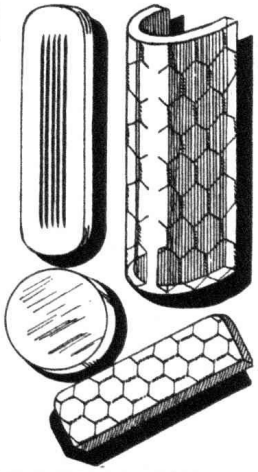
Kugellager und Rollenlager

sparen

Energie, Material

und Schmierstoff

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.



Technische

Hartgläser

und Drahtgläser

für Wasserstände, Schmierapparate

und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co

Hartglasfabrik

Hainsberg i. Sa.

Fritz Wagner & Co.

BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler

Lokomotiv-Speisewasserreiniger

Abschlammventile

Druckentspanner

Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.

Otto Windgassen, Düsseldorf

Werkzeugmaschinen

Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

P3

reinigt zuverlässig und werkstoffschonend

HENKEL & CIE. A-G · DÜSSELDORF

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig

seit Jahren erprobt

beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit

geringes Gewicht

DÜR MOL

DÜRMOL

Kunstharzpresserei und Spritzerei

BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

ROBSA

Dichtungsschnur

nur von

RUDOLPH NEIDER, DÖBELN, Sa.

Filz

wie Dir ihn brauchst

Georg

Walde

Filzwarenfabrik **Halle-S. 2**

WAAGERECHT- UND SENKRECHT-HOBEL- UND FRÄSMASCHINEN

Mod. WSHF, bis zu den größten Abmessungen zum Fräsen und Hobeln in waagerechter und senkrechter Richtung

SCHIESS

AKTIENGESELLSCHAFT — DÜSSELDORF

Gmeinder

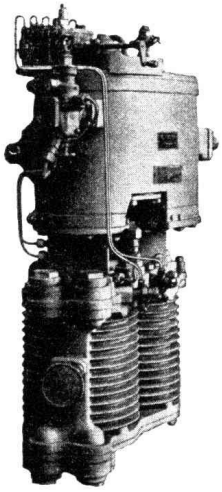
Motor-Lokomotiven

für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16



Die Knorr Doppelverbund-Luftpumpe mit P-Steuerung an der Kriegslokomotive

mit geschlossenem, frostgeschütztem Mittelteil.

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

Vitrulan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet

Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.

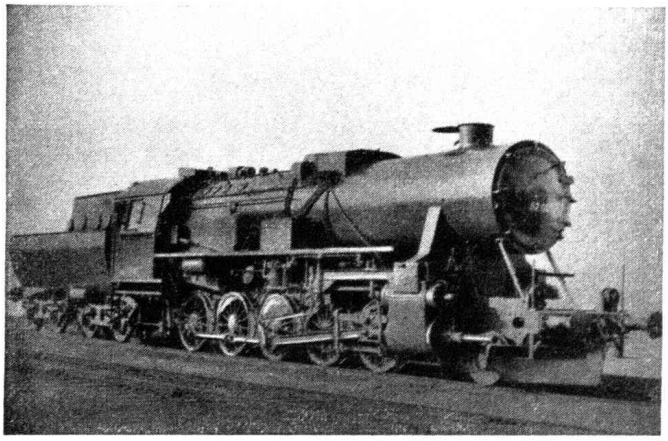
Fabriken in Steinach (Thüringen)

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

LOKOMOTIVEN

Bergbahnen, Trieb- und Eisenbahnwagen, Eisenbahnsicherungsanlagen, Elektrofahrzeuge, Kompressoren, Kolben- und Preßpumpen, Kohlensäuregewinnungs- und Trockeneisanlagen, Dampfkesselanlagen, Stahl-, Hoch- und Brückenbauten, Grauguß

Lokomotiven



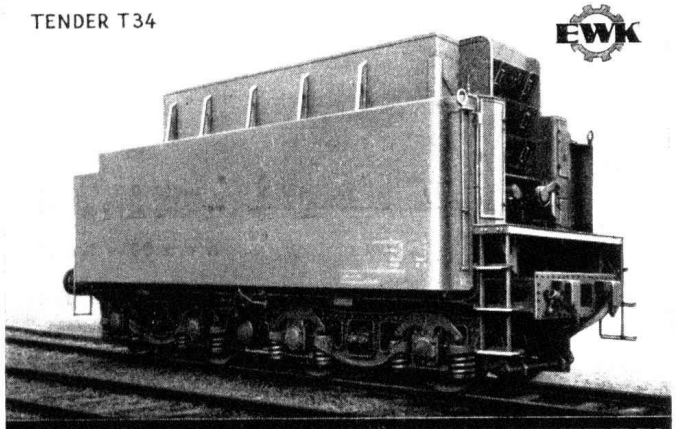
GÜNTHER-WERKE DRESDEN-N. 15

F · SCHICHAU A·G ELBING

Verlagsleiter: Ewald Darkow, Bielefeld. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

TENDER T34

EWK



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

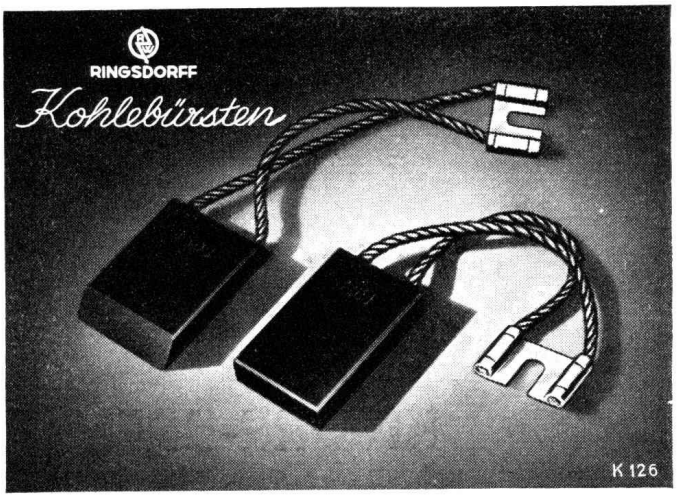
Peddinghaus

Oberflächenhärtung

im Lokomotivbau
vielseitig bewährt!

PAUL FERD. PEDDINGHAUS

RINGSDORFF
Kohlebürsten



K 126

KUGELLAGER ROLLENLAGER

SKF
F&S

VEREINIGTE
KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

Warum Strömungsgetriebe für Motorlokomotiven?

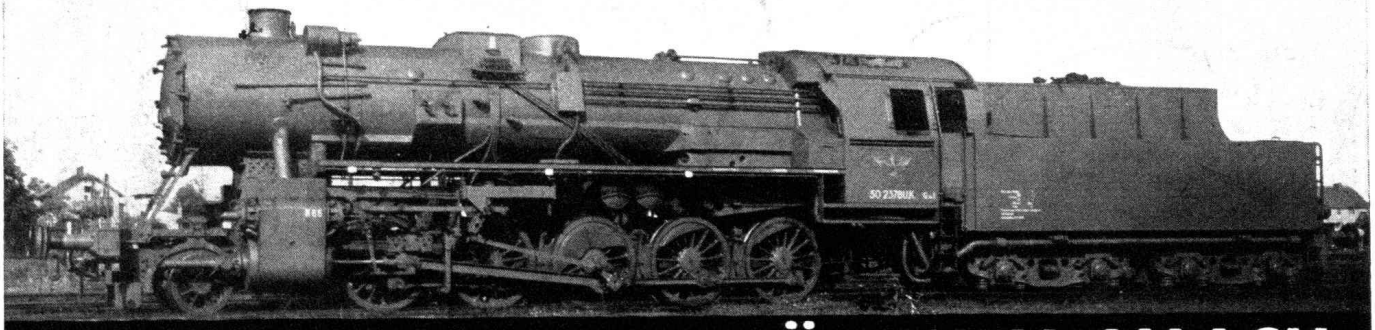
Weil die Z-V-Kurve einer Motorlokomotive mit

Voith-Turbogetriebe

bei V = 0 km/h gleich mit einem festen hohen Wert beginnt, d. h. daß beim Anfahren sofort eine sehr hohe Zugkraft vorhanden ist.

J. M. VOITH · MASCHINENFABRIK

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 50 ÜK
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn



KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN-ALLACH

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | MAI 1943 | NUMMER 5

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Dreh-Arbeiten

Ein Beitrag zur Leistungssteigerung im Lokomotivbau

Von G. Brügmann VDI

Einführung

Die heute auf das höchste gespannte Leistungssteigerung erfordert neben einer restlos planmäßigen Durchführung des Arbeitsablaufes eine möglichst wirtschaftliche Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Maschinenparkes. Durch das stetige Anwachsen der fremdsprachigen Arbeitskräfte sind die Pflichten und Sorgen der betrieblichen Unterführer, die in enger Tuchfühlung mit ihnen stehen, in gleichem Maße größer geworden. Die beste Arbeitsvorbereitung, die sorgfältigste Planung muß bei dieser Vermischung der Gefolgschaft versagen, wenn dem Unterführer neben seiner allgemeinen fachlichen Kenntnis nicht die nötigen wirtschaftlichen Richtwerte zur Verfügung stehen.

Nur die klare Erkenntnis der betrieblichen Verhältnisse sowie die Beherrschung der wirtschaftlichen Zerspanungsvorgänge, verbunden mit einem guten fachlichen Können handwerklicher Arbeitsfolgen, können als Grundlagen und Hilfsmittel dienen, die dem Unterführer die Möglichkeit geben, an Hand einer geplanten Arbeitsfolge die gewünschte Leistung mit der ihm unterstellten Gefolgschaft zu erzielen. Voraussetzung hierfür ist eine einheitliche Verwendung von Unterlagen, die eine wirtschaftliche Ausnutzung von Mensch und Maschine gewährleisten. Diese Unterlagen dürfen keine Grenzwerte sein, sondern sie müssen, wie eingangs betont, gute Mittelwerte darstellen, die eine wirtschaftliche Auslastung der Maschine bewirken und dabei doch genügende Rücksicht auf die zu verwendenden Werkzeuge nehmen.

Die nachfolgende Abhandlung ist in diesem Sinne abgefaßt; sie sieht zunächst nur die Zerspanung durch Drehen vor und enthält:

1. ein zusammengesetztes Nomogramm, bestehend aus 4 Feldern, die in ihrer Gesamtheit alle wirtschaftlichen Zerspanungswerte enthalten, welche zu einer leistungsmäßigen Planung und zur Durchführung von Dreharbeiten nötig sind;
2. eine Erläuterung der in den einzelnen Feldern eingezeichneten Einflußlinien, ihre Entwicklung, sowie die Anwendung derselben zur Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungswerte und
3. eine Anzahl von Gebrauchsblättern für die Bestimmung der wirtschaftlichen Geschwindigkeit bei der Bearbeitung verschiedener Werkstoffe mit Schnellstahl und Hartmetall in Abhängigkeit von der Spantiefe und dem Vorschub (S. 85, Tafel 1—6).

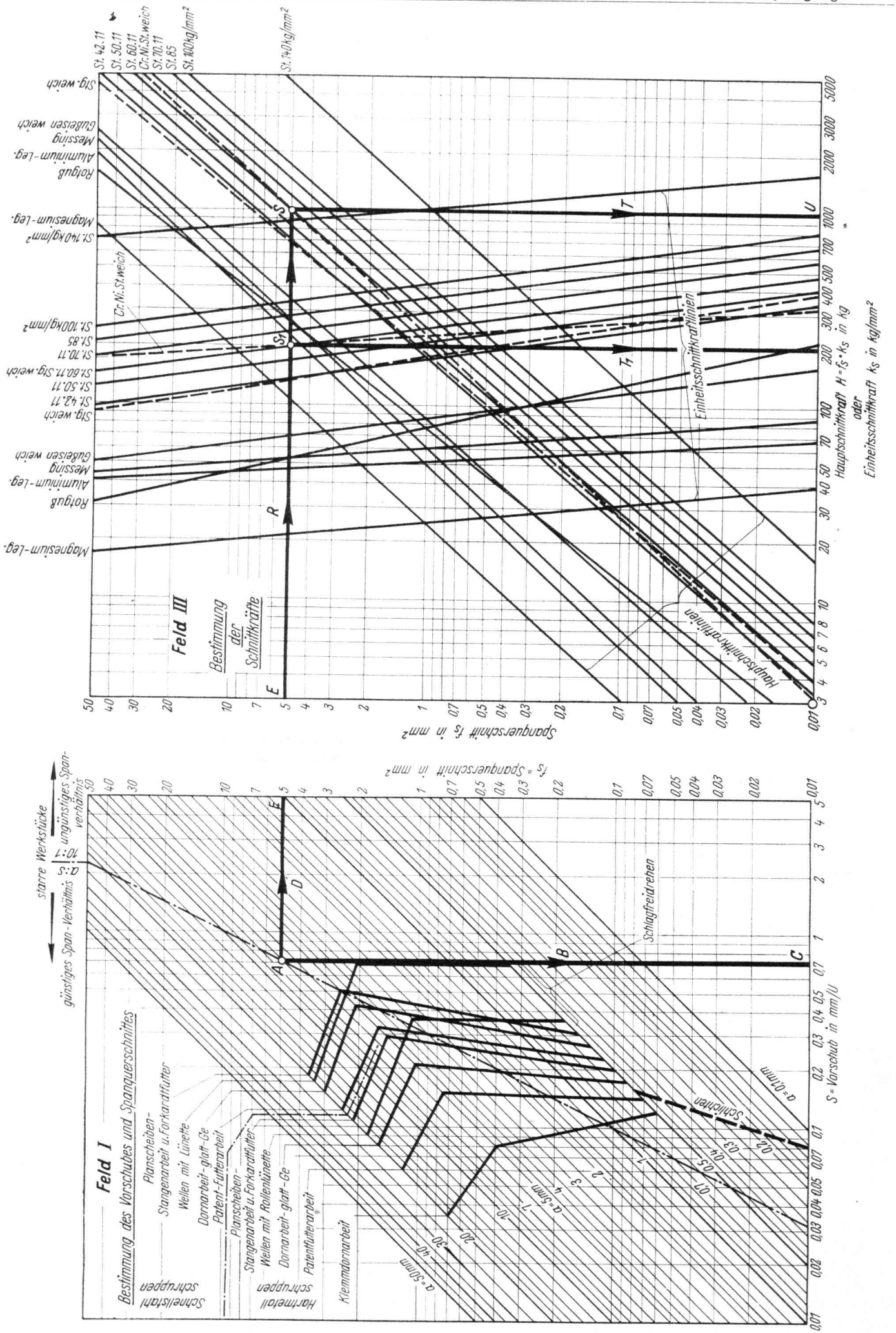
Die für die Aufstellung und Entwicklung der Nomogramme nötigen Unterlagen sind Versuchen entnommen, die sich im Zuge der Leistungssteigerung für die Lokomotivausbringung nötigt machten. Sie liegen im Dienstbereich des Verfassers und stellen eine Gemeinschaftsarbeit dar, die in jahrelanger Kleinarbeit im Auftrage der Fabrikenleitung ausgeführt wurde.

1. Bestimmung der Spanzusammensetzung

Bei der Vorausbestimmung der Zerspanungswerte für Dreharbeiten ist neben dem Werkstoff der Spanquerschnitt von ausschlaggebender Bedeutung. Dieser Spanquerschnitt f_s in mm^2 setzt sich zusammen aus der Spantiefe a in mm und dem Vorschub s, der bei der Zerspanung Drehen in mm/U angegeben ist. Da die Spantiefe a in den meisten Fällen durch die Materialzugabe z in mm, bezogen auf den Durchmesser, angegeben ist, kann der Vorschub aus dem Verhältnis von a : s bestimmt werden. Als Überschlagswerte können folgende Spanzusammensetzungen angenommen werden:

1. Schruppen von Stahl und Gußeisen
   a : s = 5 : 1 bis 10 : 1.
2. Schruppen von Messing und Leichtmetall
   a : s = 10 : 1 bis 20 : 1.
3. Schlichten für alle Werkstoffe
   a : s = 2,5 : 1 bis 10 : 1.

Als günstig gelten die Spanverhältnisse 10 : 1 und darüber, während alle Verhältnisse unter 10 : 1 als ungünstig anzusehen sind.


Feld I
Bestimmung des Vorschubes und Spanquerschnittes
Schneidstahl schruppen
Planscheiben-Stangenarbeit u. Forkardtfutter
Wellen mit Lünette
Dornarbeit-glatt-Ge
Patent-Futterarbeit
Planscheiben-Stangenarbeit u. Forkardtfutter
Wellen mit Rollenlünette
Dornarbeit-glatt-Ge
Patentfutterarbeit
Hartmetall schruppen
Klemmdornarbeit
Schlichten
Schlagfreidrehen
starre Werkstücke
günstiges Span-Verhältnis
ungünstiges Span-verhältnis
a:s 10:1
S = Vorschub in mm/U
fs = Spanquerschnitt in mm²
Feld III
Bestimmung der Schnittkräfte
Spanquerschnitt fs in mm²
Hauptschnittkraft H = fs · ks in kg
oder
Einheitsschnittkraft ks in kg/mm²
Einheitsschnittkraftlinien
Hauptschnittkraftlinien
St. 42.11
St. 50.11
St. 60.11
Cr.Ni.St.weich
St. 70.11
St. 85
St. 100 kg/mm²
St. 140 kg/mm²
Stg. weich
Rotguß
Aluminium-Leg.
Messing
Gußeisen weich
Magnesium-Leg.
St. 42.77
St. 50.77
St. 60.77 Stg. weich
St. 70.77
St. 85
St. 100 kg/mm²
St. 140 kg/mm²
R
S
T
U
A
B
C
D
E

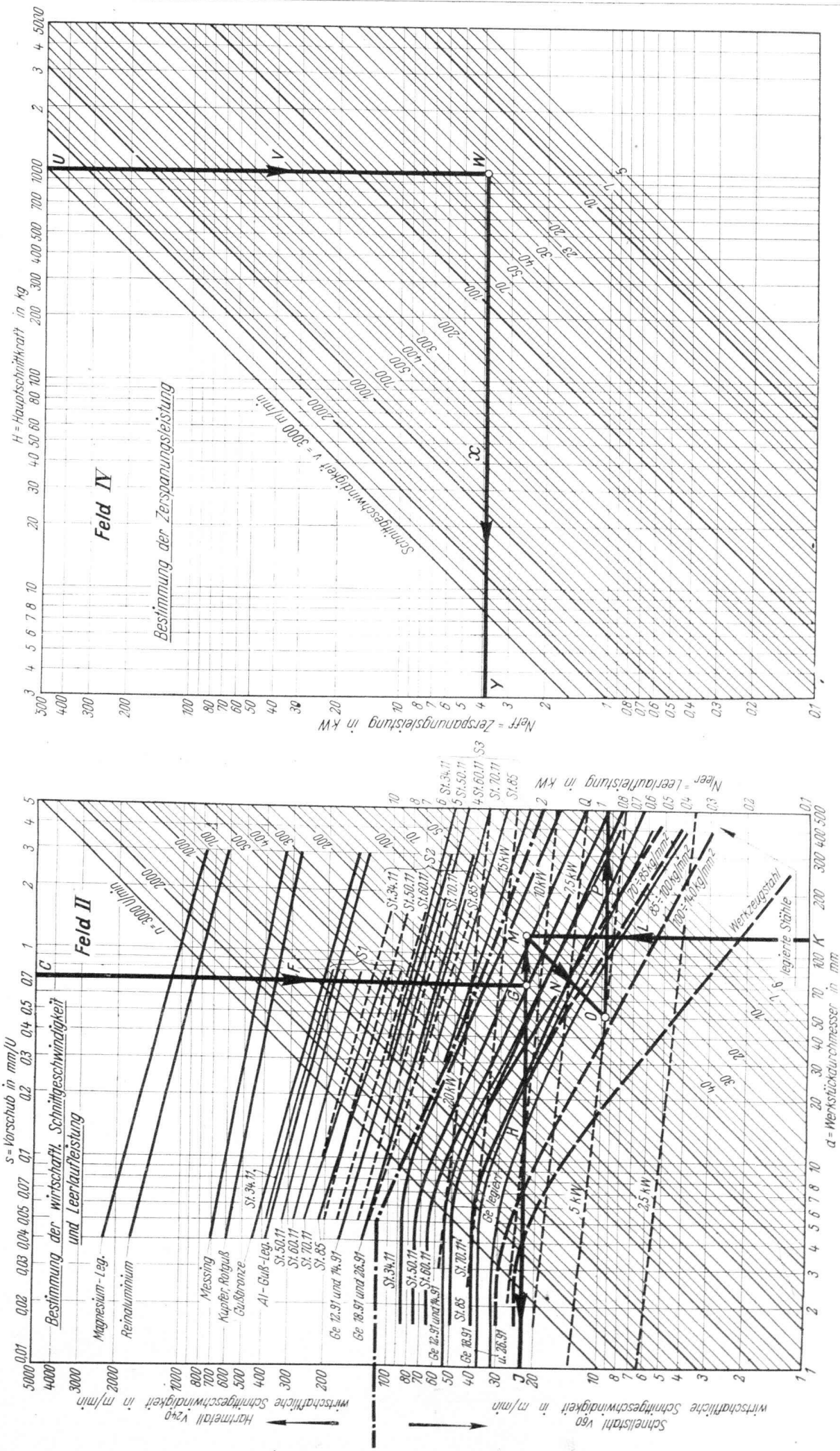


Bild 1 (Feld I—IV): Zusammengesetztes Nomogramm zur Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen beim Drehen.

Die Wahl des Spanverhältnisses ist außerdem noch von der Art des Werkstückes abhängig. Je nachdem, ob ein Werkstück als starr, halbstarr oder unstarr angesprochen werden muß, ist auch das Spanverhältnis a : s veränderlich. Bedenkt man ferner noch, daß die Spannart des Werkstückes sowie das Werkzeug selbst einen großen Einfluß auf das Spanverhältnis ausüben, so kann man leicht ermessen, daß seine Wahl nicht oberflächlich vorgenommen werden darf, zumal ja die Wirtschaftlichkeit bei jeder Zerspanung die Grundlage sein soll.

Feld I des beigefügten Nomogramms (Bild 1) nimmt auf einige dieser Einflüsse Bezug und erleichtert die Ermittlung des Vorschubes. Als Ausgangswert ist, wie bereits erwähnt, die Spantiefe a vorgesehen. Eine Welle aus St 60.11 und 985 mm Länge soll geschruppt werden. Der Rohdurchmesser beträgt 124 mm und das verlangte Drehmaß 110 mm. Für diesen Schruppschnitt ist der günstigste Vorschub zu ermitteln. Aus der halben Differenz des Ausgangs- und Enddurchmessers ergibt sich, ohne Rücksicht auf den Schlag am Werkstück, eine Spantiefe von

$$a = \frac{124—110}{2} = 7 \text{ mm}$$

Das zwischen die Spitzen der Maschine gespannte Werkstück gilt als starr, da sein Verhältnis von Länge und Durchmesser l : d unter 12 : 1 liegt. Als günstiges Spanverhältnis beim Schruppen starrer Werkstücke ist die Verhältnislinie

$$a : s = 10 : 1$$

vorgesehen.

Eingezeichnetes Beispiel in Feld I

Fällt man vom Schnittpunkt dieser Linie mit der Geraden für die Spantiefe a = 7 mm, dem Ausgangspunkt A, das Lot B nach C, so erhält man als wirtschaftlichen Vorschub den Wert

$$s = 0{,}71 \text{ mm/U.}$$

Die Waagerechte D vom Ausgangspunkt A führt an die rechte Ordinate von Feld I und ergibt in E den Spanquerschnitt, das Produkt aus Spantiefe und Vorschub,

$$f_s = a \cdot s = 7 \cdot 0{,}71 = \underline{\underline{4{,}97 \sim 5 \text{ mm}^2}},$$

der für die Ermittlung der Antriebsleistung nötig ist, wie später gezeigt wird.

Erläuterungen der Einflußlinien

Bei der Bestimmung des Vorschubes s ist, wie bereits gesagt, die Art des Werkstückes, ob starr, halbstarr oder unstarr, wesentlich. Doch auch die Spannart des Werkstückes selbst wirkt sich auf diese Eigenschaft in ganz besonderer Weise aus. So kann ein an sich starres Werkstück, z. B. ein abgestochener Rohling von einer Stange, durch das Einspannen desselben in die Kloben der Planscheibe als halbstarr und durch Einspannen in die Backen eines Patentfutters als unstarr gelten. Es ist auch bekannt, daß durch das Gegensetzen der Reitstockspitze nebst einer zusätzlichen Scheibe die Eigenschaft des Werkstückes günstig beeinflußt werden kann. Preßt man eine Nabe oder einen Flansch auf einen glatten Drehdorn, so ist der Preßsitz der einzige Widerstand, der dem abzuhebenden Span entgegenwirkt. Eine einfache Mitnahme der aufgepreßten Werkstücke durch einen entsprechenden Bolzen kann sie zwar gegen Verdrehung, nicht aber gegen seitliche Verschiebung

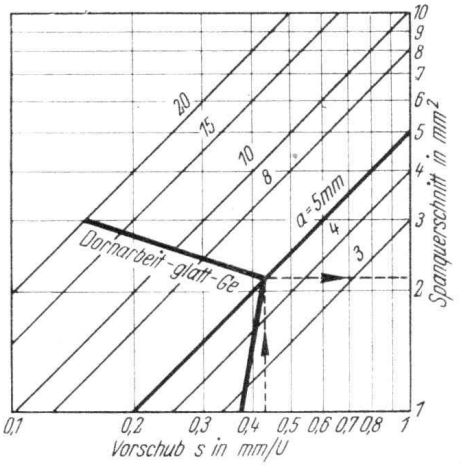


Bild 2: Die Lage der Vorschublinien im Netz und ihre Anwendung bei der Bestimmung des Vorschubs. Auszug aus der Entwicklung des Nomogramms Bild 1/Feld II. „Die Bestimmung des Vorschubs".

schützen, wenn die zur Zerspanung nötige Hauptschnittkraft die Preß- oder Haftkraft überschreitet. So kann eine gußeiserne Nabe von 80 mm Bohrung, die mit 200 kg Preßdruck auf einen Drehdorn gezogen wird, nur mit einem Spanquerschnitt von f_s = 2 mm² bearbeitet werden, da hierfür eine Hauptschnittkraft von ungefähr 160 kg anzusetzen ist (vgl. Bild 1, Feld III. Die Bestimmung der Schnittkräfte). Nimmt man für dieses Beispiel als wirtschaftliche Spantiefe a = 5 mm an, so ergibt die Einflußlinie „Dornarbeit — glatt — Ge" beim Schruppen mit Schnellstahl einen Vorschub von ungefähr 0,43 mm/U (vgl. Bild 1, Feld I, die Bestimmung des Vorschubs, und Bild 2, Leseschlüssel für Feld I). Bei gußeisernen Werkstücken, die von Handpressen auf glatte Dorne gezogen werden, ist diese Spanzusammensetzung als Grenzfall anzusehen. Wie Bild 2 zeigt, ergibt sich aus a · s ein Spanquerschnitt von 5 · 0,43 = 2,15 mm², der eine zulässige Hauptschnittkraft von 166 kg erfordert. Um diese Zusammenhänge schnell überprüfen zu können, wurden die beiden Felder I und III sinngemäß aneinandergelegt.

Nachfolgende Zahlentafel 1 zeigt eine Gegenüberstellung der Schnitt- und Preßkräfte bei einer Reihe von Spanverhältnissen a : s. Die entsprechenden Zerspanungsleistungen in kW sind Bild 1 / Feld IV, „Die Bestimmung der Zerspanungsleistung" entnommen.

In ähnlicher Weise wurden die übrigen Einflußlinien entwickelt. Der Leistungsknick aller Linien wurde bei der wirtschaftlichen Spantiefe a = 5 mm gelegt, die bei der Zerspanung Schruppen mit Rücksicht auf Materialersparnis anzustreben ist.

Nach Fliegerangriffen

Privatgespräche am Fernsprecher unterlassen!

Zu den Einflußlinien für Planscheiben- und Patentfutterarbeiten ist noch zu bemerken, daß die zu beachtenden Spannkräfte des entsprechenden Futters nur mit dem dazugehörigen Spannschlüssel erzeugt wurden. Ein Aufstecken von Rohren auf denselben zur Erzielung größerer Spannkräfte ist eine Unsitte des Betriebes und muß auf jeden Fall unterbleiben. Die hierdurch erzielte Mehrleistung ist nicht mit den Schäden, die hierdurch an Futter, Schlüssel und Werkstück entstehen, zu rechtfertigen.

Zahlentafel 1:

Zerspanungsgrößen beim Schruppen von Gußeisennaben auf glattem Dorn mit Schnellstahlwerkzeug (vgl. Bild 3)

a	s	f_s	H	P	V_{60}	N_{eff}	Werkst. Ø	Kleinst. Dorn Ø
mm	mm/U	mm²	kg	kg	m/min	kW	mm	mm
1	0,30	0,30	30	36	29	0,14	30	12
2	0,35	0,70	63	76	27	0,34	65	20
3	0,38	1,14	115	140	26	0,48	125	30
4	0,40	1,60	130	156	25	0,55	155	35
5	0,43	2,15	163	200	24	0,67	200	42
8	0,30	2,40	182	220	29	0,90	215	46
10	0,25	2,50	190	230	32	1,0	230	48
15	0,19	2,75	205	250	36	1,2	260	50
20	0,15	3,0	215	260	40	1,4	320	60

Hierin bedeutet:

H die Hauptschnittkraft in kg,

P die Preßkraft zum Aufziehen der Nabe, mit 20 % Sicherheit angenommen.

Eine gleiche Unsitte ist das Beilegen von Papier zwischen Bohrung und Dorn zur Erhöhung des Preßdruckes beim Aufziehen von Buchsen und Naben bei Dornarbeiten. Die Schäden an Werkstück und Werkzeug sind so offensichtlich, daß an dieser Stelle nicht darauf eingegangen zu werden braucht.

Beim Schruppen unstarrer Wellen mit Hilfe von Lünetten ist stets mit Verzug der Werkstücke zu rechnen. Um einwandfrei laufende Werkstücke zu erzielen, ist zwischen den Arbeitsstufen Schruppen und Schlichten die Arbeitsstufe Schlagfreidrehen einzusetzen. Der hierfür zu wählende Vorschub s ist für die veränderliche Spantiefe a von 0,5 bis 3 mm für die Bearbeitung mit Schnellstahl und Hartmetall konstant gehalten und mit 0,7 mm/U für Schnellstahl und 0,36 mm/U für Hartmetall angenommen.

Der Leistungsknick dieser beiden Einflußlinien liegt bei einer Spantiefe a = 3 mm im Gegensatz zu den übrigen Linien, bei denen dieser Knick, wie bereits erwähnt, mit Ausnahme derjenigen für starre Werkstücke bei 5 mm Spantiefe liegt. Auch unterhalb des Leistungsknicks weisen diese zuletzt genannten Linien eine veränderliche Richtung auf, so daß bei veränderlicher Spantiefe auch der Vorschub abgewandelt wird. Diese Erscheinung ist durch das Anstreben eines günstigen Spanverhältnisses bedingt, auch spielt hierbei die Beachtung der Oberflächengüte beim Fertigschruppen sowie beim Vordrehen zum Schleifen eine Rolle. Die Einflußlinie Schlichten gilt für alle vorkommenden Arbeitsarten und Werkstückeinspannungen. Sie nimmt nur Bezug auf die Oberflächengüte und die Schneidenabrundung. Letztere steht wieder mit dem Vorschub in Beziehung und läßt sich ebenfalls durch das günstige Verhältnis

$$s : r = 2{,}5 : 1$$

ausdrücken, wenn unter r der Radius der Schneidenabrundung in mm zu verstehen ist.

Alle eingezeichneten Einflußlinien können trotz gewissenhafter Entwicklung nur als Grenzlinien angesprochen werden. Sie schließen die Möglichkeit nicht aus, daß bei der Wahl des Vorschubes die Spannart günstiger bzw. ungünstiger liegt und eine Änderung des Vorschubes nötig wird.

2. Bestimmung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit

Der in Feld I ermittelte Vorschub s kann nun zur Feststellung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit v in m/min verwendet werden. Als haupsächlichste Einflußgrößen sind außer dem Vorschub s der Werkstoff W_ω und das Werkzeug W_z zu berücksichtigen. In Feld II sind die gebräuchlichsten Werkstoffe für Schnellstahl und Hartmetall eingezeichnet und durch eine Grenzlinie voneinander geschieden. Diese Scheidung zwischen Schnellstahl und Hartmetall ist nötig, da die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit außer den bereits angeführten Einflußgrößen auch noch von der Standzeit der Werkzeugschneiden abhängig ist, die bei

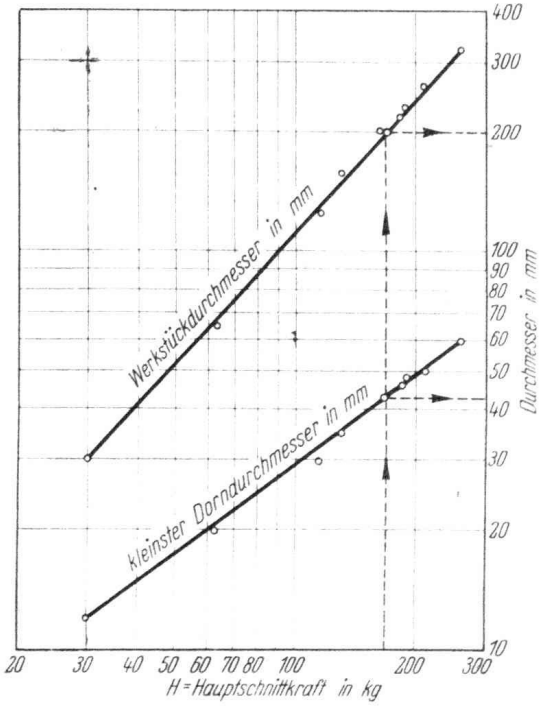


Bild 3: Die Ermittlung der Vorschublinie „Dornarbeit-glatt-Ge". Auszug aus der Entwicklung des Nomogramms Bild 1/Feld I „Die Bestimmung des Vorschubs".

Schnellstahl im Mittel mit 60 min und bei Hartmetall mit 240 min festgelegt ist. Hierbei ist noch zu bemerken, daß die Schneidenform wieder von dem jeweils zerspanten Werkstoff abhängig, also auch veränderlich ist, während die Lage der Hauptschneide zum Werk-

stück konstant bleibt. Diese konstante Lage der Werkzeugschneide, die durch den Einstellwinkel $\varkappa$ gegeben ist, beträgt für alle Werkstoffe und Werkzeuge 55°. Die Vielzahl der Schneidenformen, durch die Schneidenwinkel gekennzeichnet, ist in besonderen Gebrauchsblättern nach den neuesten Erfahrungen festgehalten. Die als Beispiel angeführte Welle aus St 60.11 soll mit Schnellstahl bearbeitet werden. Es ist hierfür die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit bei einer Standzeit der Werkzeugschneide von 60 min zu bestimmen. Im Gegensatz zur allgemeinen Schnittgeschwindigkeit v in m/min erhält die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit die Zahl der Standzeitminuten als Tiefzahl angehängt. So bedeutet z. B. v_{60} eine Schnittgeschwindigkeit, bei der eine Werkzeugschneide 60 min steht. Sie wird darum als wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit bezeichnet und gilt für allgemeine Zerspanungen aller Werkstoffe beim Drehen mit Schnellstahl.

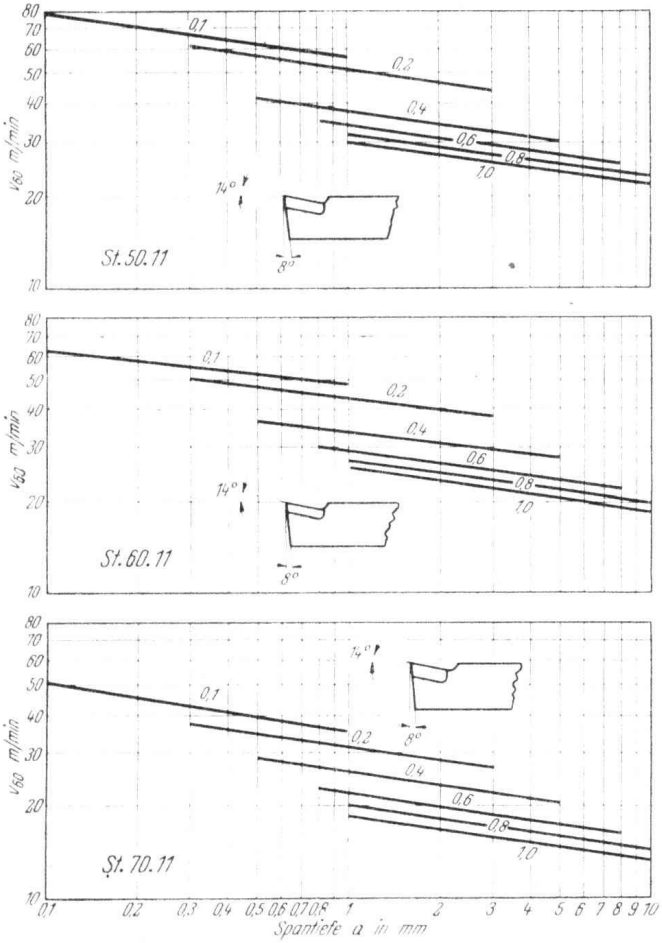


Bild 4: Wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit v_{60} in Abhängigkeit von der Spantiefe und dem Vorschub beim Drehen mit Schnellstahl.

Da dieselbe für Hartmetall eine Standzeit von 240 min vorsieht, wird diese durch das Kurzzeichen v_{240} dargestellt.

Es soll an dieser Stelle noch einmal daran erinnert werden, daß die Standzeit einer Werkzeugschneide wieder von der Wertigkeit des Werkzeuges einerseits und von der Dauer des Werkzeugwechsels anderseits abhängig ist.

(Versuche hierüber haben ergeben, daß die wirtschaftliche Standzeit einer Schneide aus Schnellarbeitsstahl beim Ausschruppen von Wellen 30 min beträgt, während die Schneide eines hochwertigen Formstahls aus dem gleichen Werkstoff bei Revolverarbeiten eine solche von ungefähr 120 min erfordert.)

Die in Feld II zur Bestimmung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit eingezeichneten Werkstofflinien stellen Richtwerte dar, die zum Teil aus eigenen Zerspanungsversuchen heraus entwickelt und zum Teil aus den AWF-Richtwerten ergänzt wurden. In Anlehnung an die Zerspanungsergebnisse von Leyensetter (Grundlagen und Prüfverfahren der Zerspanung, insbesondere des Drehens, von Dr.-Ing. Walter Leyensetter, Verlag B. G. Teubner, Berlin, Bestellnummer 12 075) wurden die wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Bogenspandicke m ermittelt und in bezug auf die Spantiefe a und den Vorschub s aufgetragen (vgl. Bild 4). Da das Spanverhältnis a : s bereits in Feld I gelöst ist, konnten die Werte der Schnittgeschwindigkeiten für die verschiedenen Werkstoffe in Abhängigkeit von dem ermittelten Vorschub s eingezeichnet werden.

Die Entwicklung der Werkstofflinien nach Bild 5 zeigt bei 4 mm Spantiefe und 0,4 mm/U Vorschub eine gute Übereinstimmung mit den Werten in Bild 1 Feld II.

St 50.11 = 34 m/min Bild 5 Entwicklung
= 34,5 m/min Bild 1 Feld II Gebrauchsblatt

St 60.11 = 29 m/min Bild 5 Entwicklung
= 29 m/min Bild 1 Feld II Gebrauchsblatt

St 70.11 = 22,5 m/min Bild 5 Entwicklung
= 23,5 m/min Bild 1 Feld II Gebrauchsblatt

Die Lage der Werkstofflinien im Netz bei einer Bearbeitung mit Hartmetall ist gegenüber denen mit einer Bearbeitung mit Schnellstahl durch eine sichtbare strichpunktierte Grenzlinie kenntlich gemacht.

Das Lesen des Rechenblattes Bild 1 / Feld II wird noch dadurch erleichtert, daß die Werkstofflinien für die Bearbeitung mit Schnellstahl mit den Farben der

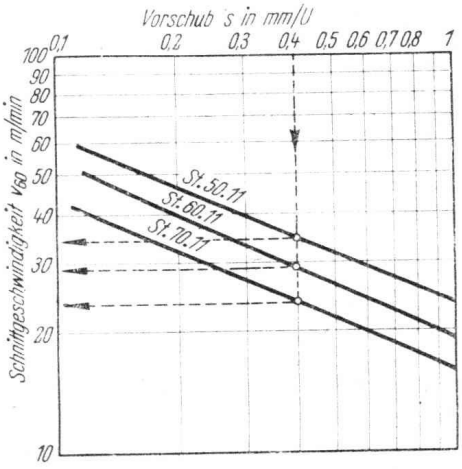


Bild 5: Die Ermittlung der Werkstofflinien und ihre Lage in Bild 1/Feld II zur Bestimmung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Vorschub.

Werkstoffe, die für die Bearbeitung mit Hartmetall mit dem Farbanstrich der entsprechenden Hartmetallsorte ausgelegt werden. Um die Übersicht zu erhöhen, ist es ratsam, bei der Entwicklung der Gebrauchsblätter für

Bild 1 / Feld II die Werkstofflinien für Hartmetall gesondert zu zeichnen, zumal für die Bearbeitung von Stahl die Hartmetallsorten S 1, S 2 und S 3 ganz besonders wichtig sind.

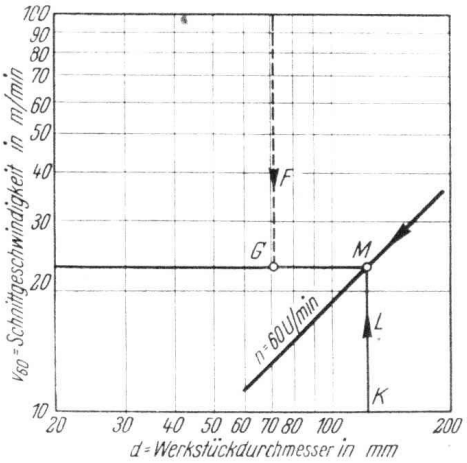


Bild 6: Die Entwicklung der Drehzahllinien in Bild 1 / Feld II zur Bestimmung der Drehzahlen in Abhängigkeit vom Werkstückdurchmesser und der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit für Schnellstahlwerkzeuge.

Darstellungsgleichung $n = \frac{v \cdot 1000}{d \cdot \pi} = \frac{v}{a} \cdot 318\ U/min.$

Eine scharfe Trennung bei der Wahl der günstigsten Hartmetallsorte für Stahlbearbeitung mit Rücksicht auf den Vorschub, wie sie vom Heereswaffenamt in Gemeinschaftsarbeit mit dem AWF angestrebt wird, ließ sich nicht immer durchführen, da die Praxis ja Unterschiede zwischen starren und nichtstarren Werkstücken machen muß, die veränderliche Verhältnisse von a : s bedingen. Hierbei ergaben sich ganz zwangläufig Abweichungen, die aber ihrer Geringfügigkeit wegen vernachlässigt werden können.

Eingezeichnetes Beispiel:

Das von C (s = 0,71 mm/U) gefällte Lot F schneidet im Bereich für Schnellstahl die Werkstofflinie St 60.11 im Punkt G. Von hier führt die Waagerechte H an die linke Ordinate und ergibt in I eine wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit von

$$v_{60} = 23 \text{ m/min.}$$

3. Bestimmung der Drehzahl

Die hierfür in Frage kommende Drehzahl n in U/min errechnet sich aus der Gleichung

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ m/min} \qquad (1)$$

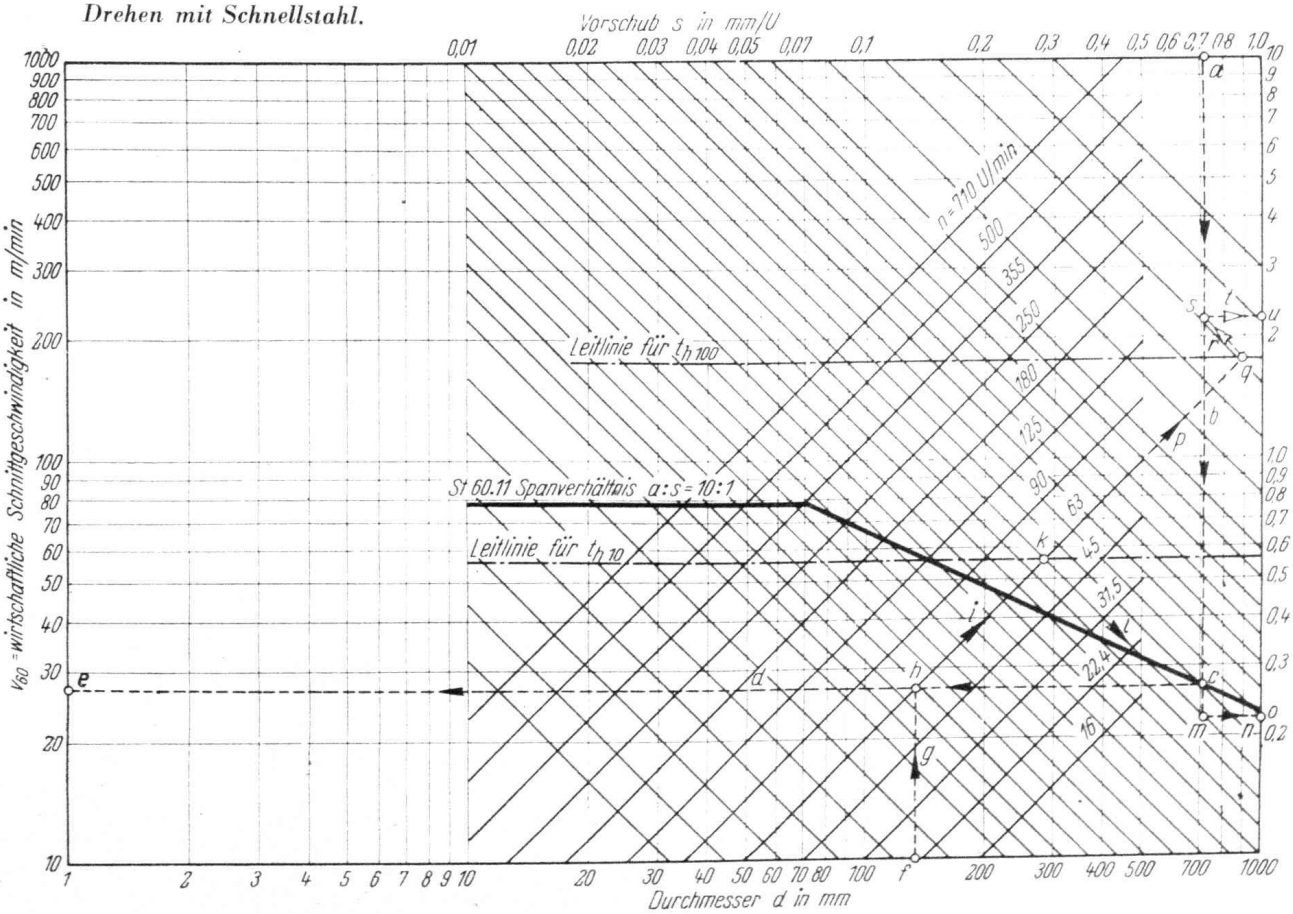
und deren Umstellung nach

$$n = \frac{v \cdot 1000}{d \cdot \pi} \text{ U/min} \qquad (2)$$

Da in unserem Beispiel der Rohdurchmesser 124 mm beträgt, wird

$$n = \frac{23 \cdot 1000}{124 \cdot 3{,}14} = 59 \text{ U/min.}$$

Bild 7: Entwurf einer Maschinenkarte zur Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit, Drehzahl und Hauptzeit beim Drehen mit Schnellstahl.



Durch die in Bild 1 Feld II eingezeichneten Drehzahllinien (Parallele unter 45°) läßt sich auch diese Ermittlung graphisch durchführen.

Eingezeichnetes Beispiel (vgl. Bild 6 und Bild 1, Feld II):

Führt man vom Schnittpunkt G die Waagerechte statt nach links, nach rechts hinüber und errichtet in K (Werkstückdurchmesser 124 mm), der unteren Abszisse, eine Senkrechte L, so schneiden sich beide Linien in M. Die durch den gleichen Punkt gehende n-Gerade (Parallele unter 45°) ist die gesuchte Drehzahl und ergibt

$$n = 60 \text{ U/min.}$$

Statt der allgemeinen Drehzahllinien, wie sie in Feld II eingezeichnet wurden, können für besondere Ermittlungen auch die Drehzahlen einer geplanten Maschine eingezeichnet werden, so daß eine Bestimmung der tatsächlich vorhandenen Drehzahl möglich ist und hierdurch die Zerspanungs- und Zeitwerte der geplanten Maschine angepaßt werden.

Ein beigefügtes Entwurfsblatt, vgl. Bild 7, zeigt diese Einzeichnung der Drehzahllinien für den Bereich einer Drehzahlreihe von 16 bis 710 U/min. Für die Zeitermittlung sind als Erweiterung Hilfs- und Leitlinien eingezeichnet, die es ermöglichen, für alle vorkommenden Zerspanungswerte die Hauptzeiten für 10 mm oder 100 mm Drehlänge auf graphischem Wege zu ermitteln.

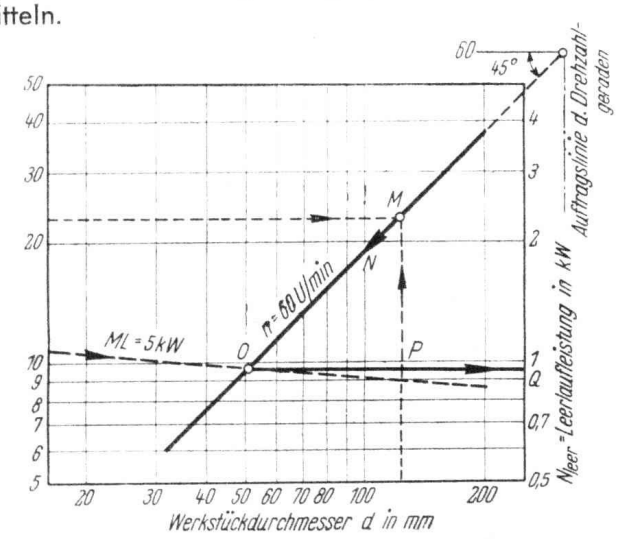


Bild 8: Die Entwicklung der Leerlauflinien in Bild 1/Feld II zur Bestimmung der Leerlaufleistung in Abhängigkeit von der Drehzahl und Antriebleistung.

4. Bestimmung der Leerlaufleistung

Nachdem die wirtschaftlichen Zerspanungswerte bestimmt sind, muß eine Prüfung der hierzu nötigen Leistungen vorgenommen werden. Die Antriebsleistung ML setzt sich zusammen aus der Leerlaufleistung N_{leer} und der Zerspanungsleistung N_{eff}.

Da die Leerlaufleistung von der Motorleistung ML und den eingeschalteten Drehzahlen einschließlich der Schlittenbewegung durch die Vorschubelemente abhängig ist, wurden die Leerlauflinien in Abhängigkeit hiervon in Bild 1, Feld II eingezeichnet. Sie beziehen sich außerdem auf neue Maschinen mit Einscheibenantrieb oder Flanschmotor mit direktem Antrieb.

Beispiel:

Für den Schruppschnitt steht eine Drehbank mit 5 kW Antriebleistung zur Verfügung. Ermittle die Leerlaufleistung!

Eingezeichnetes Beispiel (vgl. Bild 8):

Der Linienzug N vom Schnittpunkt M führt in Pfeilrichtung nach 0, dem Schnittpunkt der Leerlauflinien für 5 kW Motorleistung, und der Drehzahllinie n = 60 U/min. Die Waagerechte P geht von 0 nach rechts an die rechte Ordinate und ergibt in Q eine Leerlaufleistung von

$$N_{leer} = 0{,}96 \text{ kW.}$$

5. Die Gleichung der Antriebleistung

Da bei einer gewissenhaften Planung auch die am besten geeignete Maschine belegt werden muß, ist es nicht gleichgültig, wie groß die Antriebleistung der gewählten Maschine ist. Zu niedriger Antrieb führt zu Überlastung von Motor und Maschine und bedingt andere Zerspanungswerte, die höhere Zeiten erfordern. Zu hoher Antrieb hat eine schlechte Ausnutzung der Maschine zur Folge, die einen erhöhten Unkostensatz nach sich zieht. Außerdem ergibt eine geringe Auslastung einer Maschine einen schlechteren Wirkungsgrad, der eine Ermittlung der Gesamtleistung äußerst schwierig gestaltet. Beide Fälle, zu hohe oder zu niedrige Antriebleistung, sind zu vermeiden und aus wirtschaftlichen Gründen zu verwerfen.

Die Ermittlung der Antriebleistung errechnet sich nach der Gleichung

$$ML = \frac{N_{eff}}{\eta} \text{ kW} \qquad (3)$$

Durch Umstellung derselben ergibt sich für den Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{N_{eff}}{ML} \qquad (4)$$

Diese Beziehung zwischen Zerspanungsleistung N_{eff} und Motorleistung ML ist durch die Leerlaufleistung ausgedrückt. Gleichung 3 kann deshalb wie folgt umgewandelt werden:

$$ML = N_{leer} + N_{eff} \text{ kW} \qquad (5)$$

Da die Leerlaufleistung bei gleicher Drehzahl und Maschine im allgemeinen konstant bleibt, die Zerspanungsleistung bei schweren oder leichten Schnitten und gleichen Voraussetzungen aber veränderlich ist, kann somit die Bestimmung der Antriebleistung oder Motorleistung ML nach der Gleichung 5 als die einzig richtige angesehen werden. Zu der in Bild 1, Feld II ermittelten Leerlaufleistung muß nun für den als Beispiel angegebenen Schruppschnitt die Zerspanungsleistung bestimmt und beide Werte addiert werden.

6. Die Ermittlung der Leerlauflinien

Der Verlauf der Einlaufkurve in Bild 9 zeigt den Abfall des Leistungsverbrauches bei einer eingelaufenen Maschine. Nach Überwindung der mechanischen Widerstände, die durch innere Reibungen der Lager

und Gleitelemente sowie durch kaltes Öl und ähnliche Einflüsse hervorgerufen werden, beträgt somit dieser Leistungsabfall ungefähr 22 %.

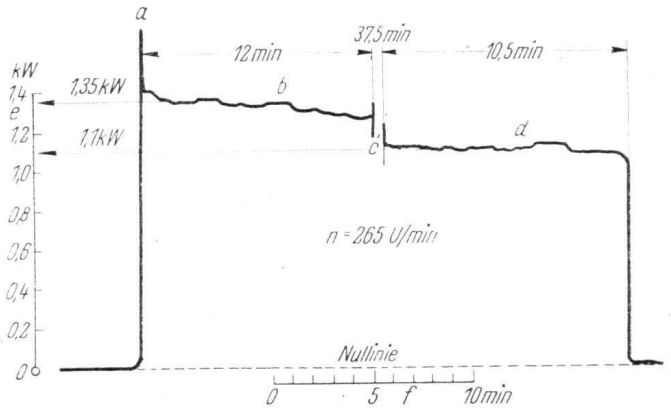


Bild 9: Einlaufkurve einer Drehbank mit 5 kW Antriebleistung bei einer Drehzahl von 265 U/min und einer Einschaltdauer von 60 min.

a) Ausschlag des Schreibröhrchens durch den Stromstoß.
b) Leistungsverbrauch bei Beginn des Einlaufes
c) Unterbrechung der Leistungskurve
d) Leistungsverbrauch bei eingelaufener Maschine
e) Maßstab der verbrauchten Leistung in kW
f) Zeitmaßstab bei einer Papiergeschwindigkeit von 5 mm/min.

Es ist hierbei noch zu berücksichtigen, daß diese Messungen (vgl. auch Bilder 9 und 10) bei eingespanntem Werkstück und eingeschaltetem Vorschub vorgenommen wurden. Das zwischen den Spitzen der Maschine eingespannte Werkstück von 725 mm Länge und 102 mm Durchmesser wog einschließlich der Mitnehmerschelle ungefähr 50 kg. Der eingeschaltete Vorschub betrug 0,8 mm/U. Nach einer Laufzeit von 3 min, das entspricht einer Bewegungslänge des Schlittens von 630 mm, wurde der Vorschub ausgeschaltet, der Schlitten bei laufender Maschine zurückgekurbelt und wieder in Bewegung gesetzt. Um bei der langen Zeitdauer des Einlaufens der Maschine keine Störungen

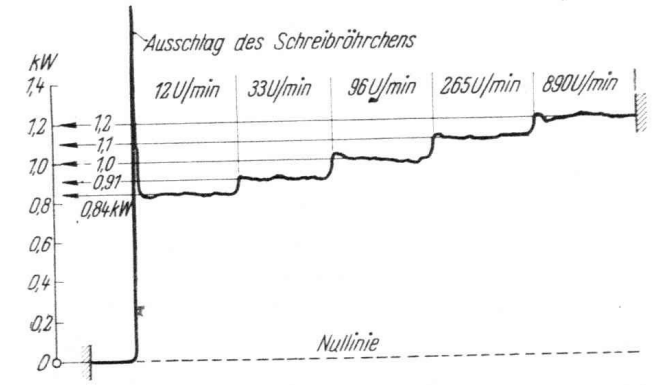


Bild 10: Leerlaufleistungen bei veränderlichen Drehzahlen· Antriebleistung der Maschine 5 kW.

durch Verschmoren der Reitstockspitze und Zentrierung im Werkstück zu bekommen, wurde hierbei eine mitlaufende Spitze verwendet.

Bei den nachfolgenden, in den Bildern 12 und 13 dargestellten Zerspanungsversuchen wurde die mitlaufende Reitstockspitze durch eine feststehende Hartmetallspitze ersetzt. Die zusätzliche Reibung dieser Spitze mit 60° Anspitzwinkel war nicht meßbar und konnte aus diesem Grunde vernachlässigt werden.

Bild 10 zeigt einen Auszug aus den Leerlaufmessungen einer untersuchten Leitspindeldrehbank mit 5 kW Antriebleistung. Legt man diesen Messungen eine volle Auslastung der Antriebleistung für Zerspanungen zugrunde, so ergeben sich für den Drehzahlbereich dieser Maschine folgende, nach den Gleichungen 6 und 9 errechnete Werte:

Zahlentafel 2:

Die Bestimmung des Wirkungsgrades η in Abhängigkeit von der Leerlaufleistung

Drehzahl U/min	N_{leer} kW	N_{eff} kW	Wirkungsgrad η bei ausgelasteter Maschine
12	0,84	4,16	0,833
33	0,91	4,09	0,818
96	1,00	4,00	0,800
265	1,10	3,90	0,780
890	1,20	3,80	0,760

Die gesetzmäßige Folge dieser Werte und ihre Beziehung zueinander sind in Bild 11 dargestellt. Hiernach wurden auch die in Feld III eingezeichneten Leerlauflinien entwickelt und verhältnisgleich für den Bereich von 2,5 bis 20 kW Antriebleistung erweitert.

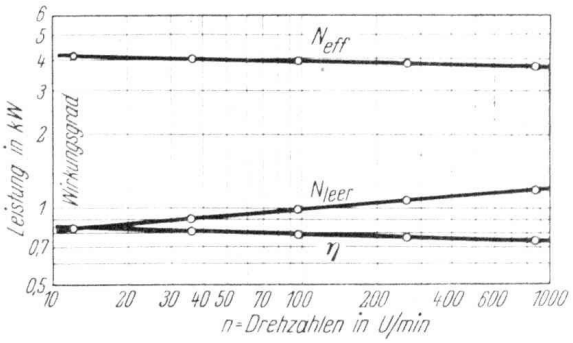


Bild 11: Ermittlung der Leerlauf- und Zerspanungsleistung sowie des Wirkungsgrades in Abhängigkeit von der Drehzahl und der Antriebleistung.

N_{eff} = *Zerspanungsleistung in kW*
N_{leer} = *Leerlaufleistung in kW*
η = *Wirkungsgrad.*

7. Bestimmung der Schnittkräfte

Die Zerspanungsleistung N_{eff} ermittelt sich nach der bekannten Gleichung

$$N_{eff} = \frac{k_s \cdot a \cdot s \cdot v}{60 \cdot 102} \text{ kW} \qquad (6)$$

worin k_s die Einheitsschnittkraft in kg/mm² bedeutet. Multipliziert man, wie die Gleichung es verlangt, die Einheitsschnittkraft k_s mit dem Spanquerschnitt

$$f_s = a \cdot s \quad \text{mm}^2 \qquad (7)$$

so erhält man die Hauptschnittkraft

$$H = k_s \cdot a \cdot s \quad \text{kg} \qquad (8)$$

Setzt man die Gleichung 8 in Gleichung 6 ein, so erhält man

$$N_{eff} = \frac{H \cdot v}{6120} \text{ kW} \qquad (9)$$

In Bild 1, Feld III sind für eine Reihe von Werkstoffen die Rechenlinien für die entsprechenden Einheits- und Hauptschnittkräfte eingezeichnet. Sie ergeben in Abhängigkeit von den in Feld I bereits ermittelten Spanquerschnitten f_s die Möglichkeit, für alle in ihrem Bereich liegenden Größen die Einheits- und Hauptschnittkräfte zu ermitteln. Bild 1, Feld III löst also die Gleichung 8 unter Benutzung der Hauptschnittkraftlinien. Die Bestimmung der Einheitsschnittkraft ist zur Durchführung der Rechnung nicht nötig, sie dient lediglich zur Prüfung und zum Vergleich.

Eingezeichnetes Beispiel:

Der, wie gesagt, in Feld I ermittelte Spanquerschnitt f_s in mm² gilt als Ausgangsgröße. Von diesem Ausgangspunkt E geht die Waagerechte R nach rechts ins Netz von Feld III hinein und schneidet die Hauptschnittkraftlinien für den Werkstoff St 60.11 im Punkt S. Das Lot T, gefällt von S, trifft die untere Abszisse von Feld III in U und ergibt somit den Wert

$$H = 1030 \text{ kg}.$$

Eine Prüfung dieses Wertes ist durch die Nebenlösung über die Einheitskraftlinie des gleichen Werkstoffes möglich.

Die Waagerechte R führt mit dieser Rechenlinie in S_1 zum Schnitt und ergibt durch das Lot T_1 nach U_1 den Wert

$$k_s = 206 \text{ kg/mm}^2.$$

Setzt man die entsprechenden Werte für f_s und k_s in die Gleichung 8 ein, so erhält man durch Rechnung

$$H = 5 \cdot 206 = 1030 \text{ kg},$$

wodurch die Richtigkeit der graphischen Lösung nach Feld III nachgewiesen ist.

8. Bestimmung der Zerspanungsleistung

Die Lösung der Gleichung 9 wird nun von Feld IV ausgeführt. Die konstante Zahlengröße 6120 in Gleichung 9 wird durch Verlagerung der unter 45° liegenden Schnittgeschwindigkeitslinien berücksichtigt. Die graphische Darstellung dieses Feldes ist also nur eine einfache Multiplikation der Werte H · v.

Eingezeichnetes Beispiel:

Der Übergang von Feld III nach Feld IV vollzieht sich durch den Punkt U (H = 1030 kg). Das Lot V von U führt zum Schnitt mit der v-Geraden = 23 m/min im Punkt W. Eine Waagerechte X leitet in Pfeilrichtung von hier an die linke Ordinate von Feld IV und ergibt in Y eine Zerspanungsleistung von

$$N_{eff} = 3{,}8 \text{ kW}.$$

Als Schluß der ganzen graphischen Bestimmung aller 4 Felder ist nur die Addition der beiden Leistungswerte von Q aus Feld II und Y aus Feld IV vorzunehmen, damit das Gesetz der Gleichung 5 gewahrt bleibt. Somit wird

$$ML = N_{leer} + N_{eff} = 0{,}96 + 3{,}8 = 4{,}76 \text{ kW}.$$

Hierdurch wird zugleich nachgewiesen, daß die gewählte Maschine mit 5 kW Antriebleistung bei der Durchführung dieses Schnittes voll ausgelastet ist.

9. Zerspanungsversuche zur Bestimmung der Leerlauf- und Zerspanungsleistung sowie des Wirkungsgrades

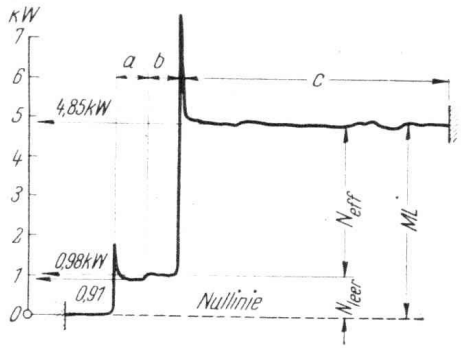


Bild 12: Leistungsaufnahme des Zerspanungsversuchs 1.
a) Leerlaufleistung der Maschine ohne Schlittenbewegung
b) Leerlaufleistung mit eingeschaltetem Vorschub s = 0,63 mm/U
c) Vollast bei 8 mm Spantiefe und s = 0,63 mm/U
$N_{eff} = ML - N_{leer} = 4{,}85 - 0{,}98 = 3{,}87\ kW.$

1. Versuch (vgl. Bild 12): Die vorausgegangene Werkstoffprüfung mit einem Kugeldruckhammer ergab eine Festigkeit des Werkstoffes von

$$\sigma B = 69 \text{ kg/mm}^2.$$

Zerspanungswerte des Schruppschnittes

Anfangsdurchmesser	d_a	92 mm
Enddurchmesser	d_e	76 mm
Drehzahl	n	80 U/min
Schnittgeschwindigkeit	v_{60}	23 m/min
Spantiefe	a	8 mm
Vorschub	s	0,63 mm/U
Spanvolumen	V_{sp}	105 cm³/min
Leistungsverbrauch ML nach Bild 12		4,85 kW
Leerlaufleistung N_{leer} nach Bild 12		0,98 kW
Zerspanungsleistung N_{eff} nach Bild 12		3,87 kW

Werkzeug, rechtsgekröpfter Schruppstahl SS

Spanwinkel, stufenlose Ablauffläche	14°
Freiwinkel	8°
Einstellwinkel	55°

Ermittlung der Einheitsschnittkraft k_s:

Durch Umstellung der Zerspanungsgleichung

$$N_{eff} = \frac{k_s \cdot a \cdot s \cdot v}{60 \cdot 102} \text{ kW}$$

errechnet sich die Einheitsschnittkraft

$$k_s = \frac{N_{eff} \cdot 60 \cdot 102}{a \cdot s \cdot v} = \frac{3{,}87 \cdot 60 \cdot 102}{8 \cdot 0{,}63 \cdot 23} = 205 \text{ kg/mm}^2.$$

Ein Vergleich mit dem in Bild 1, Feld III eingezeichneten Beispiel mit dem gleichen Spanquerschnitt f_s = 5 mm² bei St 60.11 zeigt die gute Übereinstimmung beider k_s-Werte.

2. Versuch (vgl. Bild 13): Für diesen Schnittversuch wurde der gleiche Werkstoff verwendet.

Zerspanungswerte des Schlichtschnittes

Anfangsdurchmesser	d_a	88,2 mm
Enddurchmesser	d_e	87 mm
Drehzahl	n	210 U/mm
Schnittgeschwindigkeit	v_{60}	58 m/min
Spantiefe	a	0,6 mm
Vorschub	s	0,18 mm/U
Spanvolumen	V_{sp}	6,2 cm³/min
Leistungsverbrauch nach Bild 13	ML	1,39 kW
Leerlaufleistung nach Bild 13	N_{leer}	1,02 kW
Zerspanungsleistung nach Bild 13	N_{eff}	0,37 kW

Werkzeug, rechtsgekröpfter Schruppstahl SS

Spanwinkel, eingeschliffene Stufe	14°
Freiwinkel	8°
Einstellwinkel	55°

Ermittlung der Einheitsschnittkraft k_s:

$$k_s = \frac{N_{eff} \cdot 60 \cdot 102}{a \cdot s \cdot v} = \frac{0{,}37 \cdot 60 \cdot 102}{0{,}6 \,.\, 0{,}18 \cdot 58} = 362 \text{ kg/mm}^2.$$

Die Ermittlung des Wirkungsgrades η:

Aus der Gleichung für die Bestimmung der Antriebsleistung

$$ML = \frac{N_{eff}}{\eta} \text{ kW} \qquad (10$$

läßt sich durch Umstellung derselben der veränderliche Wirkungsgrad η ermitteln. Aus den beiden behandelten Versuchen errechnet sich dieser wie folgt:

1. Versuch, Schruppschnitt:

$$\eta = \frac{N_{eff}}{ML} = \frac{3{,}87}{4{,}85} = 0{,}8$$

2. Versuch, Schlichtschnitt:

$$\eta = \frac{N_{eff}}{ML} = \frac{0{,}37}{1{,}39} = 0{,}266$$

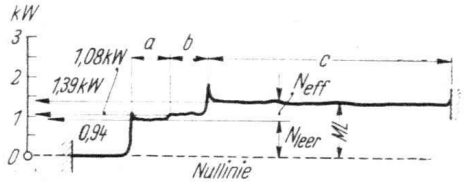


Bild 13: Leistungsaufnahme des Zerspanungsversuchs 2.
a) Leerlaufleistung ohne Schlittenbewegung
b) Leerlaufleistung mit eingeschaltetem Vorschub s = 0,18 mm/U
c) Vollast bei 0,6 mm Spantiefe und s = 0,18 mm/U
$N_{eff} = ML - N_{leer} = 1{,}39 - 1{,}02 = 0{,}37$ kW

10. Zusammenfassung

Das vorliegende Nomogramm (Bild 1) löst in 4 zusammenhängenden Feldern alle Zusammenhänge und Einflüsse, die bei einer wirtschaftlichen Zerspanung zu beachten sind. Es bezweckt eine einheitliche und straffe Planung der Arbeitsvorgaben und Arbeitsunterweisungen. Es erzieht den Betrieb zur Einhaltung der aufgestellten Richtwerte und zwingt Arbeitsvorbereitung und Betrieb zur Leistungssteigerung auf wirtschaftlicher Grundlage.

Feld I löst die Zusammenhänge und Abhängigkeiten, die bei der Wahl eines wirtschaftlichen Vorschubes zu beachten sind. Es enthält folgende Veränderliche:

1. s = Vorschub in mm/U,
2. a = Spantiefe in mm,
3. f_s = Spanquerschnitt in mm²,
4. W_z = Werkzeug (Schnellstahl, Hartmetall),
5. W_{st} = Werkstück (starr, halbstarr und unstarr),
6. Spannart des Werkstückes.

Feld II gibt für den veränderlichen Ausgangswert s = mm/U die wirtschaftlichen Zerspanungswerte an und nimmt Rücksicht auf folgende veränderliche Größen:

1. W_z = Werkzeug,
2. W_e = Werkstoff,
3. s = Vorschub in mm/U,
4. v = Schnittgeschwindigkeit in m/min,
5. d = Werkstückdurchmesser in mm,
6. n = Drehzahl in U/min,
7. ML = Motorleistung der Maschine in kW,
8. N_{leer} = Leerlaufleistung in kW.

Feld III bestimmt für einen veränderlichen Spanquerschnitt f_s in mm² die entsprechenden Schnittkräfte. Es enthält folgende veränderliche Größen:

1. f_s = Spanquerschnitt in mm²
2. W_e = Werkstoff,
3. k_s = Einheitsschnittkraft in kg/mm²,
4. H = Hauptschnittkraft in kg.

Feld IV ermittelt die Zerspanungsleistung in kW und nimmt Bezug auf folgende Veränderliche:

1. v = Schnittgeschwindigkeit in m/min,
2. H = Hauptschnittkraft in kg,
3. N_{eff} = Zerspanungsleistung in kW.

Feld I bis IV enthält 15 veränderliche und 5 konstante Größen, die in gesetzmäßiger Anordnung alle vorkommenden Gleichungen der Zerspanung Drehen auf graphischem Wege lösen und somit einen Einblick in die Zusammenhänge dieser schwierigen Ermittlungen geben.

Anwendung des Nomogramms in Bild 1, Feld I bis IV

Man durchläuft dieses zunächst von Feld I nach Feld II und ermittelt hierbei aus der gegebenen Spantiefe a in mm

den Vorschub s in mm/U und
die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit v_{60}

in m/min. Auf diesem Wege findet man mit Hilfe des Werkstückdurchmessers d in mm

die Drehzahl n in U/min und
die Leerlaufleistung N_{leer} in kW.

Feld IV wird in dieser Richtung nicht berührt, sondern von Feld I über Feld III erreicht. Hierbei findet man über den Spanquerschnitt f_s in mm²

die Einheitsschnittkraft k_s in kg/mm²,
die Hauptschnittkraft H in kg und
die Zerspanungsleistung N_{eff} in kW.

Das Nomogramm gestattet auch in umgekehrter Reihenfolge, aus einer gegebenen Antriebleistung die hierfür günstigsten Zerspanungsgrößen zu bestimmen, so daß in jedem Falle eine wirtschaftliche Auslastung der entsprechenden Maschine gewährleistet ist.

Gebrauchsblätter 1 bis 6: Wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeiten v_{60} in m/min beim Drehen mit Schnellstahl

Werkstoff: Gusseisen (Ge 18.91)

Schneidenabrundung		Vorschub s mm/U	Schnittiefe in mm 0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	KW
r = 1 mm	0,5	0,08	40	38	37	36	36	–	–	–	–	–	–	
		0,10	39	36	36	35	34	–	–	–	–	–	–	
		0,12	36	35	34	33	32	31	–	–	–	–	–	
		0,14	35	33	32	31	31	30	30	–	–	–	–	
		0,16	33	32	31	30	30	29	29	–	–	–	–	1,5
		0,18	31	30	30	29	28	28	27	27	–	–	–	
		0,20	30	29	28	27	27	26	26	25	25	–	–	
		0,22	31	30	29	28	27	27	26	26	26	–	–	
r = 1,5 mm		0,25	–	29	28	26	26	26	25	25	25	24	24	
		0,28	–	28	27	26	25	25	25	24	24	23	23	
		0,32	–	26	26	25	25	24	24	23	23	23	22	
		0,36	–	26	25	24	23	23	23	22	22	22	22	
		0,40	–	25	25	23	22	22	22	22	21	21	21	
		0,45	–	24	23	22	22	21	21	21	20	20	20	2,5
		0,50	–	25	23	21	21	20	20	19	19	19	19	
r = 2 mm		0,56	–	–	22	20	20	19	19	19	18	18	18	
		0,63	–	–	–	19	19	19	18	18	18	18	17	
		0,71	–	–	–	19	18	18	18	18	17	17	17	
		0,80	–	–	–	–	18	17	17	16	16	16	16	
		0,90	–	–	–	–	17	16	16	16	16	16	15	
		1,00	–	–	–	–	16	16	16	16	15	15	15	

Umrechnungsfaktoren für Einstellwinkel $\varkappa$
$\varkappa$ = 30° 1,1 $\varkappa$ = 60° 0,98
$\varkappa$ = 45° 1,05 $\varkappa$ = 90° 0,92

Tafel 1: Werkstoff Gußeisen

Werkstoff: Stg bis 50 kg/mm²

Schneidenabrundung		Vorschub s mm/U	Schnittiefe in mm 0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	KW
r = 1 mm	0,5	0,08	47	45	43	42	40	–	–	–	–	–	–	
		0,10	45	43	42	40	38	–	–	–	–	–	–	
		0,12	43	41	40	38	37	36	–	–	–	–	–	2,5
		0,14	41	39	38	36	35	34	34	–	–	–	–	
		0,16	39	37	36	35	34	33	32	–	–	–	–	
		0,18	37	35	34	33	32	31	30	30	–	–	–	
		0,20	35	34	33	32	30	30	29	28	27	–	–	
		0,22	34	31	30	29	28	28	27	26	26	25	25	
r = 1,5 mm		0,25	–	30	30	29	28	27	27	26	26	25	25	
		0,28	–	30	29	28	28	27	26	26	25	25	25	
		0,32	–	29	28	27	27	26	25	25	25	24	24	
		0,36	–	28	27	27	26	25	24	24	23	23	22	
		0,40	–	27	27	26	25	24	24	23	22	21	20	
		0,45	–	27	26	26	25	24	23	22	21	20	20	5,0
		0,50	–	26	25	25	24	23	22	21	20	20	19	
r = 2 mm		0,56	–	–	24	23	22	21	21	20	20	19	19	
		0,63	–	–	–	23	22	21	20	20	19	19	18	
		0,71	–	–	–	22	21	20	20	19	19	18	18	
		0,80	–	–	–	–	20	19	19	18	17	16	15	
		0,90	–	–	–	–	19	18	17	17	16	15	14	7,5
		1,00	–	–	–	–	18	17	16	16	16	15	14	

Umrechnungsfaktoren für Einstellwinkel $\varkappa$
$\varkappa$ = 30° 1,1 $\varkappa$ = 60° 0,98
$\varkappa$ = 45° 1,05 $\varkappa$ = 90° 0,92

Tafel 2: Stg. bis 50 kg/mm²

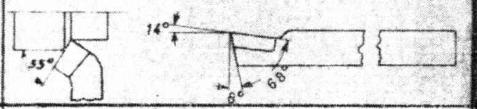
Werkstoff: St. 34.11 St. 37.11 St. 42.11

Schneidenabrundung		Vorschub s mm/U	Schnittiefe in mm 0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	KW
r = 1 mm	0,5	0,08	80	76	74	70	68	–	–	–	–	–	–	
		0,10	70	67	65	60	58	–	–	2,0 KW				
		0,12	68	65	61	59	56	55	–	–	–	–	–	
		0,14	66	63	60	57	54	53	52	–	–	–	–	
		0,16	64	61	59	56	53	52	51	–	–	–	–	
		0,18	62	60	58	55	52	51	50	48	–	–	–	
		0,20	60	58	55	53	50	48	46	45	44	–	–	
		0,22	58	55	53	50	48	46	45	44	43	42	–	
r = 1,5 mm		0,25	–	53	51	49	47	45	44	43	42	40	39	3,0
		0,28	–	51	49	47	45	44	43	42	40	39	38	
		0,32	–	49	47	46	44	43	42	40	39	38	36	
		0,36	–	48	46	44	43	42	40	38	37	36	35	
		0,40	–	47	45	43	41	39	38	37	36	35	34	
		0,45	–	45	44	42	40	38	37	36	35	34	33	
		0,50	–	43	42	41	39	37	36	35	34	33	32	
r = 2 mm		0,56	–	–	41	40	38	36	35	34	33	32	31	
		0,63	–	–	–	38	37	35	34	33	32	31	30	
		0,71	–	–	–	36	34	33	32	31	30	29	28	5,0
		0,80	–	–	–	–	32	31	30	29	28	27	26	
		0,90	–	–	–	–	30	29	28	27	27	25	24	
		1,00	–	–	–	–	28	28	27	25	25	24	23	6,0

Umrechnungsfaktoren für Einstellwinkel $\varkappa$
$\varkappa$ = 30° 1,1 $\varkappa$ = 60° 0,98
$\varkappa$ = 45° 1,05 $\varkappa$ = 90° 0,92

Tafel 3: St. 34.11, 37.11, 42.11

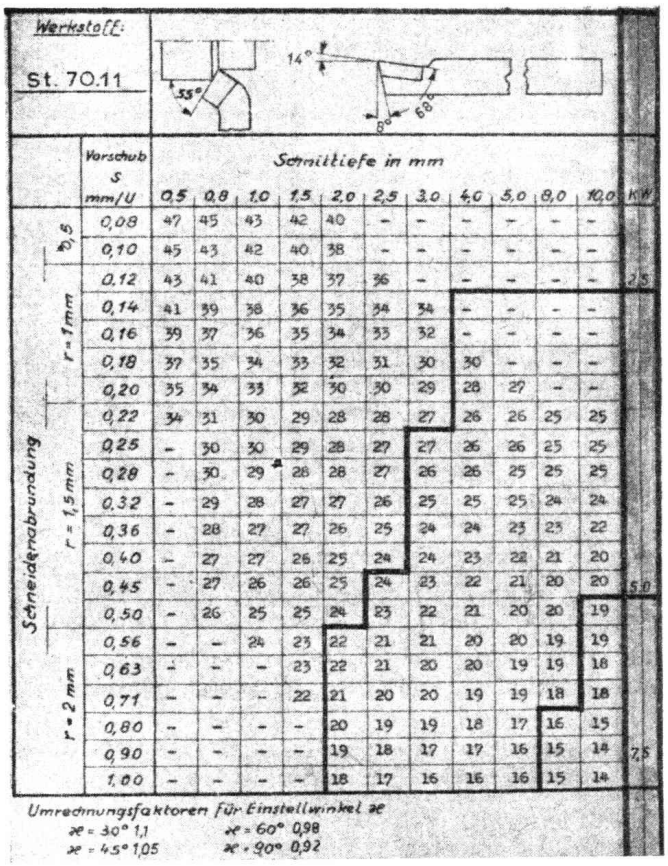
Werkstoff: St. 60.11



Schneidenabrundung		Vorschub s mm/U	Schnittiefe in mm 0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	KW
r = 1 mm	0,5	0,08	67	61	58	56	55	–	–	–	–	–	–	
		0,10	61	58	57	55	53	–	–	–	–	–	–	
		0,12	57	55	54	52	50	49	–	–	–	–	–	
		0,14	55	53	51	49	48	47	46	–				2,5
		0,16	52	50	49	47	46	45	44	43	–	–	–	
		0,18	48	46	45	43	42	41	40	39	–	–	–	
		0,20	44	42	41	40	39	39	38	37	36	–	–	
		0,22	43	41	40	39	38	38	37	36	35	34	33	
r = 1,5 mm		0,25	–	41	40	39	38	37	37	36	35	34	33	
		0,28	–	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	
		0,32	–	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	
		0,36	–	36	35	34	33	32	31	31	30	28	27	
		0,40	–	35	34	32	31	30	30	29	28	27	26	5,0
		0,45	–	34	33	32	30	29	28	27	26	25	25	
		0,50	–	32	32	30	29	28	27	26	25	25	24	
r = 2 mm		0,56	–	–	30	29	28	27	26	25	24	23	22	
		0,63	–	–	–	27	26	25	25	24	24	22	21	7,5
		0,71	–	–	–	25	25	24	24	23	22	21	20	
		0,80	–	–	–	–	24	24	23	22	21	20	19	
		0,90	–	–	–	–	22	21	21	20	19	18	18	
		1,00	–	–	–	–	20	19	19	18	17	17	16	8,0

Umrechnungsfaktoren für Einstellwinkel $\varkappa$
$\varkappa$ = 30° 1,1 $\varkappa$ = 60° 0,98
$\varkappa$ = 45° 1,05 $\varkappa$ = 90° 0,92

Tafel 4: St. 60.11

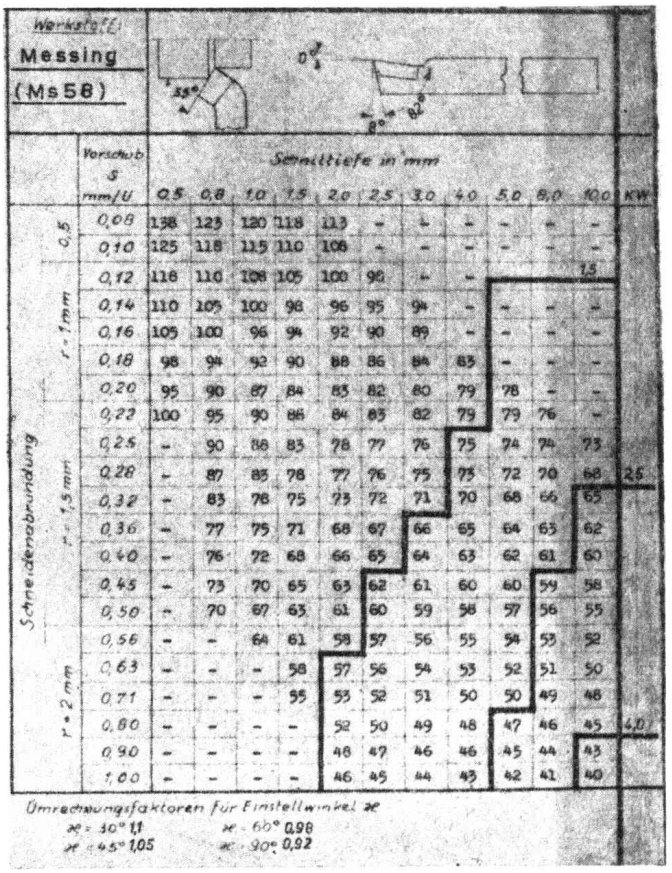


Werkstoff: St. 70.11

Schneidenabrundung	Vorschub s mm/U	Schnittiefe in mm 0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	KW
r = 0,5 mm	0,08	47	45	43	42	40	–	–	–	–	–	–	
	0,10	45	43	42	40	38	–	–	–	–	–	–	
	0,12	43	41	40	38	37	36	–	–	–	–	–	2,5
r = 1 mm	0,14	41	39	38	36	35	34	34	–	–	–	–	
	0,16	39	37	36	35	34	33	32	–	–	–	–	
	0,18	37	35	34	33	32	31	30	30	–	–	–	
	0,20	35	34	33	32	30	30	29	28	27	–	–	
r = 1,5 mm	0,22	34	31	30	29	28	28	27	26	26	25	25	
	0,25	–	30	30	29	28	27	27	26	26	25	25	
	0,28	–	30	29	28	28	27	26	26	25	25	25	
	0,32	–	29	28	27	27	26	25	25	25	24	24	
	0,36	–	28	27	27	26	25	24	24	23	23	22	
	0,40	–	27	27	26	25	24	24	23	22	21	20	
	0,45	–	27	26	26	25	24	23	22	21	20	20	5,0
	0,50	–	26	25	25	24	23	22	21	20	20	19	
r = 2 mm	0,56	–	–	24	23	22	21	21	20	20	19	19	
	0,63	–	–	–	23	22	21	20	20	19	19	18	
	0,71	–	–	–	22	21	20	20	19	19	18	18	
	0,80	–	–	–	–	20	19	19	18	17	16	15	
	0,90	–	–	–	–	19	18	17	17	16	15	14	7,5
	1,00	–	–	–	–	18	17	16	16	16	15	14	

Umrechnungsfaktoren für Einstellwinkel $\varkappa$:
$\varkappa$ = 30° 1,1 $\varkappa$ = 60° 0,98
$\varkappa$ = 45° 1,05 $\varkappa$ = 90° 0,92

Tafel 5: St. 70.11



Werkstoff: Messing (Ms 58)

Schneidenabrundung	Vorschub s mm/U	Schnittiefe in mm 0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	KW
r = 0,5 mm	0,08	138	123	120	118	113	–	–	–	–	–	–	
	0,10	125	118	115	110	108	–	–	–	–	–	–	
	0,12	116	110	108	105	100	98	–	–			1,5	
r = 1 mm	0,14	110	105	100	98	96	95	94	–	–	–	–	
	0,16	105	100	96	94	92	90	89	–	–	–	–	
	0,18	98	94	92	90	88	86	84	83	–	–	–	
	0,20	95	90	87	84	83	82	80	79	78	–	–	
r = 1,5 mm	0,22	100	95	90	86	84	83	82	79	79	76	–	
	0,25	–	90	88	83	78	77	76	75	74	74	73	
	0,28	–	87	85	78	77	76	75	73	72	70	68	2,5
	0,32	–	83	78	75	73	72	71	70	68	66	65	
	0,36	–	77	75	71	68	67	66	65	64	63	62	
	0,40	–	76	72	68	66	65	64	63	62	61	60	
	0,45	–	73	70	65	63	62	61	60	60	59	58	
	0,50	–	70	67	63	61	60	59	58	57	56	55	
r = 2 mm	0,56	–	–	64	61	58	57	56	55	54	53	52	
	0,63	–	–	–	58	57	56	54	53	52	51	50	
	0,71	–	–	–	55	53	52	51	50	50	49	48	
	0,80	–	–	–	–	52	50	49	48	47	46	45	4,0
	0,90	–	–	–	–	48	47	46	46	45	44	43	
	1,00	–	–	–	–	46	45	44	43	42	41	40	

Umrechnungsfaktoren für Einstellwinkel $\varkappa$:
$\varkappa$ = 30° 1,1 $\varkappa$ = 60° 0,98
$\varkappa$ = 45° 1,05 $\varkappa$ = 90° 0,92

Tafel 6: Messing (Ms 58)

Merkwürdige Dampflokomotiven

Von Oberingenieur E. Meyer, Essen

Als das Flugzeug noch ein Traum war und der Motor das Licht der Welt noch nicht erblickt hatte, lastete der mechanische Verkehr zu Lande nur allein auf der Dampflokomotive. Wir können uns heute kaum vorstellen, daß man ohne elektrische Bahn und Autobus zurechtgekommen ist und daß der Verkehr in den Städten sich der Pferdebahnen, auf größere Entfernungen leichter Dampfbahnen bediente. Der mechanische Kleinbahnbetrieb setzte sich dann allmählich auch in den Städten durch. Neben gewöhnlichen Dampflokomotiven wurden Druckluftmaschinen und feuerlose Lokomotiven in Dienst gestellt. So entwickelte sich ein Kleinbahnsystem, das um 1890 vom Elektromotor und später auch vom Ölmotor erobert wurde.

Für die Erbauer von Dampflokomotiven gab es in dieser Zeit reiche Betätigung und ein weites Feld zur Entfaltung eigener Ideen, da ja für die Lösung der meisten auftauchenden Fragen keine Vorbilder vorhanden waren. So kamen denn auch die sonderbarsten Betriebsarten auf, die es wohl verdienen, festgehalten zu werden, weil sie sonst gänzlich der Vergessenheit anheimfallen. Manchmal zeigen sie, wie man auf Umwegen zur einfachsten Lösung von Verkehrsfragen gekommen ist.

An verschiedenen Stellen bediente man sich, nicht allein auf dem Lande sondern auch in den Städten, leichter Einschienenbahnen, bei denen die Fahrzeuge in der Mitte liegende Laufräder mit zwei Spurkränzen hatten. Das seitlich laufende Zugtier hielt den Wagen durch das Geschirr im Gleichgewicht. Als das Bedürfnis nach mechanischem Antrieb auftrat, verwandte man an Stelle des Zugtiers die Dampfmaschine und Stützräder, die auf dem befestigten

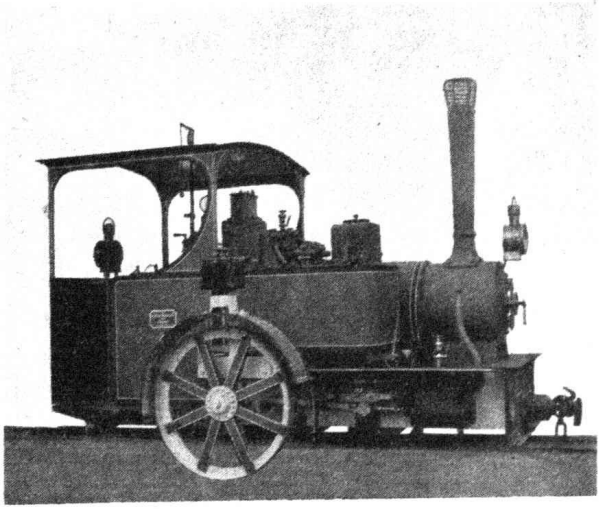


Bild 1: Stützrad-Lokomotive für einschienige Bahn

Steig neben der Schiene liefen. Für eine Kleinbahn in Bombay (Indien) wurden von der Lokomotivfabrik Drewitz Dampflokomotiven mit Stützrad, Patent Ewings, gebaut, deren drei Räder, die mittels der üblichen Dampfzylinder über seitliche Kurbeln und Kuppelstangen angetrieben wurden, auf der Schiene liefen (Bild 1). Durch die angelenkte, gut abgefederte

Achse des auf dem Seitenpfade laufenden Stützrades wurde die Maschine im Gleichgewicht gehalten. Der Kessel war etwas aus der Mitte gerückt und die Vorratsbehälter einseitig gelagert, damit das Stützrad genügend Belastung erhielt. Dieser Betrieb erscheint uns etwas holprig, war aber für die anspruchslosen

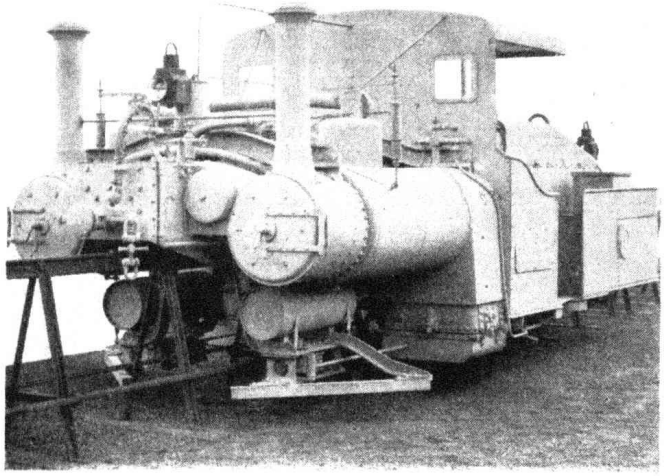
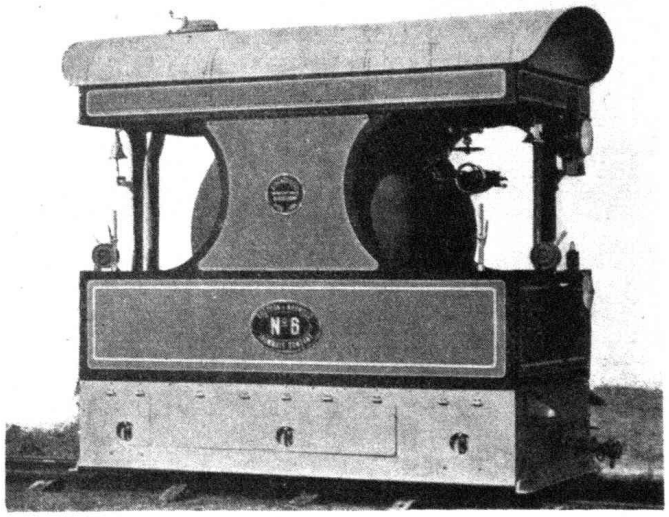


Bild 2: Einschienenbahn-Lokomotive Bauart Lartigue

Fahrgäste ausreichend. In Deutschland sind diese Stützradlokomotiven, allerdings mit elektrischem Antrieb, im Treidelverkehr unserer Kanäle angewendet worden. Da mit ihnen jedoch dauernde Instandhaltungsarbeiten des Treidelpfades verbunden waren, ist man zur zweischienigen Bahn übergegangen.

Anders angelegt war die nach dem System Lartigue gebaute Bahn von Listowel nach Ballybunnion in Irland. Ihr Oberbau bestand aus einer mittleren Laufschiene, die auf einer Eisenkonstruktion ruhte, und zwei seitlichen, unteren Führungsschienen für das auf der Lauffschiene sattelartig reitende Fahrzeug. Die Dampflokomotive mit zwei Kesseln und dazwischen liegender Dampfmaschine macht einen eigenartigen Eindruck (Bild 2). Alle Einrichtungen der miteinander verbundenen Kessel sind doppelt vorhanden. Unten liegende, waagerechte Laufrollen, die gleichzeitig zur Bremsung dienen, übernehmen die Führung an den unteren Leitschienen. Die Vorratsbehälter sind hinter dem Führerstand. Der Betrieb scheint recht umständlich gewesen zu sein, besonders, wenn man an die Übergänge und die Weichen der 15 km langen Strecke denkt.

Bild 3:
Feuerlose Straßenbahn-Lokomotive mit querliegendem Kessel



Feuerlose Lokomotiven wurden zuerst in Frankreich angewendet. Auch eine von Batavia (Niederländisch Indien) ausgehende Bahn verwendete 24 feuerlose Lokomotiven, die aus einer großen Kesselanlage gespeist wurden. Weitere eigenartige feuerlose Lokomotiven, die, wie die vorerwähnten, von der Hohenzollern A.-G., Düsseldorf, gebaut waren, standen auf einer englischen Kleinbahn im Dienst (Bild 3). Der große trommelartige Heißwasserbehälter war quer zur Längsachse der Lokomotive gesetzt und Führerstände an beiden Enden angebracht. Der Abdampf wurde in dem zu einem großen Behälter ausgebauten Dach der Lokomotive niedergeschlagen.

Feuerlose Lokomotiven von außergewöhnlicher Bauart sind auch bei einer Industriebahn in größerer Zahl in Betrieb (Bild 4). Die von der Hohenzollern A.-G. gebauten Maschinen müssen große Lasten auf der schmalspurigen Strecke schleppen, die sich in scharfen Gleisbogen zwischen den Werksgebäuden durchwindet. Da für die 32 Tonnen schweren Loko-

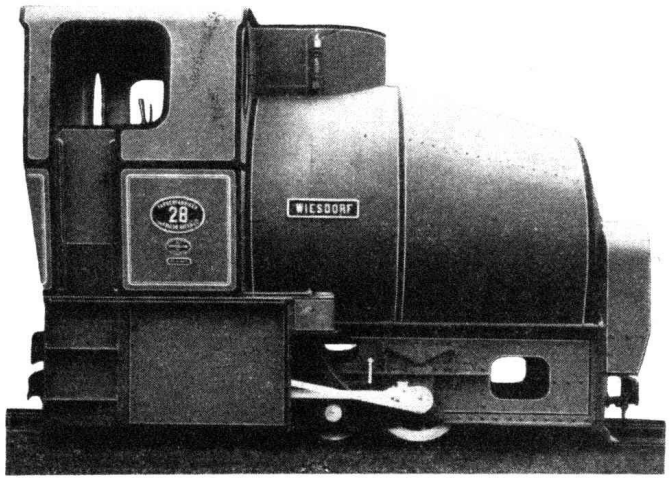


Bild 4: Feuerlose Industriebahn-Lokomotive mit mittlerer Tragachse

motiven kein größerer Radstand als 1,5 m zugelassen werden konnte, mußte zwischen die beiden Kuppelachsen ein Laufradsatz ohne Spurkränze eingebaut werden. Das Führerhaus ist hochgelegt und der Kessel vorne zugespitzt, damit der Lokomotivführer die Strecke übersehen kann. In diesem Betrieb zeigte sich die Notwendigkeit, mehr auf Zweckmäßigkeit der Einrichtungen als auf Schönheit der Lokomotivform zu achten.

Diese wenigen Beispiele merkwürdiger Dampflokomotiven sind Proben aus der Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive, die sich neben der elektrischen und der Motorlokomotive heute im Kleinbahnbetrieb noch durchaus behauptet. Die Zeiten aber, wo der junge Ingenieur mit einer eigenen Idee, Bleistift und Zirkel an den Entwurf herantrat, scheinen nun zu Ende zu gehen. Nunmehr soll zur Erleichterung von Bau und Unterhaltung und zur Auswertung vorgeleisteter Geistesarbeit zur Typisierung geschritten werden. Für die Gestaltung der Einzelteile steht uns unser riesiges Normenwerk zur Verfügung, in dem die Erfahrungen früherer Zeiten mit viel Fleiß zusammengetragen sind. Der Vorteil der Typisierung für die Aufbauarbeit unserer Zeit ist unverkennbar.

Neue Lokomotiven der SBB

Von Dipl.-Ing. Roman Liechty, Bern

Elektrische Schnellzug-Lokomotive Ae 4/6

Der Bedarf an leistungsfähigeren und rascheren Schnellzug-Lokomotiven und die Vervollkommnung der elektrischen Apparaturen und Motoren gab Veranlassung, eine neue Typenreihe zu schaffen. Die neue Maschine entstand aus der Ae 8/14 Versuchsmaschine, die sich allerdings für viele Verkehrsbeziehungen als zu schwerfällig erwies. Die Ae 4/6 (Bild 1) sind jedoch mit Vielfachsteuerung versehen und daher in der Lage, den schweren Bergdienst in Doppeltraktion zu übernehmen.

Das Leistungsgewicht von 18,6 kg/PS konnte dadurch erreicht werden, daß gegenüber der Doppel-Lokomotive die mittlere Tragachse und die zugehörige Reibungsvermehrer-Apparatur, sowie die Ausgleichsvorrichtung der Puffer wegfallen konnten. Die beiderseitigen Drehgestelle, bestehend aus einer Lauf- und Triebachse, sind als Schweißkonstruktion ausgeführt. Der Drehzapfen ist seitenverschieblich angeordnet und federbelastet. Anschläge begrenzen das Spiel der Triebachse. Sämtliche vier Triebachsen sind unter sich ausgeglichen. Für den Kastenaufbau wurde weitgehend Aluminium verwendet.

Die Anordnung der elektrischen Ausrüstung ist aus Bild 3 ersichtlich. Sie besteht starkstromseitig aus einem Druckluftschalter, Brown-Boveri-Transformator mit Hochspannungssteuerung, sowie den acht fremdventilierten Traktionsmotoren (Lieferung Sécheron Genf, Maschinenfabrik Oerlikon, Bild 2). Die Wendeschalter sind jeweils zwischen zwei Motorgruppen angeordnet. Je zwei Motoren arbeiten über ein in Fahrzeugmitte liegendes Vorgelege auf eine Hohlwelle, welche durch eine allseitig bewegliche Kupplung mit dem Radsatz verbunden ist (Bauart SLM Winterthur).

Zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit stehen 26 Stufen zu Verfügung. Die Maschine ist mit einer Stromrückgewinnungsbremse ausgestattet. Die Anker von drei Motorgruppen sind über Drosselspulen an den Transformator angeschlossen, während ein Motor der vierten Gruppe als Erregermaschine dient.

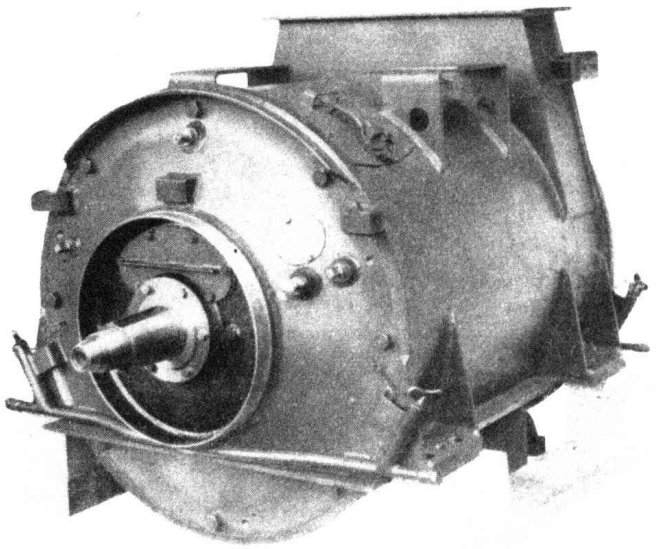


Bild 2: Einphasen-Wechselstrom-Serienmotor der Ae 4/6

Bild 4 zeigt den Führerstand mit den üblichen automatischen und nichtautomatischen Druckluftbremsventilen. Für die Laufachsen sind eigene Bremszylinder für einen Klotzdruck von 60% des Achsdruckes vorgesehen. Die Bremsen der Triebachsen sind durch einen GPR-Schalter in ihrer Wirkung umstellbar. Auf Stellung R (Schnellfahrt) beträgt der Klotzdruck bei

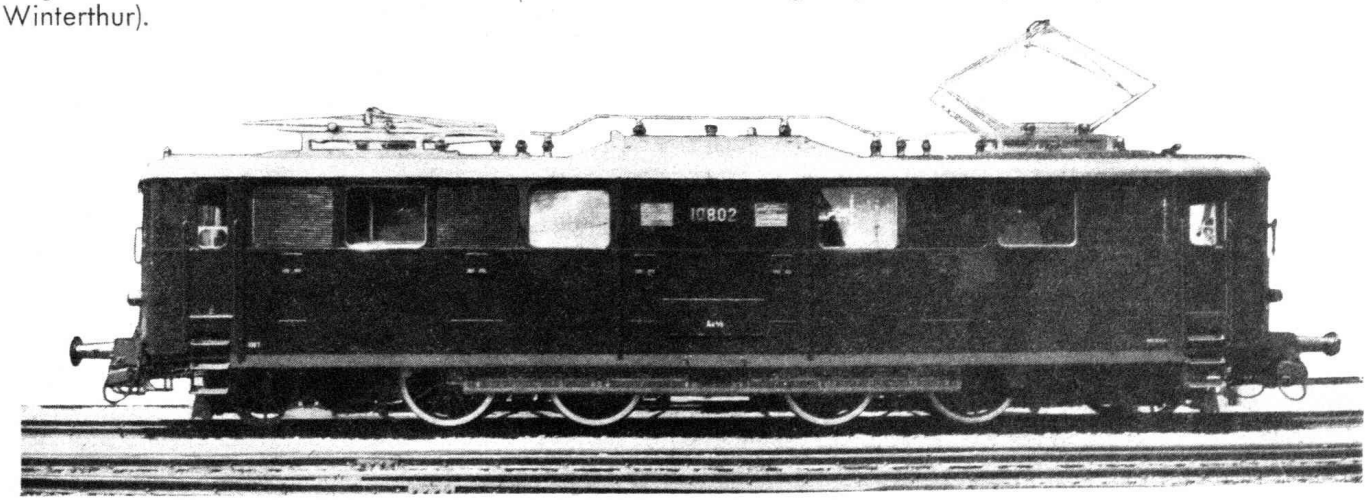


Bild 1: Elektrische Schnellzug-Lokomotive Ae 4/6 der Schweizerischen Bundesbahn

Die Hauptdaten sind:

Totale Länge	17 260 mm
Totaler Radstand	12 200 mm
Triebachsdurchmesser	1 350 mm
Laufachsdurchmesser	950 mm
Übersetzung	1 : 3,22
Stundenleistung	4200 kW
Zugkraft bei 84 km/h	17 760 kg
Dauerzugkraft bei 86,5 km/h	16 400 kg
Max. Geschwindigkeit	125 km/h
Gewicht des mechan. Teiles	55,9 t
Gewicht des elektr. Teiles	48,8 t
Reibungsgewicht	80 t

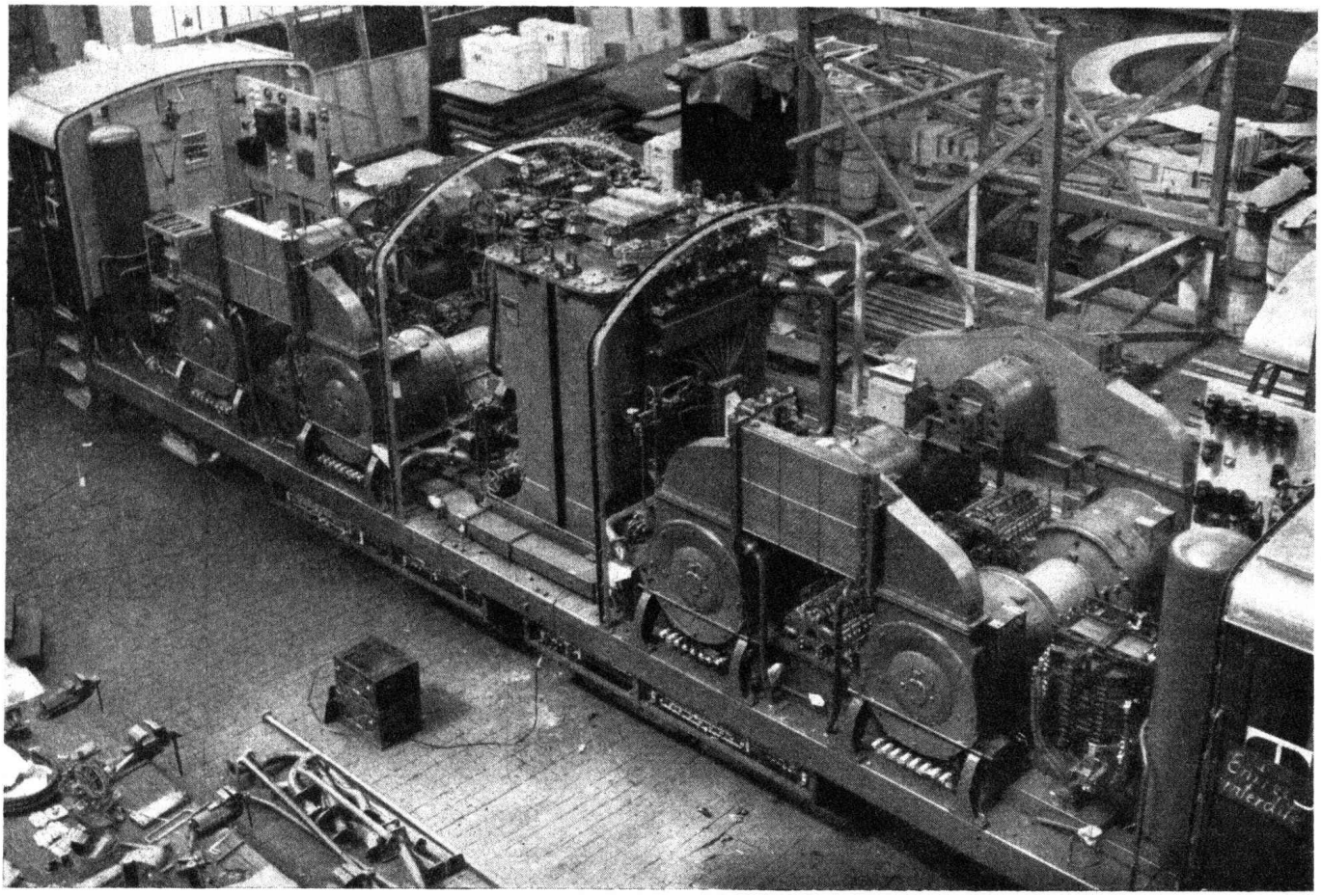
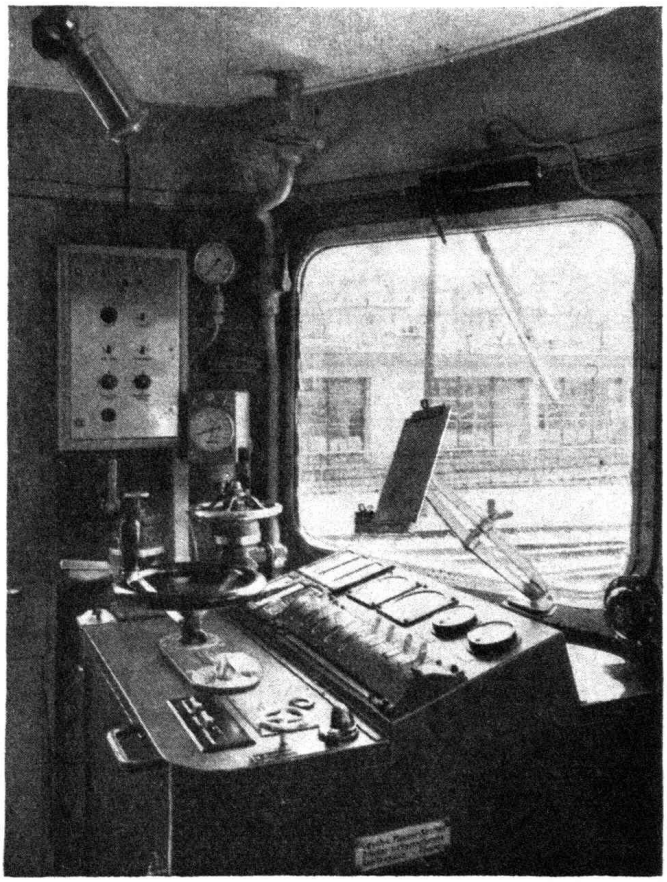


Bild 3: Anordnung der elektrischen Ausrüstung der Ae 4/6

Geschwindigkeiten über 80 km/h 148% und bei Geschwindigkeiten unter 40 km/h etwa 80% des Achsdruckes. Die Umstellung wird auf elektropneumatischem Wege vom Geschwindigkeitsmesser auf den Druckübersetzer übertragen. In den Stellungen G (automatische Bremse) und P (Regulierbremse) findet nur der niedrigere Bremsklotzdruck Anwendung. Um ein Gleiten der Räder zu vermeiden, werden auf allen drei Stellungen eingeleitete leichte Luftdruckbremsungen solange unterbrochen, wie elektrisch gebremst wird. Ein Minimalstromrelais im Bremsstromkreis entleert in diesem Fall die Bremszylinder der Triebachsen. Sind dagegen stärkere Bremsungen erfolgt, so daß der Druck in der automatischen Bremsleitung unter 3 at bzw. der Zylinderdruck über 1,2 at steigt, erfolgt die Unterbrechung der elektrischen Bremsung. Ein Fußpedal gestattet die Entlüftung der Lokomotivbremszylinder.

Bild 4: Führerstand



Einphasenwechselstrom-Zahnrad-Lokomotiven

Ende 1941 erfolgte die Umstellung der meterspurigen Brünig-Bahn der Schweizerischen Bundesbahn auf elektrischen Betrieb. Es wurde wie für die anschließenden Vollbahnstrecken als Stromart 15 000 V 16⅔ per. Wechselstrom vorgesehen. Die Bauart der Gepäcktriebwagen für gemischten Zahnrad- (Riggenbach) und Reibungbetrieb ist folgende: Bild 1 zeigt die grundsätzliche Anordnung mit 2 äußeren Drehgestellen, mit je 2 Tatzenlagermotoren und 8 Klotzbremsen (Bild 2) sowie dem zwischenliegenden Laufgestell mit den eingebauten Zahnradtriebwerken (Bild 3). Der Wagenkasten stützt sich in üblicher Weise auf die beiden äußeren Drehgestelle. Das mittlere Laufgestell ist mit den Endstellen durch jeweils ein Kuppeleisen verbunden; es stützt sich ferner über

zwei querliegende Blattfedern gegen den Wagenkasten. Das Laufgestell ist mit 1 Klotzbremse, 2 von Hand zu betätigenden Bandbremsen, sowie direktwirkenden Zahnrad-Druckluftbremsen ausgerüstet.

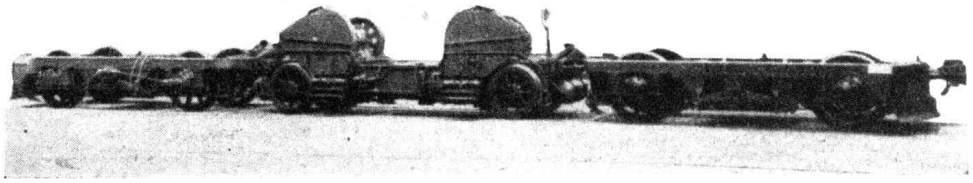


Bild 1: Anordnung des Aufbaues mit zwei äußeren Drehgestellen

Sämtliche sechs Traktionsmotoren sind gleicher Bauart, diejenigen für Reibungsbetrieb sind einfach übersetzt und als Tatzenlagermotoren ausgebildet. Die Zahnradmotoren arbeiten über eine zweifache

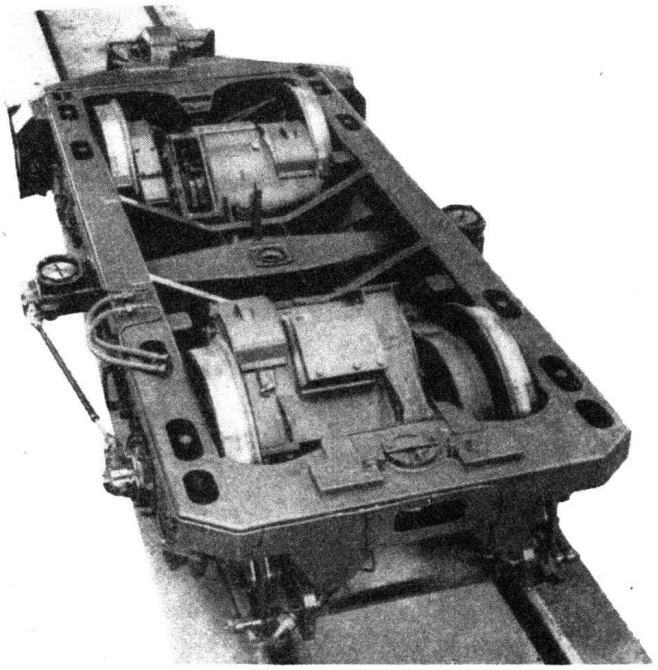


Bild 2: Eines der äußeren Drehgestelle mit Tatzenlagermotoren

gefederte Übersetzung auf die beiden Zahnkränze. Zur Wahrung des richtigen Zahneingriffes ist die Federung des Laufgestelles nachstellbar und grundsätzlich etwas hart ausgelegt worden.

In elektrischer Beziehung sind auf den Reibungsstrecken jeweils die 2 Motoren eines Gestells in Serie und die beiden Gestelle parallel geschaltet. Sie werden von einem Transformator mit eingebauter Brown-Boveri-Hochspannungssteuerung (Bild 4) gespeist.

Auf den Zahnradstrecken werden die vier Tatzenlagermotoren in Serie geschaltet und parallel zu den Zahnradmotoren betrieben. Durch einen Quertransformator kann die Belastung bzw. Zugkraft zwischen Reibung- und Zahnradantrieb von 30 : 70 bis 60 : 40 verändert werden. Der Kasten umfaßt zwei Führerstände und je einen Post-Gepäck- und Apparateraum, sowie einen Verbindungsgang. Auf dem Dach sind die Bremswiderstände untergebracht. Die zugehörigen Erregermaschinen sind an den Zahnradmotoren angebaut.

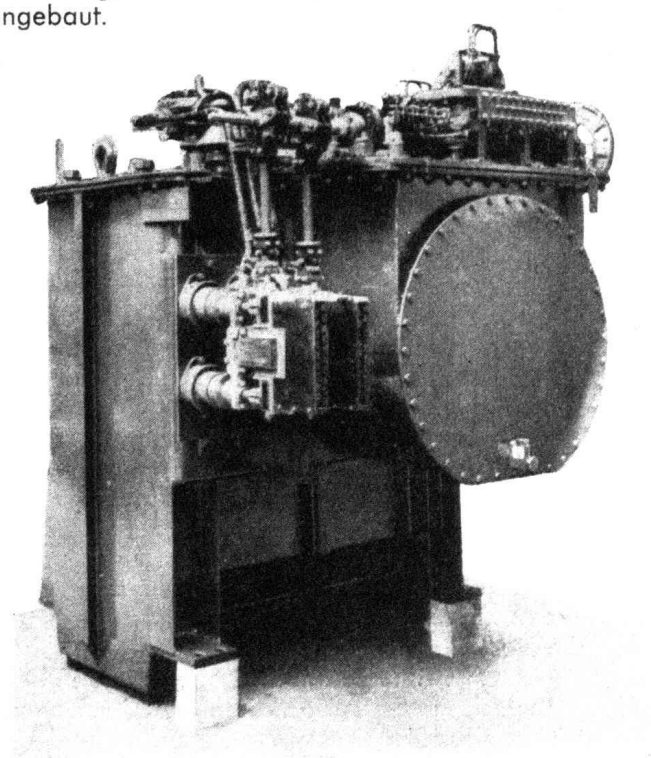


Bild 4: Transformator mit eingebauter Hochspannungssteuerung

Die Lieferung dieser Fahrzeuge erfolgte durch die Maschinenfabrik Oerlikon, die Sécheron-Werke Genf, Brown-Boveri Baden und die Schweizerische Lokomotivfabrik Winterthur.

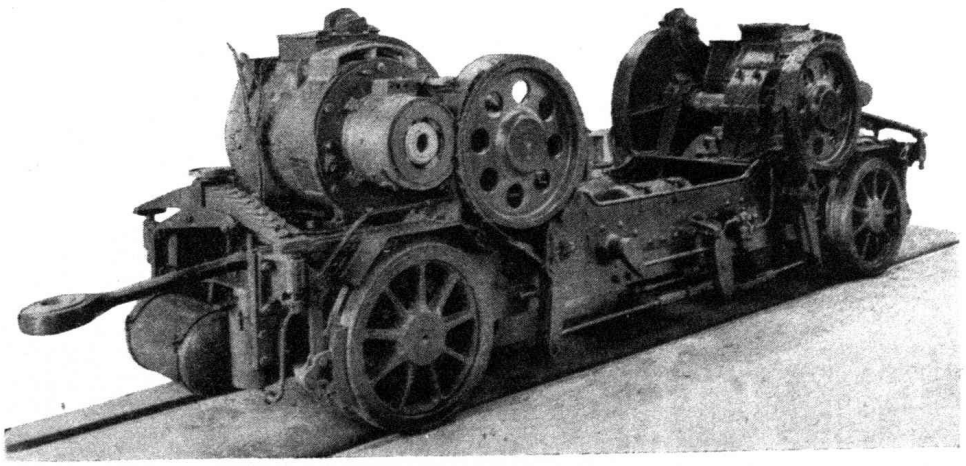


Bild 3: Laufgestell mit den Zahnradtriebwerken

Die Daten des Fahrzeuges sind:

Totalgewicht	54 t
Mechanischer Teil	30,8 t
Elektrischer Teil	21,9 t
Ausrüstung	1,3 t
Ladegewicht	3 t
Triebachsdruck	12 t
Laufachsdruck	7,5 t
Max. Geschwindigkeit auf Zahnrad	25 km/h
Max. Geschw. auf Reibungsstrecke	75 km/h
Triebachsdurchmesser	900 mm
Laufachsdurchmesser	710 mm
Übersetzung (Zahnrad)	11,42
Übersetzung (Adhäsion)	5,31
Leistung (Adhäsion)	4×209 kW
Leistung (Zahnrad)	4×104+2×231 kW

KLEINE NACHRICHTEN

Eisenbahnverbindung USA—Alaska

Gegen Mitte des Jahres 1942 war einer ausländischen Nachricht zufolge vom nordamerikanischen Heer ungefähr ⅓ der geplanten Bahn nach Kanada vermessen, nämlich die rd. 640 km der 2100 km langen Strecke, welche Prince George, B. C., mit der bestehenden Alaska-Bahn in der Gegend von Fairbanks verbinden soll. Mit dem Bahnbau durch das Corps of Engineers, das auch die Autostraße von USA nach Alaska baut, wurde bereits begonnen. Die Vermessung der ganzen Strecke hoffte man gegen Ende 1942 vollendet zu haben. S—r.

Dritter Argentinischer Ingenieurkongreß Cordoba 1942

Der Dritte Argentinische Ingenieurkongreß befaßte sich mit verschiedenen technisch-wirtschaftlichen Fragen des Landes und der angrenzenden Gebiete. Der Abteilung „Verkehrswesen" lagen zahlreiche Arbeiten vor. Die Frage der Verstaatlichung der noch in der Hand von Gesellschaften, größtenteils englischer, befindlichen Bahnen löste eine eingehende Aussprache aus, in der völlig entgegengesetzte Meinungen vertreten wurden. Einhellig wurde das nationale Interesse und die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Rechte der Gesellschaften betont. Entschlüsse, die über die Forderung der stärkeren staatlichen Überwachung der Privatbahnen hinausgehen, wurden nicht gefaßt. Angesichts der Tatsache, daß das bestehende Gesetz über das Zusammenwirken der verschiedenen Transportarten auf der Eisenbahn, den Landstraßen, den Wasserwegen und in der Luft in seiner Anwendung auf starken Widerspruch stößt, wurde auch in diesem Punkt nur ein Ausbau der Gesetzgebung im Landesinteresse gefordert. Mit Bezug auf die in Ausführung begriffenen Eisenbahnen wurde größere Beschleunigung für die Vollendung folgender Verbindungen verlangt: Von Salta in der gleichnamigen Provinz des Nordens Argentiniens nach Chile über Puerto Socompa, von Zapala in der südlichen Gobernación Neuquen nach Chile über Lonquimay, von Yacuiba, dem Endpunkt der Ostbahn schon jenseits der bolivianischen Grenze nach Santa Cruz de la Sierra (Bolivien), der Anschluß verschiedener Bergwerksbezirke an das bestehende Netz und die Wiederherstellung der Transandenbahn von Mendoza nach Cuevas im Zuge der Bahn von Buenos Aires nach Valparaiso und Santiago de Chile. Schließlich wurde der Regierung der Republik die Einberufung eines panamerikanischen Kongresses zum Zwecke der Erleichterung und der Hebung des Güter- und Personenverkehrs zwischen den amerikanischen Schwesternationen nahegelegt.
(Ferr. y Tranvias 10, 1943, S .4) Dr. Schn.

Japans Lokomotiv- und Wagenbau

Einer Meldung einer ausländischen Zeitschrift zufolge hat sich der japanische Lokomotiv- und Wagenbau von 1937 bis 1941 wertmäßig auf das sechsfache gehoben. Im Jahre 1941 wurden angeblich 1210 Lokomotiven und 8882 Personen- und Güterwagen gebaut. S—r.

Die Eisenbahnen Australiens

Über die Eisenbahnen in Queensland, Neu-Süd-Wales, Victoria, Südaustralien, Westaustralien und Neuseeland macht eine englische Zeitschrift folgende Angaben für das am 30. Juni (Neuseeland 31. März) 1941 endende Betriebsjahr:

	Queensland	Neu-Süd-Wales	Victoria
Fläche in qkm	1 746 000	800 000	227 000
Einwohner in Mill.	1,0376	2,8	1,91866
Länge in km	10 470	9 850	7 650
Spurweite mm	1 067 und 610	1 435	1 600 und 762
Ausgaben : Einnahmen	0,8015	0,7392	0,7971
Lokomotiven	770	1220	725
Zug-km Mill.	23,25	52	28,5
Fahrgäste Mill.	26,06	194,14	159,2
Güter Mill. t	5,67	18,6	6,8

	Südaustralien	Westaustralien	Neuseeland
Fläche in qkm	985 000	2 520 000	269 000
Einwohner Mill.	0,6	0,4687	1,6357
Länge in km	4 110	7 050	5 450
Spurweite mm	1 600 und 1 067	1 067	1 067
Ausgaben : Einnahmen	0,8716	0,7721	0,8672
Lokomotiven	330	413	735
Zug-km Mill.	9,5	10,1	21,8
Fahrgäste Mill.	20,36	11,52	26,27
Güter Mill. t.	2,85	2,68	8,7

Aus dem Inhalt:

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Dreh-Arbeiten 75
Merkwürdige Dampflokomotiven 87
Neue Lokomotiven der SBB 89
Kleine Nachrichten 92
Persönliches 93
Aus dem Schrifttum 93

Persönliches

Eugen Brückmann †

Am 24. März 1943 verschied in Berlin im hohen Alter von 81 Jahren Dipl.-Ing. Eugen Brückmann, bis 1930 Direktor und Vorsitzer des Vorstandes der Berliner Maschinenbau A.-G. vormals L. Schwartzkopff.

Mit ihm ist wieder ein Ingenieur dahingegangen, der seit den Anfängen der Heißdampf-Lokomotive unermüdlich an ihrer Entwicklung mitgearbeitet hat und mit Garbe und Wilhelm Schmidt zu den Pionieren der Heißdampf-Lokomotive gerechnet werden muß. Blättern wir in den Fachschriften der damaligen Zeit, so werden wir in jedem Jahre Veröffentlichungen Brückmanns über Heißdampf-Lokomotiven finden, denen in jedem Falle auch eine sehr eingehende Darstellung der Versuchsfahrten und ihrer Ergebnisse beigefügt war.

Brückmanns Lebenswerk fand weiterhin sichtbaren Ausdruck in der von ihm im Auftrage des Vereins deutscher Eisenbahn - Verwaltungen bearbeiteten Neuausgabe des Heißdampf - Bandes der Eisenbahntechnik der Gegenwart „Die Heißdampf-Lokomotive mit einstufiger Dehnung des Dampfes", die er im Jahre 1920 ganz allein durchführte. Die Herausgabe eines 2. Bandes, der die Heißdampf-Verbundlokomotiven in genau der gleichen erschöpfenden Darstellung behandeln sollte, verhinderte damals zunächst die ungünstige Nachkriegsentwicklung Deutschlands; daß diese auch später überhaupt unterblieb, kann wohl mit darauf zurückgeführt werden, daß sich die einstufige Dampfdehnung der bekannten Vorteile wegen fast ausschließlich durchsetzte und der Bau von Heißdampf-Verbundlokomotiven mehr oder weniger auf einige Einzelfälle beschränkt blieb.

Brückmann ist der erste gewesen, der für die wärmetechnische Berechnung des Heißdampf-Lokomotivkessels eine einfache übersichtliche Form angegeben hat, wie es überhaupt das Kennzeichen seiner Bearbeitung von Versuchsergebnissen war, aus diesen Erfahrungswerte abzuleiten, die dem Konstrukteur die Leistungsvorausberechnung einer Lokomotive in wirklichkeitsnahe Form ermöglichten.

Es schmälert das bleibende Verdienst Brückmanns in keiner Weise, daß die von ihm benutzten Wärmeübergangszahlen heute überholt sind, da sie eben dem damaligen Stande der Forschung entsprachen, und daß neuere Bearbeitungen der von ihm mitgeteilten Prüfstandsversuche der Pennsylvania-Bahn in Altoona die Grundlage für eine noch genauere Vorausberechnung dadurch ergaben, daß eine noch feinere Untergliederung der Versuchswerte vorgenommen wurde.

Seine letzten Arbeiten bezogen sich in der Hauptsache auf den Widerstand von Eisenbahnfahrzeugen. In dieser für die Vorausberechnung einer Lokomotive wichtigsten Frage stand er bis zum Ausbruch des jetzigen Krieges mit in- und ausländischen Bahnverwaltungen in regem Gedankenaustausch, für den er die Grundlage in zahlreichen großen Auslandreisen gelegt hatte. Für die Wertschätzung, der er sich als angesehener Fachmann überall erfreute, ist die Bereitwilligkeit, mit der ihm dieses Material zur Verfügung gestellt wurde, der beste Beweis. Die Prüfung dieses umfangreichen Nachlasses wird noch eine geraume Zeit in Anspruch nehmen.

Der Bericht über Eugen Brückmann wäre ohne wenigstens einige Angaben über seinen Werdegang unvollständig. Schon in seiner Jugend war in ihm, der 1862 in Riga als Sproß einer alten hansischen Familie geboren wurde, das Interesse für den Maschinenbau so stark, daß er es gegen den Willen des Vaters durchsetzte, an der Deutschen Technischen Hochschule in Riga Maschinenbau studieren zu dürfen; er beendete dieses Studium mit dem Zeugnis „summa cum laude". Ins Reich zurückgekehrt, finden wir ihn nach kurzer Zeit als Lokomotivkonstrukteur bei der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Richard Hartmann in Chemnitz; dort rückte er sehr schnell zum Oberingenieur und weiter zum Direktor auf. 1905 erfolgte dann sein Übertritt zu Schwartzkopff, wo er bald den Posten des Vorsitzers des Vorstandes erreichte. Hier fand er nun ein Betätigungsfeld, das seinen großen Fähigkeiten entsprach und das ihm auch als Fabrikorganisator in dem großräumigen Ausbau der ihm unterstehenden Werke weite Möglichkeiten bot.

Ein vornehm und gerecht denkender Mensch ist von uns gegangen, dessen Andenken nicht nur in seinem engeren Wirkungskreise, sondern im deutschen Lokomotivbau fortleben wird. —nn—

Aus dem Schrifttum

Einsatz von Lokomotiven, Wagen und Personal in Reise- und Lastzüge von Eisenbahnen. Von Dr. Ing. M. Osthoff VDI. Im Selbstverlag des Verfassers, Münster (Westf.), Alfred-Krupp-Weg 44. Preis 10 RM.

Im Auslande liegt die Betriebsleitung der Eisenbahnen meist in den Händen der Maschineningenieure. Die französischen, spanischen und italienischen Bahnen haben je ihren Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction. Auch in England ist es nicht viel anders; dem Bauingenieur ist hier meist nur die Abteilung Ways and Works unterstellt. In Deutschland liegt aus altem Beharrungsvermögen die Betriebsleitung bei den Bauingenieuren. Es ist daher besonders zu würdigen, wenn hier ein Maschineningenieur wie Osthoff den wichtigsten Zweig des Betriebsdienstes behandelt, der eigentlich der erste ausführliche Teil jeder Eisenbahnbetriebslehre sein müßte.

Der Verfasser geht davon aus, daß eine Schnellzuglokomotive seiner Zeit rd. 185 000 RM, ein D-Zug von 28 Achsen rd. 500 000 RM und ein Güterzug von 120 Achsen rd. 300 000 RM an Werten darstellen, so daß ein mittleres Betriebswerk allein an Fahrzeugwerten einen Geldbetrag von 6 bis 8 Mill. RM verwaltet und daß es daher eine dringende Forderung ist, diese Werte möglichst hoch auszunutzen, denn jeder Stillstand frißt Zinsen und Abschreibung. Ähnliches gilt vom Zugpersonal. Eine Lokomotiv- und ebenso eine Zugbegleitbesatzung kosten täglich je rd. 33 RM.

Osthoff untersucht für Lokomotiven, Wagen und Personal die günstigsten Möglichkeiten der Ausnutzung unter wohlbedachter Durcharbeitung der einschlägigen Verhältnisse. Er erläutert die Behandlung der Fahrzeuge außerhalb der Fahrt selbst und gibt für Entschlackung, Bekohlung, Bewässerung usw. überall zweckmäßige Hinweise für neuzeitliche, zeitsparende Behandlungseinrichtungen. Besonders wird auch die beste Anlage der Lokomotivschupppen erläutert. An Stelle der immer wieder zu kurz werdenden Drehscheiben und Schiebebühnen müssen Schuppen mit unmittelbaren Einfahrten auf der einen Seite und ebensolchen Ausfahrten auf der anderen Seite treten, die die Lokomotiven im Fließbetrieb durchlaufen.

Besonders wertvoll sind die Untersuchungen von Betriebsänderungen, insbesondere Massenstockungen am Beispiel einer dichtbefahrenen Güterzugstrecke. Hier wird überzeugend nachgewiesen, daß es bei früheren, z. B. durch scharfe Kälte eingeleiteten Störungen nur infolge falscher Betriebsmaßnahmen und nicht etwa aus Lokomotivmangel zu Massenstockungen kommen mußte. Gleichzeitig wird ein Betriebsverfahren entwickelt, wie die bei solchen Störungen eintretenden Förderausfälle aufholbar sind.

Zum Schlusse folgen eingehend begründete Vorschläge für die Neuordnung des Betriebsdienstes, wie Einrichtung von Großbetriebswerken und Zusammenfassung des Unterhaltungs- und Zugförderungsdienstes in eine Hand und zwar die des Maschineningenieurs.

Das Buch muß als eine sorgfältige Studie aller einschlägigen Verhältnisse betrachtet werden und stellt die bisher rein erfahrungsgemäße Behandlung des ganzen Gebietes auf die für die heutige Zeit unbedingt notwendige wissenschaftliche Grundlage.

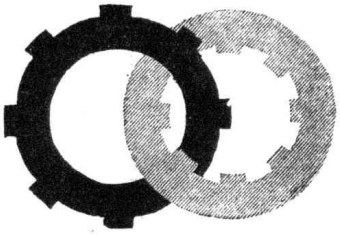
Metzeltin.

KUGELLAGER ROLLENLAGER

SKF F&S

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann

Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

VAN DYKE

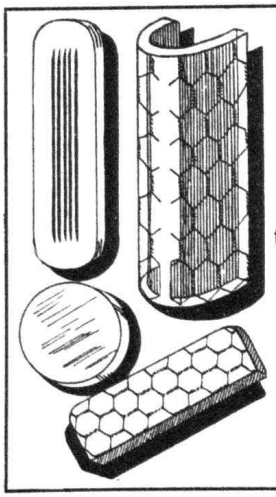
Zeichen- und Kopierstifte

EBERHARD FABER

Betonabbindung — erheblich verkürzt!

Das ist fortschrittliche Bauweise. Wer dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beimischt, verkürzt die Abbindezeit auf ein Mindestmaß. Die Verwendung von Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beim Bau von Maschinen-Fundamenten ermöglicht beschleunigte Inbetriebnahme von Maschinen und Motoren. Paratect-Mörtelzusatz-Schnell bewirkt außerdem Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom

Paratect-Werk, Borsdorf b. Leipzig



Technische
Hartgläser
und Drahtgläser
für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co
Hartglasfabrik
Hainsberg i. Sa.

Fritz Wagner & Co.
BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.

Otto Windgassen, Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig

seit Jahren erprobt
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit
geringes Gewicht

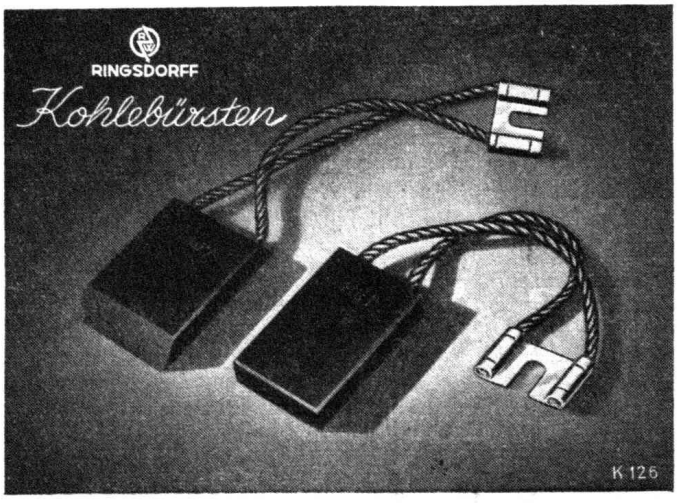
DÜRMOL

DÜRMOL
Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

Härtetöpfe und Härtekästen

sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt

PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)



Filz wie Sie ihn brauchen
Georg **Walde**
Filzwarenfabrik **Halle-S. 2**

Rangierdampflokomotive

feuerlos oder gefeuert, Normalspur, ca. 300 PS und stärker für Werksverkehr dringend zu kaufen oder mieten gesucht. Ausführliches Angebot erbeten unter M 9301 an Ala, Berlin W 35

Zu kaufen gesucht:

„Die Lokomotive" Mai-Heft 1904, ferner die Jahrgänge 1906, 1907, 1910, 1918, 1920, 1921, 1922 u. 1925. Angebote sind zu richten an den Verlag „Die Lokomotive", Bielefeld.

Mehrleistung und vollkommener Unfallschutz an Drehbänken

mit **SSM** **Sia-Sicherheits-Mitnehmer** D.R.G.M.

zu jeder Mitnehmerscheibe passend

Selbsttätig genau mittig laufend und spannend

Geringes Gewicht . Kleine Abmessungen . Spannbereich 6—20 mm und weiter 20 mm je Größe bis 160 mm . Zum Spannen genügt geringe Drehung einer Schraube **10000fach bewährt!**

RP

RUDOLF P. HÄCKER · DRESDEN 16

RUF 39550 u. 45050 WALDERSEEPLATZ 10

Die neue Knorr-Mischvorwärmanlage

saugt Kaltwasser aus dem Tender an, drückt es in den Mischkasten, wo es vom Maschinen- und Pumpenabdampf durchtränkt und auf 100° C schnell vorgewärmt wird.

Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen. Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt zu werden.

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

Vitrulan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

Gmeinder

Motor-Lokomotiven

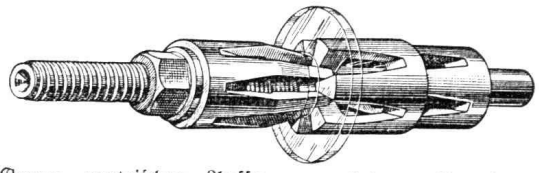
für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.

Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

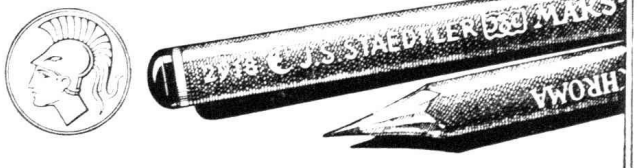
Gegen-GEWICHTE

aus Spezial-Beton
(Spez. Gew. 3,3 — 3,5)
als Auslauschmaterial
für Eisen

Für alle Industriezweige
In jeder beliebigen Form
und Abmessung

GÜNTHER-WERKE
DRESDEN-N. 15

MARS-CHROMA



Der klimafeste, wasserunlösliche Schreibfarbstift in 18 Farben.

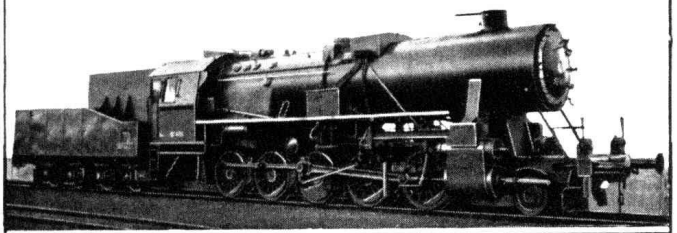
Die charakteristischen STAEDTLER-Kappchenstifte in Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in Qualität unverändert.

STAEDTLER

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

MBA

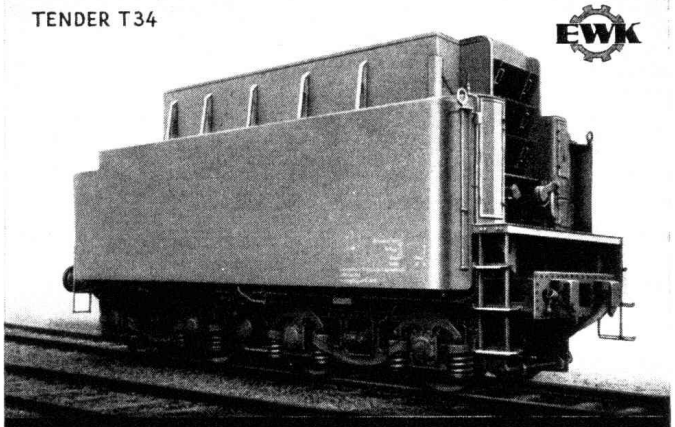
LOKOMOTIVEN



MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G. BERLIN

TENDER T34

EWK



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

FAG

Rollenlager und Tonnenlager

in Lokomotivachsen und -stangen sowie im Tender

sparen

Kraft • Material
und Schmierstoff

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.

Elektroden
für Verbindungsschweißungen
an Eisen und Stahl

So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer dreitägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt für Schweißer, Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeugbau, Kessel- und Behälterbau, Maschinenbau, Schiffbau, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Die Teilnahme ist kostenlos! Programm und Zeitplan auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben.

Kjellberg

K 8 e

Kjellberg hilft die Leistung *steigern!*

Ingenieurbüro: Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30

SHG

An der Feuerseite durch abgesetztes Ziehen der Rohre nach innen verstärkte Rohrwand

Übergang

normale Rohrwand

SCHMIDT-
Überhitzer-Elemente

nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit **verstärkten Umkehrstellen.**

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G. M. B. H. KASSEL.

SHG 2537

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

LOKOMOTIVEN

Bergbahnen, Trieb- und Eisenbahnwagen, Eisenbahnsicherungsanlagen, Elektrofahrzeuge, Kompressoren, Kolben- und Preßpumpen, Kohlensäuregewinnungs- und Trockeneisanlagen, Dampfkesselanlagen, Stahl-, Hoch- und Brückenbauten, Grauguß

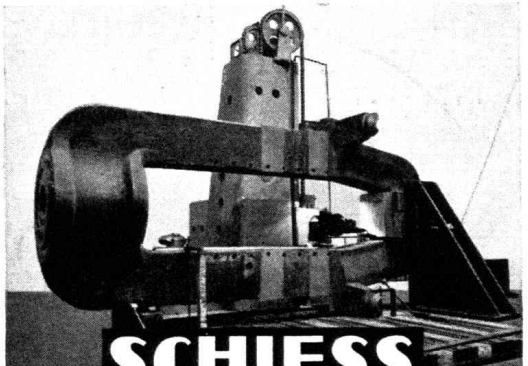
Die P3-Reinigung

leistet in Reichsbahn-, Straßen- und Privatbahnreparaturwerkstätten wertvolle Dienste, denn Henkel's P3 reinigt schnell, gründlich und billig ohne schädigende Wirkung für Mensch und Maschine.

HENKEL & CIE. A.-G., DÜSSELDORF

WAAGERECHT- UND SENKRECHT-HOBEL- UND FRÄSMASCHINEN

Mod. WSHF, bis zu den größten Abmessungen, zum Fräsen und Hobeln in waagerechter und senkrechter Richtung



SCHIESS

AKTIENGESELLSCHAFT — DÜSSELDORF

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | JUNI 1943 | NUMMER 6

Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel

Von Obering. G. Heise, Kassel

Nachstehendes Verfahren zur Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel stützt sich auf die rechnerischen Untersuchungen von Prof. O. Denecke und Dr.-Ing. P. Koeßler, Braunschweig: „Berechnung der Heizflächen des Lokomotivkessels üblicher Bauart" [1]) und Dr. Barske: „Rechnerische Untersuchung der Wärmeübertragung im Lokomotivlangkessel" [2]), da diese Rechnungsarten eine sehr gute Übereinstimmung mit den seitens des Versuchsamtes der Deutschen Reichsbahn ermittelten Werten ergeben haben. Bei den in Brückmanns „Eisenbahntechnik der Gegenwart" (Lokomotivband) angegebenen Rechnungsbeispielen ist, wie auch Prof. Nordmann in „Theorie der Dampflokomotive auf versuchsmäßiger Grundlage" [3]) angibt, mit zu hohen Verlustzahlen für die Feuerung und für die Abgase in die Rauchkammer gerechnet worden, so daß der Kesselwirkungsgrad gegenüber den Versuchswerten ungünstiger liegt.

Die den Berechnungsverfahren von Prof. Denecke und Dr. Barske entnommenen Formeln sind einfach, können aber in Erweiterung der von Dr.-Ing. Koeßler und Dr.-Ing. Barske bereits gegebenen Schaulinien in ihrer Anwendung zeitsparend noch weiter vereinfacht werden.

Im folgenden ist der Gang der Rechnung für gegebene Kesselabmessungen und gegebenen oder angenommenen Brennstoffverbrauch je nach Kesselbeanspruchung übersichtlich zusammengestellt.

1. Rauchgasmenge G_o aus 1 kg Brennstoff.
   Nach Rosin-Fehling-d'Huart ist:

   a) für feste Brennstoffe mit einem Heizwert von $H_u > 5000$ WE

   die Rauchgasmenge $V_o = \frac{H_u}{1000} \cdot (1{,}01 \cdot \lambda - 0{,}095) + 0{,}5 \cdot (\lambda + 2)$ m³kg

   von $H_u < 5000$ WE

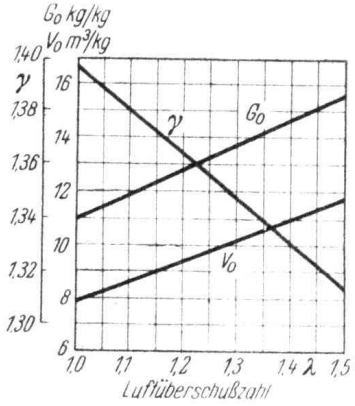
   $V_o \cdot \frac{H_u}{1000} \cdot 1{,}1 \cdot (\lambda + 0{,}4)$

   b) für Öl

   $$V_o = \frac{H_u}{1000} \cdot (0{,}85\,\lambda + 0{,}23) + 2\,(\lambda + 1)$$

   $$G_o = \frac{V_o}{\gamma} \text{ kg/kg}$$

   Luftüberschußzahl λ nach Bild 1 und 2 der Anlagen je nach der Rostbeanspruchung B_o, V_o, G_o und γ für Steinkohle von 7000 WE.



Rauchgasmenge $V_o = \frac{H_u}{1000}(1{,}01 \cdot \lambda + 0{,}095) + 0{,}5 \cdot (\lambda + 2)$ m³/kg für Steinkohle von $H_u = 7000$ kcal

γ = spez. Gewicht der Rauchgase

Rauchgasgewicht $G_o = V_o \cdot \gamma$ = kg/kg

Bild 1

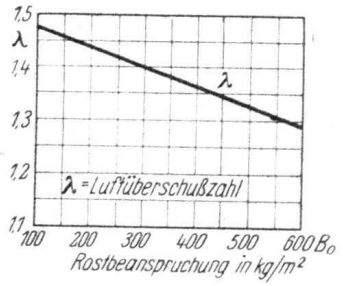


Bild 2

2. Rostanstrengungsziffer A

   $A = \frac{B \cdot H_u}{R \cdot 10^6}$ WE/m²/h, worin B der Kohlenverbrauch in der Stunde in kg und R die Rostfläche in m² ist.

[1]) Organ, 1941, Heft 17.
[2]) Hanomag-Nachrichten Verlag GmbH., Hannover.
[3]) Organ, 1930, Heft 10.

3. Wirkungsgrad der Feuerung η_F
   $\eta_F = 1 - 0{,}028\ A$ nach Bild 3 je nach der Rostanstrengungsziffer A.

4. Gesamtgewicht G der Rauchgase in der Stunde
   $$G = G_o \cdot B \cdot \eta_F \text{ kg/h}.$$

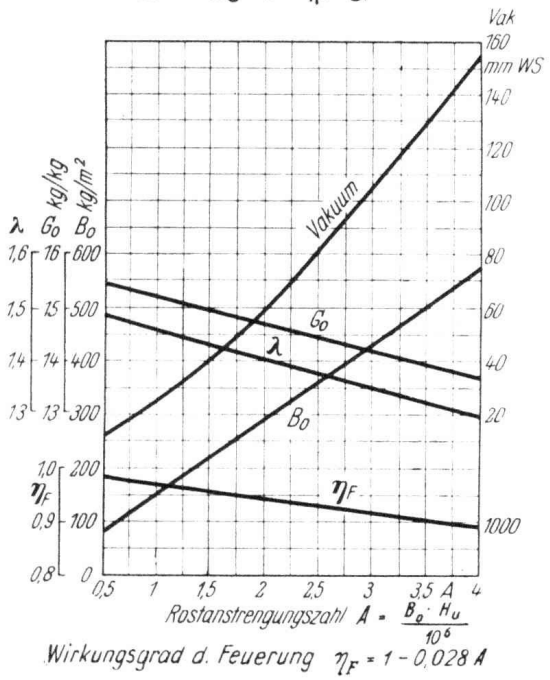


Bild 3

5. Rauchgasverteilung $\frac{G_R}{G}$

Freier Heizrohrquerschnitt $q_H = \frac{d_H^2 \pi}{4} \cdot n_H$ cm²

Freier Rauchrohrquerschnitt $q_R \cdot \left(\frac{d_R^2 \pi}{4} - Z_ü \cdot \frac{d_ü^2 \pi}{4}\right)$ $\cdot n_R$ cm²

Rauchgasverteilung $\frac{G_R}{G} = \varkappa \cdot \frac{q_R}{q_H + q_R}$

Rauchgase aus den Rauchrohren $G_R = G \cdot \frac{G_R}{G}$ kg/h

„ „ „ Heizrohren $G_H = G - G_R$ „

„ „ einem Rauchrohr $\frac{G_R}{n_R}$ „

„ „ „ Heizrohr $\frac{G_H}{n_H}$ „

worin:

d_H u. d_R innerer Heiz- und Rauchrohrdurchmesser in cm

$d_ü$ äußerer Überh.-Rohrdurchmesser in cm

n_H u. n_R Anzahl der Heiz- und Rauchrohre

$Z_ü$ Anzahl der Überh.-Rohre in 1 Rauchrohr

$\varkappa$ nach Bild 4 entsprechend dem Verhältnis $\frac{q_H}{q_R}$

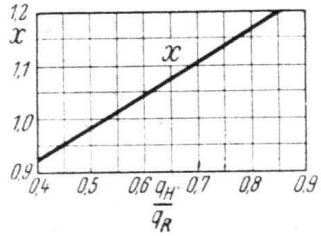


Bild 4

6. Wärmedurchgangszahl K_H für die Heizrohre und K_R' für die hinteren Rauchrohrenden
   $$K_H = \frac{24}{d_H^{1,74}} \cdot \left(\frac{G_H}{n_H}\right)^{0,79} \text{ nach Bild 5}$$

Wärmedurchgangszahlen für Heizrohre

$$K_H = \frac{24}{d_H^{1,74}} \cdot \left(\frac{G_H}{n_H}\right)^{0,79}$$

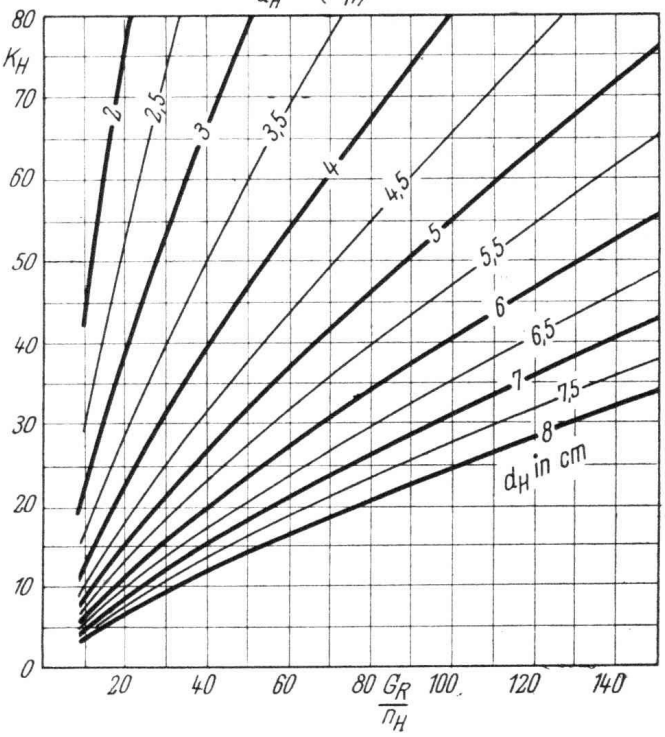


Bild 5

Wärmedurchgangszahlen für hintere Rauchrohrenden

$$K_R' = \frac{27}{d_R'^{1,74}} \cdot \left(\frac{G_R}{n_R}\right)^{0,79}$$

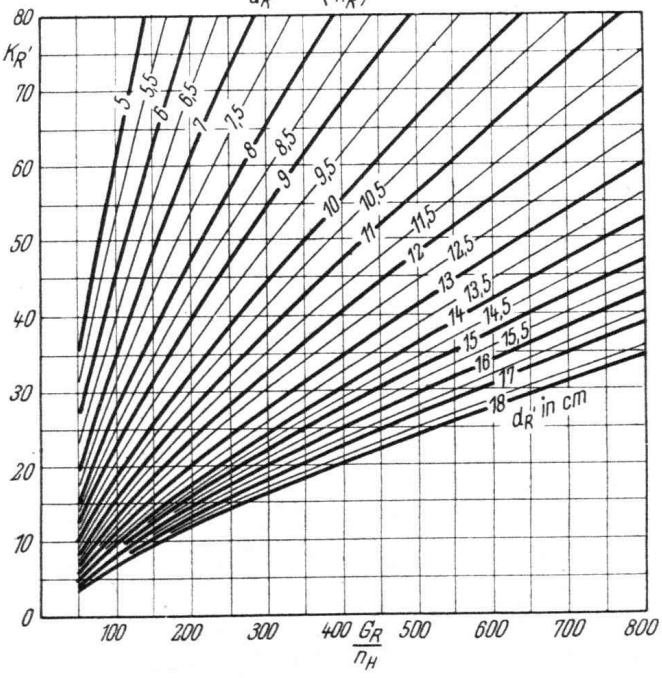


Bild 6

$$K_R' = \frac{27}{d_R'^{1,74}} \cdot \left(\frac{G_R}{n_R}\right)^{0,79} \text{ nach Bild 6}$$

(unter Berücksichtigung eines Durchschnittswertes für die Rohrlänge)

Wärmedurchgangszahlen für Rauchrohre im Überhitzerteil

$$K_R'' = \frac{29}{d_{Ers.}^{1,74}} \cdot \left(\frac{G_R}{n_R}\right)^{0,79}$$

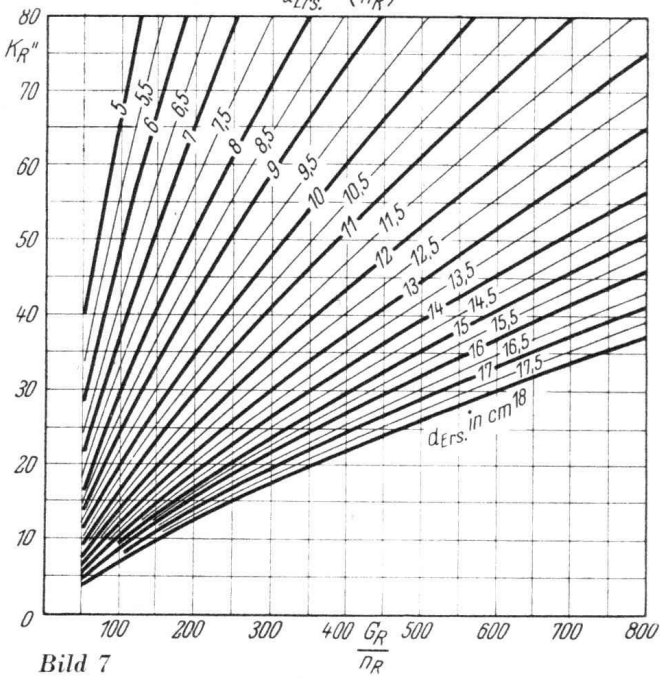


Bild 7

7. Wärmedurchgangszahl $K_R'' = K_ü$ für die Rauchrohre im besetzten Teil und die Überhitzerrohre

$$K_R'' = K_ü'' = \frac{29}{d_{Ers.}^{1,74}} \left(\frac{G_R}{n_R}\right)^{0,79} \text{ worin } d_{Ers.} = \frac{(d_R^2 - d_ü^2)^{0,545}}{(d_R - d_ü)^{0,092}}$$

nach Bild 7 u. 7a—7d Z Anzahl der Überhitzerrohre in 1 Rauchrohr.

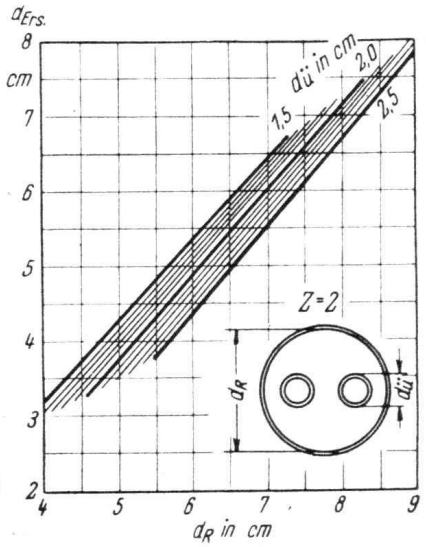


Bild 7a

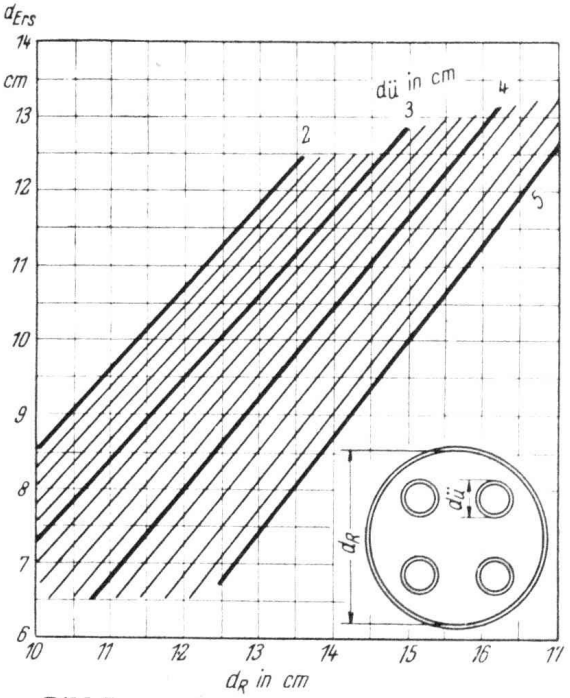


Bild 7c

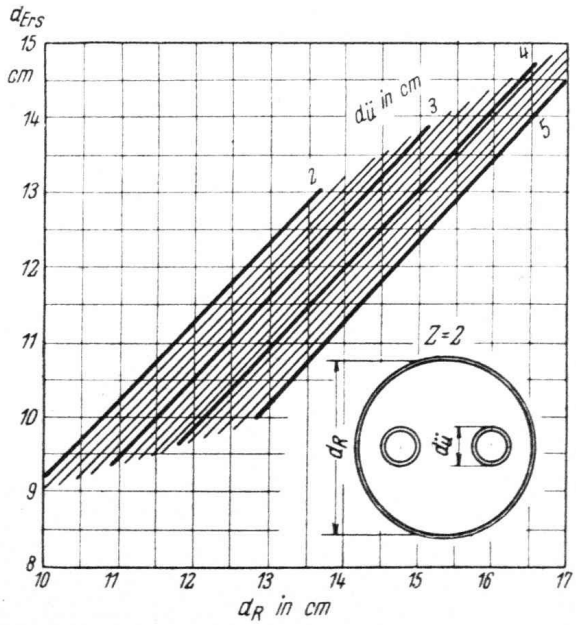


Bild 7b

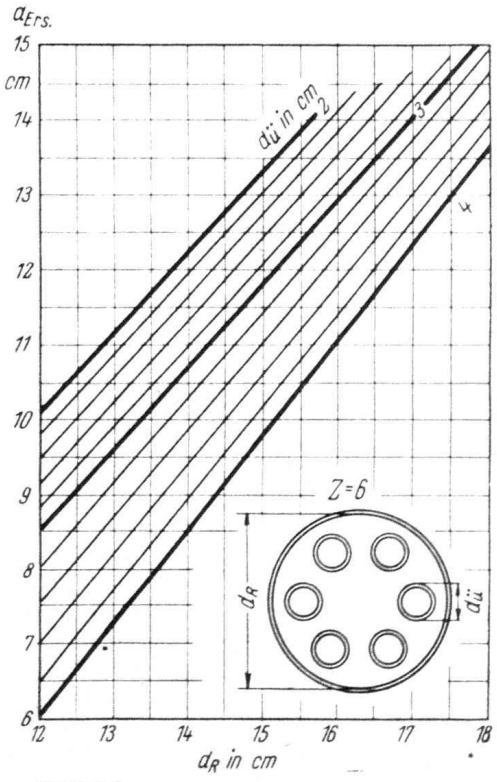


Bild 7d

Ersatzdurchm. $d_{Ers.} = \frac{(d_R^2 - dü^2)^{0,545}}{(d_R + dü)^{2,092}}$

Bei Schmidt-Überhitzer mit verkürzten, vorderen Rohrenden ist $K_R'' = K_{ü}$ ein Mittelwert aus den Wärmedurchgangszahlen des mittleren und vorderen Teils im Verhältnis der zugehörigen Rauchrohr- und Überhitzerrohrheizflächen, somit

$$K_R'' = K_{ü} = \frac{(H_R''' + H_{ü}') \cdot K_R''' + (H_R'''' + H_{ü}'') \cdot K_R''''}{(H_R''' + H_{ü}') + (H_R'''' + H_{ü}'')}$$

8. Rauchgastemperatur t_e an der Feuerbüchsrohrwand nach Prof. Lomonosoff ist $t_e = 670 \cdot (10\,A \cdot \frac{R}{H_b})^{0,3} - 100 \cdot (A \cdot \frac{R}{H_b})^3$ ° Cels. nach Bild 8, worin R die Rostfläche und H_b die Feuerbüchsheizfläche in m^2 ist.

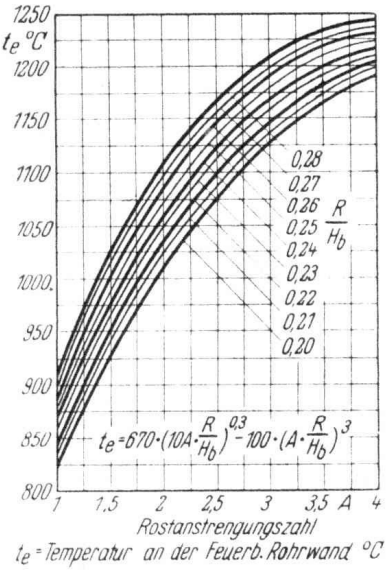


Bild 8

9. Austrittstemperatur t_{aH} der Rauchgase aus den Heizrohren

$t_{aH} = t_e - (t_e - t_w) \cdot E_H$ t_w = Temperatur des Kesselwassers bei Betriebsdruck

$$\triangle_H = \frac{H_H \cdot K_H}{C_G \cdot G_H}$$

C_G im Mittel 0,27

$E_H = 1 - \frac{1}{e^{\triangle}}$ nach Bild 9

10. Austrittstemperatur t_e' der Rauchgase aus den hinteren Rauchrohrenden zugleich Eintrittstemperatur in den Überhitzerteil

$t_e' = t_e - (t_e - t_w) \cdot E_R'$

$$\triangle_R' = \frac{H_R' \cdot K_R'}{C_G' \cdot G_R}$$

C_G' im Mittel 0,29

E_R' nach Bild 10

11. Überhitzertemperatur $t_{ü}$

$$t_{ü} = \frac{0,985 \cdot (t_e' - t_w) \cdot \frac{E_R''}{\triangle_R''}}{\frac{D \cdot c_D}{H_{ü} \cdot K_{ü}} + \frac{1 + E_R'' \cdot \varrho}{2 \cdot (1 + \varrho)}} + t_w$$

D = geschätzte Dampferzeugung i. d. Std. kg/h

$$\triangle_R'' = \frac{H_i \cdot K_R''}{c_G \cdot G_R''} \qquad H_i = H_{ü} + H_R'' \qquad c_G = 0,27$$

$$\varrho = \frac{H_{ü}}{H_R}$$

E_R'' nach Bild 9 c_D im Mittel 0,56

12. Austrittstemperatur t_{aR} der Rauchgase aus den Rauchrohren

$t_{aR} = t_e' - (t_e' - t_i) \cdot E_R''$

$$t_i = \frac{t_w \cdot K_R'' + \varrho \cdot K_{ü} \cdot t_{üm}}{K_i} \qquad t_{üm} = 0,515 \cdot (t_{ü} + t_w) \qquad K_i = \varrho \cdot K_{ü} + K_R''$$

13. Mittlerer Temperaturunterschied $t_m - t_w$ für den Wärmedurchgang durch die Rauchrohrheizfläche

$$t_m - t_w = \frac{t_e' - t_{aR}}{\triangle_R''} + (t_i - t_w)$$

14. Mittlerer Temperaturunterschied $t_m - t_{üm}$ für den Wärmedurchgang durch die Überhitzerheizfläche

$$t_m - t_{üm} = \frac{t_e' - t_{aR}}{\triangle_R''} - \frac{t_i - t_w}{\varrho}$$

15. Gesamtwärme aus dem Brennstoff

$Q = B \cdot H_u$ WE/h

16. Wärmemenge zur Wasserverdampfung durch:

a) die Feuerbüchse $Q_b = \eta_F \cdot B \cdot (H_u - G_o \cdot c_m t_e$ — 2 % v. Q für Abstrahlung in den Aschkasten

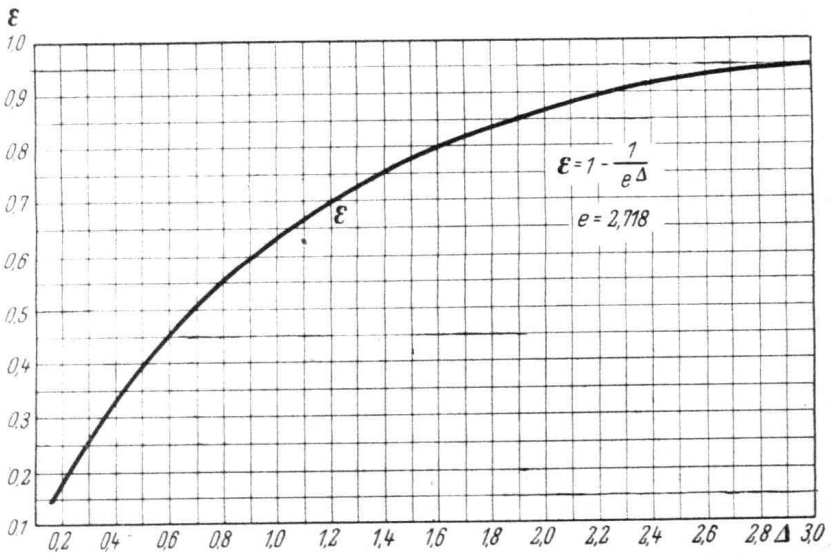


Bild 9

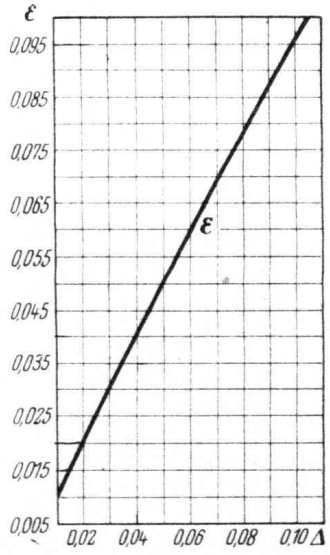
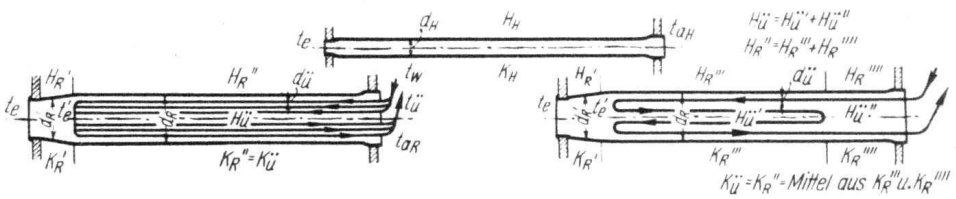


Bild 10



Lok. Bauart	Reihe	01	03	41	45 I. Ausf.	50	24	44 alte Ausf.	84	86
Kesseldruck p_K	Atü	16	16	20	20	16	14	14	20	14
Rostfläche R	m^2	4,5	4,05	4,0	5,04	3,9	2,04	4,7	3,76	2,34
Heizfl. d. Feuerb. fbr. H_b	m^2	17,0	16,1	16,1	18,8	15,9	8,7	18,0	14,2	10,0
Heizfl. d. Heizr. " H_H	m^2	147,0	116,5	117,9	130,0	90,4	53,7	113,0	107,3	61,4
Anzahl d. Heizr.	Stück	106	84	85	72	113	114	127	158	110
Innerer Durchm. d. Heizr. d_H	cm	6,5	6,5	6,5	7,65	4,9	3,95	4,9	4,6	3,95
Heizfl. d. Rauchr. $H_R=H_R'+H_R''+H_R'''$	m^2	83+4,9+78,1	69,6+4,1+65,5	69,6+4,1+65,5	140,2+6,3+133,9	71,3+8,2+63,1	42,0+4,4+33,1+4,5	106+8,4+79,4+18,2	88,6+6,9+64,9+16,8	45,9+4,7+37,1+4,1
Anzahl d. Rauchr.	Stück	24	20	20	33	35	32	43	48	26
Innerer Durchm. d. Rauchr. d_R	cm	16,3	16,3	16,2	18,0	12,5	11,0	13,5	12,5	12,5
Innerer " " " d_R'	cm	15,3	15,3	15,2	17,0	11,5	10,5	12,5	11,5	11,5
Länge d. Heiz.- u. Rauchrohre l	mm	6800	6800	6800	7500	5200	3800	5800	4700	4500
Heizfl. des Kessels H_v	m^2	247,0	202,2	203,6	289,0	177,6	104,4	237	210,1	117,3
Bauart der Überhiter		Überhitzer Bauart „Wagner"					Überhitzer Bauart „Schmidt"			
Heizfl. d. Überhitzer $H_{\ddot{u}}=H_{\ddot{u}}'+H_{\ddot{u}}''$	m^2	84	70	72,2	132,5	63,6	36,1+33,1+3,0	100+89,8+10,2	85+73,6+11,3	47+44,5+2,5
Anzahl d. Überh. Rohre in 1 Rauchr. z	Stück	6	6	6	6	4	4	4	4	4
Außendurchm. d. Überh. Rohre $d_{\ddot{u}}$	cm	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	2,9	3,8	3,8	3,8
Temperatur d. Kesselwassers t_w	°Cels.	203	203	214	214	203	197	197	214	197
Heizwert der Kohle H_u	WE/kg	Heizwert der Steinkohle 7000 WE								
Freier Heizrohrquerschnitt a_H	cm^2	3517	2787	2820	3309	2131	1396	2395	2626	1347
Freier Rauchrohrquerschnitt a_R	cm^2	4057	3381	3275	6997	3305	2196	4204	3713	2011
Kesselbeanspruchung Dm^2_{Hv}	kg/m^2	30 57	30 57	30 57	30 57	30 57	30 57	30 57	30 57	30 57
Kohlenverbrauch i. d. Std. B	kg/h	960 2070	760 1610	740 1580	1140 2460	650 1350	380 810	875 1845	820 1770	420 885
Rostbeanspruchung B_o	kg/m^2	215 460	190 400	185 395	225 490	165 350	185 400	185 390	220 470	180 380
Rostbeanspruchungsziffer		1,50 3,25	1,33 2,80	1,30 2,76	1,58 3,43	1,15 2,45	1,30 2,80	1,30 2,73	1,54 3,29	1,30 2,66
Rauchgase aus 1kg Kohle G_o n. Bild 1	kg/kg	15,0 14,1	15,0 14,4	15,0 14,4	14,9 14,0	15,1 14,5	15,0 14,4	15,0 14,3	14,9 14,1	15,0 14,5
Luftüberschuß λ n. Bild 2		1,44 1,36	1,45 1,38	1,45 1,38	1,43 1,35	1,46 1,40	1,45 1,38	1,45 1,38	1,44 1,36	1,45 1,39
Wirkungsgrad d. Feuerung η_f n. Bild 3		0,95 0,91	0,96 0,92	0,96 0,92	0,95 0,90	0,97 0,93	0,96 0,92	0,96 0,92	0,95 0,91	0,96 0,91
Gesamtrauchgase $G=B\cdot H_u\cdot\eta_f$	kg/h	13700 26600	10900 21400	10700 21000	16200 31000	9500 18200	5100 10700	12600 24300	11600 22600	6000 11800
Wertziffer χ des Verh. $\frac{G_u}{q_R}$	Bild 4	1,20	1,17	1,20	0,96	1,06	1,07	1,03	1,11	1,08
Verteilg d. Rauchgase $\frac{G_R}{G}=\frac{q_R}{q_R+q_H}\cdot\chi$		0,64	0,64	0,64	0,65	0,64	0,65	0,66	0,65	0,65
Rauchgase i. d. Rauchr. $G_R=G\cdot\frac{G_R}{G}$	kg/h	8800 17000	7000 13700	6800 13400	10500 20100	6100 11600	3600 7000	8300 16000	7500 14700	3900 7700
Rauchgase i. d. Heizr. $G_H=G-G_R$	kg/h	4900 9600	3900 7700	3900 7600	5700 10900	3400 6600	1900 3700	4300 8300	4100 7900	2100 4100
Rauchgase in 1 Heizr. $\frac{G_H}{n_H}$	kg/h	47 90	46 92	46 89	79 151	30 58	17 32	34 65	26 51	19 38
Rauchgase - 1 Rauchr. $\frac{G_R}{n_R}$	kg/h	367 708	350 690	340 670	321 612	174 334	112 219	193 374	158 308	150 296
Wärmedurchgangszahlen der Heizrohre $K_H=\frac{24}{d_H^{1,74}}\cdot\left(\frac{G_H}{n_H}\right)^{0,79}$ n. Bild 5	WE/kg	19 33	19 33	19 32	22 37	22 37	20 34	24 40	22 38	21 39
Hint. Ende der Rauchrohre $K_R'=\frac{27}{d_R^{1,74}}\cdot\left(\frac{G_R}{n_R}\right)^{0,79}$ n. Bild 6	WE/kg	25 41	24 40	24 40	19 31	23 38	19 32	21 35	21 36	20 35
Ersatzdurchm. d_{ERS} nach Bild 7 a-d	cm	13,3	13,3	13,1	15,1	10,0	8,3 / 9,6	10,1 / 11,6	8,9 / 10,3	8,9 / 10,3
Rauch- u. Überh. Rohre $K_{\ddot{u}}=\frac{29}{d_{ERS}^{1,74}}\left(\frac{G_R}{n_R}\right)^{0,79}$ n. Bild 7		33 56	32 54	33 55	25 41	31 52	28/24 27 50/41 49	34/27 33 57/45 55	37/26 35 61/45 59	35/25 34 59/44 58
Rauchgastemp. a. d. Feuerb. Rohrw.	$\frac{R}{H_b}$	0,265	0,252	0,25	0,268	0,25	0,23	0,261	0,265	0,234
$t_e=670\cdot(10\cdot A\cdot\frac{R}{H_b})^{0,3}-100\cdot(A\frac{R}{H_b})^3$ n. Bild 8	°Cels.	1005 1210	955 1165	950 1160	1025 1220	915 1125	925 1140	960 1165	1010 1210	930 1125
$\Delta_H=\frac{H_H\cdot K_H}{c_G\cdot G_H}$ $c_G=0,27$ ε_H n. Bild 9		2,11 1,87	2,11 1,86	2,12 1,84	1,85 1,64	2,17 1,88	2,09 1,83	2,35 2,03	2,14 1,92	2,28 2,17
		0,88 0,845	0,88 0,84	0,885 0,84	0,84 0,80	0,89 0,85	0,88 0,84	0,91 0,87	0,885 0,885	0,90 0,89
Austrittstemp. aus d. Heizrohren	°Cels.	299 355	293 356	300 365	344 411	280 342	284 348	265 324	305 359	270 299
$t_{aH}=t_e-(t_e-t_w)\cdot\varepsilon_H$										
$\Delta_R'=\frac{H_R'\cdot K_R'}{c_G\cdot G_R}$ $c_G=0,29$ ε_R' n. Bild 10		0,048 0,041	0,048 0,041	0,050 0,042	0,039 0,033	0,106 0,094	0,080 0,069	0,073 0,063	0,066 0,058	0,083 0,074
		0,048 0,041	0,048 0,041	0,050 0,042	0,039 0,033	0,100 0,090	0,077 0,067	0,071 0,062	0,064 0,057	0,080 0,072
Austrittstemp. a. d. hint. Rauchr. Enden	°Cels.	967 1169	919 1126	913 1120	993 1187	844 1042	854 1077	906 1105	959 1153	871 1058
$t_e'=t_e-(t_e-t_w)\cdot\varepsilon_R'$										
$H_i=H_{\ddot{u}}+H_R''$	m^2	162,1	135,5	137,7	266,4	126,7	73,7	197,6	166,7	88,2
$\Delta_R''=\frac{H_i\cdot K_R}{c_G\cdot G_R}$ $c_G=0,27$		2,26 1,95	2,30 1,98	2,48 2,10	2,35 2,01	2,40 2,11	2,05 1,91	2,91 2,50	2,88 2,48	2,85 2,46
$\varrho=\frac{H_{\ddot{u}}}{H_R''}$ ε_K n. Bild 9		0,90 0,86	0,90 0,865	0,92 0,88	0,91 0,87	0,91 0,88	0,875 0,85	0,94 0,92	0,94 0,92	0,94 0,915
		1,07	1,06	1,09	0,99	1,01	0,96	1,02	1,03	1,19
Geschätzte Dampferzeug. i. d. Std. D	kg/h	7400 14000	6100 11500	6100 11500	8600 16500	5300 10000	3100 5900	7000 13400	6300 11900	3500 6700
Überhitzertemperatur $t_{\ddot{u}}=\frac{0,985\cdot(t_e'-t_w)\cdot\frac{\varepsilon''}{\Delta_R''}}{1+\frac{\varepsilon''}{\Delta_R''}\cdot\varrho}+t_w$	°Cels.	366 408	351 396	359 404	379 414	332 373	326 371	357 390	372 417	338 382
$\frac{D\cdot c_D}{H_{\ddot{u}}\cdot K_{\ddot{u}}}+\frac{\varepsilon''}{2\cdot(1+\varrho)}$ $c_D=0,56$										
$t_{\ddot{u}m}=(t_{\ddot{u}}+t_w)\cdot0,515$	°Cels.	293 315	285 308	295 318	306 324	276 296	270 293	285 302	302 325	276 298
$K_i=\varrho\cdot K_{\ddot{u}}+K_R''$		68 116	66 111	69 115	49 81	63 105	53 96	67 99	71 112	74 127
$t_i=\frac{t_w\cdot K_R''+\varrho\cdot K_{\ddot{u}}\cdot t_{\ddot{u}m}}{K_i}$	°Cels.	250 260	245 256	256 268	260 268	240 250	234 244	242 250	258 270	240 251
Austrittstemp. aus d. Rauchrohren $t_{aR}=t_e'-(t_e'-t_i')\cdot\varepsilon_R''$	°Cels.	322 389	313 374	308 370	325 387	294 354	312 370	281 319	301 339	279 323
Mittl. Temperaturunterschied für den Wärmedurchg. durch d. Rauchr. Heizfl. $t_m-t_w=\frac{t_e'-t_{aR}}{\Delta_R''}+(t_i-t_w)$	°Cels.	322 457	306 436	286 411	330 452	266 373	301 417	260 367	273 384	250 352
Mittl. Temperaturunterschied für den Wärmedurchgang durch d. Überh. Heizfl. $t_m-t_{\ddot{u}m}=\frac{t_e'-t_{aR}}{\Delta_R''}-\left(\frac{t_i-t_w}{\varrho}\right)$	°Cels	241 347	224 333	205 307	237 343	192 279	225 321	171 262	186 273	170 252

Tafel 1

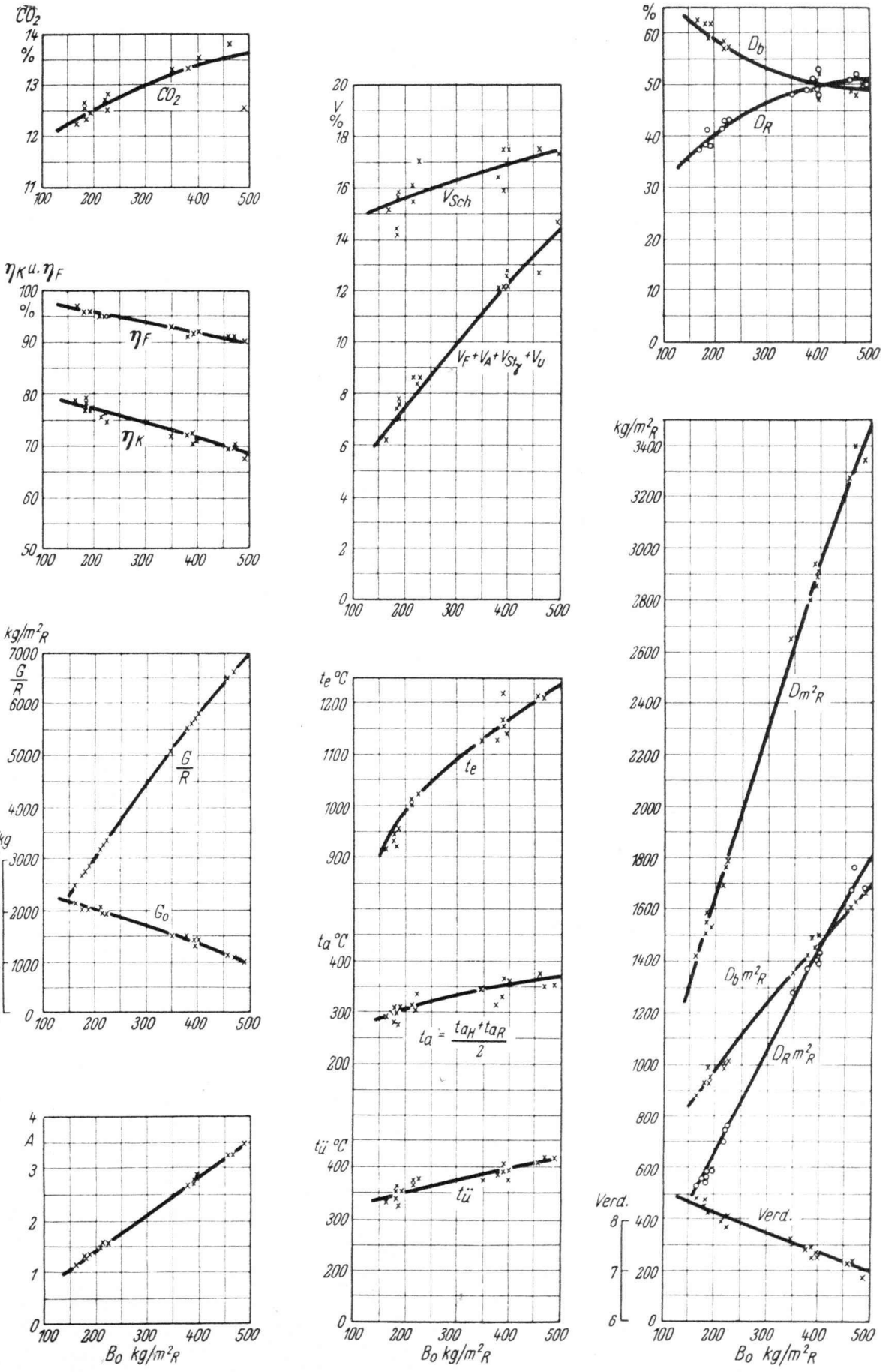
a) Kesselleistung bei einer Kesselbeanspruchung von ~ 30 kg/m²$_H$

Lok. Bauart Reihe		01	03	41	45 I. Ausf.	50	24	44 alte Ausf.	84	86
Abgegebene Wärme an:										
die Feuerb. $Q_b' = \eta_F \cdot B \cdot (H_u - G_o \cdot c_m t_e)$	WE/h	2 708 000	2 327 400	2 273 300	3 140 700	2 112 200	1 214 800	2 671 200	2 321 400	1 330 500
− Strahlg. i. d. Aschk. V_A = 2% von Q·B	"	134 400	106 400	103 600	159 600	91 000	53 200	122 500	114 800	58 800
bleibt Q_b $c_m t_e$ n. Bild 11	"	2 573 600	2 221 000	2 169 700	2 981 100	2 021 200	1 161 600	2 548 700	2 206 600	1 271 700
die Heizrohre $Q_H = G_H \cdot c_G \cdot (t_e - t_{aH})$	"	934 000	697 100	684 400	1 048 000	582 900	328 800	820 900	780 400	374 200
die Rauchr. hint. $Q_R' = G_R \cdot c_G'(t_e - t_e')$	"	96 900	73 000	72 900	97 400	125 600	74 100	129 900	110 900	66 700
die Rauchr. $Q_R'' = H_R'' \cdot K_R'' \cdot (t_m - t_w)$	"	855 600	641 300	618 200	1 104 600	520 300	305 500	837 400	780 600	350 200
$Q_b + Q_H + Q_R' + Q_R''$		4 460 100	3 632 400	3 545 200	5 231 100	3 250 000	1 870 000	4 336 900	3 878 500	2 062 800
− Strahlg. des Kessels = V_K = 1% von Q	"	67 200	53 200	51 800	79 800	45 500	26 600	61 200	57 400	29 400
das Kesselwasser Q_K	"	4 392 900	3 579 200	3 493 400	5 151 300	3 204 500	1 843 400	4 275 700	3 821 100	2 033 400
den Überhitzer $Q_Ü = H_Ü \cdot K_Ü \cdot (t_m - t_{üm})$	"	668 000	501 700	488 400	785 000	378 500	219 300	564 300	553 300	271 600
im Ganzen $Q_K + Q_Ü$	"	5 060 900	4 080 900	3 981 800	5 936 300	3 583 000	2 062 700	4 840 000	4 374 400	2 305 000
Rauchgasverluste aus:										
den Heizrohren $V_H = G_H \cdot c_m t_{aH}$	WE/h	367 500	288 600	296 400	495 900	241 400	136 800	283 800	315 700	142 800
den Rauchrohren $V_R = G_R \cdot c_m t_{aR}$	"	712 800	553 000	530 400	861 000	451 400	280 800	581 000	570 000	273 000
im Ganzen $V_H + V_R$ $c_m t$ n. Bild 11	"	1 080 300	841 600	826 800	1 356 900	692 800	417 600	864 800	885 700	415 800
Abrechnung der Wärme:		%	%	%	%	%	%	%	%	%
Abgabe an den Kessel $Q_K + Q_Ü$	WE/h	5 060 900 75,3	4 080 900 76,6	3 981 800 76,8	5 936 300 74,4	3 583 000 78,7	2 062 700 77,5	4 840 000 79,0	4 374 400 76,2	2 305 000 78,4
Abgasverluste $V_H + V_R = V_{Sch}$	"	1 080 300 16,1	841 600 15,8	826 800 15,8	1 356 900 17,0	692 800 15,2	417 600 15,7	864 800 14,1	885 700 15,4	415 800 14,1
Verbrennungsverluste V_F	"	336 000	212 800	207 200	399 000	136 500	106 400	245 000	287 000	117 600
Strahlung i. d. Aschkasten V_A	"	134 400 } 18,6	106 400 } 7,6	103 600 } 7,4	159 600 } 8,6	91 000 } 6,1	53 200 } 7,8	122 500 } 6,9	114 800 } 8,4	58 800 } 7,5
Strahlungsverlust d. Kessels V_{Str}	"	67 200	53 200	51 800	79 800	45 500	26 600	61 200	57 400	29 400
Ungenauigk. Verlust V_U	"	41 200	25 100	8 800	48 400	1 200	− 6 300	− 8 500	20 700	13 400
Wärme aus der Kohle $Q = B \cdot H_u$	"	6 720 000 100	5 320 000 100	5 180 000 100	7 980 000 100	4 550 000 100	2 660 000 100	6 125 000 100	5 740 000 100	2 940 000 100
Dampferzeugung $D_h = \frac{Q_K}{\lambda}$ λ 576	kg/h	7620	6210	6060	8950	5560	3200	7420	6630	3550
Kesselbeanspr. $D_{m^2H} = \frac{D_H}{H_V}$	kg/m²	30,8	30,7	30,0	30,9	31,3	30,6	31,3	31,5	30,3
Wirkungsgrad:										
des Kessels $\eta_K = \frac{Q_K + Q_Ü}{Q}$	%	75,3	76,6	76,8	74,4	78,7	77,5	79,0	76,2	78,4
der Feuerung η_F	"	95	96	96	95	97	96	96	95	96
der Heizfläche $\eta_H = \frac{\eta_K}{\eta_F}$	"	79,2	79,8	80	78,3	81,1	80,7	83,3	80,2	81,6
Rauchgasanalyse $CO_2 = \frac{0{,}65 \cdot \frac{t_{aH} + t_{aR}}{2}}{(V_H + V_R) \text{ in } \%}$	%	12,5	12,4	12,5	12,8	12,2	12,3	12,5	12,7	12,6
Verdampfungsziffer		7,9	8,1	8,2	7,8	8,5	8,4	8,4	8,1	8,4

b) Kesselleistung bei einer Kesselbeanspruchung von ~ 57 kg/m²$_H$

Lok. Bauart Reihe		01	03	41	45 I. Ausf.	50	24	44 alte Ausf.	84	86
Abgegebene Wärme an:										
die Feuerbüchse Q_b'	WE/h	4 483 200	3 628 900	3 590 400	5 180 700	3 264 300	1 900 300	4 192 500	3 785 100	2 062 900
− Strahlung i. d. Aschkasten V_A	"	289 800	225 400	221 200	344 400	189 000	113 400	258 300	247 800	123 900
bleibt Q_b	"	4 193 400	3 403 500	3 369 200	4 836 300	3 075 300	1 786 900	3 934 200	3 537 300	1 939 000
die Heizrohre Q_H	"	2 216 100	1 681 900	1 631 300	2 380 900	1 395 300	791 200	1 884 700	1 815 200	914 400
die Rauchrohre hinten Q_R'	"	202 100	154 900	155 400	192 300	279 300	127 900	278 400	242 900	149 600
die Rauchr. i. Überhitzer Teil Q_R''	"	1 998 700	1 542 100	1 480 600	2 481 400	1 223 900	768 300	1 970 000	1 851 000	841 100
$Q_b + Q_H + Q_R' + Q_R''$	"	8 610 300	6 782 400	6 636 500	9 890 900	5 973 800	3 474 300	8 067 300	7 446 400	3 844 100
− Strahlung d. Kessels V_K	"	144 900	112 700	110 600	172 200	94 500	56 700	129 100	123 900	61 900
das Kesselwasser Q_K	"	8 465 400	6 669 700	6 525 900	9 718 700	5 879 300	3 417 600	7 938 200	7 322 500	3 782 200
den Überhitzer $Q_Ü$	"	1 632 200	1 258 700	1 219 100	1 863 300	922 700	567 800	1 441 000	1 369 100	686 900
im Ganzen $Q_K + Q_Ü$	"	10 097 600	7 928 400	7 745 000	11 582 000	6 802 000	3 985 400	9 379 200	8 691 600	4 469 100
Rauchgasverluste aus:										
den Heizrohren V_H	WE/h	864 000	693 000	699 200	1 144 500	574 200	325 600	672 300	718 900	307 500
den Rauchrohren V_R	"	1 683 000	1 287 800	1 246 200	1 969 800	1 032 400	651 000	1 296 000	1 249 500	631 400
im Ganzen $V_H + V_R$	"	2 547 000	1 980 800	1 945 400	3 114 300	1 606 600	976 600	1 968 300	1 968 400	938 900
Abrechnung der Wärme:		%	%	%	%	%	%	%	%	%
Abgabe an den Kessel $Q_K + Q_Ü$	WE/h	10 097 600 69,7	7 928 400 70,3	7 745 000 70,0	11 582 000 67,2	6 802 000 71,9	3 985 400 70,2	9 379 200 72,6	8 691 600 70,1	4 469 100 72,1
Abgasverluste $V_H + V_R = V_{Sch}$	"	2 547 000 17,6	1 980 800 17,5	1 945 400 17,5	3 114 300 18,1	1 606 600 17,0	976 600 17,2	1 968 300 15,3	1 968 400 15,9	938 900 15,2
Verbrennungsverluste V_F	"	1 304 100	901 600	884 800	1 722 000	661 500	453 600	1 033 200	1 115 100	557 500
Strahlung i. d. Aschkasten V_A	"	289 800 } 12,7	225 400 } 12,2	221 200 } 12,5	344 400 } 14,7	189 000 } 11,1	113 400 } 12,6	258 300 } 12,1	247 800 } 14,0	123 900 } 12,7
Strahlg.-Verlust d. Kessels V_{Str}	"	144 900	112 700	110 600	172 200	94 500	56 700	129 100	123 900	61 900
Ungenauigk. Verlust V_U	"	106 600	121 100	153 000	285 100	96 400	84 300	146 900	243 200	43 700
Wärme aus der Kohle Q	"	14 490 000 100	11 270 000 100	11 060 000 100	17 220 000 100	9 450 000 100	5 670 000 100	12 915 000 100	12 390 000 100	6 195 000 100
Dampferzeug. d. Kessels D_h	kg/h	14690	11580	11330	16870	10200	5930	13780	12710	6560
Kesselbeanspruchung D_{m^2H}	kg/m²	59,4	57,2	55,6	58,3	57,4	56,8	58,1	60,5	55,9
Wirkungsgrad										
des Kessels η_K	%	69,7	70,3	70,0	57,2	71,9	70,2	72,6	70,1	72,1
der Feuerung η_F	"	91	92	92	90	93	92	92	91	91
der Heizflächen η_H	"	76,6	76,4	76,1	74,7	77,3	76,3	78,9	77,0	79,2
Rauchgasanalyse CO_2		13,8	13,5	13,6	12,5	13,3	13,5	13,7	14,3	13,3
Verdampfungsziffer		7,1	7,3	7,2	6,8	7,6	7,3	7,5	7,2	7,4

Tafel 2


CO_2
%
CO_2
η_K u. η_F
η_F
η_K
kg/m²R
$\frac{G}{R}$
kg/kg
G_o
A
B_o kg/m²R
V %
V_{Sch}
$V_F + V_A + V_{St_y} + V_U$
te °C
te
ta °C
$t_a = \frac{t_{aH} + t_{aR}}{2}$
tü °C
tü
%
D_b
D_R
kg/m²R
$D_m{}^2{}_R$
$D_b m^2{}_R$
$D_R m^2{}_R$
Verd.
Verd.

Tafel 3

b) die Heizrohre $Q_H = G_H \cdot c_G \cdot (t_e - t_{aH})$

c) die hinten unbesetzten Enden der Rauchrohre $Q_R' = G_R \cdot c_G' \cdot (t_e - t_e')$

d) die Rauchrohre im besetzten Teil $Q_R'' = H_R'' \cdot K_R'' \cdot (t_m - t_w)$

Mittlerer Wärmeinhalt $c_m t$ der Rauchgase bei einer Heizgastemperatur t ° Cels. nach Bild 11

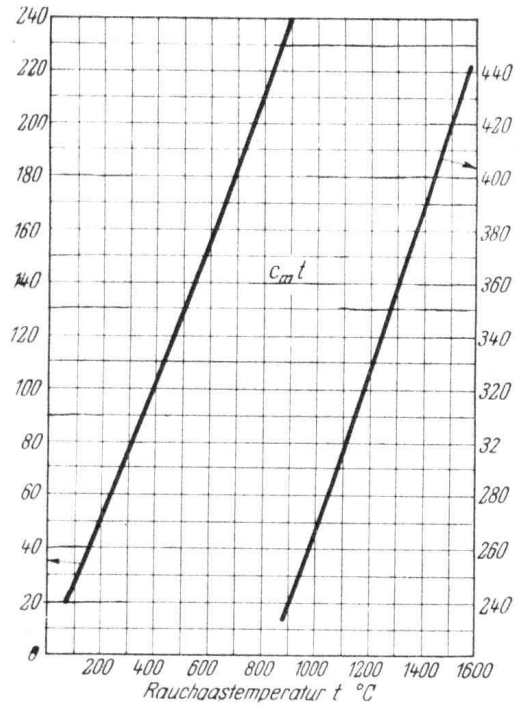


Bild 11:

17. Wärmemenge zur Wasserverdampfung im Kessel $Q_K = Q_b + Q_H + Q_R' + Q_R'' - 1\,\%$ v. Q für Ausstrahlung des Kessels

18. Wärmemenge zur Überhitzung des trockenen Kesseldampfes
$$Q_ü = H_ü \cdot K_ü \cdot (t_m - t_{üm})$$

19. Abgasverluste (sog. Schornsteinverluste) aus:
a) den Heizrohren $V_H = G_H \cdot c_m \cdot t_{aH}$
$c_m t$ bei der Temperatur t nach Bild 11
b) den Rauchrohren $V_R = G_R \cdot c_m t_{aR}$

20. Verbrennungsverluste $V_F = Q \cdot (100 - \eta_F)$

21. Strahlungsverluste
a) in den Aschkasten $V_A = Q \cdot 0{,}02$
b) des Kessels $V_{Str} = Q \cdot 0{,}01$

22. Ungenauigkeitsverlust der Wärmeberechnung gegenüber der Gesamtwärme
$$V_u = Q - [(Q_R + Q_ü) + V_F + V_A + V_{Str} + (V_H + V_R)]$$

23. Wirkungsgrad des Kessels $\eta_K = \frac{(Q_K + Q_ü) \cdot 100}{Q}\,\%$

24. Wirkungsgrad der Feuerung η_F (siehe unter 3.)

25. Wirkungsgrad der Heizfläche $\eta_H = \frac{\eta_K}{\eta_F}\,\%$

26. Dampferzeugung des Kessels in der Stunde
$D_h = \frac{Q_K}{\lambda}$ kg/h Erzeugungswärme $\lambda = 666 - 90 =$ 576 bei 90° Vorwärmung

27. Kesselbeanspruchung auf 1 m² feuerber. Kesselheizfläche $D_m{}^2{}_H = \frac{D_h}{H_v}$

28. Kohlensäuregehalt der Rauchgase
$$CO_2 = 0{,}65 \cdot \frac{\frac{t_{aH} + t_{aR}}{2}}{(V_H + V_R) \text{ in } \%}$$ Siegertsche Annäherungsformel

In Tafel 1 und 2 ist die Durchrechnung der Kessel der wichtigsten Einheits-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn nach vorstehenden Formeln für eine geringe Kesselbeanspruchung von etwa 30 kg/m² und eine Grenzbeanspruchung von etwa 57 kg/m² durchgeführt. In guter Übereinstimmung mit den von Prof. Nordmann angegebenen Versuchswerten (Organ Heft 10 vom 15. Mai 1930) bewegt sich der Kesselwirkungsgrad η_K bei geringer Kesselbeanspruchung zwischen 74—79 %, an der Kesselgrenze zwischen 67—72 % bei einem Abgasverlust (Schornsteinverlust) $V_H + V_R$ von 14—17 % für geringe und 15—18 % für hohe Kesselbeanspruchung. Der Kohlensäuregehalt CO_2 der Rauchgase schwankt zwischen 12,2—12,8 % für geringe und 12,5 bis 14,3 % für hohe Kesselbeanspruchung.

In Tafel 3 sind über den Rostbeanspruchungen B_o die Rostanstrengungsziffer A, das aus der Kohle erzeugte Gasgewicht $\frac{G}{R}$ bezogen auf 1 m² Rostfläche, das Gasgewicht Go aus 1 kg Kohle, der Kesselwirkungsgrad η_K und der Kohlensäuregehalt CO_2 der Rauchgase aufgetragen, ferner die Temperatur des überhitzten Dampfes $t_ü$, die mittlere Rauchgastemperatur t_a beim Eintritt in die Rauchkammer und die Rauchgastemperatur t_e an der Feuerbüchsrohrwand, sowie der Schornsteinverlust $V_{Sch} = V_H + V_R$ und die Verluste der Feuerung auf dem Rost, der Abstrahlung und der Ungenauigkeit der Rechnung $V_F + V_A + V_{Str} + V_U$. Auf der rechten Seite der Tafel 3 ist gleichfalls über den Rostbeanspruchungen die Verdampfungsziffer Verd. sowie die Dampferzeugung $D_m{}^2{}_R$ bezogen auf 1 m² Rostfläche und ihr Anteil $D_{bm}{}^2{}_R$ durch die Feuerbüchsheizfläche und $D_{Rm}{}^2{}_R$ durch die Rohrheizfläche dargestellt. Darüber befindet sich der prozentuale Anteil der Dampferzeugung der Feuerbüchse D_b und der Heiz- und Rauchrohre D_R von der Gesamtdampferzeugung D_h.

Die eingetragenen Werte lassen sich zu Schaulinien vereinigen, die eine gute Beurteilung der Wärmeverteilung im Lokomotivkessel bei gegebener Rostbeanspruchung zulassen. Voraussetzung hierbei ist, daß der zu untersuchende Kessel im Einklang ist mit den Durchschnittsverhältniszahlen aus der Kesselheizfläche H_v (ohne Überhitzer) zur Feuerbüchs- H_b, Heizrohr- H_H, Rauchrohr- H_R und Überhitzerrohrheizfläche $H_ü$, der in Blatt 1 und 2 untersuchten Einheits-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Es muß also sein:

$$\frac{H_v}{H_b} = 12\text{—}14 \quad \frac{H_v}{H_H} = \sim 1{,}9 \quad \frac{H_v}{H_R} = \sim 2{,}6 \quad \frac{H_v}{H_ü} = \sim 2{,}6$$

Außerdem gelten sämtliche Werte bei Verfeuerung einer Steinkohle von 7000 WE. Die Abmessungen der Saugzuganlage sind so zu bemessen, daß nach der Schaulinie in Tafel 3 etwa die zur jeweiligen Rostanstrengungsziffer gehörige Luftleere (Vacc) in der Rauchkammer entsteht.

Dynamische Raddrucke auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Lokomotivmassen

Von Professor W. Farmakowsky, Belgrad

Der statische Raddruck auf die Schiene ist

$$P_s = P_0 + P_m$$

wenn

$P_0 = Mg$ — gefedertes Gewicht und $P_0 = cf_s$, worin c die Federcharakteristik in in kg/m und f_s die Federdurchbiegung in m unter dem Gewicht P_0

$P_m = mg$ — ungefedertes Gewicht: Gewicht des halben Radsatzes mit Lager, Feder und zugehörigem Stangengewicht sind.

Bei der Lokomotivbewegung veranlassen die Unebenheiten der Schienenstöße, die Schienendurchbiegungen zwischen den Schwellen, die Einsenkung des Gleises unter der rollenden Last, die senkrechten Massenkräfte des Triebwerkes, die Quermassenkräfte beim Schlingern, die senkrechten Kreuzkopfdrücke usw. Schwingungen des gefederten Gewichtes P_0, die zusätzliche Durchbiegungen der Feder $\pm f_d$ hervorrufen.

Dabei erhält man den zusätzlichen dynamischen Raddruck auf die Schiene, der sehr erheblich sein und unter Umständen gefährliche Ausmaße annehmen kann, die zu Schienenbrüchen, Entgleisungen usw. führen können. Dieser zusätzliche dynamische Raddruck ist gleich

$$\triangle P = \pm cf_d$$

Sämtliche Schwingungsursachen, die jeweils gleichzeitig zusammenwirken, kann man durch eine angenommene Unebenheit der Schiene f nach Bild 1 sinngemäß ersetzen, was die Untersuchung wesentlich vereinfacht.

Bild 1 zeigt ein vereinfachtes Schema, in dem eine gefederte Masse M mit einer ungefederten Masse m mittels einer Feder (ohne Dämpfungswirkung) verbunden ist; dabei bewegt sich das ganze System translatorisch mit der Geschwindigkeit V m/s und zu gleicher Zeit rollt das Rad B auf der Schiene. Wenn das Rad gegen die Unebenheit f anrollt, verschiebt sich der Momentpol der Systemdrehung von a nach a_1; dementsprechend wird der Schwerpunkt der Masse m von B nach B_1 verlegt, wobei BB_1 einen Kreisbogen mit dem Radhalbmesser r um a_1 als Mittelpunkt darstellt.

Die Fahrtgeschwindigkeit V ergibt jetzt zwei Komponenten, und zwar eine V_u in der Richtung B_1 a_1 — das ist die Stoßgeschwindigkeit gegen die Schienenunebenheit — und eine zweite V_t in der Tangentialrichtung zur Schwerpunktbahn zur Masse m; diese ist gleich $V_t = V \cos \alpha$. Sie ergibt weiter die lotrechte Geschwindigkeit des Radschwerpunktes $V_1 = V_t \cos (90° - d)$, und es wird also

$$V_1 = V \cos \alpha \sin \alpha.$$

Aus Bild 1 geht hervor, daß

$$\cos \alpha = \frac{r - f}{r}$$

und

$$\sin \alpha = \frac{1}{r} \sqrt{r^2 - (r - f)^2} \approx \sqrt{2 \frac{f}{r}}$$

sind, woraus folgt, daß, wenn f gegenüber r sehr klein ist, die lotrechte Geschwindigkeit von m

$$V_1 = V \sqrt{2 \frac{f}{r}}$$

wird.

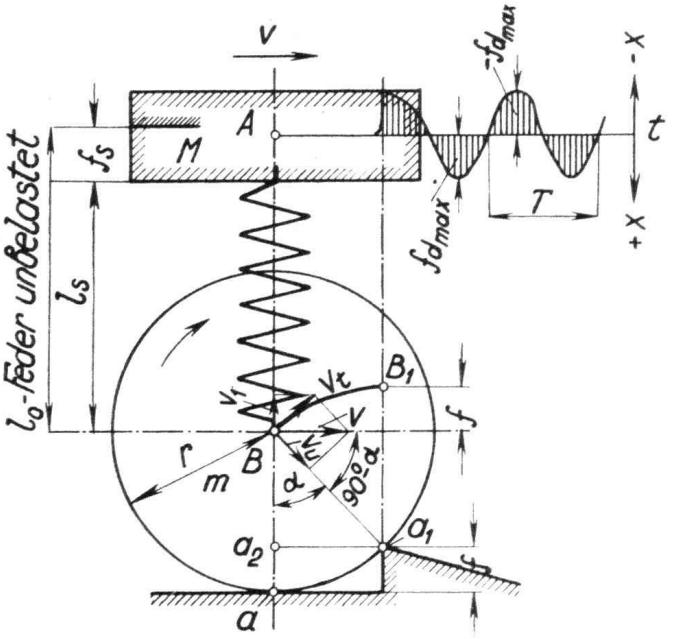


Bild 1: Schema der Federungsverhältnisse

Diese lotrechte Radgeschwindigkeit V_1 hat ihren hier errechneten Höchstwert $V_1 = V \sqrt{2 \frac{f}{r}}$ nur im ersten Augenblick der Berührung des Rades mit der Schienenunebenheit f und verkleinert sich dann allmählich bis auf $V_1 = 0$ in der oberen Radstellung B_1.

Jetzt kann man die Stoßarbeit der ungefederten Masse m in der lotrechten Richtung annäherungsweise berechnen: da vor dem Stoße $V_1 = 0$ ist, so ergibt sich die Stoßenergie der Masse m zu (in mkg)

$$A_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_m}{g} \cdot V^2 \cdot 2 \frac{f}{r} = \frac{P_m}{g} V^2 \frac{f}{r}$$

Diese Stoßenergie, die durch die Feder auf die gefederte Masse M übertragen wird, verursacht bei fehlender Dämpfungskraft der Feder eine Schwingung der gefederten Masse M nach der Gleichung

$$Mx + cx - P_0 + cf_s = 0.$$

Da aber $P_0 = cf_s$ ist, so erhält man die Schwingungsgleichung

$$Mx + cx = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

d. h., man erhält harmonische Schwingungen der gefederten Masse M. Die Stoßenergie A_1 geht also in harmonische Schwingungen A_2 über, welche, wie bekannt, immer dem Amplitudenquadrat proportional bleiben, d. h.

$$A_2 = \lambda_1 f_d^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

und somit

$$A_1 = A_{2\,max}$$

oder

$$\lambda f d^2_{max} = \frac{P_m}{g} V^2 \frac{f}{r} \quad . \quad . \quad (2)$$

worin

λ — den Proportionalbeiwert

bedeutet.

Den Höchstwert der Schwingungsenergie A_2 kann man auch wie folgt ermitteln:

$$A_{2\,max} = \frac{1}{2} M w^2_{max} = \frac{1}{2} \frac{P_o}{g} \left(f d_{max} \sqrt{cg/P_o} \right)^2 = \frac{1}{2} c f^2 d_{max} \quad (3)$$

Die obige Gleichung (3) erhält man nach der Bestimmung der Schwingungsgeschwindigkeit $w = x$ aus der Differentialgleichung

$$w = x = f d_{max} \sqrt{c/M} \cos \left(t \sqrt{c/M} \right)$$

und

$$w_{max} = f d_{max} \sqrt{c/M} = f d_{max} \sqrt{gc/P_o}$$

Aus dem Vergleich der Gleichungen (1) und (3) folgt für den Beiwert

$$\lambda = \frac{1}{2} c.$$

Jetzt kann man die größte dynamische Federbiegung fd_{max} errechnen, und zwar ist

$$f d_{max} = \pm \sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{P_m}{g} V^2 \frac{f}{r}}$$

oder

$$f d_{max} = \pm \sqrt{\frac{2}{c} \cdot \frac{P_m}{g} V^2 \frac{f}{r}}$$

Dementsprechend ist der größte zusätzliche dynamische Raddruck auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Masse M

$$\triangle P_{max} = \pm c f d_{max} = \pm \sqrt{2c \cdot \frac{P_m}{g} V^2 \frac{f}{r}} \quad . \quad . \quad (4)$$

Wenn die Feder eine Dämpfungskraft k x besitzt, wie es bei gewöhnlichen Blattfedern der Fall ist, so erhält man die Differentialgleichung der gedämpften Schwingungen der gefederten Masse M

$$Mx + kx \pm cx = 0.$$

Für gewöhnliche Blattfedern ist die Dämpfungskraft kx nicht groß und steigt bis zu höchstens $(kx)_{max} \approx 0{,}09\ P_0$. Dementsprechend wird die größte dynamische Durchbiegung bei der ersten Schwingung fd_{max} (1) nur unbedeutend kleiner als fd_{max} für den Fall der harmonischen Schwingungen; ebenso bleibt die Schwingungszeit praktisch in beiden Fällen die gleiche, und zwar

$$T = 2\pi \sqrt{f d_{max}/g}$$

Aus der Gleichung (4) kann man folgende wichtige Schlüsse ziehen:

1. Der zusätzliche dynamische Raddruck $\triangle P_{max}$ ist um so kleiner, je geringer das ungefederte Gewicht Pm ist. Es ist also empfehlenswert, die ungefederte Masse möglichst klein zu halten: die Radsterne sind aus Leichtmetallguß, die Achsen aus hochwertigem Stahl und hohl zu fertigen; die Stangen sind ebenso aus hochwertigem Stahl oder aus passenden Leichtmetallen zu schmieden. Ferner sollten die Raddurchmesser möglichst klein sein, wozu z. B. der Einzelachsantrieb Möglichkeiten bietet.

2. Man muß die angenommene Unebenheit f möglichst weit verringern, d. h., bei den Schienenstößen keine Höhenunterschiede zulassen, die Durchbiegung der Schienen möglichst begrenzen, die Massenkräfte der beweglichen Maschinenteile und die senkrechten Kreuzkopfdrücke so weit wie möglich herabsetzen.

3. Die Federcharakteristik c ist möglichst klein zu wählen. Doppelfederung und Gummizusatzfederung wären somit von großem Nutzen; allerdings darf die Weichheit der Federn aus anderen Gründen, z. B. der Pufferstellung, nicht zu weit getrieben werden.

4. Die oben erwähnten Folgerungen (1) bis (3) haben um so größere Bedeutung, je höher die Fahrgeschwindigkeit V ist; sie sind also für Schnell- und Schnellstfahrzeuge besonders wichtig.

Zahlenbeispiel:

Ein Lokomotivradsatz von 2 m Raddurchmesser wiegt mit Zubehör etwa Pm = 5700 kg. Die Federcharakteristik sei c = 80 000 kg/m. Es sei bei der Geschwindigkeit v = 28 m/s (≈ 100 km/h) die größte Federung fd_{max} = 0,04 m versuchsweise gefunden.

Aus der Gleichung (4) kann man nun die angenommene äquivalente Schienenunebenheit f finden, welche dieselbe Federdurchbiegung wie sämtliche wirklich wirkende Ursachen ausübt, und zwar ist diese

$$f = \frac{(80\,000 \cdot 0{,}04)^2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}0}{2 \cdot 80\,000 \cdot 5700 \cdot (28)^2} = 0.009^3 \text{ m} \approx 0{,}001 \text{ m}$$

oder 1 mm.

Dabei ist

$$\triangle P = 80\,000 \cdot 0{,}04 = 3200 \text{ kg}.$$

Fährt dieselbe Lokomotive mit der Geschwindigkeit v = 56 m/s (≈ 200 km/h), so erhält man (unter Beibehaltung von f = 0,001 m!) den dynamischen Zusatzdruck auf die Schiene schon im Werte von

$$\triangle P_{200} = 3200 \cdot \sqrt{\left(\frac{56}{28}\right)^2} = 4600 \text{ kg}.$$

Eine Gewichtsverminderung von Pm um 30 %, d. h. auf 4000 kg, vermindert auch $\triangle P_{200}$ wie folgt:

$$\triangle P'_{200} = 4600 \cdot \sqrt{\frac{4000}{5700}} = 3810 \text{ kg}.$$

Werden dabei noch die Räder auf r = 0,6 m verkleinert (z. B. durch Einzelachsantrieb), wodurch Pm noch um weitere 10 % verkleinert wird, so erhält man

$$\triangle P''_{200} = 3810 \cdot \sqrt{\frac{0{,}9}{1{,}0}} \cdot \sqrt{\frac{0{,}6}{1{,}0}} = 2800 \text{ kg}.$$

Durch die Verwendung einer kleineren Federcharakteristik c = 60 000 kg/m (anstatt 80 000) endlich erhält man

$$\triangle P'''_{200} = 2800 \cdot \sqrt{\frac{60000}{80000}} \approx 2440 \text{ kg}.$$

Kriegslokomotiven

Aufmärsche, Truppenverschiebungen und Nachschub erfordern im Kriege eine Anspannung aller Kräfte besonders der Schienenverkehrsmittel. Diesen erhöhten Anforderungen genügen die Betriebsmittel oft nicht, die nach Zahl und Art auf den Friedensverkehr zugeschnitten sind. Dazu kommt, daß die Strecken der eroberten Gebiete meist mit Lokomotiven und Wagen aus der Heimat ausgerüstet werden müssen, weil der Gegner, soweit er irgend konnte, die Fahrzeuge ins eigene Hinterland zurückgeführt hat. In allen größeren europäischen Kriegen hat es daher seit der Zeit, in der die Eisenbahn überhaupt eine Rolle zu spielen begann, auch Kriegslokomotiven gegeben. Man versteht darunter Lokomotiven, die zur Verstärkung des Bestandes im Kriege und nach Kriegserfordernissen gebaut worden sind, und zwar für die Strecken der Normalspurbahnen, nicht der rein militärischen Feldbahnen.

Kriegslokomotiven werden in der Regel für den Güterzugdienst (wozu auch der Wehrmachtsverkehr zählt) gebaut. Da sie auch auf leichtem oder schlecht unterhaltenem Oberbau verkehren müssen, dürfen sie nur einen mittleren Achsdruck aufweisen, und sollen eine führende Laufachse haben. Auf alle im Frieden wohl erwünschten, aber nicht lebenswichtigen Zusatzeinrichtungen soll man verzichten; dadurch wird nicht nur die Fertigung erleichtert und beschleunigt, sondern die Maschinen, die draußen von fremdem Personal gefahren und in vielleicht ganz ungenügend ausgestatteten Betriebswerken unterhalten werden, sind dann auch weniger schadensanfällig und schneller auszubessern. Höher als ein guter Wirkungsgrad und sparsamer Brennstoffverbrauch stehen im Kriege unbedingte Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit.

Im deutsch-französischen Kriege 1870/71 wurden über 4000 km Eisenbahnstrecken Frankreichs von deutschen Militär- und Eisenbahnbehörden betrieben. Hierfür standen ursprünglich 280 deutsche und 50 erbeutete französische betriebsfähige Lokomotiven zur Verfügung, — mit 1 Stück auf je 12 km also eine ganz ungenügende Zahl! Es wurden daher von den Betriebs-Kommissionen 75 Lokomotiven angekauft, neben gerade greifbaren Gelegenheitserwerbungen verschiedener Art auch die bekannten Strousbergschen Normalien, 1B, B1 und Cn2-Lokomotiven[1]). Besonders in der dritten Spielart haben sie sicher den Anforderungen entsprochen, die man vor 70 Jahren an eine Kriegslokomotive stellen konnte. Die Maschinen sind später von den Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen übernommen worden, die die Strecken von der Französischen Ostbahn ohne Fahrzeugbestand erhalten und daher großen Lokomotivmangel hatten. Einzelne dieser Lokomotiven haben noch den ersten Weltkrieg erlebt, waren aber damals den gesteigerten Anforderungen eines neuzeitlichen Kriegsbetriebes natürlich längst nicht mehr gewachsen und standen nur noch im leichten Verschiebe- und Anschluß- oder im Vorheizdienst. An ihre Stelle traten bewährte Naßdampfmaschinen der deutschen Staatseisenbahn-Verwaltungen, besonders die 1'C n2 und n2v Gattung G 5 und die D n2 und n2v Gattung G 7, auch die 1'D n2v Gattung G7[3]; die letzten sind für die Kriegszwecke auch noch neu beschafft worden, darunter auch von süddeutschen Lokomotivbauanstalten und für die Österreichischen Heeresbahnen[2]). Eigens an die Militär-Eisenbahn-Generaldirektionen geliefert wurden außerdem in größerer Zahl die bekannten bayerischen 1'D h4v-Lokomotiven Gattung G 4/5H. Schließlich entstand 1917 aus den immer wieder gestiegenen Verkehrsanforderungen des Krieges und aus dem Wunsche, die Schwierigkeiten der Unterhaltung und Ausbesserung der vielen und vielgestaltigen Lokomotivbauarten der deutschen Länderbahnen zu mildern, in der 1'E h3-Lokomotive Gattung G 12 (XIII H)[3]) die erste deutsche Einheits-Güterzuglokomotive, die gleichzeitig von den Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen und den Preußisch-Hessischen, Sächsischen, Württembergischen und Badischen Staatseisenbahnen in Dienst gestellt wurde. Sie ist aus der ein Jahr älteren etwas schwereren preußischen G 12[1] gleicher Bauart entstanden und in einer leichteren kleinrädrigen Spielart auch für die Osmanischen Heeresbahnen gebaut worden[4]). Bis zur Schaffung der 1'E h2 und h3 Einheits-Güterzuglokomotiven der Deutschen Reichsbahn Reihe 43 und 44 bildeten die G 12 den Grundstock schwerer Güterzugmaschinen im Reichsbahnpark.

Im Lager der Gegner hielten die englischen und die amerikanischen Truppen in Frankreich die Strecken von ihren Hauptnachschubhäfen zu ihrem Frontabschnitt in eigenem Betrieb. Während die englischen Eisenbahntruppen auf ihrem verhältnismäßig kleinen Netz mit älteren Lokomotiven aus dem Bestand der heimischen Verwaltungen auskamen — nur eine Anzahl 1'D, 2'C, 1'C1' und C-Lokomotiven, die beiden letzten Tenderlokomotiven, wurden aus Amerika beschafft[5]) — mußten die Betriebsmittel für die umfangreichen amerikanischen Strecken alle neu in Dienst gestellt werden, da Achsdruck, Fahrzeugumgrenzung und Zug- und Stoßvorrichtungen vorhandener nordamerikanischer Fahrzeuge nicht auf europäische Verhältnisse zugeschnitten waren. Alle Lokomotiven und Wagen wurden in amerikanischen Werken bestellt und mit herübergebracht. Die Maschinen gehörten zur Bauart 1'D h2; die vierachsigen Güterwagen waren teils gedeckt, teils offen mit hohen oder niederen Wänden. Von den Puffern und europäischen Kupplungen abgesehen, hatten alle Fahrzeuge ein rein amerikanisches Aussehen. Die Lokomotiven wurden nach Kriegsende teils an die Eisenbahnen im Elsaß und in Lothringen (Gattung G 14) und an andere französische Verwaltungen, teils an die Polnischen Staatsbahnen (Gattung Tr 20) verkauft, ebenso die Wagen, die heute teilweise als GG, OO und XXo dem deutschen Wagenpark einverleibt sind.

Über die 1'E h2-Kriegslokomotive des jetzigen zweiten Weltkrieges, die aus der Einheitslokomotive Reihe 50 durch kriegsmäßige Vereinfachungen entstandene Reihe 52, ist hier[6]) und in der sonstigen technischen und Tagespresse schon berichtet worden. E. B.

[1]) Beiträge zur Lokomotivgeschichte, Darmstadt 1937, S. 5.
[2]) Die Entwicklung der Lokomotive, II. Bd., München 1937, S. 60.
[3]) ebenda, S. 74.
[4]) Z. VDI, Bd. 62 (1918), S. 781.
[5]) Lokomotive, Bd. 25 (1919), S. 105.
[6]) Lokomotive, Jg. 39 (1942), S. 171.

Die Dampflokomotiven der ehemaligen tschechoslowakischen Staatsbahnen im Fahrpark der Deutschen Reichsbahn

Die Eingliederung der deutschen Gebiete der ehemaligen tschechoslowakischen Republik ins Deutsche Reich (Sudetengau) brachte der Deutschen Reichsbahn einen nicht unbeträchtlichen Zuwachs an Dampflokomotiven, die vor dem Jahre 1918 österreichischen Staats- und Privatbahnen angehörten, dann aber zum Fahrpark der tschechoslowakischen Staatsbahnen (Č S D) zählten und nach dem dort angenommenen Numerierungsschema bezeichnet wurden.

Dieser Nummerungsplan ist auf folgenden Grundsätzen aufgebaut: Die Betriebsnummer der Lokomotive setzt sich zusammen aus einer dreistelligen Gattungsbezeichnung und einer Ordnungsnummer, deren erste Ziffer das Kennzeichen für die Unterbauart ist. Die drei Ziffern der Gattungsbezeichnung bedeuten: die erste die Zahl der gekuppelten Achsen, wie im Schema der ungarischen Staatsbahnen, die zweite, vermehrt um 3 und multipliziert mit 10, die Höhe der größten zulässigen Fahrgeschwindigkeit, die dritte, vermehrt um 10, den Achsdruck. So tragen z. B. alle dreifach gekuppelten Lokomotiven mit einer größten Fahrgeschwindigkeitt von 50 km/h und 14 t Achsdruck die Gattungsbezeichnung 324, ohne Rücksicht auf ihre sonstige Bauart.

Die der Gattungsbezeichnung folgende vierte Ziffer ist das eigentliche Unterscheidungsmerkmal für die verschiedenen Bauarten, z. B. 324.0, 324.1 usw. bis 324.9. Daher sind, genau genommen, eigentlich nicht die drei ersten Ziffern die Charakteristik für eine bestimmte Bauart, sondern die vier Ziffern zusammen. Im Nummernschild auf der Lokomotive ist die Gattungsbezeichnung durch größere und kräftigere Ziffern hervorgehoben. Dieses Numerierungsschema ist für Lokomotiven nur bis zu einer größten Fahrgeschwindigkeit von 120 km/h und einem Achsdruck von 19 t verwendbar, außerdem können in einer bestimmten Gattung nur 10 verschiedene Bauarten untergebracht werden. Weiter können Achsdrücke bei Regelspur unter 10 t nicht gekennzeichnet werden.

Bei den Schmalspur-Lokomotiven ist U die Kennzeichnung für diese, die folgende Ziffer gibt die Zahl der gekuppelten Achsen, die zweite den Achsdruck an.

Die folgende Tabelle gibt Aufschluß über die neue Bezeichnung der Dampflokomotiven der Č S D, die an die Reichsbahn kamen, außerdem ist daraus auch die frühere Reihenbezeichnung ersichtlich. Die Reihen 423.0, 464.0 und 534.0 sind bei den tschechoslowakischen Staatsbahnen entwickelt worden.

ČSD Reihe	Frühere Reihe	Ehemalige Bahnzugehörigkeit	D R Reihe	Anmerkung
200.0	—	Auspitzer L. B.	98^{80}	
300.6	I a	Buschtehrader E. B.	98^{77}	ab 7701
310.0	97	Österr. Staatsbahnen	98^{70}	ab 7011
310.1	197	Österr. Staatsbahnen	98^{77}	ab 7711
310.8	—	Friedl. Kreisbahnen	98^{77}	ab 7741
311.5	—	Friedl. Kreisbahnen	98^{77}	ab 7751
312.7	265	Österr. Staatsbahnen	90^{3}	
313.4	162	Österr. Staatsbahnen	98^{12}	
320.0	99	Österr. Staatsbahnen	98^{13}	
322.4	III b	Außig-Teplitzer E.	53^{74}	
324.3	III a	Buschtehrader E. B.	53^{75}	
333.1	260	Österr. Staatsbahnen	54^{1}	
334.3	III q	Kaschau-Oderberg. B.	53^{76}	
344.0	228	Österr. Staatsbahnen	37^{3}	
344.3	560, 660	Österr. Staatsbahnen	54^{5}	
344.3	I d	Außig-Teplitzer E.	54^{5}	
354.1	629	Österr. Staatsbahnen	77^{3}	
354.4	11	Österr. Staatsbahnen	38^{42}	
354.4	11	Österr. Staatsbahnen	38^{43}	Verbund
354.4	VIII ab Nr. 51	Buschtehrader E. B.	38^{42}	
354.4	VIII ab Nr. 70	Buschtehrader E. B.	38^{44}	
354.7	429	Österr. Staatsbahnen	35^{2}	
354.7	429	Österr. Staatsbahnen	35^{3}	Verbund
354.8	I f	Außig-Teplitzer E.	35^{4}	
355.0	229	Österr. Staatsbahnen	75^{9}	ČSD Umbau
364.0	910	Österr. Staatsbahnen	35^{5}	
400.1	478 alt	Österr. Staatsbahnen	98^{78}	
402.0	70	Österr. Staatsbahnen	55^{71}	ab 7101
402.2	IV a	Außig-Teplitzer E. B.	55^{71}	ab 7111
403.2	77	Österr. Staatsbahnen	55^{71}	ab 7121
404.0	169	Österr. Staatsbahnen	97^{6}	Zahnr. Lok.
413.1	IV a	Buschtehrader E. B.	55^{15}	
413.2	IV c	Außig-Teplitzer E.	55^{60}	
414.0	73	Österr. Staatsbahnen	55^{57-58}	
415.0	T 13	Preuß. Staatsbahn	92^{11}	
422.0	178	Österr. Staatsbahnen	92^{22-23}	
423.0	—	—	93^{15}	
434.0	170	Österr. Staatsbahnen	56^{31-33}	
434.2	170	Österr. Staatsbahnen	56^{36}	ČSD Umbau
464.0	—	—	68^{0}	
524.1	V a	Buschtehrader E. B.	95^{2}	
524.2	180	Österr. Staatsbahnen	57^{7}	ČSD Umbau
534.0	—	—	58^{22}	
623.0	VI m	Kaschau-Oderb. B.	51^{0}	
623.0	651	Ungar. Staatsbahn	51^{0}	
U 37.0	U	Österr. Staatsbahnen	99^{784}	Schmalsp.
U 37.0	—	Friedl. Kreisbahnen	99^{79}	Schmalsp.
U 48.0	—	—	99^{130}	Schmalsp.

Die ersten Zahnradbahnen und das System Riggenbach*)

Schon zu Beginn des Eisenbahnwesens begegnet man Zahnradbahnen und Zahnradlokomotiven sowohl in Vorschlägen als auch in Ausführungen, z. B. als erster einer im Jahr 1812 von Blenkinsop erbauten Bahn. Der Grund für das frühzeitige Auftauchen derartiger Vorschläge war die damals verbreitete Meinung, daß glatte Räder auf glatten Schienen keine Zugkraft ausüben könnten. Mit der 1814 gewonnenen Erkenntnis, daß sich mit glatten Rädern ganz bedeutende Zugkräfte übertragen lassen, besonders wenn deren mehrere Paar benützt werden, fanden die Zahnradbahn-Pläne ein vorläufiges Ende.

Erst sehr viel später zog Riggenbach aus der für den Bau von Reibungsbahnen in Gebirgsgegenden nicht sehr ermunternden niedrigen Steigungsgrenze von 25—30‰ den Schluß, daß mit einem kraftschlüssigen Zahnradantrieb die Unabhängigkeit der Bahnsteigung vom Reibungsgewicht und Reibungswert erreicht werden könne, wobei er von vornherein mit Steigungen bis zum Zehnfachen der Steigungen von Reibungsbahnen rechnete.

*) s. „Die Lokomotive auf der Briefmarke", S. 110.

Riggenbach war im Jahr 1840 beim Bau der ersten deutschen Lokomotiven in der Fabrik von Emil Keßler, Karlsruhe, mit der Anfertigung hauptsächlich von Steuerungen beschäftigt. 1842—1844 war er Inhaber einer kleinen mechanischen Werkstätte in St. Albantal in der Schweiz und wurde von dort wieder nach Karlsruhe berufen, wo er Werkführer, später Geschäftsführer und nach Keßlers Ausscheiden und Übersiedlung nach Eßlingen, technischer Direktor wurde.

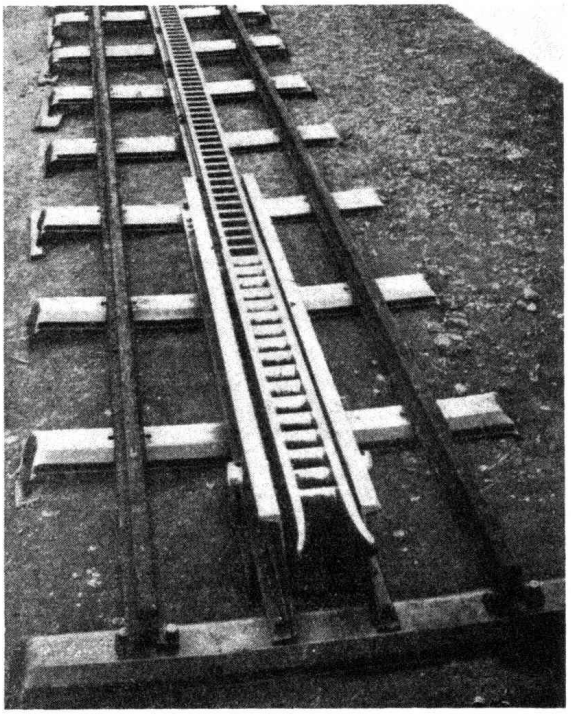


Bild 1: Riggenbachsche Leiterzahnstange mit Einfahrt

Im Jahr 1853 wurde Riggenbach vom Direktorium der neu gegründeten Schweizer Centralbahngesellschaft zum Chef der Maschinenwerkstätte ernannt und 1856 zum Maschinenmeister befördert. Die Erfindung der Zahnradbahn führt Riggenbach selbst zurück auf seine Erfahrungen als technischer Chef des Betriebs insbesondere beim Hauensteintunnel mit 26 ‰ Steigung, in dem das Gleiten der Treibräder selbst durch Sandstreuen nicht mit Sicherheit verhindert werden konnte. Er schreibt in seinen Erinnerungen darüber: „Um diesem Übelstand abzuhelfen, sann ich auf allerlei Mittel und kam dabei auf den Gedanken, daß eine Abhilfe nur zu erlangen sei mittels einer Zahnstange, in die ein Zahnrad eingreift. Sofort stand mir aber auch klar vor Augen, daß vermittelst dieser Konstruktion gewiß auch wesentlich größere Steigungen sich leicht würden überwinden lassen."

Von dieser Überlegung ausgehend begann Riggenbach mit der Herstellung von Entwürfen und Modellen und erhielt 1863 in Frankreich sein erstes Patent, erntete aber damit selbst in Fachkreisen nur Hohn und Spott. Als er endlich das nötige Kapital zusammenbringen und eine Gesellschaft zu dem 1869 begonnenen Bau der Vitznau—Rigi-Bahn gründen konnte, wurde bekannt, daß im gleichen Jahr eine von Marsh auf den Mount Washington nach ähnlichen Grundsätzen erbaute, aber keineswegs vorbildliche Zahnradbahn mit 377‰ Steigung in Betrieb genommen wurde. Die 1871 zum erstenmal befahrene Teilstrecke der Rigi-Bahn mit 250‰ Höchststeigung war also nicht die erste Zahnradbahn, wohl aber der Ausgangspunkt der Entwicklung der Zahnradbahnen überhaupt, da sich das Riggenbachsche System sogleich als sehr brauchbar erwies. Von Anfang an kam in den Riggenbachschen Plänen das Streben nach weitgehender Anwendung seines Systems zum Ausdruck. Die Rigi-Bahn war als reine Zahnradbahn das Vorbild für die heutige Touristenbahn mit großen Steigungen, die 1870 erbaute Steinbruch-Bahn Ostermundigen war das Muster für eine Reihe von Werkbahnen mit Zahnrad- und Reibungsbetrieb mit der einfachen Stangenkupplung zwischen Zahnrad und Treibrädern. Für die Ausführung der in den 70er Jahren im Entwurf befindlichen Gebirgsbahnen wie Gotthard-Bahn, Apenninen-Bahn u. a. als gemischte Reibungs- und Zahnradbahnen trat Riggenbach nachdrücklich ein.

Eine andere Anwendung des Zahnstangensystems führte Riggenbach bei Standseilbahnen mit Wasserballastbetrieb ein, wo Zahnrad mit Zahnstange als Bremsmittel für den mit Überlast zu Tal fahrenden Wagen dienten. Die Straßen-Bergbahnen Lissabons mit umlaufendem Zugseil unter dem Straßenpflaster waren ebenfalls Riggenbachs Schöpfung.

Zunächst wurden die Geschäfte mit den Riggenbachschen Zahnradbahnen von der 1873 gegründeten internationalen Gesellschaft für Bergbahnen in Aarau getätigt und das Bahnmaterial hierzu in den eigenen Werkstätten hergestellt. Dem überaus günstigen Geschäftsanfang folgte eine völlige Geschäftsstockung in der Zeit des allgemeinen Börsenkrachs in der Mitte der 70er Jahre. Nach Rückkehr einer 1880 unternommenen Ostindienfahrt zu Verhandlungen über die Nilgiri-Bahn fand Riggenbach seine Gesellschaft aufgelöst und die Aarauer Werkstätte verkauft; es blieb ihm nichts anderes übrig, als sich in Olten als Zivilingenieur niederzulassen. Das Zahnstangen- und Rollmaterial für die nun zahlreich einlaufenden Bestellungen ließ er in der Oltener Hauptwerkstätte und bei „seinen alten Freunden in Eßlingen" herstellen. 1883 beginnt die Maschinenfabrik Eßlingen (ME) Zahnstangen, Zahnradlokomotiven, Zahnradbahnwagen und Standseilbahnen für die von Riggenbach projektierten Anlagen herzustellen und im einzelnen stetig weiter zu entwickeln; sie begründete damit ihren Weltruf auf dem Gebiet der Bergbahnen.

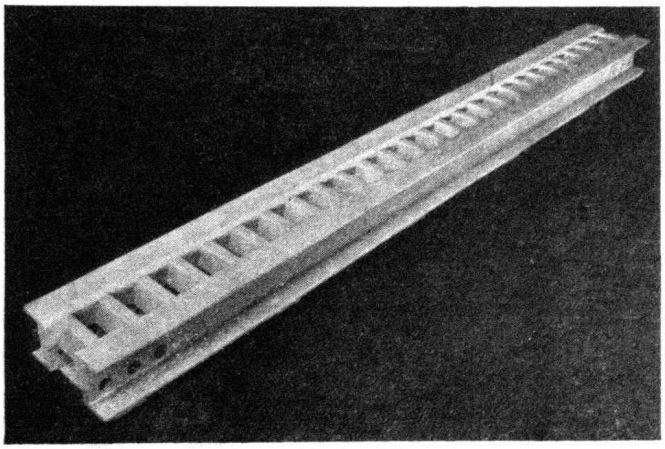


Bild 2: Geschweißte ME-Leiterzahnstange für schwersten Werksbetrieb

In gleicher Weise wie Riggenbach verband sich auch sein Schüler und Mitarbeiter Roman Abt — der

sein System von Anfang an für größere Verhältnisse und gemischten Betrieb vorsah — mit der Maschinenfabrik Eßlingen, und es entstand als erste Ausführung die Harz-Bahn im Jahr 1885. Die bei der Jungfrau-Bahn 1898 erstmals verwendete Strub-Zahnstange, welche die Lokomotivbauform für die Leiterzahnstange im wesentlichen beizubehalten gestattet, wurde

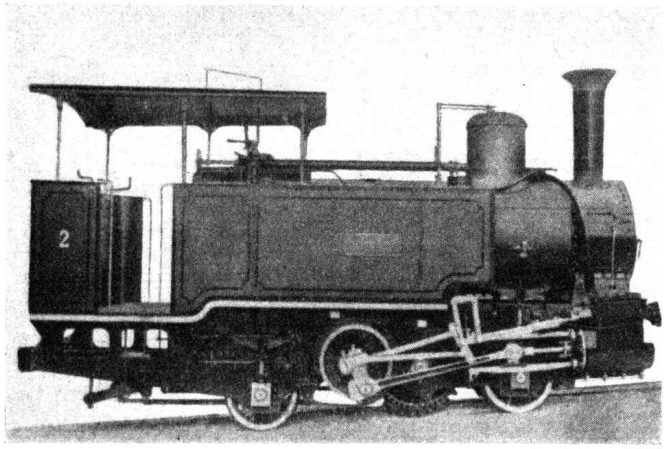


Bild 3: Reine Zahnrad-Lokomotive für große Steigungen

u. a. auch von der Maschinenfabrik Eßlingen in ihrer italienischen Filiale Saronno hergestellt.

Die Regelbauart der Riggenbach-Zahnstange, wie sie sich heute noch im Gebrauch befindet, ist in Bild 1 mit einer Einfahrt wiedergegeben. Eine ME-Zahnstange aus neuerer Zeit für ganz besonders hohen Zahndruck in vollständig geschweißter Ausführung stellt Bild 2 dar. Dazwischen liegt die Leiterzahnstange

radbetrieb, hauptsächlich für Aussichtsbahnen bestimmt, ist abgesehen von der Weiterentwicklung der Einzelteile im Rahmen des Fortschritts im Lokomotivbau bis heute unverändert geblieben. Aus den ursprünglichen Lokomotiven mit gekuppeltem Zahnrad- und Reibungstriebwerk sind kräftige Zahnradlokomotiven für Werksbetriebe geworden, bei denen das Reibungsgetriebe eine nur untergeordnete Rolle spielt, wie z. B. zum Befahren kurzer Werkanschlüsse. Der Bau der Vierzylinder-Vollbahn-Reibungs- und Zahnradlokomotiven setzt 1888 mit der Erstellung der Höllentalbahn ein, wo eine von Klose entworfene, von der ME 1885 gebauten Abtschen Harzbahnlokomotive nachgebildete Maschine in Dienst gestellt wurde. Eine zweite derartige Lokomotive eigenartiger Konstruktion wurde von der ME nach Kloseschen Entwürfen 1893 für die Strecke Honau—Lichtenstein der Württembergischen Staatsbahn gebaut. Die heutige Bauform derartiger Zahnradlokomotiven stellt Bild 4 dar. Hier liegen die Zahnrad- und Reibungszylinder gleichen Durchmessers und gleichen Hubs außen am Rahmen, die Zahnradzylinder arbeiten in Verbundwirkung mit den Reibungszylindern, wobei das nötige Volum-Verhältnis durch die Zahnradübersetzung zum Treibzahnrad hergestellt ist. Solche Lokomotiven werden auch mit 2 gekuppelten Treibzahnrädern gebaut.

Eine Zeitlang schien das System Riggenbach seine führende bzw. gleichberechtigte Stellung gegenüber den anderen Systemen eingebüßt zu haben, wie überhaupt der Bau von Vollbahn-Zahnradbahnen im Zeichen des raschen Durchgangsverkehrs, der Überwindung großer Gebirgsmassive durch Tunnelbauten, der neuzeitlichen großen Reibungslokomotiven und der elektrischen Großlokomotiven mit größerer Rei-

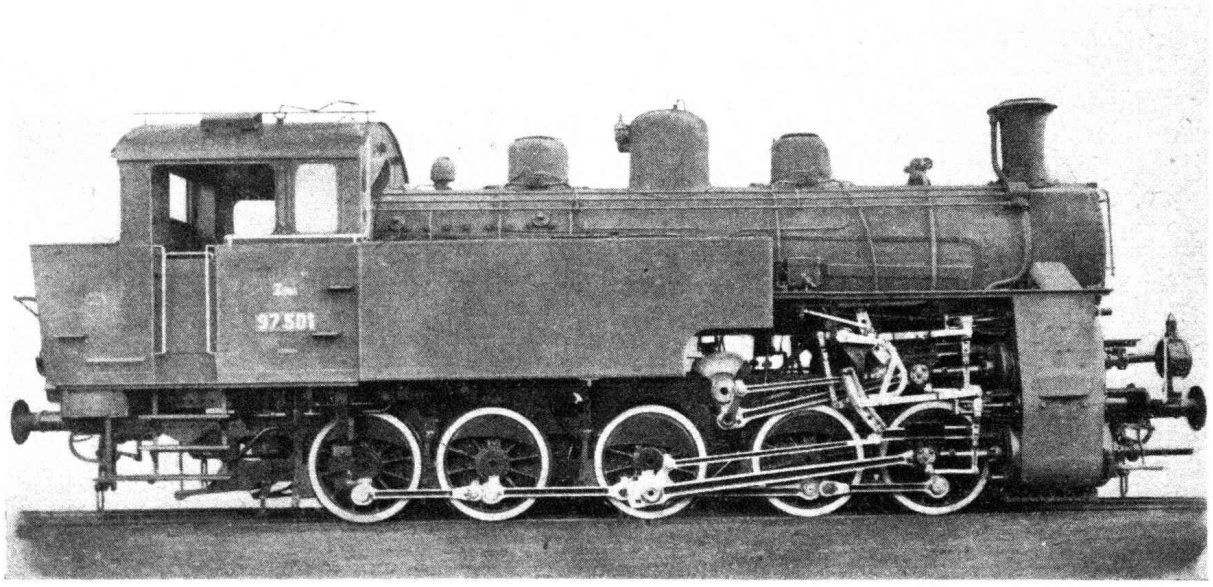


Bild 4: E+1Z-Vierzylinder-Verbund-Heißdampf-Zahnrad- und Reibungs-Lokomotive Honau-Lichtenstein

Klose-Bissinger und die ME-Zahnstange mit gebohrten anstatt gestanzten Zapfenlöchern in den Seitenwangen zwecks erhöhter Bruchsicherheit. Ein besonderes Walzprofil für die Wangen ergibt einwandfreie Befestigung der Zähne.

Die Entwicklung der Zahnradlokomotiven vollzog sich im großen und ganzen etwa wie folgt: Die Bauform der in Bild 3 dargestellten ersten Zahnradlokomotive der ME vom Jahre 1883 für reinen Zahn-

bungsgewichtsausnutzung als bei Dampflokomotiven wenigstens in Europa kaum noch in Frage kommen wird. Heute hat sich das Riggenbachsystem mit den von der ME entwickelten neuen Formen wegen seiner großen Betriebssicherheit erneut durchgesetzt, einerseits bei Aussichtsbahnen mit reinem Zahnradbetrieb und großer Steigung, andererseits aber auch bei Werkbahnen mit schwerem bis schwerstem Betrieb.

Dr. Mayer.

Heizraum- und Kesselbelastung bei ölgefeuerten Lokomotiven

Der augenfälligste Unterschied zwischen kohle- und ölgefeuerten Lokomotiven ist, daß bei der Ölfeuerung keine Flugasche entsteht und die Verluste durch unvollständige Verbrennung bei richtiger Bedienung der Feuerung fast entfallen, was sich bei höheren Kesselbelastungen in einer Verbesserung der Wirkungsgrade der Verbrennung und Dampferzeugung äußert. Verglichen mit der Verbrennung gasreicher Kohle ist der Wirkungsgrad von Verdampfungsheizfläche und Überhitzer eines großen Lokomotivkessels bis zu einer Wärmeentwicklung von etwa 2,5 Mill. kcal/h bei der Ölfeuerung etwas niedriger; über diesem Wert bis zu rd. 35 Mill. kcal/h frei werdender Wärme steigt der Wirkungsgrad in der Regel beträchtlich über jenen bei Kohlenfeuerung. Dabei bleibt er zwischen 18 und 33 Mill. kcal/h angenähert gleich hoch. In diesem Bereich ergaben Messungen an großen Kesseln mit einem Feuerbüchsinhalt von 22,5 bis 27,5 cbm Wirkungsgrade von 76 bis 72%. Die größte verbrannte Ölmenge erreichte 110 bis 140 kg je Kubikmeter Inhalt der Feuerbüchse und Stunde oder 2730 bis 3320 kg je Quadratmeter Gasdurchgangsquerschnitt und Stunde. Die Größe des Gasquerschnittes ist bei der Ölfeuerung ebenso wichtig wie bei der Kohlenfeuerung. Ölgefeuerte Schiffs-Wasserrohrkessel mit dem dreifachen Gasquerschnitt können im Vergleich zu großen Lokomotivkesseln mindestens 35% mehr Öl je Kubikmeter Inhalt des Verbrennungsraumes mit einem um 6 bis 8% höheren Wirkungsgrad verbrennen. Bisher sind kaum Lokomotivkessel gebaut worden, die mehr als 1,8 Mill. kcal/cbm h in Form von Heizöl verbrennen, während bei Verfeuerung gasreicher Kohle in großen Feuerbüchsen mit Verbrennungskammer 2,2 Mill. kcal/cbm h und darüber erzielt werden können. Bei Versuchen der Pennsylvania-Bahn wurde an einer 2D1-Lokomotive mit Kohlenfeuerung eine Heizraumbelastung von 5,75 Mill. kcal/cbm h bei allerdings nur 50% Kesselwirkungsgrad erreicht. Bei Ölfeuerung liegt, wie schon erwähnt, der Wirkungsgrad im allgemeinen höher. So ergab eine 2D2-S-Lokomotive der amerikanischen ATSF-Bahn bei Ölfeuerung mit 1,46 Mill. kcal/cbm h Heizraumbelastung (gleich 140 kg/cbm h) einen Wirkungsgrad des Kessels einschließlich Überhitzer von 72%, während dieser bei einer kohlegefeuerten 2D1-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn mit derselben Heizraumbelastung (gleich 400 kg Kohle je Quadratmeter Rostfläche und Stunde) nur 60% betrug. Die Chic. Burl. & Quincy-Bahn stellte an einer 1E2-Lokomotive bei 365 kg/qm h Rostbelastung oder 189 kg/cbm h Heizraumbelastung der Feuerbüchse einen Gesamtwirkungsgrad von 64% fest. Bis zu Heizraumbelastungen von etwa 1,5 Mill. kcal/cbm h erreichen nur wenige kohlegefeuerten Lokomotiven den Wirkungsgrad von ölgefeuerten. Ein solches Beispiel ist die neueste 2C2-Lokomotive der NYC-Bahn*), die bei 1,45 Mill. kcal/cbm h Heizraumbelastung (gleich 316 kg/qm h Rostbelastung oder 189 kg/cbm h Heizraumbelastung) einen Kessel- und Überhitzer-Wirkungsgrad von 74% erreichte. Die Überhitzung liegt bei Ölfeuerung im allgemeinen höher als bei der Kohlenfeuerung. Man führt dies oft darauf zurück, daß die weniger leuchtende Flamme des Öls weniger Wärme durch Strahlung an die Feuerbüchse abgibt, weshalb die Gase heißer in die Rohre gelangen. Übrigens stammt die höhere Strahlung bei der Kohlenfeuerung nicht von der Flamme selbst, sondern von brennenden Teilchen, die im Gasstrom enthalten sind. Die amerikanischen Angaben über die Wirkungsgrade bedürfen einer Bestätigung, da sie nicht aus systematischen Vergleichsversuchen gewonnen wurden.

*) siehe Die Lok. 1943, 2, S. 28

Dr. Schn.

Schutz gegen Berührungsspannung

bei elektrisch betriebenen Handbohrmaschinen

Von den mannigfachen elektrisch betriebenen Werkzeugen in der Eisen- und Metallindustrie sind die elektrischen Handbohrmaschinen weitaus am zahlreichsten. Man findet sie in fast jedem Betriebe. Als ortsveränderliche Geräte sind sie mit einem beweglichen Stromzuführungskabel versehen. Diese Maschinen sind oft rauher Behandlung ausgesetzt. Hierdurch leiden in erster Linie die Zuführungseinrichtungen für den elektrischen Strom. Da diese Maschinen hauptsächlich aus Metall bestehen, ergeben sich durch Fehler in der Isolation vor allem deshalb große Gefahren, weil sie an den ebenfalls metallischen Handgriffen gehalten werden müssen. Tritt nun infolge eines Fehlers in der Isolierung der elektrische Strom auf das Gehäuse über (sog. Gehäuseschluß), so fließt er über die Handgriffe unmittelbar durch den Körper des Bedienenden zur Erde. Hierdurch haben sich zahlreiche elektrische Unfälle mit tödlichem Ausgang ereignet. Dies war besonders dann der Fall, wenn jemand beim Bedienen einer solchen Maschine auf gutleitender Unterlage stand.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde in die Unfallverhütungsvorschriften der Eisen- und Metall-Berufsgenossenschaften eine Bestimmung aufgenommen, nach der solche Maschinen, wenn sie nicht an Kleinspannung angeschlossen werden, gegen zu hohe Berührungsspannung geschützt sein müssen. Deshalb dürfen heute nur noch elektrisch betriebene Werkzeuge geliefert werden, die im Zuführungskabel eine besondere Schutzleitung besitzen, die über eine Steckvorrichtung (Schukostecker und Schukosteckdose) das Bohrmaschinengehäuse mit der Erde bzw. mit dem Nulleiter verbindet.

Auf Montagestellen ergeben sich aber oft Schwierigkeiten, wenn der Schukostecker am Anschlußkabel der Handbohrmaschine nicht in die vorhandenen

einfachen Steckdosen paßt. Die Monteure helfen sich dann hin und wieder, indem sie den Schukostecker gegen einen gewöhnlichen Stecker auswechseln. Dabei vergessen sie häufig, die im Zuführungskabel der Maschine befindliche Schutzleitung an Erde oder an den Nulleiter des Netzes anzuschließen. Für solche Fälle ist bei der Nordwestlichen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft in Hannover ein praktisches Hilfsgerät entwickelt worden. Es besteht aus einem hölzernen Kasten, der eine für den Schukostecker passende Steckdose enthält. Von dieser geht eine bewegliche Schutzleitung aus, die mit der Erde oder dem Nulleiter zu verbinden ist; ein zweites Kabel ohne Schutzleitung ist mit einem gewöhnlichen Stecker versehen, der in jede Lichtsteckdose paßt. Somit kann jede Handbohrmaschine mit Schukostecker über diesen hölzernen Kasten an jede einfache Lichtsteckdose angeschlossen und dabei in bequemer Weise geerdet werden.

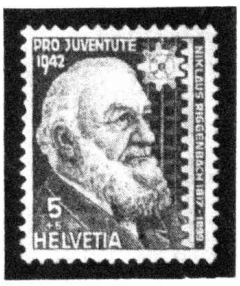
KLEINE NACHRICHTEN

Lokomotiv-Bauprogramm erfüllt!

Im Juni ist zum ersten Male die vom Führer geforderte hohe Zahl von Lokomotiven fertiggestellt worden. Hierbei gelang es, die an sich schon stark erhöhte Herstellung von Lokomotiven gegenüber dem Monat Mai nochmals um 25 v. H. zu steigern. Aus Anlaß der Erfüllung des Lokomotiv-Bauprogramms fand in Anwesenheit der Reichsminister Speer und Dr. Dorpmüller in einem Lokomotivwerk ein Betriebsappell statt, bei dem Reichsminister Speer besonders verdienten Männern der Lokomotivfertigung das Kriegsverdienstkreuz 1. Klasse überreichte. Dabei würdigte er vor allem auch die persönliche Leistung seines Beauftragten für die Lokomotivproduktion, Degenkolb, und dankte für die Mitarbeit aller Teile der Industrie. Der Führer und der Reichsmarschall haben anläßlich der Erreichung des Produktionszieles Reichsminister Speer und seinem Mitarbeiter Degenkolb ihren Dank ausgesprochen.

Die Lokomotive auf der Briefmarke

Schienenfahrzeuge aller Art werden öfters auch auf Briefmarken und Poststempeln abgebildet, wie in dieser Zeitschrift wiederholt dargetan wurde. Die hier wiedergegebene Briefmarke zeigt nun zwar keine Lokomotive oder anderes Schienenfahrzeug, gleichwohl bildet aber eine Lokomotive, und zwar eine Zahnradlokomotive, den Anlaß zur Herausgabe dieser Wohltätigkeitsmarke durch die Schweizerische Postverwaltung. Das Bild stellt den Ingenieur Nikolaus Riggenbach (geb. 21. Mai 1817, gest. 25. Juli 1899) neben einer Zahnstange seines Systems dar, die sich auf Grund ihrer vorzüglichen Bewährung über die ganze Welt verbreitete. (Eine kurze Darstellung der Entwicklung der Zahnradbahnen und insbesondere des Riggenbachschen Systems wird aus diesem Anlaß auf Seite 106 gegeben. Die Schriftleitung.)



Deutscher und internationaler Lokomotivbau 1901—1940

Wohl keine Industrie ist international so verflochten wie die Lokomotivindustrie und keine kennt so wenig Zeichnungsgeheimnisse wie sie. Meist verlangen die Bahnen bei Bestellung die Mitlieferung eines Satzes sämtlicher Werkzeichnungen in ablichtbarer Form. Bei der nächsten Bestellung erhält dann die zufällige Ersteherfirma einen Satz davon, um danach zu arbeiten. So haben die meisten deutschen Lokomotivfabriken schon nach italienischen, französischen, englischen und amerikanischen Zeichnungen gearbeitet. Im Weltkrieg mußten amerikanische Firmen, da die deutschen Fabriken nicht liefern konnten, z. B. für Spanien und Java nach deutschen Zeichnungen liefern, was ihnen nach Berichten damaliger Abnahmebeamter recht schwer wurde, denn derartige Forderungen hatten sie meist zu umgehen verstanden.

Von Seite der Bahnen war das Verfahren wohl verständlich, denn sie mußten Wert legen auf gleiche Ausführung und Austauschbarkeit nach dem damaligen Stande der Technik, wenn auch eine wirklich weitgehende Austauschbarkeit erst mit dem großen russischen Auftrag von 1922 auf 700 Lokomotiven an die deutsche Industrie einsetzte.

Lokomotivlieferungen 1901—1940

von / an	Großdeutschld	Australien	Belgien	Canada	Dänemark	England	Finnland	Frankreich	Holland	Italien	Japan	Norwegen	Rußland	Schweden	Schweiz	Spanien	Ungarn	USA.	Zahl der Bezugsländer
Großdeutschld.	×																		1
Aegypten	×		×			×		×		×								×	6
Argentinien	×					×									×			×	4
Australien	×	×				×												×	4
Belgien	×		×			×		×										×	5
Bolivia	×					×				×								×	4
Brasilien	×		×			×		×						×				×	6
Bulgarien	×		×																2
Canada	×			×														×	3
Chile	×					×												×	3
China	×		×			×		×										×	5
Columbia	×					×												×	3
Dänemark	×		×		×					×				×					5
Ecuador	×																	×	2
England	×					×		×							×			×	5
Finnland	×						×							×				×	4
Frankreich	×		×			×		×							×			×	6
Griechenland	×		×					×										×	4
Holland	×					×			×										3
Indien	×					×									×			×	4
Indochina	×		×					×							×				4
Italien	×		×							×							×	×	5
Japan	×					×					×							×	4
Java	×								×	×					×			×	5
Mexiko						×												×	2
Norwegen	×					×						×		×	×			×	6
Paraguay	×					×													2
Persien	×					×								×				×	4
Peru	×					×												×	3
Portugal	×					×		×							×				4
Rumänien	×		×					×		×			×				×	×	7
Rußland	×		×	×				×					×	×				×	7
Schweden	×				×									×				×	4
Schweiz	×														×				2
Serbien	×		×														×	×	4
Siam	×					×		×			×							×	5
Spanien	×		×			×		×								×		×	6
Südafrika	×		×			×				×					×			×	6
Türkei	×		×			×		×		×				×			×		7
Ungarn	×																×		2
Uruguay						×													1
USA.				×														×	2
Venezuela	×					×													2
Belieferte Länder	40	1	15	4	2	26	1	14	2	8	2	1	2	8	10	1	5	31	

Die Zusammenstellung zeigt, daß Deutschland seit 1901 fast alle Länder der Welt beliefert hat, sogar England selbst. Mit 40 Lieferländern steht es weit an der Spitze. Amerika erreicht nur 32, und wenn man die nur im Weltkrieg 1914/18 belieferten Länder abzieht, sind es gar nur 24. England hat es auf 26 Länder gebracht, aber nur vermöge seiner Dominions und Kolonien und seiner großen finanziellen Beteiligungen an Überseebahnen. Hätte England nicht den großen überseeischen Besitz gehabt, so wäre Deutschland auch der Zahl nach das größte Ausfuhrland für Lokomotiven.

Abgesehen ist in der Zusammenstellung von den nach 1918 entstandenen Lokomotivfabriken in Polen, Rumänien und Jugoslawien, die nur für den einheimischen Bedarf geliefert haben.

Die deutschen Lokomotiven waren überall in der Welt beliebt und ihr Wert wurde anerkannt. Nur mehr als für die amerikanischen Lokomotiven wollte man selten zahlen. Ein höherer Eisenbahnbeamter in Übersee sagte einmal: „Ich gebe gern zu, daß die deutschen Lokomotiven besser sind als die amerikanischen. Aber in 4 Jahren haben wir Neuwahlen, dann kommt die andere Partei ans Ruder und ich und meine Kollegen werden abgesetzt; bis dahin halten die amerikanischen Lokomotiven auch!"

Die Zusammenstellung zeigt auch, daß Deutschland das einzige Land ist, das seit 1901 im Lokomotivbau völlig autark blieb. Metzeltin.

Erste Versuche mit Verbund-Lokomotiven im ehemaligen Österreich

Zu den im Aufsatz „Deutschland führt im Lokomotivbau" (Dezemberheft 1942) erwähnten Versuchen mit Verbund-Lokomotiven in Österreich ist ergänzend zu bemerken, daß, abgesehen von einer Erprobung auf der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn, auch die österr.-ungarische Staatseisenbahn-Gesellschaft — allerdings erst im Jahre 1889 — probeweise im ganzen vier ältere Güterzug-Lokomotiven für Verbundbetrieb nach M a l l e t einrichtete, und zwar zwei C-Lokomotiven Nr. 793 und 824 der späteren Reihe 32 der K. K. österr. Staatsbahnen sowie zwei D-Lokomotiven Nr. 1160 und 1187 (K. K. St. B. Reihe 571).

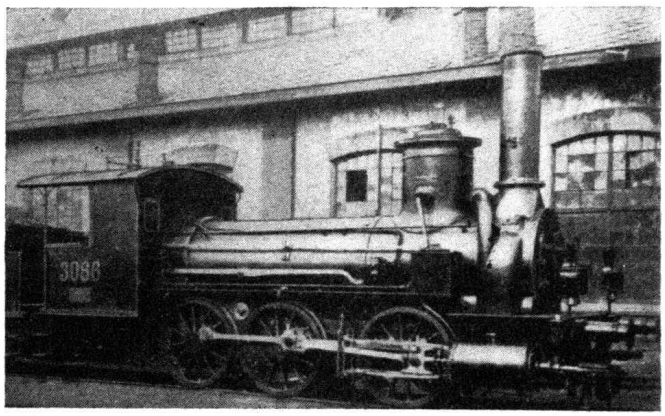


Bild 1: C-Güterzug-Lokomotive der ehem. österreichischen Staatseisenbahn-Gesellschaft, erstes Baujahr 1866. Das Bild zeigt eine der 1891 an die Kgl. Ungarischen Staatsbahnen abgegebenen Lokomotiven

Der in der Bahnwerkstätte Simmering durchgeführte Umbau beschränkte sich im wesentlichen auf das Auswechseln eines Dampfzylinders und in der Erhöhung des Kesseldruckes von 9 auf 10 atü. Der neue Niederdruckzylinder hatte bei der C-Lokomotive 600 mm Durchmesser, bei der D-Lokomotive 665 mm. Die Hochdruckzylinder blieben mit 421 bzw. 470 mm gegenüber früher unverändert.

Die mit der Verbundanordnung erzielten Ergebnisse waren nicht zufriedenstellend, und schon 1891 heißt es in einem Bericht der Zugförderungsleitung Wien, daß „die Resultate mit der Compound-Locomotive Nr. 793 ungünstig" seien. Doch erst 1896 wurde der Auftrag zum Rückumbau aller vier Lokomotiven in Zwilling gegeben. Die Bilder 1 und 2 zeigen die beiden Lokomotivtypen in ihrer normalen Ausführung als Zwillings-Lokomotiven. E. R.

Lokomotiv-Zugang in USA.

Nach Railway Gazette vom 29. Mai 1942 wurden auf den sogenannten I. Klasse-Bahnen der Vereinigten Staaten in Betrieb genommen:

Jahr	Dampflok.	Diesel- u. elektr. Lokomotiven	insgesamt
1940	126	293	419
1941	161	472	633

S—r.

Güterbeförderung nur bei Frost erlaubt

Die 1832 eröffnete Mohawk & Hudson Bahn verlief in ihrer Länge von 27 km parallel dem Eriekanal. Zum Schutze der Geldinteressenten dieses Kanals war ihr noch 1847 die Beförderung von Gütern verboten, so lange die Schiffahrt offen war.

Dafür hielt sich die Bahn offenbar im Personenverkehr schadlos, denn der Einheitstarif betrug damals 4 Cents je Meile, also 10,5 Pf. je km, das ist noch beinahe ein Viertel mehr als der heutige deutsche Fahrpreis 1. Klasse. Er war also nicht gerade niedrig, zumal, wenn man den damaligen wesentlich höheren Wert des Geldes bedenkt. Me.

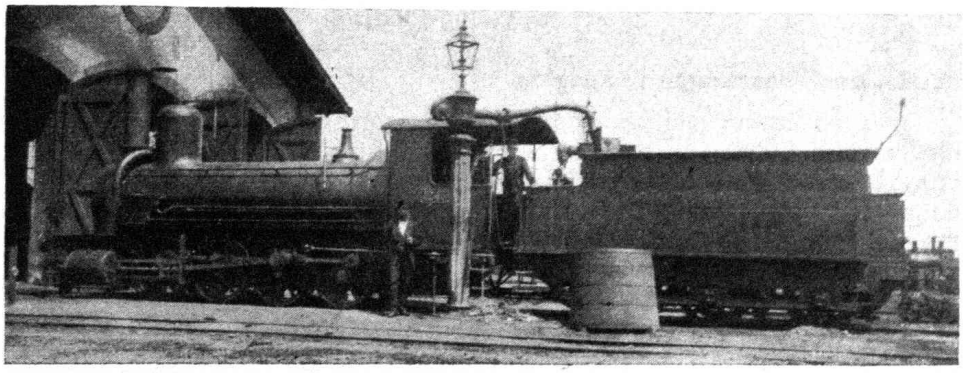
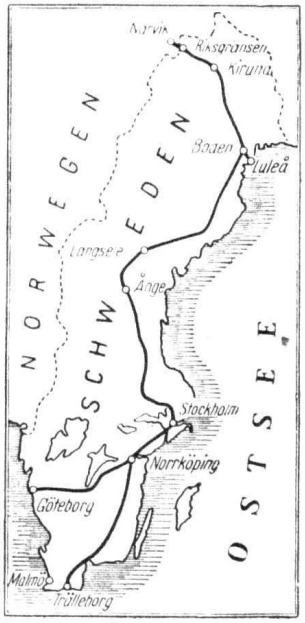


Bild 2: D - Güterzug - Lokomotive der ehem. österreichischen Staatseisenbahn - Gesellschaft, erstes Baujahr 1867

Schweden besitzt die längste elektrifizierte Eisenbahnstrecke der Welt

Mit der Eröffnung des elektrischen Betriebes zwischen Langsele und Boden durch Kronprinz Gustav Adolf am 28. Februar 1942 ist die durchgehende elektrische Verbindung von Trälleborg im äußersten Süden Schwedens bis Riksgänsen an der norwegischen Grenze, rund 240 km nördlich des Polarkreises, auf eine Gesamtentfernung von rund 2175 km hergestellt. Die Strecke verläuft über Linkoping, Stockholm, Storvik, Ange, Bräcke und Boden. Mit Einbeziehung der anschließenden Strecke auf norwegischem Gebiet bis Narvik mißt die elektrifizierte Linie sogar 2210 km. Von den 4820 km elektrischer Bahnen in Schweden sind 4230 km Staatsbahnen, worauf sich 85 % des gesamten Eisenbahnverkehrs des Landes abwickeln.



Der genannten schwedischen Strecke zunächst an Länge kommt jene von Saalfeld über Nürnberg, München, Innsbruck, Brenner, Verona, Bologna, Florenz, Rom, Neapel, Reggio di Calabria an der Meerenge von Messina, die 590 km in Deutschland und 1452 km in Italien, zusammen 2042 km mißt. Die schwedische Strecke wird einheitlich mit Einphasenwechselstrom von 16000 Volt Fahrdrahtspannung betrieben, die Strecke Saalfeld—Brenner mit Einphasenwechselstrom von 15 000 Volt, die italienische Strecke Brenner—Reggio di Calabria mit Gleichstrom von 3000 Volt Fahrdrahtspannung. Von der ganzen Strecke Narvik—Reggio di Calabria, 4252 km, sind nicht elektrisch betrieben nur die Fährschiffstrecke von Trälleborg nach Saßnitz über die Ostsee, 145 km, und Saßnitz—Berlin—Saalfeld, 587 km, zusammen 732 km. S—r.

Schwerer Güterzug

Der schwerste je auf der Pennsylvania-Bahn, USA, beförderte Güterzug, und wahrscheinlich der schwerste überhaupt, wurde am 14. September 1941 von Cleveland nach Ravenna gefahren. Die 125 Güterwagen wogen 13 568 short tons = 12 300 metrische Tonnen und hatten vorn und hinten je zwei Dampflokomotiven. In Ravenna wurde der Zug geteilt in 75 Wagen nach Sharpsville, Pa., und 50 Wagen nach Youngstone, Ohio. S—r.

Rechts- oder Linksfahren in Spanien

Durch die Zusammenfassung der breitspurigen spanischen Eisenbahnen in das Nationale Netz ist eine Frage brennend geworden, die bei den anderen großen Bahnnetzen längst gelöst ist: Soll auf zweigleisigen Bahnen rechts oder links gefahren werden? Von den rd. 12 800 km der staatlichen Bahnen sind 1800 km zweigleisig, auf denen bisher in fast gleichem Verhältnis rechts oder links gefahren wurde. Da sich eine überzeugende Begründung nach spanischer Ansicht weder für die eine noch für die andere Art angeben läßt, schlägt der Subdirektor des Nationalen Netzes in einem Aufsatz der Zeitschrift „Ferrocarriles y Tranvías" vor, eine genaue Kostenaufstellung für die Änderung in dem einen wie in dem anderen Sinn zu machen und den geringeren Kosten entsprechend zu verfahren. Die Umstellung erfordert die Abänderung der Weichen, die Verlegung der Signale auf die andere Seite und die Umänderung der Führerhauseinrichtung der Dampflokomotiven (Umsteuerung, Führerbremsventil usw.). Triebwagen und Elektro-Lokomotiven brauchen nicht geändert zu werden, da ihre Bedienung unabhängig vom Fahrsinn ist. S—r.

Über 50 Dienstjahre!

Zu der geschichtlich wertvollen Mitteilung von Dr.-Ing. W. Lübsen VDI, Nürnberg, im Aprilheft, Seite 71, kann ich ergänzend bemerken, daß ich selbst im September 1929 in Linz/D. eine der i. J. 1875 gebauten Mödlinger Lokomotiven photographiert habe, als sie im Bereiche des Heizhauses Linz II Verschubdienst tat. Dieses Lichtbild ist veröffentlicht in „Die Lokomotive", März 1931, Seite 52. Nach dem im kurzen Begleittext wiedergegebenen, von mir aufgezeichneten Fabrikschild war die Maschine unter Nr. 37 in Mödling gebaut worden. Unter den Öst. St. B. und später B. B. hatte sie Nr. 52.05, unter der Istrianer Staatsbahn, für die sie geliefert worden war, den Namen „Rovigno". Jedenfalls stand also damals eine dieser alten Lokomotiven nach 54 Jahren noch im Dienst. — Im Lokomotivverzeichnis der Öst. B. B. vom 31. Dezember 1932, von mir auf Grund privater Mitteilungen Hilschers besprochen in „Die Lokomotive", April 1934, Seite 63, findet sich als letzte dieser 10 Lokomotiven der Reihe 52 die 52.10 noch ausgewiesen; ich nehme aber an, daß sie damals schon abgestellt und bloß noch nicht listenmäßig gestrichen war. Dr. Alfred Holter.

Sogar 75 Dienstjahre!

Die Veröffentlichung „Über 50 Dienstjahre" im April-Heft dieser Zeitschrift veranlaßt mich zur Bekanntgabe des merkwürdigen Lebenslaufs einer Lokomotive, deren Stammhefte für Lokomotive und Kessel erst kürzlich der Maschinenfabrik Eßlingen übersandt wurden.

Die Lokomotive „Schwarzwald" der Württembergischen Staatsbahn, Betriebsnummer 44, Typ Nr. III, später Klasse D, gehörte zu der ersten in Eßlingen hergestellten Baureihe von 2 B - Lokomotiven nach amerikanischem Baumuster*). Sie wurde als 34. Eßlinger Lokomotive am 26. Mai 1852 in Dienst gestellt. Wie fast alle anderen württembergischen Drehgestell - Lokomotiven wurde auch diese Lokomotive im Jahr 1879 in eine steifachsige Lokomotive 1 B Kl. B_3 umgebaut, und zwar von der Staatsbahnwerkstätte Rottweil unter ihrer Nummer 77. So unverständlich heute dieser durch nichts begründete „Mode"-Umbau anmutet, so verständlich war die Ausstattung der Lokomotive mit einem neuen Kessel (Nr. 114 Rottweil) an Stelle des früheren Haystack-Feuerkastenkessels. So blieb außer dem Rahmen und dem Tender nicht mehr viel von der alten Maschine bei dem Umbau übrig, so daß dieser einem Neubau gleichzusetzen ist. Die Lokomotive ist bis zum 2. Juni

*) Eßlinger Lokomotiven, Wagen und Bergbahnen, Bild 4.

1917 von der Württembergischen Staatsbahn betrieben und dann an die Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft, Abt. Friedrich-Wilhelms-Hütte, verkauft worden. Dort wurde sie im März 1929 vorläufig außer Betrieb genommen und im Februar 1931 verschrottet.

Nach dem Stammheft hat also die Lokomotive ein Alter von 79 Jahren erreicht und wenn man — wie es wohl richtig ist — Umbau gleich Neubau setzt — ein solches von 52 Jahren.

Ein weit höheres Dienstalter aber erreichten noch die Engerth-Lokomotiven „Kapellen", „Mürzsteg" und „Buchberg". Sie wurden im Jahre 1854 von der Maschinenfabrik Eßlingen für die Semmering-Bahn unter den Fabriknummern 232, 233 und 237 geliefert und waren 1929 noch als Verschiebelokomotiven im Dienst, — also nach 75 Dienstjahren! Derart durchaus nicht vereinzelte Fälle sind zum großen Teile der Keßlerschen Erziehung der Belegschaft zu peinlichst genauer Arbeit zuzuschreiben, wodurch sich diese unbewußt ein Toleranzsystem zu eigen machte in einer Zeit, in der weder Werkzeuge noch Meßinstrumente eine Grundlage hierfür boten.

Dr.-Ing. M. Mayer.

Aus dem Schrifttum

Das Erlebnis der Reichsautobahn. 24 Farbphotographien von Hermann Harz. Herausgegeben vom Reichsministerium für Bewaffnung und Munition. Format 46×34 cm. München, Verlag Georg D. W. Callwey.

Fritz Todt, der Mensch, der Ingenieur, der Nationalsozialist. Von Eduard Schönleben 117 Seiten mit 119 Bildern. Format 26,5×20 cm. 1943. Oldenburg, Verlag Gerhard Stalling.

Vor wenig mehr als einem Jahr ist Reichsminister Dr. Fritz Todt tödlich verunglückt. Es ist glücklichen Umständen und der Menschenkenntnis und Entschlußkraft des Führers zu verdanken, daß in den für die Kriegführung entscheidend wichtigen Arbeiten des Verstorbenen keine Verzögerung, kaum eine kurze Stockung eintrat, sondern daß sie in vollem Umfange zu sofortiger Weiterführung einem Manne übergeben werden konnten, der mit Dr. Todt schon lange befreundet war und seine Ideen und Planungen kannte. Diese tatkräftige Fortführung der Arbeiten ist nun zwar für den Krieg von entscheidender Bedeutung, sie verringert aber den Verlust nicht, den das deutsche Volk und in ihm viele einzelne Menschen durch jenen tragischen Unglücksfall erlitten haben. Mehr als sonst ist es in schweren Zeiten gut, zuweilen den Blick auf Männer richten zu können, die in vorderster Front kämpfen, aber unter der Last ihrer Pflichten und Aufgaben niemals wanken, sondern mit ihnen wachsen und sich trotzdem menschliche Wärme und Freude an allem Schönen erhalten. Dr. Todt ist nicht mehr unter uns, aber es gilt, sein Andenken in diesem Sinne lebendig zu erhalten. Er war nicht nur ein unermüdlicher Arbeiter und Organisator, wenn es galt, die Ideen seines Führers zu verwirklichen, sondern er war auch unablässig um Wohl und Wehe seiner Mitarbeiter von der weltberühmt gewordenen „Organisation Todt" bemüht und er hatte daneben immer noch Zeit, sich persönlich um die Erhaltung eines prächtigen, alten Baumes an der Autobahn zu kümmern oder strahlend froh bei einem Kameradschaftsabend mitzumachen. Es ist kein Zufall und es ist schön, daß sein Nachfolger im Amt, der Reichsminister für Bewaffnung und Munition, Speer, anläßlich der ersten Wiederkehr des Todestages des ersten Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen ein Werk herausgab, das eine der vollendetsten Leistungen des Verstorbenen in 24 großformatigen und künstlerisch ausgezeichneten Farbaufnahmen darstellt: „Das Erlebnis der Reichsautobahn" gibt mit den Bildern dieser nach den Ideen des Führers von Dr. Todt in die Wirklichkeit übertragenen Straßen ein unvergeßliches Bild von der Persönlichkeit, die hier am Werk war. Die 24 sorgsam ausgewählten Farbaufnahmen zeigen ebensowohl die mächtigen technischen Bauwerke, die dieser größte Straßenbau der Neuzeit erforderte — steinerne und stählerne Brücken, Viadukte, Querungen von Hängen und Taleinschnitten — wie auch die feinfühlende und immer wieder überraschend sichere Art, mit der die Trasse in die Weite der Ebenen, in welliges Hügelgelände oder in die schmalen Räume des Gebirges gelegt wurde; sie zeigen auch das Erlebnis der Landschaft von diesen Straßen des Führers aus, das ein ganz anders geartetes ist, als man es auf den dem öffentlichen Verkehr dienenden sonstigen Straßen hat. Geschwindigkeiten, die den Fahrer auf Straßen des öffentlichen Verkehrs zu allerschärfster Aufmerksamkeit verpflichten und zwingen, lassen ihm auf der Reichsautobahn bequeme Muße, den Blick auch auf die Landschaft zu richten. Die Mitfahrer, die hierin auch auf den anderen Straßen nicht beschränkt sind, kommen doch durch die Loslösung von den Bildern und Zufälligkeiten des wechselnden Verkehrs zu einem wesentlich stärkeren Erfassen der Eigentümlichkeiten der verschiedenen Landschaften: auch dies wird an den zahlreichen reinen Landschaftsaufnahmen der schönen Mappe eindrucksvoll klar: so stellt sie ein Zeugnis für eine der Arbeiten des Verstorbenen dar, wie man es sich schöner und nachhaltiger kaum denken kann.

Zu diesem Bildnisbericht über eines seiner Hauptwerke tritt weiter ein reich bebildertes Werk über die Lebensläufe des Menschen, Ingenieurs und Nationalsozialisten Fritz Todt. Immer wieder staunt man über die ungeheure Vielseitigkeit dieses Mannes, dessen Schaffen sich nicht auf den engen Bereich eines Fachingenieurs beschränkte, sondern weit darüber hinaus Betätigung suchte und fand. Ob es sich um die Fragen der Wasser- und Energiewirtschaft, um Kriegsaufgaben verschiedenster Art, um die handwerkliche Durchbildung von Mauerwerk oder baulichen Einzelheiten handelte, — immer fanden diese Dinge nicht nur das Interesse von Dr. Todt, sondern er fand eine Lösung für sie, die immer gut, in vielen Fällen vorbildlich genannt werden muß. Das Buch bringt das Faksimile eines Briefes, den Dr. Todt am 17. April 1923 an einen befreundeten Offizier richtet und in dem er ihn auffordert, zu einer Versammlung in den Zirkus Krone in München zu gehen, um dort Adolf Hitler sprechen zu hören. „Dort wird die deutsche Freiheitsbewegung herkommen", schreibt Dr. Todt und etwas später: „und dann helfen Sie mit, daß wir wieder hochkommen . . . nicht bequem sein!" In diesen Worten verkörpert sich die Auffassung von Leben und Arbeit, der Dr. Todt immer gefolgt ist, bis er zuletzt im Einsatz für Führer und Volk seinen Tod fand.

St. M. Zentzytzki.

Aus dem Inhalt:

Berechnung der Wärmeübertragung im Lokomotivkessel 95
Dynamische Raddrucke auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Lokomotivmassen 103
Kriegslokomotiven 105
Die Dampflokomotiven der ehemaligen tschechoslowakischen Staatsbahnen im Fahrpark der Deutschen Reichsbahn 106
Die ersten Zahnradbahnen und das System Riggenbach 106
Heizraum- und Kesselbelastung bei ölgefeuerten Lokomotiven 109
Schutz gegen Berührungsspannung 109
Kleine Nachrichten 110
Aus dem Schrifttum 113

FAG

Rollenlager und Tonnenlager
in Lokomotivachsen und -stangen sowie im Tender

sparen

Kraft • Material
und Schmierstoff

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.

VAN DYKE

EBERHARD FABER

TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

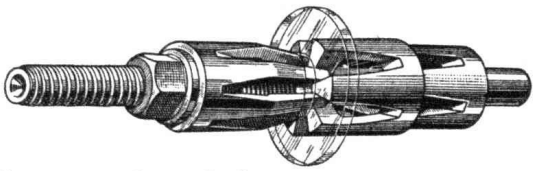
Vitrülan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

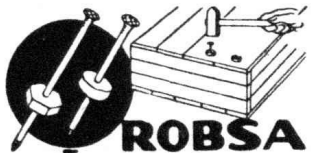
Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.
Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

Betonabbindung — eine langwierige Sache?
Keineswegs! Wenn man dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beimischt, dann vollzieht sich die Abbindung in kürzester Zeit. Paratect-Mörtelzusatz-Schnell ist besonders beim Bau von Maschinen-Fundamenten empfehlenswert, weil er die beschleunigte Inbetriebnahme der Maschinen und Motore ermöglicht. Überdies erzielt man mit Paratect-Mörtelzusatz-Schnell Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigungserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom
Paratect-Werk, Borsdorf b. Leipzig



Ich suche zu kaufen:
Helmholtz und Staby: Die Entwicklung der Lokomotive. Strauss: Von eisernen Pferden und Pfaden, Räders. und Schienenklang. Lichty: Lokomotiven für gr. Fahrgeschwindigkeit.
Karl Wimmelmann, Bad Harzburg

GÜNTHER-WERKE
DRESDEN-N. 15

Rollenlager
im
Kunstharzspezialkäfig
seit Jahren erprobt
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit
geringes Gewicht

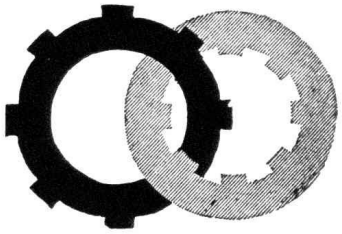
DÜRMOL

DÜRMOL
Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

Ältere Jahrgänge der Wiener und Londoner Lokomotive (1890-1937 bzw. 1924 incl.) sowie weitere Fachliteratur, Beschreibungen usw. dieser Zeit **zu kaufen gesucht.** Angebote mit Preisangabe unter AC 2085 an „Die Lokomotive", Bielefeld.

Alte Hefte der Zeitschrift **„Die Lokomotive" zu kaufen gesucht:** Jg. 1939, Nr. 3—5. Jg. 1940, Nr. 1—4, 7—12. Jg. 1941, Nr. 1—8. Günther Hoffmann, Langenbielau, Hindenburgstraße 52.

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann

Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

Fritz Wagner & Co.

BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Anfragen durch „Die Lokomotive"

Peddinghaus

Oberflächenhärtung

im Lokomotivbau vielseitig bewährt!

PAUL FERD. PEDDINGHAUS

MARS-LUMOGRAPH D.R.P.

ZEICHEN-STIFTE

In der Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in der Qualität unverändert

J.S.STAEDTLER

MARS-BLEISTIFTFABRIK · NÜRNBERG

SCHMIDT-Überhitzer-Elemente

nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit **verstärkten Umkehrstellen.**

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G.M.B.H. KASSEL.

SHG 2537

Motor-Lokomotiven

für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

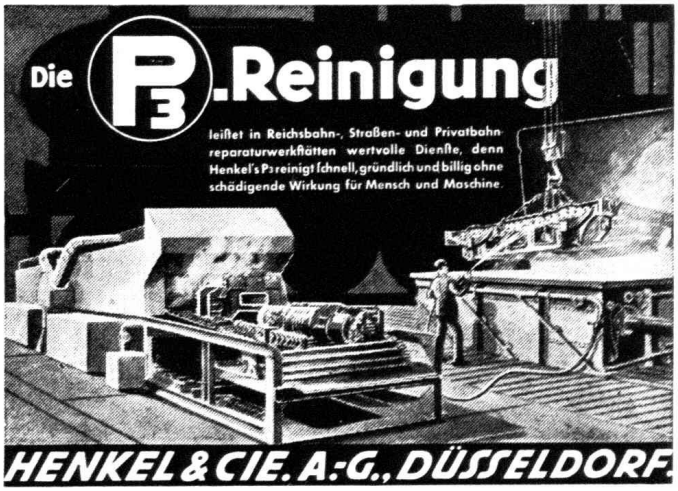
Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

KUGELLAGER **ROLLENLAGER**

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

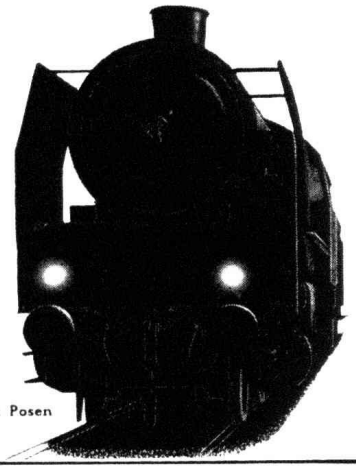
Die P3.Reinigung

leistet in Reichsbahn-, Straßen- und Privatbahnreparaturwerkstätten wertvolle Dienste, denn Henkel's P3 reinigt schnell, gründlich und billig ohne schädigende Wirkung für Mensch und Maschine.



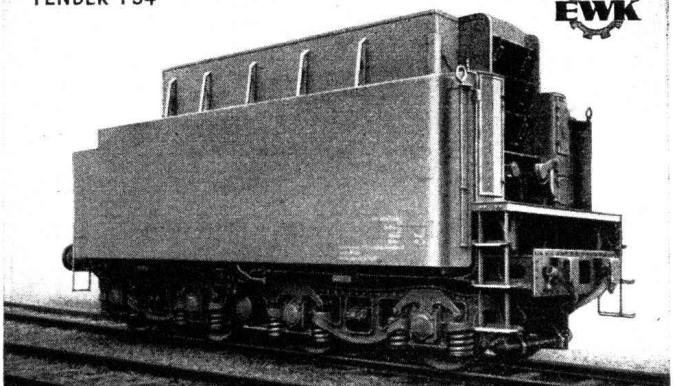
HENKEL & CIE. A.-G., DÜSSELDORF

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 49 70 — 49 73. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

DWM
LOKOMOTIVEN

Deutsche Waffen- u.
Munitionsfabriken A.G. Werk Posen

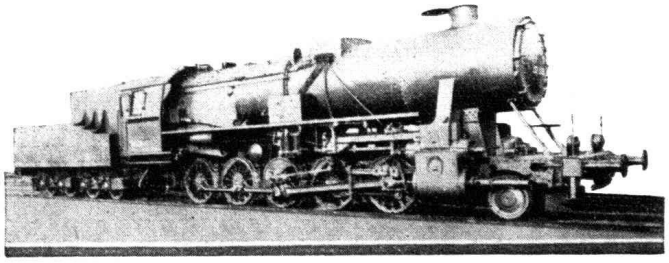
Für Schiene und Straße
Im Wasser und in der Luft
MBA
DER MBA KONZERN
MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G.
BERLIN
DESSAUER WAGGONFABRIK A.-G. GOTHAER WAGGONFABRIK A.-G.
LÜBECKER MASCHINENBAU GESELLSCHAFT
Erzeugnisse
DAMPF- UND MOTOR-LOKOMOTIVEN · MOTOREN
TRIEBWAGEN · PERSONEN- UND GÜTERWAGEN · KESSEL-WAGEN · SELBSTENTLADER
GROSSRAUM-FÖRDERWAGEN
MULDENKIPPER · SCHLEPPER
LASTANHÄNGER · BAGGER · AB-SETZER · SCHIFFE · FLUGZEUGE

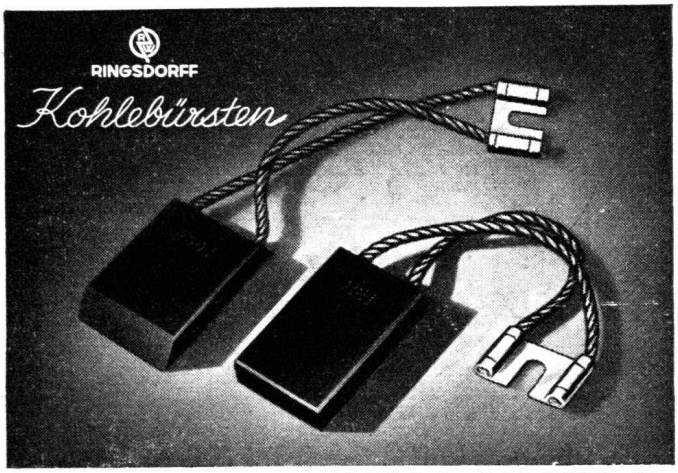
JUNG
JUNGENTHAL
LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

TENDER T34
EWK

EISENWERKE KAISERSLAUTERN

Strömungsgetriebe
in Motorlokomotiven
Voith-Turbogetriebe
beanspruchen die Aufmerksamkeit des Lokführers nicht, weil sie die Gangwechsel **selbsttätig** vornehmen und dabei noch elastisch und stoßfrei schalten.
J. M. VOITH · MASCHINENFABRIK

Elektroden
für Verbindungsschweißungen
an Eisen und Stahl
So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer dreitägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt für Schweißer, Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeugbau, Kessel- und Behälterbau, Maschinenbau, Schiffbau, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Die Teilnahme ist kostenlos! Programm und Zeitplan auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben.
Kjellberg
K 8/6
Kjellberg hilft die Leistung *steigern!*
Ingenieurbüro: Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30

F. SCHICHAU A.G.
ELBING


RINGSDORFF
Kohlebürsten

BERLIN-CHARLOTTENBURG 9, HALMSTR. 10a

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | JULI 1943 | NUMMER 7

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten

Ein Beitrag zur Leistungssteigerung bei der Ausbringung von Lokomotiven

Von G. Brügmann VDI

A. Bestimmung des Vorschubs

Bei der Planung von Bohrarbeiten und der hiermit zusammenhängenden Vorausbestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungswerte wird in ähnlicher Weise verfahren wie bei der Planung von Dreharbeiten *). Die Spantiefe a, die beim Drehen durch die halbe Differenz zwischen Anfang- und Enddurchmesser gegeben ist, wird beim Bohren durch den Bohrerdurchmesser bestimmt.

Das Verhältnis der Spantiefe zum Vorschub ist abhängig vom Bohrerdurchmesser und von der Bohrerlänge, also von der Starrheit des Bohrers sowie von dem zu bearbeitenden Werkstoff. Von weiteren Abhängigkeiten, wie Anspitzwinkel, Spiralsteigung u. a., wird hier abgesehen, da eine Berücksichtigung derselben Voraussetzung für die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungswerte ist (siehe Schrifttumsverzeichnis am Schluß der Abhandlung). Beifolgende Zahlentafel 1 enthält einige Spanverhältnisse für St 60.11, die sich aus einer Reihe von Bohrversuchen ergeben haben.

Zahlentafel 1:

Wirtschaftliche Spanverhältnisse beim Bohren von St 60.11 mit Spiralbohrern aus Schnellstahl

Bohrerdurchmesser in mm	5	10	16	20	30	36	40	50	60	70
Vorschub s in mm/U	0,11	0,16	0,19	0,22	0,275	0,30	0,32	0,36	0,39	0,42
Spanverhältnis d : s	45:1	62:1	85:1	90:1	110:1	120:1	125:1	140:1	155:1	166:1

Dieses Spanverhältnis ist wieder abhängig von dem zu bearbeitenden Werkstoff, so daß ein konstantes Verhältnis nicht bestimmbar ist. Eine rechnerische Ermittlung des Vorschubes ist nach den in der Zahlentafel 2 gegebenen Näherungsgleichungen möglich.

*) Lokomotive, 1943, Heft 5.

Zahlentafel 2:

Näherungsgleichungen für die Ermittlung des Vorschubes beim Bohren ins Volle mit Spiralbohrern aus Schnellstahl

Werkstoff	Näherungsgleichung	Nr.
St. 90...110 kg/mm²:	$0{,}032 \sqrt{d}$, oder $0{,}032\ d^{0,5}$	(1)
St 70.11, Stg hart:	$0{,}04 \sqrt{d}$, oder $0{,}04\ d^{0,5}$	(2)
St 60.11:	$0{,}05 \sqrt{d}$, oder $0{,}05\ d^{0,5}$	(3)
Ms, Rg, Cu, Bz, Ge hart:	$0{,}056 \sqrt{d}$, oder $0{,}056\ d^{0,5}$	(4)
St 50.11, Stg weich:	$0{,}062 \sqrt{d}$, oder $0{,}062\ d^{0,5}$	(5)
St 34.11:	$0{,}068 \sqrt{d}$, oder $0{,}068\ d^{0,5}$	(6)
Al-Legierung, Ge weich:	$0{,}074 \sqrt{d}$, oder $0{,}074\ d^{0,5}$	(7)
Mg-Legierung:	$0{,}086 \sqrt{d}$, oder $0{,}086\ d^{0,5}$	(8)

B e i s p i e l: Ermittle den Vorschub beim Bohren von St 60.11 bei einem Spiralbohrerdurchmesser von 36 mm.

L ö s u n g: Nach der Näherungsgleichung Nr. 3 wird

$$s = 0{,}05 \sqrt{d} = 0{,}05 \cdot \sqrt{36} = 0{,}05 \cdot 6 = 0{,}3$$

$$\underline{s = 0{,}3 \text{ mm/U.}}$$

Die graphische Lösung ist in Bild 1, Feld I, dargestellt. Über einem veränderlichen Bohrerdurchmesser sind die Werkstofflinien den Näherungsgleichungen entsprechend als Parameter eingezeichnet. Der gesuchte Vorschub ist durch Funktionslösung an der rechten Ordinate abzulesen.

E i n g e z e i c h n e t e s B e i s p i e l: Die Senkrechte B (Bohren ins Volle) vom Ausgangspunkt A (Spiralbohrerdurchmesser = 18 mm) schneidet die Werkstoffgerade für St 60.11 im Punkt C. Die Waagerechte D führt von C an die rechte Ordinate und ergibt in E den gesuchten Vorschub

$$\underline{s = 0{,}21 \text{ mm/U.}}$$

Bei vorgebohrten Löchern können die Vorschubwerte entsprechend Zahlentafel 3 erhöht werden:

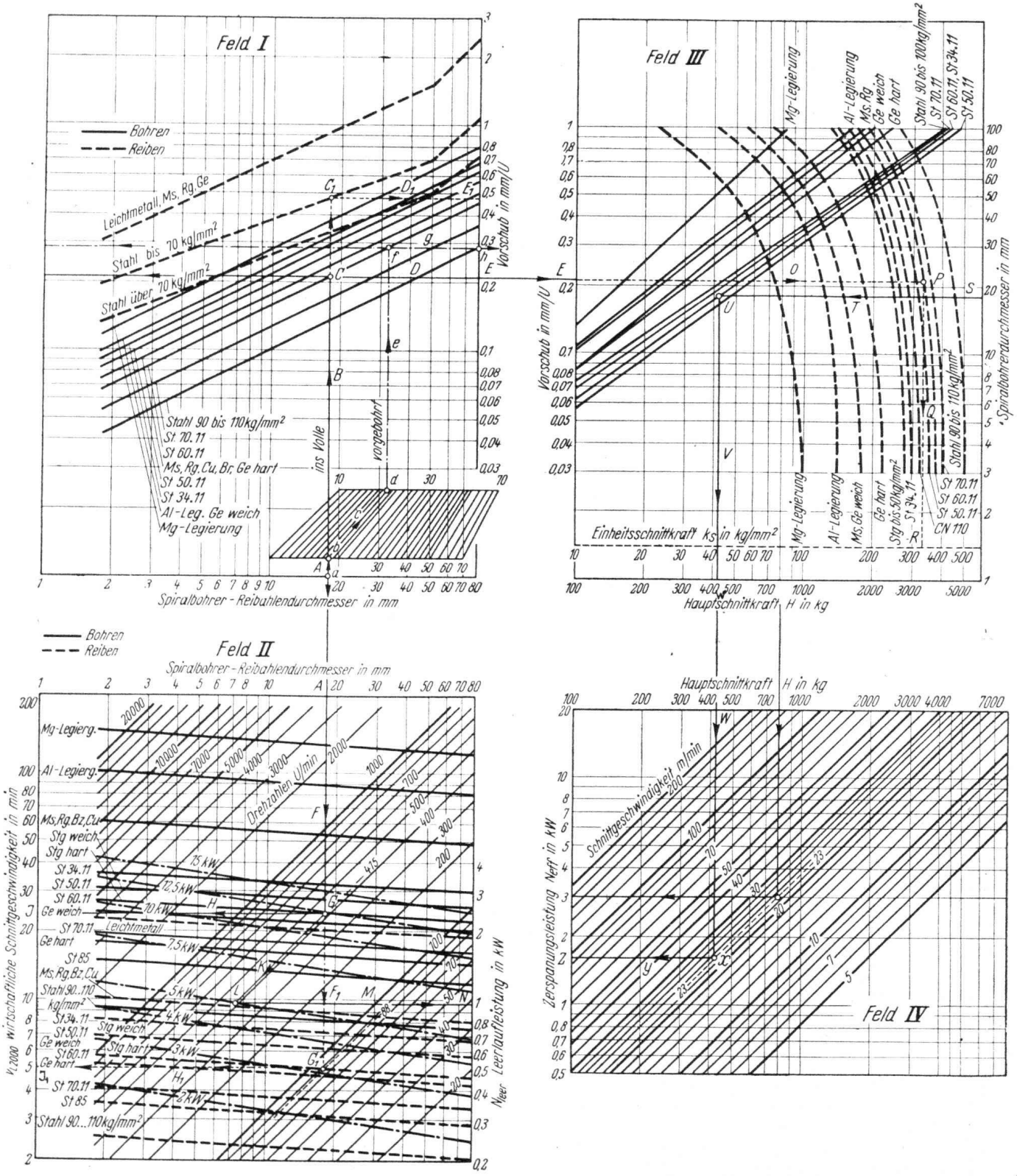


Bild 1: Zusammengesetztes Nomogramm

Feld I: Bestimmung des Vorschubs (Bohrmaschine)

Feld II: Bestimmung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit, der Drehzahl und Leerlaufleistung

Feld III: Bestimmung der Schnittkräfte (Bohren ins Volle)

Feld IV: Bestimmung der Zerspanungsleistung (Bohren ins Volle)

Zahlentafel 3:

Umrechnungsgrößen zur Ermittlung der Vorschübe beim Bohren von vorgebohrten Löchern

Lochdurchmesser [mm]	10	20	30	40	50
vorgebohrt auf [mm]	4	7,5	10	15	17,5
Umrechnungsgröße	1,41	1,33	1,28	1,26	1,24

Diese Verhältnisgrößen sind in Bild 1, Feld I, durch eine Brücke, die zwischen Bohrerdurchmesser und Werkstofflinien geschaltet ist, graphisch dargestellt; ein eingezeichneter Linienzug zeigt, in Pfeilrichtung gesehen, ihren Gebrauch.

Eingezeichnetes Beispiel: Vom Ausgangswert a (Spiralbohrerdurchmesser 18 mm) führt eine Senkrechte nach b an die vorgelagerte Brücke. Die Rechenlinie c (Umrechnungsgröße 1,35) lenkt den Linienzug in Pfeilrichtung nach rechts ab an die obere Abszisse der Brücke in d und führt von hier durch die gestrichelte Senkrechte e wieder an die Werkstofflinie (für St 60.11) in f. Die Waagerechte g verläuft von f nach h und ergibt den Ordinatenwert

$$s = 0{,}29 \text{ mm/U.}$$

Durch Berücksichtigung der Näherungsgleichung (3) und der Umrechnungsgröße 1,35 ermittelt sich der Vorschub wie folgt:

$$s = 0{,}05 \sqrt{d} \cdot 1{,}35 = 0{,}05 \sqrt{18} \cdot 1{,}35$$
$$= 0{,}05 \cdot 4{,}25 \cdot 1{,}35 = 0{,}286$$
$$s = 0{,}286 \text{ mm/U.}$$

Zur Bestimmung der wirtschaftlichen Vorschübe beim Reiben wurde das Rechenblatt Bild 1, Feld I, durch 3 Werkstofflinien erweitert, die zur besseren Kenntlichmachung gestrichelt eingezeichnet wurden. Bis zum Reibahlendurchmesser von 50 mm weisen diese Linien einen gesetzmäßigen Verlauf durch ihre gleichbleibende Richtung aus, während sie bei Durchmessern über 50 mm wohl geradlinig, aber steiler verlaufen. Dieser Knick der Werkstofflinien ergibt bei Reibahlen über 50 mm einen größeren Zuwachs des Vorschubes in ansteigender Richtung bei entsprechender Zunahme des Durchmessers. Die Richtungsänderung der Linien bedingt eine Änderung der konstanten Faktoren in der Näherungsgleichung, so daß für jede Werkstofflinie 2 Gleichungen nötig sind, die in Zahlentafel 4 zusammengestellt sind.

Zahlentafel 4:

Näherungsgleichungen zur rechnerischen Ermittlung der Vorschübe beim Reiben mit Schnellstahlwerkzeugen

Werkstoff	Näherungsgleichung Reibahlendurchm. bis 50 mm	Nr.	Reibahlendurchm. über 50 mm	Nr.
Stahl über 70 kg/mm²	$0{,}106\ d^{0{,}4}$	9	$0{,}025\ d^{0{,}87}$	12
Stahl bis 70 kg/mm²	$0{,}15\ d^{0{,}4}$	10	$0{,}02\ d^{0{,}91}$	13
Ms, Rg, Ge und Leichtmetall	$0{,}23\ d^{0{,}48}$	11	$0{,}03\ d$	14

Aufgabe: Ermittle den wirtschaftlichen Vorschub in mm/U beim Reiben von St 60.11. Der Reibahlendurchmesser beträgt 18 mm.

Lösung nach Gleichung (10):

$$s = 0{,}15\ d^{0{,}4} = 0{,}15 \cdot 18^{0{,}4}$$

$$s = \log 0{,}15 + 0{,}4 \cdot \log 18 = 0{,}17609 - 1 + 0{,}4 \cdot 1{,}25527 = 0{,}17609 - 1 + 0{,}502108 = 0{,}678198 - 1,\ N = 0{,}4767$$

$$s = 0{,}477 \text{ mm/U.}$$

Eingezeichnetes Beispiel: Die Senkrechte B in A (Reibahlendurchmesser = 18 mm) schneidet die Werkstofflinie „Stahl bis 70 kg/mm²“ (gestrichelte Linie) in C_1. Die Waagerechte D_1 führt von hier an die rechte Ordinate und ergibt in E_1 den gesuchten Wert

$$s = 0{,}475 \text{ mm/U.}$$

B. Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit

Die Schnittgeschwindigkeit beim Bohren ist abhängig von der Abstumpfung der Bohrerschneiden. Beim Drehen ist hierfür die Zeit von 60 min für alle Werkstoffe als Kennzeichen der Wirtschaftlichkeit festgelegt. Beim Bohren geht man von einer konstanten Gesamtlochtiefe aus, die sich je Bohreranschliff erreichen läßt. Mit Rücksicht auf die kurzen Bohrerwechselzeiten und die große Anzahl der möglichen Nachschärfungen, sowie die kurze Dauer des Unterschnittstehens des Spiralbohrers ist diese Gesamtlochtiefe für alle Werkstoffe auf 2000 mm festgelegt. Die Schnittgeschwindigkeit ist also so zu wählen, daß die Bohrerschneiden abgestumpft sind, wenn eine Lochzahl erreicht ist, deren Summe der Lochtiefen eine Gesamtbohrtiefe von 2000 mm ergibt. Die so ermittelte Schnittgeschwindigkeit wird als wirtschaftlich bezeichnet und durch das Kurzzeichen „$v_{L,2000}$“ ausgedrückt.

Die Standzeit der Bohrerschneiden ist somit veränderlich und von dem Werkstoff, der Drehzahl und dem Vorschub des Bohrers und der Einzellochtiefe abhängig. Da die Bohreranspitzung als zusätzliche Bohrertiefe je Loch zu behandeln ist, muß außer dieser vom Werkstoff abhängigen Größe auch noch der Durchmesser des Spiralbohrers berücksichtigt werden. Alle diese Abhängigkeiten, deren Zahl damit aber bei weitem noch nicht erschöpft ist, lassen erkennen, daß die Standzeit eines Spiralbohrers sehr schwer zu bestimmen ist.

Die zusätzliche Bohrtiefe, in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Bohrergröße, läßt sich nach den in Zahlentafel 5 angegebenen Näherungsgleichungen ermitteln.

Zahlentafel 5:

Näherungsgleichungen für die Bestimmung der zusätzlichen Bohrtiefe beim Bohren mit Spiralbohrern in Abhängigkeit vom Bohrerdurchmesser und vom Werkstoff

Werkstoff	Anspitzwinkel Grad	Näherungsgleichung für y	Gleich. Nr.
Aluminium-Leg.	140	$y = \frac{\operatorname{tg}\left(90 - \frac{\alpha}{2}\right)}{2}\, d$ = 0,18 d	15
Messing	130	= 0,24 d	16
Stahl, Gußeisen	118	= 0,30 d	17
Magnesium-Leg.	100	= 0,42 d	18
Marmor, Gestein	80	= 0,60 d	19
Hartgummi	30	= 1,87 d	20

Zur Bestimmung der mit einem Bohreranschliff zu bohrenden Lochzahl ist zur gegebenen praktischen Lochtiefe die zusätzliche Bohrtiefe y in mm hinzuzurechnen. Bild 2 ermöglicht das Ablesen der zusätzlichen Größe y für eine gegebene Bohrergröße. Die entsprechenden Werkstoffe sind als Multiplikationsgeraden dargestellt.

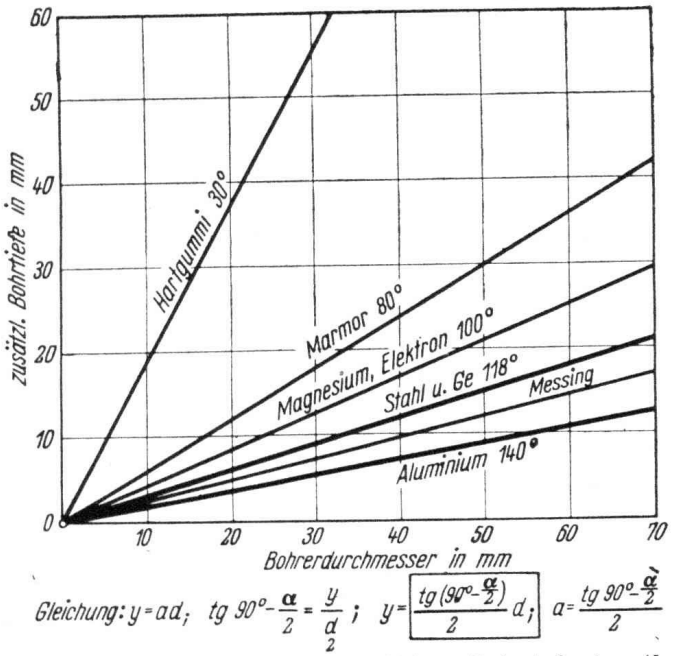


Bild 2: Ermittlung der zusätzlichen Bohrtiefe in Abhängigkeit von der Bohrerspitze und dem Bohrerdurchmesser

Aufgabe: Bestimme die wirtschaftliche Lochzahl beim Bohren von St 60.11 mit Spiralbohrern.

Gegeben: Bohrerdurchmesser = 45 mm, Bohrtiefe l = 70 mm.

Lösung: Gesamtlochtiefe = 0,3 d + l = 13,5 + 70 = 83,5 mm, wirtschaftliche Lochzahl = $\frac{2000}{83,5}$ = 24.

Um eine Prüfung an der Maschine zu ermöglichen, ist es ratsam, dem ausführenden G. M. diese ermittelte Lochzahl je Bohrerschneide anzugeben.

Da ein Nachschärfen des abgestumpften Bohrers nicht von dem ausführenden G. M. selbst, sondern nur von der Werkzeugschleiferei vorgenommen werden darf, ist zu überlegen, ob es nicht wirtschaftlicher ist, die vorzugebende Stückzahl der je Bohreranschliff ermittelten Lochzahl anzupassen und für die Ausführung der Arbeit die entsprechenden Bohrer vorzugeben. So würden bei einer wirtschaftlichen Losgröße von 72 Stück der behandelten Arbeit 3 Spiralbohrer von 45 mm Durchmesser nötig sein. Um jegliche Weg- und Umtauschzeiten zu verhüten, ist es ratsam, diese drei Bohrer gleich anzuliefern. Durch diese Maßnahme ist auch die Möglichkeit gegeben, die vorhandenen Schleifscheiben aus der Bohrerei zu entfernen, um ein Nachschärfen der Bohrer von unberufener Hand zu unterbinden.

Solche planmäßige Gestaltung der Bohrarbeiten verlangt aber auch eine gut durchgearbeitete und den wirtschaftlichen Zerspanungswerten angepaßte Vorgabe.

Außer den in Bild 1, Feld 1, ermittelten Vorschüben sind die wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeiten zu bestimmen. Der Einfachheit halber geht man hierbei so vor, daß man dem Betrieb statt der Schnittgeschwindigkeit die für eine bestimmte Bohrergröße in Frage kommende Drehzahl angibt.

Die Zusammenhänge zwischen Bohrergröße, Werkstoff und Schnittgeschwindigkeit in bezug auf die als wirtschaftlich erkannte Bohrbarkeit $v_{L\,2000}$ sind in Bild 1, Feld II, dargestellt.

Ausgehend vom Werkzeugdurchmesser, sind die gesuchten Zerspanungswerte mit Hilfe von eingezeichneten Werkstoff- und Drehzahllinien sowohl für das Bohren als auch für das Reiben durch einfaches Ablesen zu bestimmen. Als einheitliche Bohrtiefe in mm ist die Größe 2d zugrunde gelegt.

Die eingezeichneten Leerlauflinien beziehen sich auf die gewählte Maschine. Sie gestatten in Verbindung mit der ermittelten Drehzahllinie eine Bestimmung der von der Drehzahl und dem Wirkungsgrad der Maschine abhängigen Leerlaufleistung.

Eingezeichnetes Beispiel für Bohren:

Das Lot F vom Ausgangspunkt A (Bohrerdurchmesser 18 mm) schneidet die Werkstofflinie für St 60.11 in G. Die Waagerechte H führt an die linke Ordinate und ergibt in J die gesuchte wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit

$$v_{L\,2000} = 23,5 \text{ m/min.}$$

C. Bestimmung der Drehzahl

Die durch den Schnittpunkt G unter 45° führende Gerade gibt die Drehzahl an, die für die ermittelte Schnittgeschwindigkeit von 23,5 m/min bei der gegebenen Bohrergröße von 18 mm Durchmesser zu wählen ist. Sie ist

$$n = 415 \text{ U/min.}$$

D. Bestimmung der Leerlaufleistung

Vom Schnittpunkt G führt der Linienzug K in Pfeilrichtung nach L zum Schnitt mit der Leerlauflinie der gewählten Maschine bei 5 kW Antriebsleistung. Die Waagerechte M lenkt von hier nach rechts ab und trifft die rechte Ordinate in N. Der Ablesewert ergibt die gesuchte Leerlaufleistung

$$N_{leer} = 0,96 \text{ kW.}$$

Das Beispiel für Reiben ist durch einen gestrichelten Linienzug gekennzeichnet und ergibt folgende Lösung:

Das Lot F von A über G hinaus, also der Linienzug F_1, berührt die Werkstofflinie St 60.11 für Reiben in G_1. Die Waagerechte H_1 von G_1 nach J_1 ergibt hier den Wert

$$v = 5 \text{ m/min.}$$

Die ebenfalls durch G_1 führende Drehzahlgerade vermittelt die entsprechende Drehzahl

$$n = 88 \text{ U/min.}$$

Da beim Reiben eine Auslastung der Antriebleistung größtenteils nicht erfolgt, kann eine Bestimmung der Leerlaufleistung unterbleiben.

Wie bereits gesagt, beziehen sich die in Bild 1, Feld I und Feld II, dargestellten Zusammenhänge der Zerspanungswerte für Bohren und Reiben nur auf nor-

male Lochtiefen an Bohrmaschinen. Für größere Bohrtiefen sind die Vorschübe und in einzelnen Fällen auch die Drehzahlen von anderen Einflüssen abhängig. Das ist auch der Fall beim Bohren und Reiben auf anderen Maschinen. Über diese besonderen Fälle wird noch eingehend zu sprechen sein.

E. Die Bestimmung der Schnittkräfte

Zur Ermittlung der Zerspanungsleistung beim Bohren ist außer dem Spanquerschnitt die diesem beigeordnete Einheitsschnittkraft von Bedeutung; ihre Größe ist nur aus Versuchen zu ermitteln. Bei allen Zerspanungsversuchen hat sich herausgestellt, daß sich die Einheitsschnittkräfte bei zunehmendem Querschnitt verringern. Mit Rücksicht auf diese Erkenntnis und unter Beachtung des großen Verhältnisses von Durchmesser zu Vorschub (100 : 1 u. m.) wurden die durch Versuche ermittelten Einheitsschnittkräfte in Abhängigkeit vom Vorschub geordnet und entsprechend den Werkstoffen in ein einfach logarithmisches Netz eingezeichnet (Bild 3).

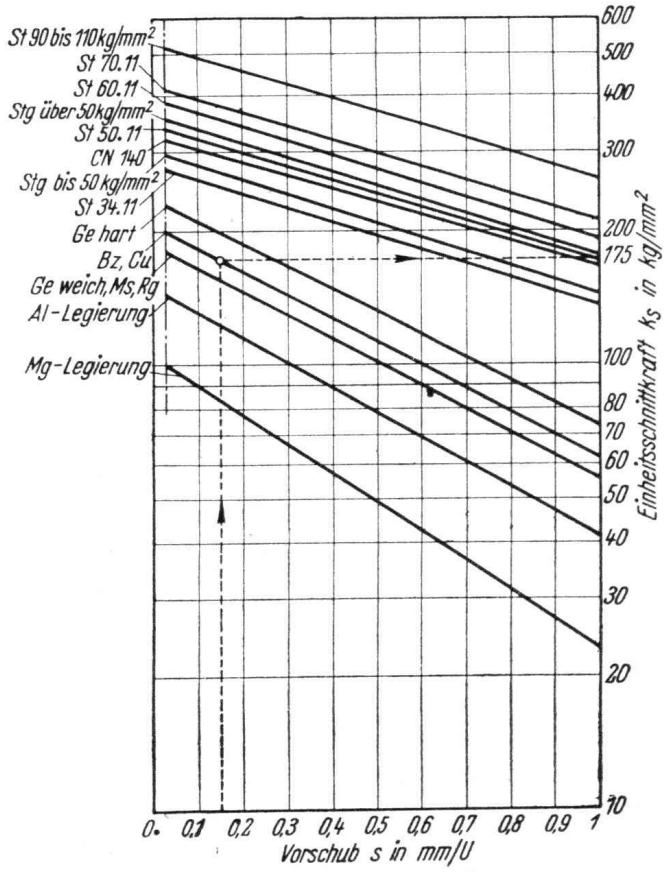


Bild 3: Ermittlung der Einheitsschnittkraft

Der Querschnitt ermittelt sich aus der Gleichung

$$f_s = \frac{d}{2} \cdot \frac{s}{2} \cdot 2 = \frac{d \cdot s}{2} \text{ [mm²]} \qquad (21)$$

(vgl. Bild 4)

Nimmt man einmal an, daß beide Kräfte im Abstand von $\frac{2}{3}$ d angreifen, so errechnet sich die beim Bohren auftretende Hauptschnittkraft H nach der Gleichung

$$H = f_s \cdot \frac{2}{3} \cdot k_s = \frac{d \cdot s}{3} k_s \text{ [kg]} \qquad (22)$$

Zahlentafel 6 enthält einige Werte der Schnittkräfte beim Bohren von St 50.11.

Zahlentafel 6:

Ermittlung der Schnittkräfte beim Bohren von St 50.11 ins Volle mit Spiralbohrern aus Schnellstahl in Abhängigkeit vom Bohrerdurchmesser und wirtschaftlichen Vorschub s in mm/U

Spiralbohrer-durchmesser d mm	Wirtschaftl. Vorschub s mm/U	Einheits-Schnittkraft k_s kg/mm²	Haupt-Schnittkraft H kg
5	0,14	328	76,5
10	0,20	313	208
15	0,25	302	390
20	0,28	295	550
25	0,31	290	750
30	0,34	282	960
35	0,37	276	1190
40	0,40	270	1440
45	0,42	266	1675
50	0,45	260	1950
55	0,47	257	2190
60	0,48	255	2450
65	0,50	251	2720
70	0,53	246	3040
75	0,55	242	3320

Für Überschlagrechnungen können die Näherungsgleichungen nach Zahlentafel 7 verwendet werden.

Zahlentafel 7:

Näherungsgleichungen für die Ermittlung der Hauptschnittkräfte beim Bohren ins Volle mit wirtschaftlichen Vorschüben

Werkstoff	Näherungsgleichung	Nr.
St 50.11	$H = 10\ d^{1,35}$ kg	23
St 60.11	$H = 8{,}5\ d^{1,36}$ kg	24
St 70.11	$H = 7\ d^{1,39}$ kg	25
St 90 bis 110 kg/mm²	$H = 5{,}5\ d^{1,45}$ kg	26
Al-Legierung	$H = 5{,}4\ d^{1,07}$ kg	27
Mg-Legierung	$H = 6{,}4\ d^{1,23}$ kg	28

Aufgabe: Ermittle die Hauptschnittkraft beim Bohren von St 50.11. Der Bohrerdurchmesser beträgt 70 mm.

Lösung (nach Gleichung 23):

$$H = 10 d^{1,35} = 10 \cdot 70^{1,35} \text{ [kg]}$$
$$= \log 10 + 1{,}35 \log 70$$
$$= 1 + 1{,}35 \cdot 1{,}8481$$
$$= 3{,}490885,\ N = 3090$$

H ungefähr 3090 kg.

Eine graphische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Vorschub und Einheitsschnittkraft einerseits und Bohrerdurchmesser und Hauptschnittkraft anderseits zeigt Bild 1, Feld III. Über dem in Feld I gefundenen wirtschaftlichen Vorschub sind die gebräuchlichsten Werkstofflinien so aufgetragen, daß durch eine umgekehrte Funktionslösung (inverse Funktion) die Einheitsschnittkraft k_s in kg/mm² als Abszissenwert abzulesen ist. Bei der Bestimmung der Hauptschnittkraft H in kg ist mit Rücksicht auf den Spanquerschnitt

der Bohrerdurchmesser als Ausgangsgröße festgelegt. Die Multiplikation der Bohrergröße mit den durch die entwickelte Gleichung (22) gegebenen Werten

$$H = d \cdot \frac{s \cdot k_s}{3} \qquad (29)$$

ist durch die eingezeichneten Geraden erfüllt. Statt der ermittelten Rechengrößen ist der Einfachheit halber gleich der entsprechende Werkstoff an die jeweils ermittelten Geraden angetragen, so daß für einen gegebenen Spiralbohrerdurchmesser mit Hilfe dieser Werkstofflinien die Hauptschnittkraft ebenfalls als Abszissenwert abzulesen ist.

Eingezeichnetes Beispiel: Vom Ausgangspunkt E (Vorschub s = 0,21 mm/U) führt die Waagerechte O nach P, ihrem Schnittpunkt mit der entsprechenden Werkstoffkurve für St 60.11. Das Lot Q, gefällt von P aus, führt an die untere Abszisse der Einheitsschnittkraft und ergibt in R den gesuchten Wert von

$$\underline{\underline{k_s = 335 \text{ kg/mm}^2.}}$$

Bei der Bestimmung der Hauptschnittkraft geht man vom rechten Ordinatenwert S (Spiralbohrerdurchmesser = 18 mm) aus. Die Waagerechte T führt in Pfeilrichtung nach U (Werkstoff St 60.11). Das Lot V schneidet dann die untere Abszisse in W und ergibt hier die Hauptschnittkraft

$$\underline{\underline{H = 422 \text{ kg.}}}$$

F. Bestimmung der Zerspanungsleistung

Nach dem Grundgesetz der Leistung „Kraft mal Weg in der Zeiteinheit" läßt sich die Zerspanungsgleichung für das Bohren mit Spiralbohrern wie folgt entwickeln:

a) Die Kraft: Die in Feld III ermittelte Hauptschnittkraft, die im Abstand von $\frac{2}{3}$ d angreift, ist durch die Beziehung zwischen Querschnitt und Einheitsschnittkraft gegeben. Aus der Gleichung für den Spanquerschnitt

$$f_s = \frac{d \cdot s}{2} \text{ in mm}^2$$

(vgl. Zahlentafel 8 und Bild 4)

und der erwähnten Beziehung ergibt sich die Kraft

$$H = \frac{d \cdot s}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot k_s, \text{ oder}$$

$$\underline{\underline{H = \frac{d \cdot s}{3} \; k_s \text{ in kg.}}}$$

b) Der Weg: Als Zerspanungsweg beim Bohren ist die in Feld II ermittelte wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit v_{L2000} anzusehen. Sie ist ausgedrückt durch die Gleichung

$$v_{L\,2000} = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ in m/min} \qquad (30)$$

c) Die Zerspanungsarbeit: Das Produkt der beiden Größen H und v ergibt die erzielte Bohrarbeit A, die in mkg/min dargestellt ist:

$$A = \frac{d \cdot s}{3} \; k_s \cdot v, \text{ oder} \qquad (31)$$

$$A = H \cdot v \text{ in mkg/min} \qquad (32)$$

d) Die Zerspanungsleistung: Um die Bohrleistung zu bestimmen, muß das Grundgesetz erfüllt und die Bohrarbeit auf die Zeiteinheit bezogen werden.

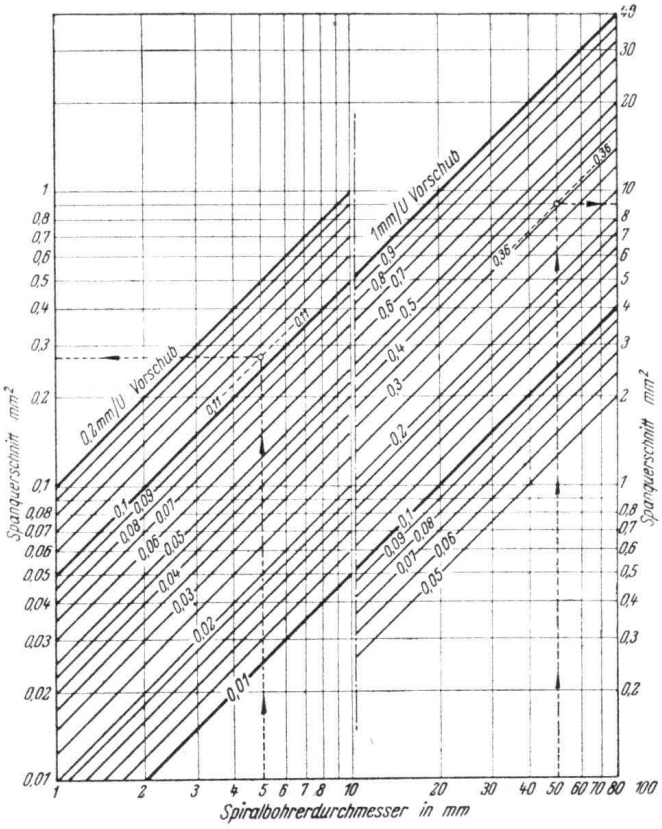


Bild 4: Ermittlung des Spanquerschnittes beim Bohren ins Volle

Durch die Umwandlung der allgemeinen Einheit der Arbeit mkg in PS oder kW ergeben sich folgende drei Gleichungen für die Zerspanungsleistung am Spiralbohrer:

$$1.\; N_{eff} = \frac{d \cdot s \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 3} \quad [\text{mkg/sek}^2] \qquad (33)$$

$$2.\; N_{eff} = \frac{d \cdot s \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 3 \cdot 75} \quad [\text{PS}] \qquad (34)$$

$$3.\; N_{eff} = \frac{d \cdot s \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 3 \cdot 102} \; [\text{kW}] \text{ oder} \qquad (35)$$

$$\boxed{N_{eff} = \frac{d \cdot s \cdot k_s \cdot v}{18\,360} \quad [\text{kW}]}$$

Aufgabe: Ermittle die Zerspanungsleistung beim Bohren von St 50.11.

Gegeben:

Spiralbohrerdurchmesser	= 26 mm
Vorschub	s = 0,3 mm/U
Drehzahl	n = 350 U/min
Schnittgeschwindigkeit	v = 28 m/min
Einheitsschnittkraft	k_s = 291 kg/mm²

(Feld III und Bild 3)

Lösung:

$$N_{eff} = \frac{d \cdot s \cdot k_s \cdot v}{18\,360} = \frac{26 \cdot 0{,}3 \cdot 291 \cdot 28}{18\,360} = \underline{\underline{3{,}46 \text{ kW.}}}$$

Dieser Versuch wurde an einer Radialbohrmaschine mit 5 kW Antriebleistung gefahren. Bild 5 zeigt die Leistungskurven mit geschärftem und abgestumpftem Spiralbohrer. Auch hier ist wieder der starke Anstieg des Kraftverbrauches beim Durchbruch des Bohrers zu erkennen.

Zahlentafel 8 enthält die entwickelten Zerspanungswerte beim wirtschaftlichen Bohren mit Spiralbohrern ins Volle. Sie ergaben sich aus einer Versuchsreihe, die an St 60.11 durchgeführt wurde.

Bild 1, Feld IV nimmt Bezug auf die bereits entwickelte Zerspanungsgleichung und führt vom Ausgangswert, der Hauptschnittkraft, über die Schnittgeschwindigkeitslinien zur gesuchten Zerspanungsleistung.

Die Darstellungsgleichung dieses Rechenblattes lautet:

$$N_{eff} = \frac{H \cdot v}{6120} \text{ kW} \qquad (36)$$

Die unter 45° eingezeichneten v-Linien sind um die logarithmische Größe 6120 in positiver Richtung verlagert, so daß das entstandene Rechenblatt als eine einfache Multiplikationstafel im ersten Quadranten anzusehen ist.

Eingezeichnetes Beispiel: Das über W hinaus gefällte Lot V, aus Feld III, schneidet die v-Gerade (v = 23 m/min) im Punkt X. Die Waagerechte Y geht von X an die linke Ordinate und ergibt in Z den gesuchten Wert der Zerspanungsleistung

$$\underline{\underline{N_{eff} = 1{,}6 \text{ kW}}}.$$

Zahlentafel 8:

Zerspanungswerte beim wirtschaftlichen Bohren von St 60.11 (vgl. auch Bild 7 und 8)

d mm	v m/min	s mm/U	f_s mm²	k_s kg/mm²	H kg	N_{eff} kW	ML kW	Vsp cm³/kWmin
5	26	0,11	0,275	365	75	0,318	0,5	7,2
6	26	0,12	0,360	362	87	0,370	0,5	9,6
7	26	0,13	0,455	360	109	0,463	0,6	10,0
8	25	0,14	0,560	357	133	0,543	0,7	10,0
9	25	0,15	0,675	354	159	0,650	0,8	10,6
10	24	0,16	0,800	352	188	0,738	1,0	9,6
12,5	24	0,18	1,125	349	262	1,06	1,25	10,8
15	24	0,19	1,425	346	329	1,29	1,5	11,4
17,5	24	0,21	1,840	340	416	1,63	2,0	11
20	23,5	0,22	2,200	337	495	1,90	2,5	10,3
22,5	23,5	0,24	2,70	332	600	2,30	3	10,6
25	23,5	0,25	3,12	330	688	2,64	4	12,2
27,5	23,5	0,27	3,71	325	805	3,09	4	11
30	23	0,28	4,2	322	900	3,38	4	12
32,5	23	0,29	4,72	320	1020	3,84	5	11
35	23	0,30	5,25	318	1111	4,17	5	12
37,5	23	0,31	5,82	316	1225	4,61	6	11,2
40	23	0,32	6,40	314	1340	5,03	6	12,3
42,5	23	0,33	7,00	312	1460	5,49	7	11,5
45	23	0,34	7,65	310	1580	6,03	7,5	11,6
47,5	23	0,35	8,32	307	1700	6,39	8	12
50	23	0,36	9,00	304	1875	7,05	9	11,5
60	23	0,39	11,70	297	2320	8,75	11	12,3
70	23	0,42	14,70	290	2840	10,70	13	13

G. Bestimmung des Spanvolumens

Zur Ermittlung der wirtschaftlichen Bohrleistung beim Bohren mit Spiralbohrern ist die Bestimmung der in einer Minute anfallenden Spanmenge nötig. Sieht man einmal von der Bohreranspitzung und der beim Anbohren hierdurch erzielten kleineren Spanmenge ab, so ist die zu ermittelnde Spanmenge gleich dem Volumen eines Zylinders, dessen Grundfläche sich aus dem Bohrerdurchmesser und dessen Höhe sich aus dem in 1 Minute zurückgelegten Weg des Bohrers ergibt.

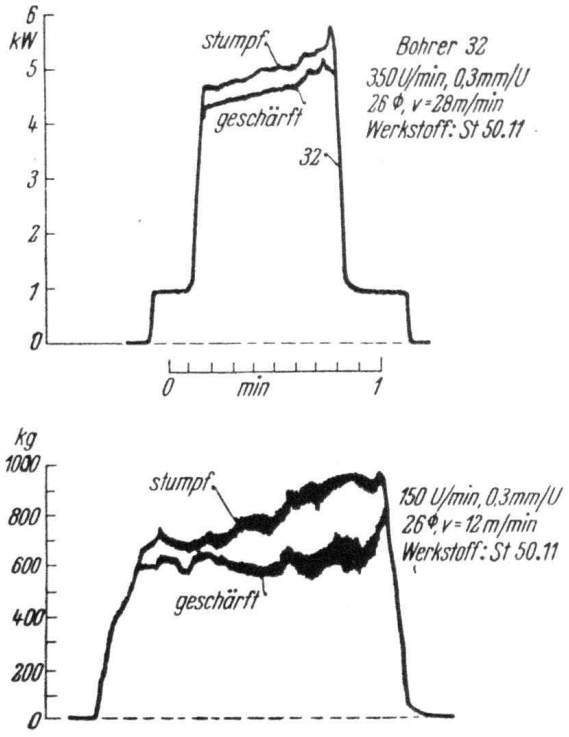


Bild 5: Abstumpfung eines Spiralbohrers mit Oliver-Anschliff

Die Grundfläche ist aus der Gleichung

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ [mm}^2\text{]} \qquad (37)$$

und die Höhe aus der Gleichung

$$h = n \cdot s \text{ [mm/min]} \qquad (38)$$

zu errechnen. Beide Gleichungen zusammengezogen ergeben folgende Beziehung:

$$F \cdot h = V = \frac{d^2 \pi \cdot n \cdot s}{4} \text{ [mm}^3\text{/min]} \qquad (39)$$

Ist die Schnittgeschwindigkeit gegeben, also d und n unbekannt, so ist n durch den Ausdruck

$$\frac{v \cdot 1000}{d \cdot \pi} \qquad (40)$$

zu ersetzen.

Die in cm³/min ausgedrückte allgemeine Gleichung lautet dann:

$$v = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot v \cdot 1000 \cdot s}{4 \cdot d \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{d \cdot v \cdot s}{4} \text{ [cm}^3\text{/min]} \qquad (41)$$

Da der Spanquerschnitt beim Bohren

$$f_s = \frac{d \cdot s}{2} \text{ [mm}^2\text{]}$$

ist (vgl. Ermittlung der Zerspanungsleistung), lautet die allgemeine Gleichung nun:

$$V = f_s \cdot \frac{v}{2} = \frac{d \cdot s}{2} \cdot \frac{v}{2} \text{ [cm}^3\text{/min]} \qquad (42)$$

Hierin bedeutet:

V = Spanvolumen . . . . . in cm³/min
f_s = Spanquerschnitt . . . . . in mm²
v = Schnittgeschwindigkeit . . in m/min
s = Vorschub . . . . . in mm/U
d = Spiralbohrerdurchmesser . in mm

Aufgabe: In einem Maschinenteil aus St 60.11 sollen mit einem Spiralbohrer von 35 mm Durchmesser Löcher gebohrt werden. Die Schnittgeschwindigkeit

beträgt 23 m/min und der Vorschub 0,3 mm/U. Ermittle das Spanvolumen.

Gleichung:

$$V = \frac{d \cdot s}{2} \cdot \frac{v}{2} = \frac{35 \cdot 0{,}3}{2} \cdot \frac{23}{2} = \underline{\underline{60{,}4 \text{ cm}^3/\text{min}}}$$

Da für Stahlguß von 50 bis 70 kg/mm² Festigkeit die gleichen Zerspanungswerte gelten, ist das minutliche Spanvolumen aus Bild 6 mit ungefähr 60 cm³/min abzulesen.

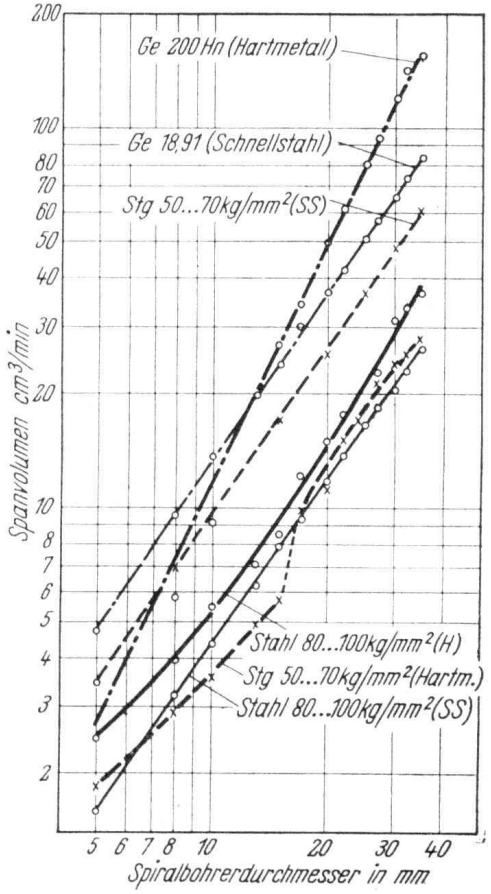


Bild 6: Wirtschaftlichkeit beim Bohren (minutliches Spanvolumen bei Hartmetall und Schnellstahl)

Zahlentafel 9 enthält die Ermittlung der Zerspanungswerte beim Bohren von Stg 50 . . . 70 kg/mm² mit Hartmetall (aus der Schrift „Hartmetallwerkzeuge") und mit Schnellstahl (aus Bild 1, Feld I und Feld II).

Zahlentafel 9:

Minutliche Spanmengen beim Bohren von Stahlguß von 50—70 kg/mm² mit Hartmetall- und Schnellstahlbohrern

Bohrer-durchm. mm	Hartmetall-Bohrer s mm/U	v m/min	V cm³/min	Schnellstahl-Bohrer s mm/U	v m/min	V cm³/min
5	0,04	35	1,85	0,11	26	3,58
8	0,04	36	2,88	0,14	25	7,0
10	0,04	36	3,6	0,16	24	9,6
13	0,04	38	4,95	0,18	24	14,0
15	0,04	38	5,7	0,19	24	17,1
17	0,06	38	9,7	0,21	24	21,4
20	0,06	38	11,4	0,22	23,5	25,8
22	0,07	39	15,0	0,24	23,5	29,6
25	0,07	39	17,0	0,25	23,5	36,7
27	0,08	39	21,1	0,27	23,5	41,0
30	0,08	40	24,0	0,28	23	48,3
32	0,08	40	25,6	0,29	23	53,3
35	0,08	40	28,0	0,30	23	60,4

Bild 7 zeigt eine Gegenüberstellung der ermittelten Spanmengen für St 60.11 und Ge 18.91 aus Bild 1, Feld I bis IV, mit den entsprechenden Werten nach Kronenberg.*)

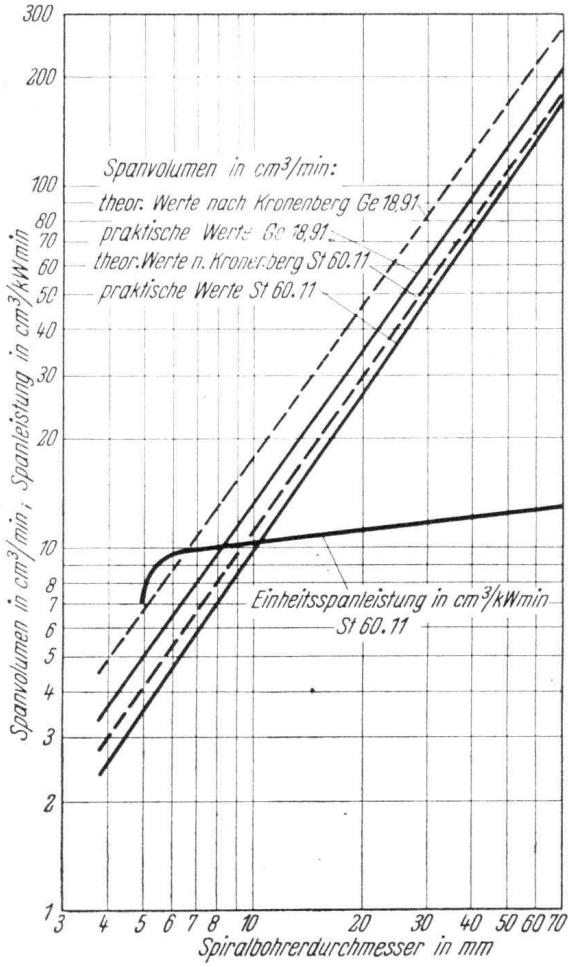


Bild 7: Spanvolumen und Spanleistung beim Bohren (Werkzeug: Spiralbohrer SS)

Bestimmung der Zerspanungsleistung bei Bohrmaschinen mit Riemenantrieb: Wird die zur Verfügung stehende Leistung vom Antriebmotor zur Bohrmaschine durch Riementrieb übertragen, so läßt sich die zulässige Nutzleistung durch die Beziehung

$$N_n = \frac{k_n \cdot v}{102}$$

in kW je cm² Riemenquerschnitt ermitteln.

Hierin ist:

N_n = die zulässige Nutzleistung in kW/cm², bei einem Umschlingungswinkel $\alpha = 180°$. Für jede 10° weniger als 180° ist der gefundene Wert um 3 v. H. zu vermindern.

k_n = die zulässige Nutzspannung oder Nutzkraft in kg/cm².

Sie ist abhängig:

von der zulässigen Höchstspannung,
von der Biegungspannung,
vom Riemenwerkstoff,
vom Verhältnis der Riemendicke zum Scheibendurchmesser,

*) Grundzüge der Zerspanungslehre, von Dr.-Ing. M. Kronenberg. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.

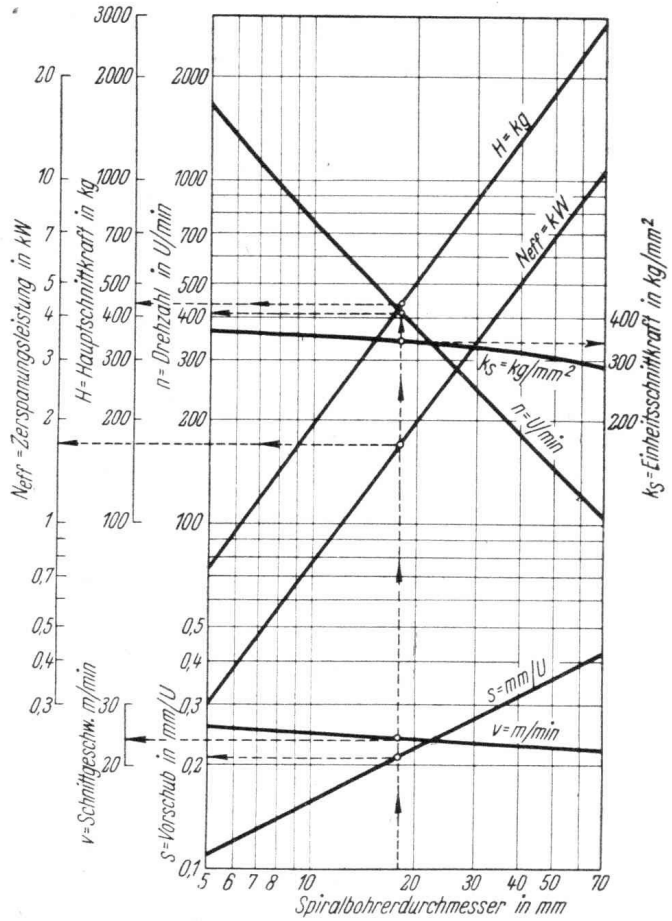


Bild 8: Bohren mit Spiralbohrern. St 60.11. Entwicklung der Zerspanungsgrößen

vom Umschlingungswinkel α auf der kleinsten Scheibe,
von der Reibungsziffer μ und
von der Riemengeschwindigkeit v_r in m/s.

v = die Riemengeschwindigkeit in m/s. Die größten zulässigen Nutzspannungen sind bei v_r = 25 bis 30 m/s und die größten zulässigen Nutzleistungen bei v_r = 35 bis 40 m/s erreichbar.

102 = die Umrechnungsgröße von mkg in kW.

In Bild 9 sind diese Zusammenhänge in graphischer Form dargestellt. Die drei zusammenhängenden Felder gestatten eine mühelose Bestimmung der Zerspanungsleistung am Bohrer unter Berücksichtigung der wichtigsten Einflußgrößen.

Feld I nimmt Bezug auf die am Riemen gemessene Geschwindigkeit v_r in m/s und den an der kleinsten Scheibe auftretenden Umschlingungswinkel α.

Feld II berücksichtigt die Riemenbreite, die mit der aus Feld I gefundenen Größe in Beziehung zur gegebenen Motorleistung gebracht wird. Als Entwicklungsgröße liegt diesen Berechnungen eine Riemenbreite von 100 mm zugrunde.

Feld III enthält die Umrechnungsfaktoren für die bei Bohrmaschinen einzusetzenden Wirkungsgrade. Sie sind vom Zustand und von dem entsprechenden Antrieb der Bohrmaschine abhängig und können für Überschlagsrechnungen wie folgt eingesetzt werden:

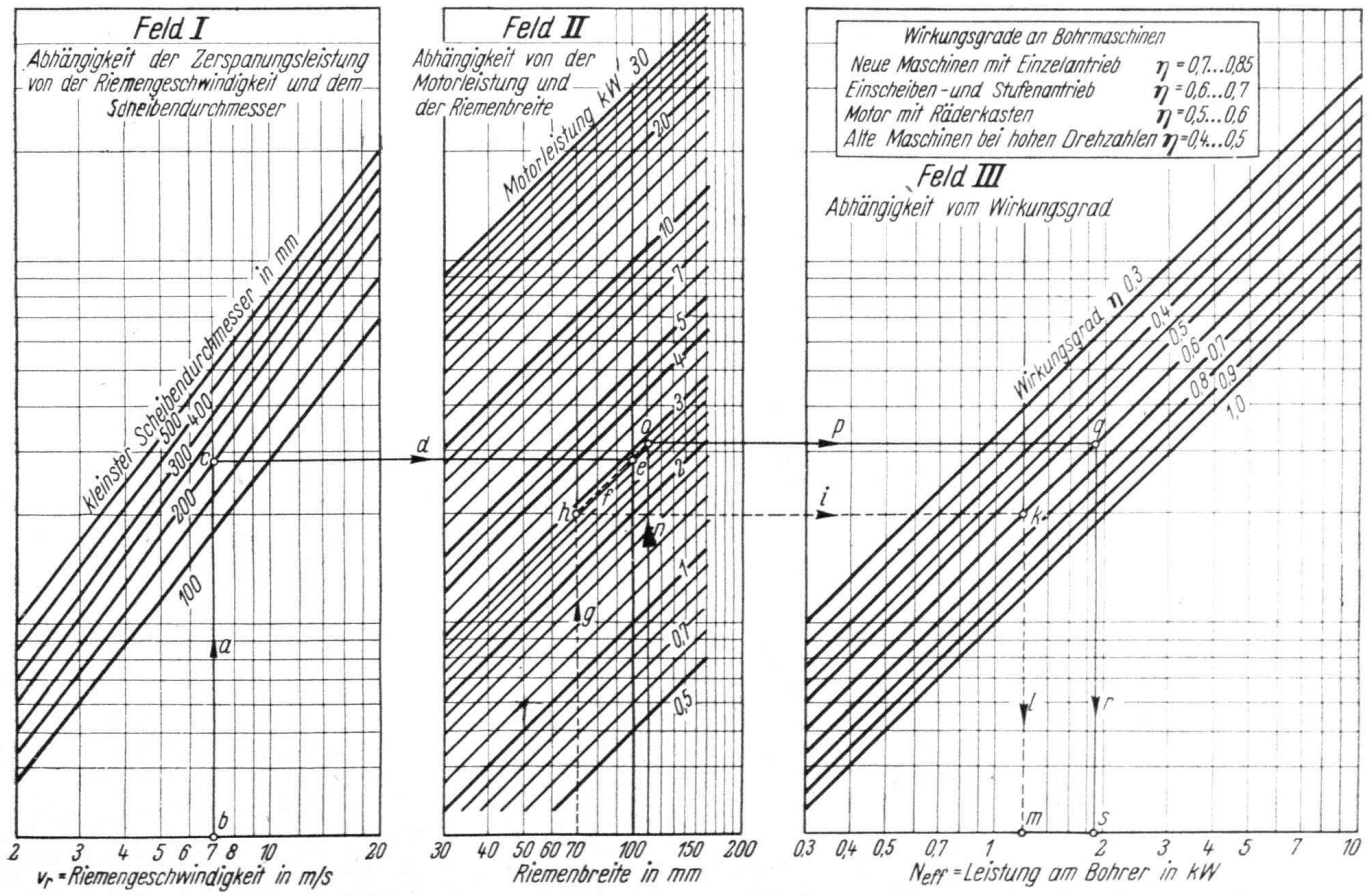


Bild 9: Bestimmung der Zerspanungsleistung beim Bohren (Maschinen mit Riemenantrieb)

Neue Maschinen mit Flanschmotor $\eta = 0{,}7$ bis 0,85
Einscheiben- und Stufenantrieb . $\eta = 0{,}6$ bis 0,7
Motor mit Räderkasten . . . . $\eta = 0{,}5$ bis 0,6
Alte Maschinen bei hohen Drehzahlen . . . . . $\eta = 0{,}4$ bis 0,5

Beispiel: An einer mittleren Säulenbohrmaschine, Bauart Maffei, wird die Übertragung der Motorleistung von 2,8 kW durch Riementrieb vorgenommen. Zur Erreichung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit beim Bohren mußte der 70 mm breite Riemen auf die Stufenscheiben von 320 und 200 mm Durchmesser gelegt werden. Gebohrt wurde mit einem Spiralbohrer von 20 mm Durchmesser bei folgenden Werten:

$s = 0{,}15$ mm/U,
$n = 385$ U/min ($v = 23$ m/min).

Der bei der Planung vorgegebene Vorschub von $s = 0{,}22$ mm/U konnte vom Betrieb nicht gefahren werden, da der Riemen nicht durchzog. Die bei der Prüfung der betrieblichen Verhältnisse gemessene Riemengeschwindigkeit betrug 6,85 m/s.

Nach Bild 1 ist für einen Vorschub von 0,22 mm/U und einer Schnittgeschwindigkeit von ungefähr 23 m/min eine Zerspanungsleistung von nahezu 1,9 kW nötig. Um diese Leistung übertragen zu können, mußte ein Riemen von 110 mm Breite aufgelegt werden.

Das in Bild 9 eingezeichnete Beispiel vermittelt die hierdurch gegebenen Zusammenhänge und zeigt in einfacher Form, wie die übertragbaren Grenzwerte von den entsprechenden Einflußgrößen abhängig sind und wie eine wirtschaftliche Auslastung der betreffenden Maschine erreicht werden kann.

Feld I: Die Senkrechte a in b (Riemengeschwindigkeit $v_r = 7$ m/s) schneidet in c die Rechenlinie für den kleinsten Scheibendurchmesser $D = 200$ mm.

Feld II: Der Übergang von Feld I nach Feld II wird durch die Waagerechte d ausgeführt. Sie trifft die Senkrechte der Entwicklungsgröße (Riemenbreite = 100 mm) im Punkt e, etwas oberhalb der Motorleistung = 2,8 kW. Der Linienzug f (gestrichelt) und die Senkrechte g, der gegebenen Riemenbreite = 70 mm, schneiden sich in h.

Feld III: Die Waagerechte i von h führt in Pfeilrichtung ins anliegende dritte Feld und schneidet die Gerade für den Wirkungsgrad $\eta = 0{,}6$ (für Bohrmaschinen mit Stufenantrieb) in k. Das Lot *l*, gefällt von k, trifft die untere Abszisse von Feld III in m und ergibt die vom Riemen übertragene Zerspanungsleistung am Bohrer von

$$N_{eff} = 1{,}2 \text{ kW}.$$

Durch den Riemenwechsel ergeben sich folgende Werte: Der Linienzug f (Feld II) über e hinaus und die Senkrechte n der Riemenbreite 110 mm schneiden sich in o. Die Waagerechte p führt von o an die Rechenlinie $\eta = 0{,}6$ (Feld III) im Punkt q. Das von hier gefällte Lot r ergibt in s den gesuchten Wert

$$N_{eff} = 1{,}9 \text{ kW}.$$

Damit ist die wirtschaftliche Auslastung der Maschine gewährleistet.

H. Bohren tiefer Löcher

Es wurde bereits betont, daß die Wahl des Vorschubs beim Bohren mit Spiralbohrer von der Starrheit des Werkzeuges abhängt. Eingehende Versuche und Untersuchungen in den „Borsig Lokomotiv-Werkstätten" haben ergeben, daß bei zunehmender Bohrtiefe eine Änderung der Spanbildung eintritt, die sowohl einen schlechteren Spanablauf als auch ein Ansteigen der Arbeitswärme nach sich zieht. Diese Erscheinungen treten besonders bei Durchgangslöchern im Augenblick des Durchbruchs des Bohrers auf. Trotz guter Wasserkühlung ist nach einer durchschnittlichen Bohrtiefe von 2 d ein stetes Ansteigen des Kraftverbrauchs zu beobachten, der im Augenblick des Durchbruches des Bohrers besonders groß ist (vgl. Bild 10, Kraftverbrauch beim Bohren von Löchern mit Bohrtiefen über 2 d in St 60.11. Werkzeug: Spiralbohrer SS = 36 mm Durchmesser).

Gebohrt wurde an einer Hettner Starrbohrmaschine, die eine Antriebleistung von 7,5 kW besaß.

Versuchsergebnisse: Die Leerlaufleistung der Maschine betrug bei 208 U/min 1,25 kW. Bei einem Anteil von 0,167 der verfügbaren Antriebleistung verbleiben für die Zerspanungsleistung nahezu 6,25 kW, das entspricht einem Wirkungsgrad bei ausgenutzter Leistung von

$$\eta = 0{,}833.$$

Die bei b stark ansteigende Leistung ist durch die Bohreranspitzung begründet. Hierbei ist zu erwähnen, daß die Bohrer maschinenmäßig mit einem Anspitzwinkel von 118° angeschliffen wurden. Die verwendeten Spiralbohrer hatten eine Spirallänge von ungefähr 150 bis 160 mm. Wie die Leistungskurve in Bild 10 zeigt, wurden die Bohrversuche ohne Lüften des Bohrers durchgefahren. Beim Durchbruch des Bohrers entwich eine starke Dampfwolke, der dann erst das Kühlwasser folgte. Bis zu einer Bohrtiefe von 2 d (ungefähr 72 mm) ergaben sich enggerollte Spiralspäne, die bei 3,5 d als langgerollte Spiralen noch freien Ablauf aus beiden Spiralnuten hatten. Beim Bohren der restlichen 30 mm der Bohrtiefe hörte der Spanablauf ganz auf, so daß angenommen werden kann, daß das Kühlwasser die Bohrerschneiden nicht mehr erreichte. Die Arbeitswärme an der Arbeitszone bildete vermutlich durch die starke Verdampfung des Kühlwassers an dieser Stelle ein Vakuum, das erst durch den Durchbruch des Bohrers ausgeglichen wurde. Die sich hierbei bildenden Späne sowie auch der Bohrteller liefen blau an, während der Bohrer erst nach dem vierten Loch blau anlief. Eine vollständige Abstumpfung der Bohrerschneiden bei ungefähr 1 mm Verschleißmarkenbreite trat nach dem achten Loch ein, so daß die Standzeit der Schneide, auf eine gesamte Bohrtiefe von

$$8 \cdot 160 = 1280 \text{ mm}$$

bezogen, mithin ungefähr

betrug. $$8 \cdot 2{,}6 = 20{,}8 \text{ min}$$

Um die als wirtschaftlich anerkannte Bohrtiefe von 2000 mm zu erreichen, wurde der Vorschub von 0,3 auf 0,25 mm/U und die Drehzahl von 208 auf 185 U/min herabgesetzt. Die um etwa 75 % geringere Bohrleistung ergab bei 13 gebohrten Löchern und einer gesamten Bohrtiefe von

$$13 \cdot 160 = 2080 \text{ mm}$$

und eine Standzeit von

$$13 \cdot 3{,}45 = \underline{44{,}8 \text{ min}}.$$

Die Breite der Abstumpfungsfase betrug etwa 0,7 mm. Berücksichtigt man hierbei, daß bei dem Nachschärfen der Bohrer bei dem in Bild 10 festgehaltenen Versuch etwa 8 mm und bei dem Versuch mit ungefähr

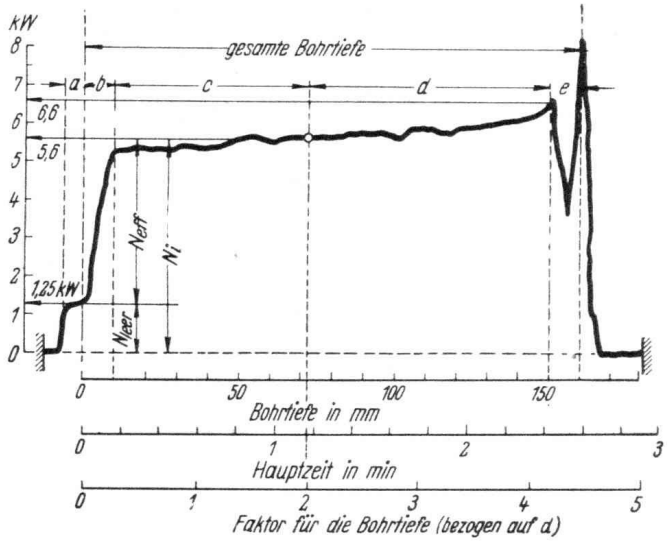


Bild 10: Kraftverbrauch beim Bohren von Löchern mit Bohrtiefen über 2 d in St 60.11, Spiralbohrer SS = 36 mm Ø

a) Leerlauf der Maschine bei n = 208 U/min s = 0,3 mm/U

b) Bohren der Bohreranspitzung 118°, ungefähr 10 mm Bohrtiefe

c) Bohren bis 2 d, ungefähr 72 mm Bohrtiefe

d) Bohren über 2 d, ungefähr 150 mm Bohrtiefe

e) Durchbruch des Bohrers

75 % niedrigerer Leistung etwa 1,5 mm an nutzbarer Bohrerlänge verloren gehen, so ist die Wirtschaftlichkeit des letzten Versuches ohne weiteres anzuerkennen.

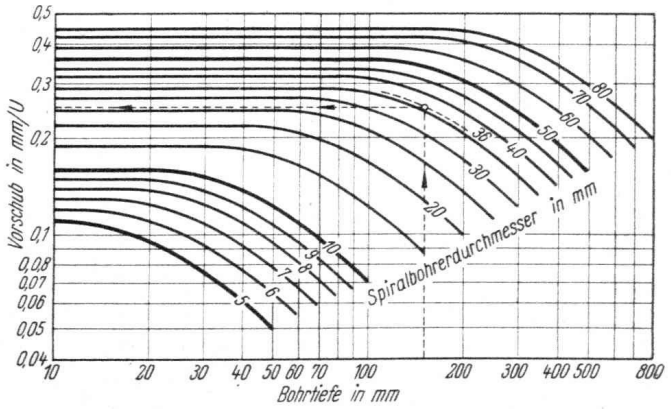


Bild 11: Abhängigkeit des Vorschubs von der Bohrtiefe (Bohren ins Volle, St 60.11)

Bei einer angenommenen nutzbaren Bohrerlänge von 100 mm ergeben sich bei Versuch 1 etwa 13 Nachschärfungen oder

$$13 \cdot 8 = 104 \text{ Löcher},$$

während bei Versuch 2 etwa 67 Nachschärfungen möglich oder

$$67 \cdot 13 = 870 \text{ Löcher}$$

zu bohren sind.

Hierbei sind noch nicht die erhöhten Schärfkosten bei Versuch 1 und die Beachtung einer wirtschaftlichen Spirallänge bei diesen tiefen Löchern berücksichtigt. Trotzdem genügt diese Gegenüberstellung der erreichbaren Lochzahl, um die Wirtschaftlichkeit des zweiten Bohrversuches nachzuweisen.

In Bild 11 sind diese Zusammenhänge zwischen Bohrerdurchmesser und Bohrtiefe berücksichtigt. Ausgehend von einer Bohrtiefe von 2 d, die als normale Bohrtiefe anzusehen ist, wurde für eine Reihe von Bohrergrößen die Abhängigkeit des Vorschubes bei zunehmender Bohrtiefe beim Bohren von St 60.11 ermittelt und durch Kurven dargestellt.

Das soeben behandelte Beispiel aus Versuch 2 ist hier als Beispiel eingezeichnet. Für die Vorausbestimmung wirtschaftlicher Zerspanungswerte bei der Planung von Bohrarbeiten ist hierauf Rücksicht zu nehmen.

J. Bestimmung des Vorschubs beim Bohren und Reiben auf der Revolverdrehbank

Als Kennzeichen der wirtschaftlichen Bohrbarkeit wurde eine Gesamtbohrtiefe von 2000 mm für einen Bohreranschliff zugrunde gelegt. In Abhängigkeit vom Bohrerdurchmesser und den zu bohrenden Werkstoff ergeben sich hieraus ganz erheblich kürzere Standzeiten als beim Drehen. Während diese beim Drehen mit Schnellstahl für alle Werkstoffe mit 60 min festgelegt sind, schwanken sie beim Bohren mit Spiralbohrern aus dem gleichen Werkstoff zwischen 8 und 70 min beim Bohren von Stahl.

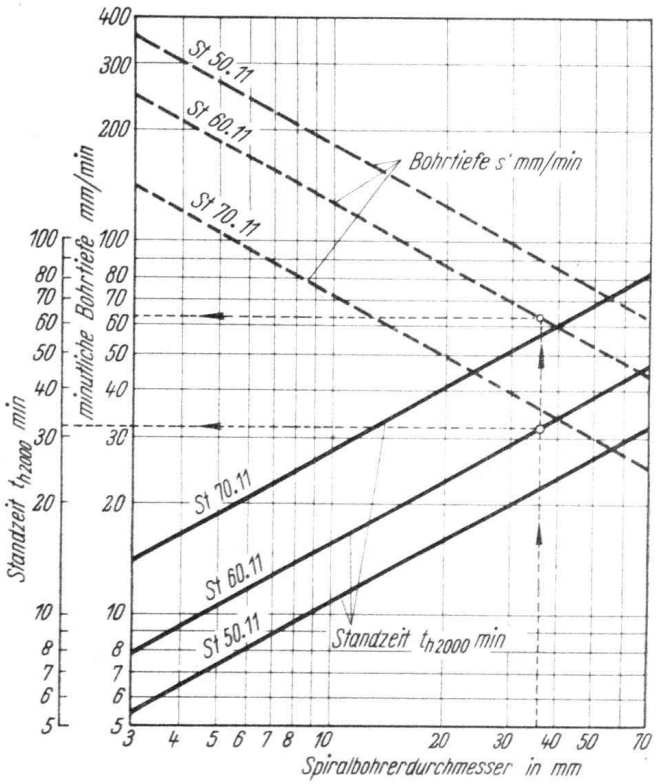


Bild 12: Standzeiten der Bohrerschneiden bei wirtschaftlichen Zerspanungswerten

Ist z. B. die Standzeit der Bohrerschneiden eines Spiralbohrers von 36 mm Durchmesser beim wirtschaftlichen Bohren von St 60.11, wie Bild 12 zeigt, nur etwa 32,0 min, so ist diese kurze Zeit für die Bohrmaschine,

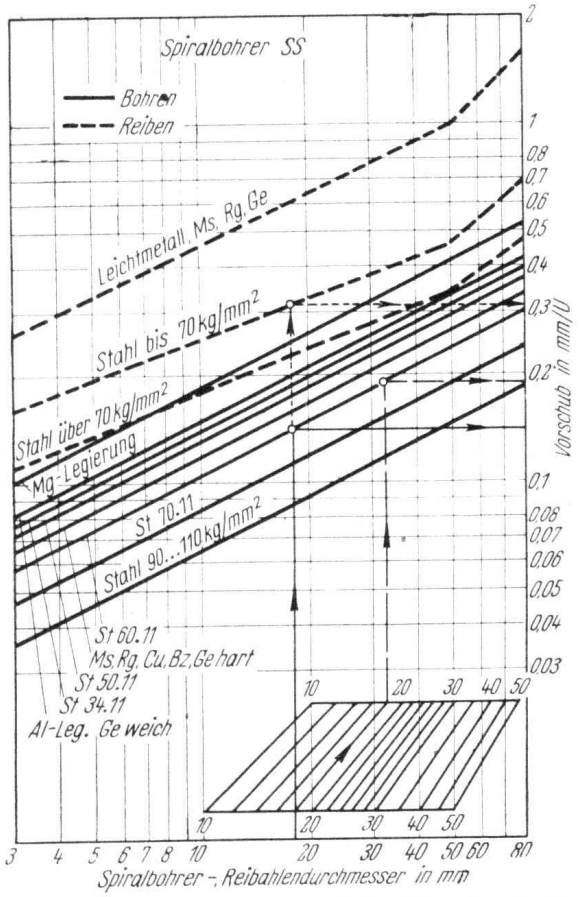


Bild 13: Bestimmung des Vorschubs (Revolverdrehbank)

die ausschließlich nur kurze Wechselzeiten des Bohrers bedingt, ohne weiteres anzuerkennen, zumal hier nur einphasig, d. h. nur mit einem Werkzeug zugleich, gearbeitet wird. Von einem Bohren mit Vielspindelköpfen und zusammengesetzten Bohrwerkzeugen wird noch zu reden sein.

Beim Bohren mit Spiralbohrern auf Revolverdrehbänken in Verbindung mit anderen Werkzeugen ist die Wahl des Vorschubes entweder dem Bohrer oder den mitarbeitenden Drehstählen anzupassen. Auch im günstigsten Falle, wenn der Bohrer allein arbeitet, ist der Vorschub so zu wählen, daß seine Standzeit auf die des begleitenden bzw. vor- oder nacheilenden Werkzeuges abgestimmt ist. Durch das Schalten der Drehzahlen und Vorschübe sowie das gesonderte Wechseln des Spiralbohrers wird der eingelaufene Arbeitsrhythmus gestört. Die durch die höhere Bohrleistung eingesparten Zeiten stehen meistens in keinem Verhältnis zu den bei jedem Bohrerwechsel auftretenden Rüstzeiten, die durch das Verstellen der Anschläge, Messen usw. hervorgerufen werden.

Das in Bild 11 eingezeichnete Beispiel ergab bei einer Minderung der minutlichen Bohrleistung von 25 % eine Standzeitverlängerung von 100 %. Diese Erkenntnis ist bei der Wahl des Vorschubs beim Bohren und Reiben auf Revolverdrehbänken zu berücksichtigen. Bild 13 zeigt ein Rechenblatt, das in ähnlicher Weise aufgezogen ist wie Feld I in Bild 1. Eine Erläuterung des eingezeichneten Beispiels kann darum unterbleiben. (Fortsetzung und Schluß folgt)

Pendelnd aufgehängte Steuerung

Das Umschlagbild dieser Zeitschrift vom Mai 1943 zeigt den pendelnd aufgehängten Voreilhebel der Kriegslokomotive Baureihe 52 an Stelle der überwiegend üblichen Gradführung — kinematisch ausgedrückt: den Ersatz der mechanisch schwierig herstellbaren Flächenpaarung durch die einfache Drehpaarung. Damit wird auf eine Ausführung zurückgegriffen, die schon seit rd. 40 Jahren an vielen hundert Lokomotiven mit wechselndem Erfolg verbreitet ist. Besonders war es die Lokomotivfabrik J. A. Maffei, die an ihren für viele in- und ausländische Bahnen gelieferten Vierzylinder-Lokomotiven die pendelnde Aufhängung verwendete. Die „Eisenbahntechnik der Gegenwart", 3. Aufl. 1912, zeigt solche Konstruktionen z. B. in den Abb. 500, 502, 540, 652, 654 und 656. Auf Seite 559 des genannten Werkes, das seither leider keine Neuauflage mehr erfahren hat, lesen wir: „Oft wird die Schieberstange durch ein kurzes Gelenk mit einer Schwingkurbel verbunden; in diesem Falle muß die Schieberstopfbüchse eine kleine Auflagerkraft aufnehmen. Diese Bauart findet sich vornehmlich bei den Anordnungen mit vier Zylindern, bei denen die innenliegenden Schieber mit Zwischenwelle von der außenliegenden Steuerung angetrieben werden." Damit ist das seinerzeitige Hauptanwendungsgebiet, nämlich bei Vierzylinder-Lokomotiven, umschrieben. Doch zeigen die Abb. 540 und 652 diese Anordnung auch bei Zwillings-Lokomotiven, die erstere bei einer Lokomotive der preußisch-hessischen Staatsbahnen. Nach einer Bemerkung auf Seite 479 der „Eisenbahntechnik" stammt diese Ausführungsart von Krauß & Comp., scheint jedoch von dieser Firma wieder verlassen worden zu sein. Der Druck auf die Schieberstangenführung in der Stopfbüchse wird nämlich um so größer, je kürzer die Schwingkurbel (Pendel) ist; ein langes Pendel setzt aber wiederum die Standfestigkeit der Steuerung in der Querrichtung herab. Zwei solche, nicht zu empfehlende Anordnungen zeigen gerade die Abb. 540 und 652. Bei langsam fahrenden Lokomotiven mag der Nachteil in Kauf genommen werden; er ist aber doch die Ursache gewesen, daß man bei Zwillings-Lokomotiven die stabilere Gradführung vorzog. Bei den Maffeischen Vierzylinder-Lokomotiven hat sich jedoch die Pendelaufhängung im ganzen so bewährt, daß sie die Regelausführung wurde, wobei die Lagerstellen der Schwinge, der Umsteuerwelle und des Pendels, wie Bild 1 zeigt, in einem einzigen Stahlgußstück vereinigt wurden. Die „Eisenbahntechnik" erwähnt die Einfachheit und Genauigkeit des Zusammenbaues und die erzielte Kraftschlüssigkeit; man könnte die Eignung für eine Massenherstellung hinzufügen. S—r.

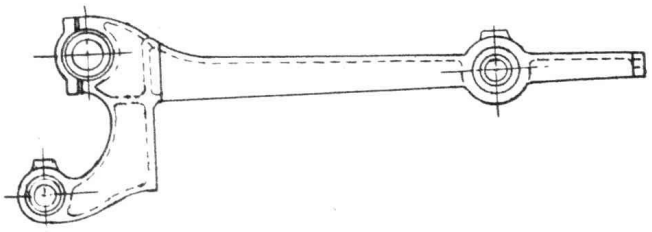


Bild 1: Träger der Steuerungslager aus Stahlguß

Eine bogenläufige Dampflokomotive

In früheren Jahrgängen dieser Zeitschrift wurde öfter über Bauformen bogenläufiger Lokomotiven, u. a. auch der bosnisch-herzegowinischen Staatsbahn, berichtet. In diesem Zusammenhang darf die Betriebsnummer 402 der Serie IV4, die nach Entwürfen von R. v. Helmholtz von der Lokomotivfabrik Krauß & Co., Linz a. d. Donau, erbaut wurde, besonderes Interesse hinsichtlich der Entwicklung kurvenbeweglicher Lokomotiven beanspruchen. Das beifolgende Bild zeigt diese Lokomotive, die ein Dienstgewicht von 26 550 kg und eine maximale Zugkraft von 4050 kg aufwies.

Nach der Arbeit „Grundzüge des Bogenlaufs von Eisenbahnfahrzeugen" von Prof. Dr. Heumann im Januar- und Februar-Heft des Jahrgangs 1942 muß die obenerwähnte Lokomotive der Bosnabahn als Brückenfahrzeug betrachtet werden: Kessel, Vorräte, Führerhaus und Dampfmaschine liegen auf einer Brücke, die sich auf zwei verhältnismäßig kurze Drehgestelle stützt. Die Zylinder arbeiten auf je zwei Balancierhebeln, an deren unteren Enden unter Zwischenschaltung von je einem kleinen Dreieckhebel die Schubstangen zu den vorderen Achsen der beiden Drehgestelle angelenkt sind. Die Dreieckhebel dienen dazu, die Schubstangen in Kurven gemäß dem Drehgestellausschlag bzw. Kurvenradius entsprechend zu verkürzen bzw. zu verlängern. Zu diesem Zweck sind die beiden Verlängerungsdreiecke einer Seite unter sich durch Stangen und je einen zweiachsigen Hebel verbunden, der lose auf der Achse der Balancier sitzt. Dieses Gestänge ist ferner derart mit dem einen Drehgestell gekuppelt, daß die Längenänderung der Schubstangen entsprechend dem durchfahrenen Kurvenhalbmesser erfolgt. Dieser an sich sehr interessante Vorschlag zeitigt jedoch im Betriebe trotz der gediegenen Ausführung starke Schwierigkeiten, so daß die Lokomotive nur kurze Zeit in Betrieb blieb. Nach der bereits angezogenen Arbeit von Prof. Heumann ist bei solchen Brückenfahrzeugen der Ausschlag des vorderen und hinteren Drehgestells ungleich. Mit anderen Worten: es müssen in dem Gestänge der Lokomotive 402 sehr große Kräfte auftreten, die für beide Gestelle gleiche Ausschläge zu erzwingen suchen.

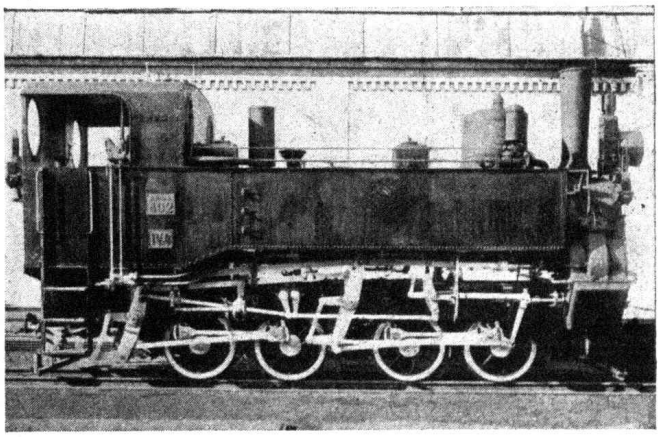


Bild 1: Bogenläufige Lokomotive der ehem. Bosnisch-Herzegowinischen Staatsbahn *Photo: Deutsches Museum, München*

Solche Mißerfolge an und für sich interessanter und erfolgversprechender Neukonstruktionen sind leider gerade auf dem Gebiet des Fahrzeuglaufes recht häufig. Dieses absichtlich der Vergangenheit entnommene Beispiel könnte durch neuere Ereignisse ergänzt werden, um damit die weitere Förderung der Untersuchungen des Fahrzeuglaufes zu rechtfertigen. Im vorliegenden Fall hätte die Trennung des Steuergestänges für die vorderen und hinteren Dreieckhebel wohl zu einer brauchbaren Lösung geführt, sie wurde aber damals leider nicht versucht. R. L.

Kreuzungen zwischen Dampf- und elektrischen Lokomotiven

Kreuzungen zwischen Dampflokomotiven und elektrischen Lokomotiven können „echt" sein, d. h., auf ein und demselben Fahrzeug finden sich wesentliche Teile des Dampf- und des elektrischen Antriebs, oder „unecht", d. h., das Fahrzeug besitzt nur eine der beiden Antriebsarten, jedoch das Aussehen der anderen.

Unechte Kreuzungen. Die elektrische Lokomotive besitzt eine große Zahl von Schaltern und Steuergeräten, Hilfsmaschinen und sonstigen zusätzlichen Einrichtungen, die witterungs- und staubempfindlich sind. Es war daher naheliegend, die Lokomotive auf ihre ganze Länge mit einem Schutzumbau zu versehen, der dem Wagenkasten der Personenwagen ähnelt. Nur bei einigen frühen Ausführungen hat man hiervon abgesehen, ebenso bei Verschiebe-Lokomotiven, bei denen die Sicht aus dem für beide Fahrrichtungen gemeinsamen Führerstand eine andere Gestaltung erfordert. Sieht man von zwei Sondergruppen ab, den Lokomotiven für sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten (Stromlinien-Lokomotiven) und den Straßenbahn-Lokomotiven, dann hat die Dampflokomotive ganz auf diesen Kastenumbau verzichtet. Das ist nicht nur aus der geschichtlichen Entwicklung zu verstehen, sondern der beherrschenden Stellung zu verdanken, die der Kessel oberhalb des Rahmens einnimmt. Der Kessel bedarf außer seiner unauffälligen Bekleidung keines besonderen Schutzes, und er duldet auch keinen Wagenkasten um sich, weil sonst dem Führer, der seinen Platz neben dem Heizer hinter der Feuerbüchse hat, die Sicht auf die Strecke genommen wäre. Bei einem Triebfahrzeug mit einem allseitig geschlossenen personenwagenähnlichen Aufbau schließt man daher auf einen Antrieb durch Elektro-, evtl. Verbrennungsmotoren, während man mit der Dampflokomotive das kennzeichnende Bild des Kessels mit seinen Aufbauten verbindet. Eine Dampflokomotive, die den Kessel, die Quelle ihrer Kraft und Schönheit, unter einem Dach und hinter senkrechten Blechwänden mit regelmäßigen

Fensterausschnitten verbirgt, wie z. B, die C h2-Lokomotive der Huttwil-Wolhusen-Bahn [1]), wirkt befremdend. Bei der Bestimmung der äußeren Form hat offenbar nicht, wie bei den Stromlinien-Lokomotiven, eine technische Idee zugrunde gelegen, sondern das Gefühl, daß es in der Schweiz als dem klassischen Lande des elektrischen Bahnbetriebes eigentlich nicht mehr am Platze sei, im Jahre 1936 noch eine neue Dampflokomotive in Dienst zu stellen. Wenn es schon de facto keine elektrische Lokomotive sein konnte (weil die zugehörige Streckenausrüstung fehlte), dann sollte das Fahrzeug doch wenigstens so aussehen!

Umgekehrt: eine elektrische Lokomotive, die auf den ersten Blick für eine Dampflokomotive gehalten werden könnte, ist die 1'E1'wg3tk-Umformer-Lokomotive der ehemaligen Österreichischen Bundesbahnen [2]). Hinterer Führerstand, ein mächtiger Kessel, der Umspanner und Umformer enthält, durchgehende Kuppelstangen: denkt man sich nur die Stromabnehmer weg, dann ist das Bild der Dampflokomotive vollkommen! Unwillkürlich wird man an die Danilowatzsche Federzeichnung der „neuen Staatsmaschine" erinnert, einer 1'C1'-Dampflokomotive, in deren aufgeschnittenem Langkessel ein Elektromotor sitzt [3]).

Eine Zwischenstufe vom Schein zum Sein, von den unechten zu den echten Kreuzungen, sind die Dampflokomotiven, die einen Stromabnehmer tragen: Dieser ist notwendig bei Bahnen, die den Personenverkehr straßenbahnmäßig mit Oberleitungstriebwagen versehen, im Güterverkehr aber noch Dampfbetrieb haben. Wenn nun die Sicherung eingleisiger Strecken über Fahrleitungskontakte gesteuert wird, dann muß auch die Dampflokomotive mit einem Bügel ausgerüstet werden!

Echte Kreuzungen. Die erste echte Kreuzung zwischen Dampf und elektrischem Strom finden wir in der Heilmannschen Do'Do' n2v/g8-Lokomotive, die zu Anfang der neunziger Jahre in Frankreich mit wenig Erfolg erprobt wurde. Eine liegende Dampfmaschine von 800 PS Leistung und 400 U/min trieb einen Gleichstromgenerator von 400 V und 480 kW, der seinen Strom an die acht Achsmotoren weitergab [4]). Erst in neuester Zeit sind, ins Moderne umgestaltet, wieder ähnliche Maschinen entstanden, so die (2'Co) (Co2') + (2'Co) (Co2') h/g12t der Union-Pazifik-Bahn [5]). Hier wird durch zwei Dampfturbogeneratoren von je 2500 PS Leistung Gleichstrom von 700 V Spannung erzeugt, der die zwölf Tatzenlager-Fahrmotoren speist.

So nahe die elektrische Übertragung für Lokomotiven oder Triebwagen mit Verbrennungsmotoren liegt, weil sowohl Otto- wie Dieselmotoren zum unmittelbaren Fahrzeugantrieb ungeeignet sind, so wenig liegt ein Grund vor, bei der Dampfmaschine vom unmittelbaren Antrieb ab- und zum elektrischen Getriebe überzugehen. Denn die Eigenschaften, die den Elektromotor zum Antrieb von Schienenfahrzeugen in besonderem Maße befähigen (und die dem Otto- und Dieselmotor abgehen), nämlich leichte Regelbarkeit, große Überlastbarkeit und sicheres Anlaufen unter Last, weist die Dampfmaschine in gleicher Weise auf; auch der in manchen Fällen erwünschte Einzelachsantrieb ist für die Dampflokomotive heute kein Problem mehr [6]).

Bei den hier genannten Lokomotiven wird mit Dampfkraft elektrischer Strom erzeugt: aber auch der umgekehrte Weg ist gangbar, nämlich mit Strom aus der Fahrleitung Dampf zu erzeugen. Während die elektrische Beheizung eines Kessels für die Dampfheizung des Zuges früher gelegentlich auf elektrischen Lokomotiven angewendet wurde, ist die Gewinnung des Arbeitsdampfes für die Antriebsmaschine aus elektrischem Strom erst ein Ergebnis des jetzigen Krieges. In der Schweiz will man den Versuch mit einigen älteren Verschiebe-Tender-Lokomotiven der Reihe E 3/3 machen [7]). Der Eisenbahnverkehr hat infolge der Treibstoffknappheit der Straßenfahrzeuge bedeutend zugenommen — der Brennstoff für die Dampflokomotiven kann nur unter Schwierigkeiten eingeführt werden —, vollelektrische Lokomotiven können nicht überall einspringen, da die Buntmetalle auch knapp sind: da liegt es gar nicht so fern, verfügbare Dampflokomotiven mit „weißer" statt schwarzer Kohle zu heizen Wirtschaftliche (ins rein technische übersetzt: Wirkungsgrad-) Rücksichten müssen natürlich bei einer solchen Behelfslösung in den Hintergrund treten. Es sei aber darauf hingewiesen, daß diese fahrleitungsgespeiste Dampflokomotive sogar einen kleinen Vorzug aufweist: die Speicherwirkung des Kessels erlaubt ihr, sozusagen als feuerlose Lokomotive auch fahrleitungslose Gleise zu befahren, was im Rangierdienst auf Anschlüssen usw. von Vorteil sein kann. Die Lokomotiven erhalten einen Stromabnehmer auf dem Führerstandsdach, weiter einen Umspanner, der die Fahrleitungsspannung von 15 000 V auf 20 V herabsetzt, und besondere Heizrohrbündel für die elektrische Heizung zu beiden Seiten des Langkessels. Die Feuerbüchse bleibt daneben voll betriebsfähig für die Beheizung mit Kohle. E. B.

[1]) Moser, Der Dampfbetrieb der Schweizerischen Eisenbahnen. 2. Aufl., Basel 1938, S. 292/96.
[2]) Lokomotive, Jg. 29 (1932), S. 77/79.
[3]) Die Lokomotive in Kunst, Witz und Karikatur. Hannover 1922, nach S. 72.
[4]) Z. VDI., Bd. 38 (1894), S. 897/902.
[5]) Z. VDI., Bd. 83 (1939), S. 1140.
[6]) Z. VDI., Bd. 87 (1943), S. 89/102.
[7]) SBB-Nachrichtenblatt, Jg. 19 (1942), S. 180/81.

Betriebsprobefahrt einer 5400 PS dieselelektrischen G.-Lokomotive

Auf der Betriebsprobefahrt der ersten 5400 PS-Lokomotive der Atchison, Topeka & Santa Fe-Bahn wurde ein Zug, bestehend aus 49 bis 68 Güterwagen, über eine Entfernung von 2830 km in 55 Stunden reiner Fahrzeit bzw. 60,75 Stunden zwischen Abfahrt in Kansas City und Ankunft in Los Angeles befördert. Das Zuggewicht schwankte zwischen 2262 und 3150 t; durchschnittlich betrug es 2940 t. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit war 52 km/h, die höchste 105 km/h. Der Treibölverbrauch betrug durchschnittlich 14,4 Liter/km oder 4,9 Liter/1000 tkm. Auf insgesamt 134 km Strecke wurde dynamisch gebremst. Die abgebremste Leistung war bei 32 km/h Geschwindigkeit 2560 PS, bei 46,5 km/h 2730 PS. Die größte Leistung der vierteiligen Lokomotive ergab sich zu 4400 PS am Zughaken. Die Lokomotive wiegt 418 t und ist über alles 58,8 m lang. Die Anfahrzugkraft beträgt 100 000 kg. Die Leistung wird in $4 \times 16 = 64$ Dieselzylindern erzeugt, die im Zweitakt arbeiten. S—r.

2 C + C 2 h4-Mallet-Eilgüterzug-Lokomotive

Klasse M-2, mit 3'3'T 83 der Western Maryland-Bahn

Die Lokomotiven (Bild 1), die die bisherigen 1E-Lokomotiven ersetzen sollen, verkehren auf einer rd. 276 km langen Teilstrecke zwischen Hagerstown, Md., und Connellsville, Pa. Zwischen beiden Orten liegt der Scheitelpunkt der Bahn. Von Hagerstown senkt sich zunächst die Strecke 11,3 km lang mit 11 v. T., steigt dann 117,4 km mit 3 v. T. und weitere 37 km mit 17,5 v. T.; hierauf fällt sie bis Connellsville auf 110 km mit durchschnittlich 6 v. T.

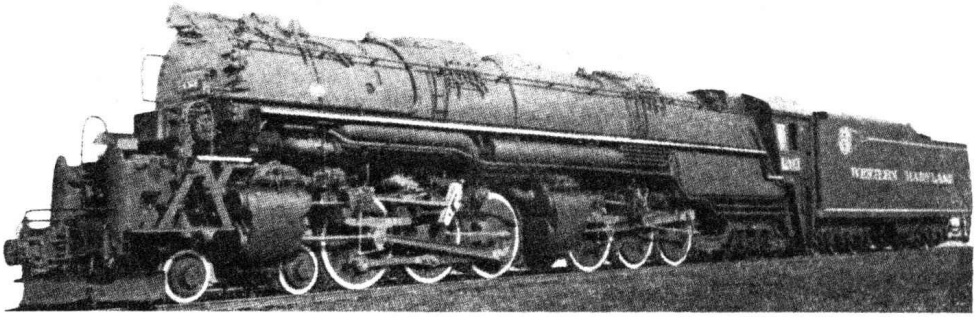


Bild 1: 2'C + C 2'-Mallet-Lokomotive, Klasse M 2, der Western Maryland-Bahn

Der Kessel besteht aus drei zylindrischen Schüssen und dem Stehkessel aus Mangan-Siliziumstahl. Der Feuerbüchsgrundrahmen mißt 5390 × 2700 mm licht; die Rostfläche beträgt aber nur 11 qm, da der Rost vorne durch eine Feuerbrücke mit Aschenfall nach Gaines abgedeckt ist. In der Feuerbüchse sind drei Wasserkammern (Thermosiphons) angeordnet; die mittlere Wasserkammer erstreckt sich mit ihrem Hals bis in die Verbrennungskammer. Die seitlichen Wasserkammern weisen einen doppelten Hals auf, deren einer in den Feuerbüchsseitenwänden endet, der andere, wie üblich, in der Feuerbüchsvorderwand. Zwei weitere Wasserkammern sind in der Verbrennungskammer angeordnet, die eine Länge von 2430 mm aufweist. Für guten Wasserumlauf ist also nach Möglichkeit gesorgt. Feuerbüchse und Verbrennungskammer aus Stahl sind geschweißt, der Grundrahmen einreihig eingenietet mit verschweißten Feuerbüchsecken. Der Überhitzer ist mit einem Heißdampfregler versehen. Die Rostbeschickung erfolgt durch einen Standard-HT-Stoker mit der Antriebsmaschine auf dem Tender. Der Speisewasservorwärmer ist von der Bauart Worthington mit einer Pumpe von 53 cbm/h Fördermächtigkeit. Außerdem ist eine Hancock-Strahlpumpe für 41,5 cbm/h angebracht. Die Rauchkammer ist 3250 mm lang.

Die Rahmen der beiden Treibgestelle bilden nach amerikanischer Art mit den Zylindern und den hinteren Zylinderdeckeln sowie sämtlichen Versteifungen ein Stahlgußstück. Die gekuppelten Räder sind Scheibenräder Bauart Baldwin aus Stahl hoher Festigkeit. Das vordere Laufgestell ist ein zweiachsiges Drehgestell mit Kugellagern, das hintere ein Bisselgestell mit Gleitlagern aus Bronze und Außenrahmen. Die Achslager der gekuppelten und der hinteren Laufräder stehen unter Preßölschmierung. Die Stangenlager sind mit Fettschmierung durch die hohlen Zapfen versehen. Die hin- und hergehenden Teile wiegen vorn 615 kg, hinten 560 kg. Der Massenausgleich läßt an den gekuppelten Rädern eine freie Fliehkraft von 2325 kg bei Höchstgeschwindigkeit zu, d. s. 15,3 % des ruhenden Achsdruckes. Die Dampfzylinder arbeiten mit einfacher Expansion. In der Rauchkammer sind zwei Blasrohre mit Ringdüsen und zwei Kamine hintereinander angeordnet. Um möglichst lange Rohre zu erhalten, puffen die vorderen Zylinder durch das hintere Blasrohr aus. Die Heusingersteuerung wird durch eine Kraftumsteuerung Bauart Alco H—12 verlegt. Der Schieberdurchmesser beträgt 305 mm, die Länge des größten Schieberweges 190 mm.

Alemite-Fettschmierung wird angewendet für Bremsgestänge, Kreuzkopfzapfen, Radialpuffer und Kuppelnägel, Federgestänge, Kraftumsteuerung, Steuerungszapfen und Stokerlager. Luftpumpen, Bläser, Dampfpfeife und Stokermaschine werden durch Heißdampf betätigt. Sämtliche Räder von Lokomotive und Tender, ausgenommen die des vorderen Drehgestells, werden abgebremst. Gesandet werden die gekuppelten Räder von vorne, die Treibräder auch von hinten. Ein Schienenwascher Bauart Nathan kann für beide Fahrtrichtungen von Hand bedient werden. Der Stahlgußboden des Tender-Wasserkastens ruht auf zwei dreiachsigen Drehgestellen.

Die Hauptabmessungen von Lokomotive und Tender sind:

Lokomotive:	
Zylinderdurchmesser	4 × 560 mm
Kolbenhub	813 mm
Treibraddurchmesser	1 750 mm
Laufraddurchmesser, vorn	838 mm
Laufraddurchmesser, hinten	1 067 mm
Gekuppelter Achsstand, je	3 650 mm
Gesamtachsstand	18 390 mm
Kesseldruck	17,6 kg/qcm
Heizflächen:	
Feuerbüchse mit Verbrennungskammer	50,5 qm
Wasserkammern	23,3 qm
Rohre	460 qm
Verdampfungsheizfläche	533,8 qm
Überhitzer	161 qm
Rohrlänge	7010 mm
Anzahl der Heizrohre	222
Anzahl der Rauchrohre	60
Kesselmitte über S. O.	3300 mm
Rostfläche	11 qm
Reibungsgewicht	183 t
Dienstgewicht	272,5 t
Größte Höhe	4 927 mm
Größte Breite	3 200 mm
Tender:	
Achszahl	6
Wasservorrat	83 cbm
Kohlenvorrat	27 t
Dienstgewicht mit 2/3 Vorräten	154 t
Achsstand Lokomotive + Tender	32 200 mm
Dienstgewicht Lokomotive + Tender	426,5 t
Größte Fahrgeschwindigkeit	80 km/h

Dr. Schn.

Leichttriebwagen der Schweizerischen Südostbahn

Die Schweizerische Südostbahn, welche Rapperwil mit Arth - Goldau resp. Wädenswil mit Einsiedeln verbindet, weist auf einer Gesamtlänge von etwa 23 km Steigungen von 45—50‰ auf, bei einer Betriebslänge von etwa 50 km. Als 1939 die Elektrifizierung durchgeführt wurde, entschloß man sich in Anbetracht des schwachen Verkehrs, (abgesehen von wenigen Markt- und Wallfahrtstagen) zu Triebwagen. Vier Gemeinschaftsbahnhöfe mit der SBB legten zum voraus die Stromart fest.

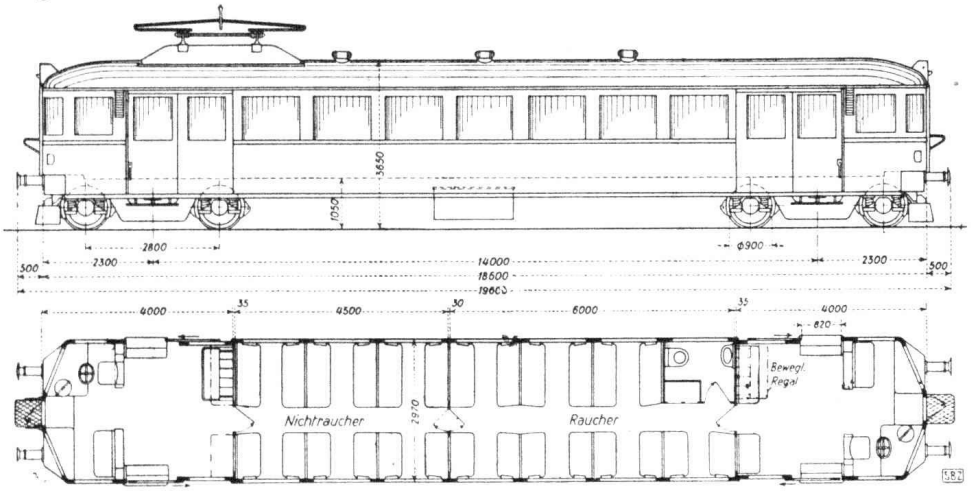
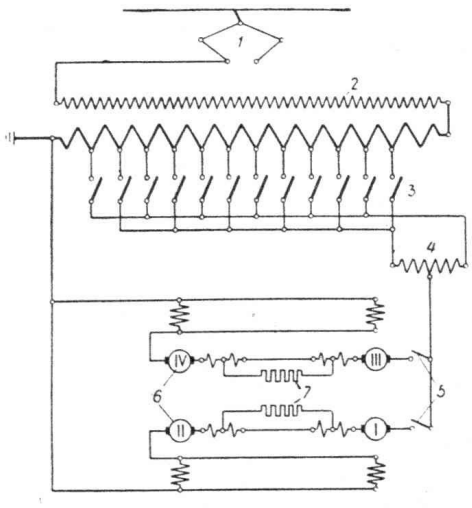


Bild 1: Einteilung der Triebwagen III. Klasse

Geräumige Plattformen gestatten die Post- und Güterbeförderung (Bild 1) und dienen gleichzeitig als Fahrgasträume bei Stoßverkehr. Zu diesem Zwecke sind die Einstiegtüren mit 1000 mm lichter Weite gebaut, wovon jedoch für den Personenverkehr nur 800 mm freigegeben werden.

Die im Wageninnern versenkten Tritte können durch Bleche abgedeckt werden, so daß die Güterladung nicht beeinträchtigt wird.

Die Konstruktion des mechanischen Teiles entspricht im übrigen den schweizerischen Gewohnheiten. Die Wagenkasten wurden von der S. I. G. Neuhausen, die Drehgestelle von der S. L. M. Winterthur geliefert. Die elektrische Ausrüstung lieferte die MFO. Oerlikon in Verbindung mit Secheron Genf und BBC. Baden. Vom Stromabnehmer führt die Hochspannungsleitung über Sicherungen zu dem unter dem Wagenboden hängenden Öltransformator. Um denselben sind gruppiert die mechanisch-pneumatische Hüpferbatterie, sowie die Kondensatoren und Luftpresser. Die eigenventilierten Triebmotoren haben gefederte Zahnräder, stützen sich jedoch direkt mittels Tatzenlager auf die Achsen. Je zwei Motoranker sind in Serie geschaltet, während die zugehörigen Felder parallel liegen. Diese eigenartige Schaltung, die sich aus den Bildern 2 und 3 besser verfolgen läßt, war durch die neuartige Stromrückgewinnungsbremse bedingt, andererseits für die kleinen Zugkräfte auch mit Rücksicht auf die Adhäsion zulässig. Für die elektrische Bremse wurde nebst einer stabilen Charakteristik, hoher Leistungsfaktor vorgeschrieben. Dies bedingte für den Erreger- und Ankerstrom gleiche Phasenlage. Da Erregerspannung und Triebmotorspannung an denselben Schalterstufen abgegriffen werden, sich die Phasenlage im Ankerkreis jedoch je nach der Belastung und Drehzahl ändert, muß der Winkel zwischen Erregerstrom und Erregerspannung durch eine veränderliche Kapazität auf den Wert im Ankerkreis reguliert werden. Gute Kommutierung und geringe Erwärmung sind dadurch gesichert. Die Bremskurven hätten bei reiner Nebenschlußschaltung für den Fahrbetrieb ungeeignete Eigenschaften. Dieser Nachteil wird behoben durch den Widerstand 12, der teilweise vom Erregerstrom, insbesondere aber



1 Stromabnehmer, 2 Stufentransformator, 3 Stufenschützen, 4 Stromteiler-Drosselspule, 5 Trennschützen, 6 Triebmotoren I bis IV, 7 Ohmscher Wendepolshunt, 8 Zusatztransformator, 9 Zusatzwiderstände mit Schützen 10, 11 Kondensator, 12 Stabilisierungswiderstand, 13 Triebmotoren-Feldwicklung.

Bild 2: Fahrschaltung (MFO)

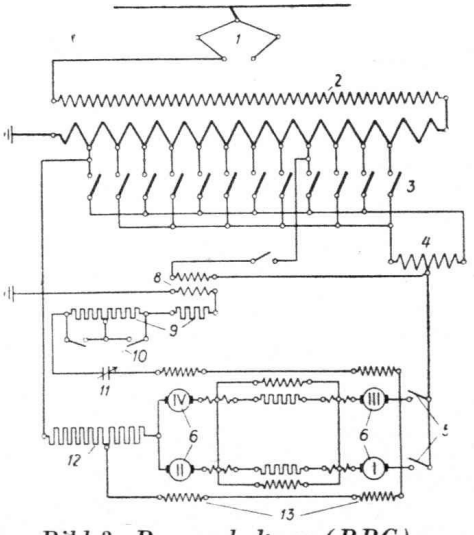


Bild 3: Bremsschaltung (BBC)

vom Ankerstrom durchflossen wird. Bei zunehmendem Ankerstrom wächst der Spannungsabfall im Widerstand, d. h. im Erregerkreis selbst sinkt die Spannung und der Strom. Zugleich muß die EMK der Anker steigen, d. h. die Motoren schneller laufen, wodurch eine Stabilisierung der Bremsverhältnisse eintritt. Soll andererseits der Verlust im Stabilisierungswiderstand nicht zu groß werden, bedingt die Schaltung eine größere Anzahl Fahrstufen. Da diese hauptsächlich im Bremsbetriebe nötig sind, genügt es, dazu die Widerstandsstufe 9 vorzusehen.

Die beiden Stromkreise bestehen also kurz aus:

1. Ankerkreis mit Transformatorniederspannungsstufe, Drosselspule 4, Bremsschalter 5, Anker 1 und 2 bzw. 3 und 4, Stabilisierungswiderstand 12. Transformatorklemme.
2. Erregerkreis mit Transformatorniederspannungsstufe, Zwischentransformator 8, Bremswiderstandsstufen 9 und 10, Kondensator 11, Motorfeld IV, III, I, II, Stabilisierwiderstand 12, Transformatorklemme.

Die Betätigung der Bremse erfolgt mit dem Fahr-Steuerschalter, und zwar werden zuerst die Motoren erregt, durch ein nach dem Ferraris-Prinzip gebauten Relais die Kapazität 11 (100 KVAr Bauart Nepolin der Micafil Zürich - Altstetten) eingestellt und dann mit dem Stufenschalter aufgeschaltet, bis zu Spannungsgleichheit zwischen Anker und Drosselspulenspannung, wodurch automatisch die Schalter 5 einschalten. Diese sind mit Rückwattrelais ausgestattet und unterbrechen den Ankerkreis bei motorischem Arbeiten.

Bei einem totalen Zuggewicht von 85 t, das auf der Linie Pfäffikon—Goldau gefördert und im Gefälle rein elektrisch gebremst wurde, ergab sich eine Rückgewinnung von ca. 23% im Mittel. Dabei war der Leistungsfaktor niederspannungsseitig des Transformators 0,95 bis 1. Das zusätzliche Gewicht für Stromrückgewinnung beträgt 1,6 t.

Die Hauptabmessungen der 8 Triebwagen sind:

Wagentyp	CFZe 4/4	BCFZe 4/4
Länge über Puffer		19 600 mm
Kastenlänge		18 600 mm
Kastenbreite		2 970 mm
Abstand der Drehzapfen		14 000 mm
Radstand der Drehgestelle		2 800 mm
Totaler Radstand		16 800 mm
Raddurchmesser		900 mm
Übersetzung der Antriebzahnräder		1 : 4,93
Höhe des Wagenbodens über SOK		1 050 mm
Sitzplätze 2. Klasse	—	9
Sitzplätze 3. Klasse	64	44
Plattform-Klappsitze	14 (je 7)	14
Ladefläche bei aufgeklappten Sitzen		2×6,2 m²
Gewicht des mechanischen Teils		28,3 t
Gewicht des elektrischen Teils		14,7 t
Dienstgewicht leer		43,0 t
Dienstgewicht besetzt, norm. 50 t, maxim.		52,5 t

Leistung der vier Triebmotoren nach den Regeln des IEV:

	dauernd	einstündig	maximal
	640 kW	720 kW	960 W
bei einer Geschw. von	57,6 km/h	54 km/h	40 km/h
Zugkraft am Triebrad	4000 kg	4800 kg	8800 kg
Höchstgeschwindigkeit			80 km/h

R. L.

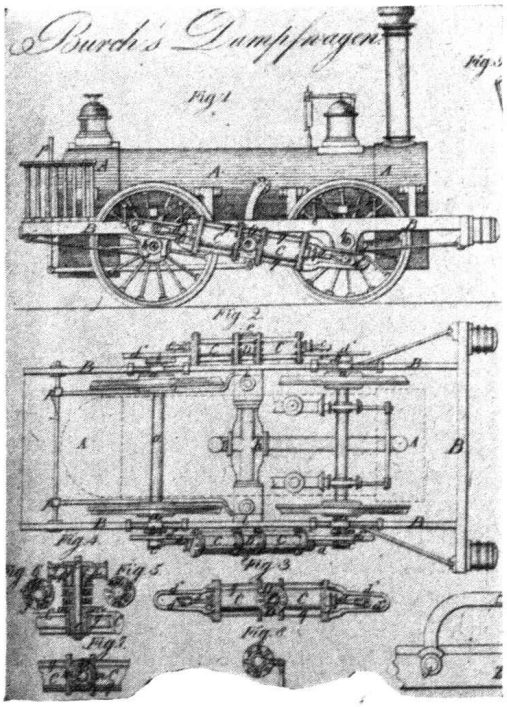
KLEINE NACHRICHTEN

Öl im Lokomotivkessel

In den meisten Fällen, in denen Kondensat zur Kesselspeisung verwendet wird, z. B. bei Anordnung von Mischvorwärmern, gelangt Öl in den Lokomotivkessel. Die Wirkungen des Öls im Kessel waren Gegenstand einer Beratung innerhalb der American Railway Engineering Association. Es wurde festgestellt, daß das Öl bei Speisewasser von geringer Alkalinität verschiedene zerstörende Wirkungen ausübt. Diese Wirkungen sind jedoch gering, wenn die Alkalinität mindestens 20% (in Hundertteilen der gesamten im Wasser gelösten Stoffe) beträgt. Wo erforderlich, wird die Behandlung des Speisewassers mit geeigneten Alkalien empfohlen. Im übrigen wurde auf die Notwendigkeit der Überwachung der Schmierung, insbesondere jener der Stopfbüchsen an der Hauptmaschine, Stokermaschine und den Speisepumpen, der Filterung des Speisewassers und der periodischen Reinigung des Wasserbehälters auf dem Tender hingewiesen. S—r.

Vierzylinder-Lokomotive mit Massenausgleich von 1837

Der Mechaniker Burch in Heywood (Lancaster) erhielt am 16. Februar 1837 ein englisches Patent auf eine Lokomotive (Fig. 1—2), bei der vier einfach wirkend schwingende Zylinder die beiden Achsen antreiben. Eine kräftige, hohle Querwelle zwischen den Rahmen dient zur Zu- und Abführung des Dampfes. Sie trägt vor Kopf auf jeder Seite zwei einander zugekehrte schwingende Zylinder. Die an den Zylindern sitzenden Bügel d dienten dazu, durch Umfassung der Kurbelzapfen die Schwingbewegungen der Zylinder und den



Gleichlauf der Achsen zu sichern. Die gitterförmigen Ein- und Auslaßschieber (Fig. 5—6) liegen fest im Rahmen und steuern durch die Schwingung der Welle.

Zwischen Schieber und Grundfläche hatte Burch eine drehbare Scheibe vorgesehen, durch welche die Dampfwege umgekehrt werden konnten.

Ausgeführt ist aber eine solche Lokomotive offenbar nicht, auch hatte man damals den Wert des Massenausgleiches noch nicht erkannt. Die Umkehrung der Maschinenbewegung durch eine verschiebbare Platte zwischen Schieber und Grundfläche ist später gelegentlich ausgeführt worden. Zwischen den beiden Lokomotivachsen liegende Zylinder mit gegenläufigen Kolben tauchen aber erst 1906 mit den von Maffei für die Bayerische Staatsbahn gelieferten B-Tender-Lokomotiven Gattung ML2/2 wieder auf. —Me—

Ein Bahnhof mit drei Spurweiten

Der Bahnhof des Städtchens Växjö in Südschweden weist drei verschiedene Spurweiten auf. Durch Växjö führt die regelspurige Karlskrona—Växjö-Bahn bis Alvesta (132 km, 15 Lokomotiven). Alvesta liegt an der Hauptstrecke Malmö—Stockholm. Dort mündet aber auch die Göteborg—Borås—Alvesta-Bahn, von der die Karlskrona—Växjö-Bahn den Småland-Expreß übernimmt, der eine Verbindung vom Kattegat zur Ostsee quer über die Südspitze Schwedens herstellt.

Von Norden kommend, endet in Växjö die 116 km lange Växjö—Aseda—Hultfreds-Bahn mit 891 mm Spurweite, die 9 Lokomotiven besitzt. Von Süden kommt die 45 km lange Växjö—Tingsryd-Bahn mit 1067 mm Spurweite, die die Verbindung mit Brakne-Hoby an der Ostseeküste darstellt. Über diese Bahn hat aber auch die Blekinge—Kustbanor-Bahn Fahrrecht, so daß die Züge von 4 Bahnen in Växjö einlaufen. Für jede Spur ist in Växjö ein besonderer Lokomotivschuppen vorhanden.

Die Blekinge—Kustbanor-Bahn betreibt verschiedene Küstenstrecken, im ganzen 208 km. Unter den 28 Lokomotiven befinden sich auch zwei im Jahre 1928 gelieferte deutsche 1D-Lokomotiven, die vom Personal die Spitznamen „Hindenburg" und „Ludendorff" erhielten. Me

Netzlänge der bedeutendsten Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika

Eine große Anzahl amerikanischer Eisenbahngesellschaften verfügt über Bahnnetze, deren Länge jener großer europäischer Staaten gleichkommt und sie teilweise noch übertrifft. Allerdings ist die Belegung der Strecken, der dünneren Besiedelung des Landes entsprechend, meist nicht so stark wie in Europa. Dies zeigt sich u. a. in der Zahl der Güterzug-Lokomotiven der Bahnen. Von den in nachstehender Zusammenstellung enthaltenen Bahnen besitzt die Atchison, Topeka & Santa Fe-Bahn 850, die Chicago, Milwaukee, St. Paul & Pacific-Bahn 617, die Baltimore & Ohio-Bahn 1138, die New York Central-Bahn 1397 Güterzug-Lokomotiven und am meisten die Pennsylvania-Bahn mit 2171 Stück. Die Chicago, Burlington & Quincy-Bahn nennt nur 544 Güterzug-Lokomotiven ihr eigen, die Texas & New Orleans-Bahn gar nur 261 (Stand vom April 1941). Die Zahl der im Durchschnitt täglich geleisteten Güterzug-Lokomotiv-Kilometer je Lokomotive erreicht einen Höchstwert von 174 bei der Atchison, Topeka & Santa Fe-Bahn, einen Mindestwert von 91 bei der Chicago & North Western, während 130 km ein guter Mittelwert sind. Die 2680 km lange New York, Chicago & St. Louis-Bahn erreichte i. J. 1941, d. h. im Monat April, den absoluten Höchstwert von 204 Lokomotiv-Kilometer. Die Netzlänge beträgt bei der

Atchison, Topeka & Santa Fe-Bahn	21 600 km
Chicago, Milwaukee, St. Paul & Pacific-Bahn	17 450 km
New York Central-Bahn	16 930 km
Pennsylvania-Bahn	16 000 km
Union Pacific-Bahn	15 900 km
Chicago, Burlington & Quincy-Bahn	14 360 km
Southern Pacific-Bahn	13 700 km
Chicago & Nort Western-Bahn	13 360 km
Great Northern-Bahn	12 800 km
Chicago, Rock Island & Pacific-Bahn	12 700 km
Missouri Pacific-Bahn	12 420 km
Jllinois Central-Bahn	10 470 km
Southern-Bahn	10 470 km
Northern Pacific-Bahn	10 330 km
Baltimore & Ohio-Bahn	10 050 km
Atlantic Coast Line	8 150 km
Louisville & Nashville-Bahn	7 770 km
St. Louis—St. Francisco-Bahn	7 570 km
Texas & New Orleans-Bahn	7 100 km
Seabord Air Line	6 910 km

Die Netzlänge sonstiger, oft genannter amerikanischer Bahnen ist:

Chesapeake & Ohio-Bahn	4 900 km
Denver & Rio Grande Western-Bahn	4 090 km
Wabash-Bahn	3 860 km
Erie-Bahn	3 630 km
Norfolk & Western-Bahn	3 480 km
Boston & Maine-Bahn	3 050 km
Central of Georgia-Bahn	2 940 km
New York, New Haven & Hartford-Bahn	2 940 km
Reading-Bahn	2 300 km
Lehigh Valley-Bahn	2 010 km

Dr. Schn.

Gesundheitsschutz bei Lackier- und Anstricharbeiten

In Lackierereien, besonders in Spritzlackierereien, bestanden schon immer gewisse Gesundheitsgefahren, die in der letzten Zeit infolge neuartiger Zusammensetzung der Lacke und Lösemittel erheblich angestiegen sind. Die deutschen gewerblichen Berufsgenossenschaften hielten es daher für notwendig, die seit 1934 bestehenden Unfallverhütungsvorschriften auf Grund umfangreicher neuerer Erfahrungen zu vervollständigen und nach der gesundheitlichen Seite hin zu ergänzen.

Diese Arbeit ist jetzt abgeschlossen und es sind „Richtlinien für den Gesundheitsdienst bei Lackier- und Anstricharbeiten" erschienen. Diese neuen, die Unfallverhütungsvorschriften ergänzenden Richtlinien enthalten in den Abschnitten Allgemeines, Reinigen mit organischen Lösemitteln, Streichlackieren, Tauchlackieren, Spritzlackieren, eine Aufzählung aller der Maßnahmen, die bei diesen Arbeitsgebieten für den Gesundheitsschutz getroffen werden sollen. Sie wenden sich sowohl an den Betriebsführer und -leiter, der die notwendigen technischen Einrichtungen zu schaffen hat, als auch an jeden einzelnen Arbeitskameraden, der durch sein Verhalten die Wirkung der getroffenen Maßnahmen zu seinem eigenen und damit zu unseres ganzen Volkes Wohl ausnutzen muß. Werden die

Richtlinien gewissenhaft befolgt, so können auch bei den heutigen Lack- und Lösemittelzusammensetzungen keine ernstlichen Gesundheitsschäden entstehen.

Der Betriebsmann wird es besonders zu schätzen wissen, daß in einer Anmerkung zu den Richtlinien auch die bisher schon geltenden wichtigsten Bestimmungen für den Arbeitsschutz bei Lackier- und Anstricharbeiten aufgezählt sind.

Die interessierten Betriebe können die Richtlinien von den zuständigen Berufsgenossenschaften beziehen.

Aus dem Schrifttum

Preispolitik und Wirtschaft. Von J. Schröder, Technische Mitteilungen Krupp. 11. Jahrgang, Heft 1/1943, Seite 1—7.

Über die Rolle des Kapitals in Wirtschaft und Technik herrschen teilweise immer noch wenig abgeklärte Anschauungen, die sich in oft geradezu absurden Behauptungen Luft machen. Es muß deshalb begrüßt werden, daß ein Vortrag vor dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, gehalten in Düsseldorf am 9. Oktober 1942, nun auch in den Techn. Mitt. Krupp der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Der Verfasser setzt sich mit grundlegenden Fragen, wie jenen des gerechten oder zumutbaren Preises, Preis und Rentabilität, Güte und technischer Fortschritt, organische Preisbildung und Unternehmerwagnis in bündigen Ausführungen auseinander. Zeitgemäß wird die Berechtigung der kriegswirtschaftlichen Verordnungen über Preisstopp, Preisermittlung auf Grund der Selbstkosten bei Leistungen für öffentliche Auftraggeber, Gewinnabschöpfung, Einheits- und Gruppenpreise usw. mit in den Kreis der Betrachtung gezogen. J. Schröder rührt an den Kern der Sache, wenn er ausführt: „Häufig besteht die Anschauung, daß der Unternehmer ausschließlich an hohen Preisen Interesse habe, weil diese ihm den größeren Gewinn versprechen. Das ist aber keineswegs der Fall. Nicht an hohen Preisen ist dem Unternehmer gelegen, sondern nur an einer hohen Rentabilität. Diese kann aber statt durch Erhöhung der Preise auch durch Senkung der Herstellungskosten erzielt werden. Je größer die Schere zwischen Preis und Herstellkosten ist, desto größer ist die Rentabilität. Der kluge Unternehmer wird dabei aber vorziehen, die Schere nicht durch Erhöhung der Preise, sondern durch Senkung der Selbstkosten zu öffnen; denn damit erhöht er auch gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit seines Unternehmens und erzielt eine Differentialrente, die sich ausschließlich zu seinen Gunsten auswirkt. Wer geringe Selbstkosten erreicht hat, kann marktbedingte Preisschwankungen mitmachen, ohne Schaden zu erleiden. Er gibt dadurch seinem Werk eine Krisenfestigkeit, deren Bedeutung wir vielleicht heute unterschätzen, die wir jedoch wieder zu würdigen lernen werden, wenn einmal die Umstellung von der Kriegs- auf die Friedenswirtschaft kommen wird." Wer sich in die Gedankengänge des Verfassers vertieft, wird erkennen, wie abwegig es ist, zu behaupten, daß bei schwindender Abnahmebereitschaft des Weltmarktes — und sozusagen ist dessen Veränderlichkeit naturgegeben — Preise und Dividenden stabil gehalten, ja sogar erhöht werden könnten, so daß Krisenzeiten dem Kapital geradezu erwünscht sein müßten. Gerade der Lokomotivbau kann über den Preisspiegel und die Dividenden während der letzten Weltkrise Erfahrungen bekunden, die das Gegenteil von Erhöhungen sind. Man muß dem Verfasser dankbar sein für den Mut, mit dem er ausspricht: „Eine Wirtschaft, die das Wagnis großer Verluste enthält, aber die Möglichkeit zu großen Leistungsgewinnen bietet, ist uns lieber als eine Wirtschaft, bei der der Unternehmer mühelos einen kleinen, staatlich zugebilligten Gewinn ziehen darf, aber dafür von jedem Wagnis freigestellt wird." Kurz begründet er a priori die Richtigkeit dieses Satzes mit der Feststellung der Notwendigkeit des Fortschrittes: „Niemals ist ein Gewinn, der mit ehrlichen Mitteln durch technische oder unternehmerische Leistung erzielt und zur Stärkung der industriellen Leistung verwendet wird, unmoralisch." Das Studium der Arbeit ist sehr zu empfehlen. Dr. Schn.

K. Dies, Einfluß karbidbildender Elemente auf die Streckgrenze von Stahl bei Raumtemperatur. Techn. Mitteilungen Krupp, Forschungsberichte, herausgegeben von E. Houdremont, Essen. 6. Jahrgang 1943, Heft 6.

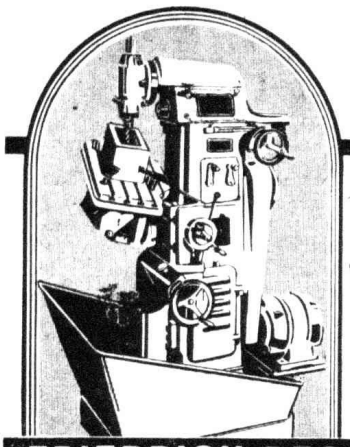
Während bei den meisten Metallen und Legierungen die Formänderungen allmählich einsetzen, tritt bei weichem, unlegiertem Stahl ein mehr oder weniger plötzlich einsetzendes Fließen bei meist gleichbleibender oder sinkender Zugbelastung ein. Den größten Fließbereich zeigen Stähle mit rd. 0,04 % bis 0,15 % Kohlenstoff. Der Verfasser untersucht den Einfluß der karbidbildenden Elemente Titan, Vanadin, Chrom und Molybdän auf die Streckgrenze von Stahl bei verschiedenen Wärmebehandlungszuständen. Bei den Chrom- und Molybdänstählen vollzieht sich der Übergang von der einen Art der Fließgrenzenausbildung zur andern allmählich, bei den Titan- und Vanadinstählen sprunghaft. Als wichtigstes Ergebnis erscheint, daß Vanadinstähle in einem gewissen Legierungsbereich eine unstetige Fließkurve zeigen, was darauf schließen läßt, daß das Vanadinkarbid ebenso wie das Eisenkarbid eine ausgeprägte Fließgrenze hervorrufen kann. Bei den Vanadinstählen stellt sich jedoch die ausgeprägte Fließgrenze nur bei einem bestimmten kritischen Verteilungsgrad der Karbidteilchen ein, während in dem unter- und überkritischen Verteilungszustand eine glatte Fließlinie vorhanden ist. Der Vorgang der Streckgrenzenausbildung wird vom Verfasser gedeutet, wobei er auf den wesentlichen Einfluß der Korngrenzen hinweist. Dr. Schn.

Streuungen bei der Härteprüfung von Stahl. Von W. Hengemühle. Technische Mitteilungen Krupp, Forschungsberichte. Heft 6/1942, Seite 77—86, mit 23 Abbildungen.

Um von unterschiedlichen Prüfungsergebnissen auf die Ungleichmäßigkeiten des Werkstoffes schließen oder Abnahmebedingungen festlegen zu können, muß man die Streuung eines Prüfverfahrens kennen. Für die vorliegende Arbeit sind 190 Eindrücke über 13 000mal gemessen worden. Für einige wichtige Härteprüfverfahren werden die bei einwandfreier Prüfung nicht zu vermeidenden Fehler besprochen, wertmäßig festgelegt und hieraus die Mindeststreuungen berechnet. An Hand von Beispielen wird ein Vorschlag zur Umrechnung von Härten nach Vickers, Brinell und Rockwell-C ineinander gemacht, nach dem für die Praxis geeignete, allgemein gültige Umrechnungskurven bzw. -tafeln aufgestellt werden können. Der Härteprüfungsausschuß in der Arbeitsgemeinschaft für industrielle Meßtechnik hat sich der weiteren Bearbeitung dieser Versuche angenommen. Der Verfasser wäre dankbar, wenn ihm Erfahrungen mit den von ihm angegebenen Werten mitgeteilt würden. Dr. Schn.

Aus dem Inhalt:

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten 115
Pendelnd aufgehängte Steuerung 126
Eine bogenläufige Dampflokomotive 127
Kreuzungen zwischen Dampf- und elektrischen Lokomotiven 127
Betriebsprobefahrt einer 5400 PS dieselelektrischen G.-Lokomotive 128
2 C + C 2 h 4-Mallet-Eilgüterzug-Lokomotive 129
Leichttriebwagen der Schweizerischen Südostbahn 130
Kleine Nachrichten 131
Aus dem Schrifttum 133



FP1

Die UNIVERSAL WERKZEUG-FRÄSMASCHINE

für höchste Anforderungen auf allen Arbeitsgebieten

FRIEDRICH DECKEL MÜNCHEN

Gmeinder

Motor-Lokomotiven

für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

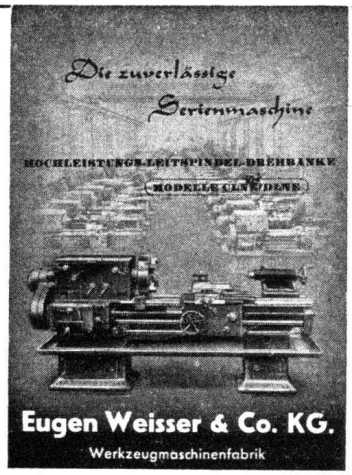
Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

Vitrulan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)



Anfragen durch „Die Lokomotive"

Elektroden für Verbindungsschweißungen an Eisen und Stahl

So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer dreitägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt für Schweißer, Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeugbau, Kessel- und Behälterbau, Maschinenbau, Schiffbau, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Die Teilnahme ist kostenlos! Programm und Zeitplan auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben.

Kjellberg

K 8/6

Kjellberg hilft die Leistung *steigern!*

Ingenieurbüro: Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30

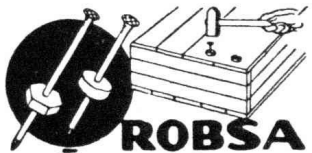
„Warum arbeitet die neue Maschine noch nicht?"

So fragte der Betriebsführer bei einem Rundgang durchs Werk. „Das Betonfundament ist noch nicht abgebunden", erklärte man ihm. Man mußte also geduldig warten ... Dieser Stillstand der Maschine wäre zu vermeiden gewesen, wenn man dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beigemischt hätte. Durch Paratect-Mörtelzusatz-Schnell wird die Abbindezeit von Maschinen-Fundamenten erheblich verkürzt. Außerdem gewährleistet Paratect-Mörtelzusatz-Schnell Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom **Paratect-Werk, Borsdorf F 15 b. Leipzig**

Härtetöpfe und Härtekästen

sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt

PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)



ROBSA

Kisten-Schoner

nur von

RUDOLPH NEIDER, DÖBELN, Sa.

Peddinghaus

Oberflächenhärtung

im Lokomotivbau vielseitig bewährt!

PAUL FERD. PEDDINGHAUS

Fritz Wagner & Co.

BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler

Lokomotiv-Speisewasserreiniger

Abschlammventile

Druckentspanner

Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.

Otto Windgassen, Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

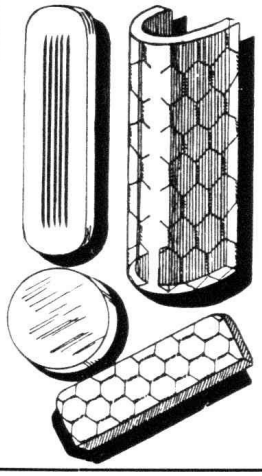
HOCHLEISTUNGS-WERKZEUGMASCHINEN

INDUSTRIE-LLOYD GMBH
BERLIN CHEMNITZ WIEN

SHG

SCHMIDT-
Überhitzer-Elemente
nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit verstärkten Umkehrstellen.

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G. M. B. H. KASSEL.
SHG 7537



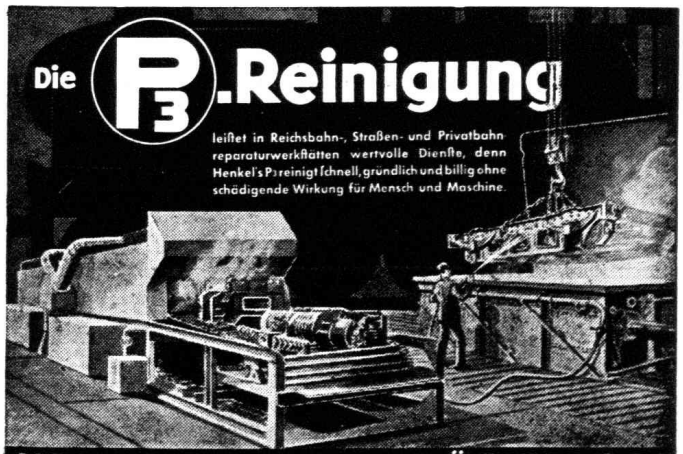
Technische
Hartgläser
und Drahtgläser
für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co
Hartglasfabrik
Hainsberg i. Sa.

RINGSDORFF
Kohlebürsten

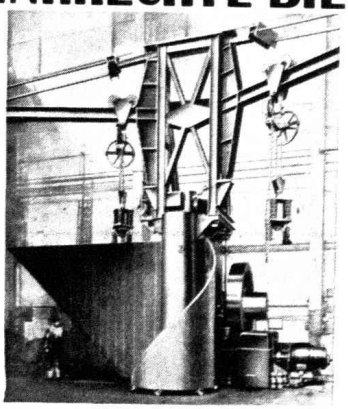
BERLIN-CHARLOTTENBURG 9, HALMSTR. 10a

Die P3.Reinigung
leistet in Reichsbahn-, Straßen- und Privatbahn-reparaturwerkstätten wertvolle Dienste, denn Henkel's P3 reinigt schnell, gründlich und billig ohne schädigende Wirkung für Mensch und Maschine.



HENKEL & CIE. A.-G., DÜSSELDORF

SENKRECHTE BIEGEPRESSEN



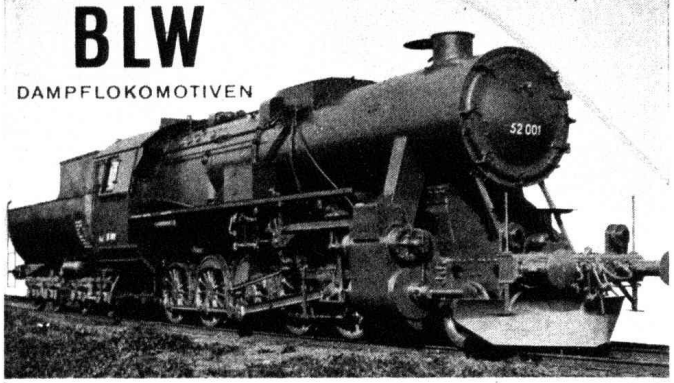
Mit elektrischem Antrieb, für zylindrische und konische Blechschüsse Modell SKP für Material von 20 bis 80 mm Stärke und bis 5000 mm Breite.

SCHIESS AKTIENGESELLSCHAFT

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

BLW

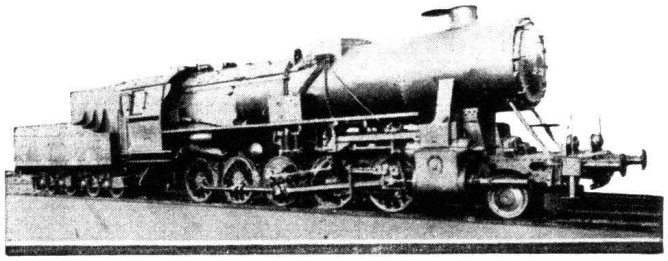
DAMPFLOKOMOTIVEN



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

F. SCHICHAU A.G.

ELBING



Für Schiene und Straße
Im Wasser und in der Luft

MBA

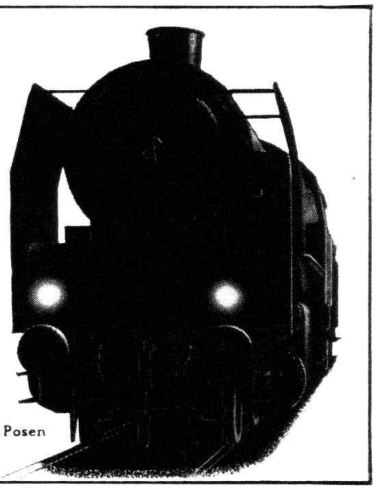
DER MBA KONZERN
MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G
BERLIN
DESSAUER WAGGONFABRIK A.-G. GOTHAER WAGGONFABRIK A.-G.
LÜBECKER MASCHINENBAU GESELLSCHAFT

Erzeugnisse

DAMPF- UND MOTOR-LOKOMOTIVEN · MOTOREN · TRIEBWAGEN · PERSONEN- UND GÜTERWAGEN · KESSELWAGEN · SELBSTENTLADER · GROSSRAUM-FÖRDERWAGEN · MULDENKIPPER · SCHLEPPER · LASTANHÄNGER · BAGGER · ABSETZER · SCHIFFE · FLUGZEUGE

DWM

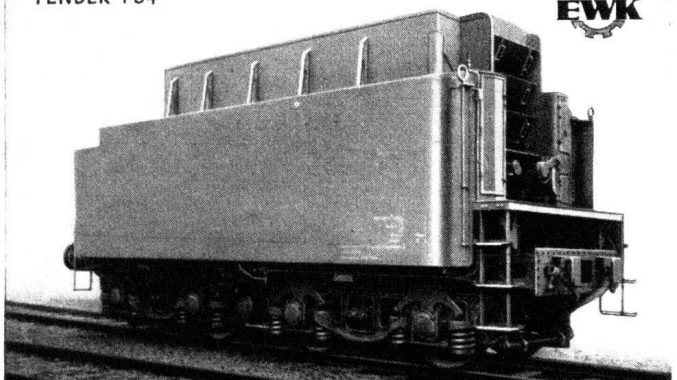
LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken A.G. Werk Posen

TENDER T34

EWK



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

KUGELLAGER **ROLLENLAGER**

SKF
F&S

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

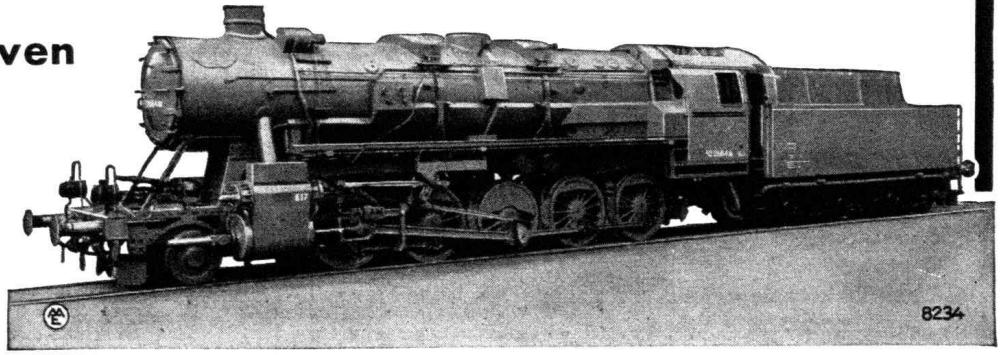
Esslingen

Lokomotiven

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

ESSLINGEN a. N.

1 E Heißdampf-Güterzug-Lokomotive
Baureihe 50 ÜK



Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG AUGUST 1943 NUMMER 8

Ankerlose Lokomotivkessel

Von Oberingenieur E. Meyer, Essen

Die Frage des vollwertigen Ersatzes des bei Dampflokomotiven allgemein üblichen, schwierig herzustellenden und im Betriebe empfindlichen Feuerbüchskessels ist ein Problem, mit dem sich die Fachleute seit dem Bestehen des Lokomotivbaues beschäftigen. Erneut wird diese Frage aufgeworfen durch die einschneidenden Maßnahmen, die zur Vereinfachung der Kriegs-Lokomotive getroffen wurden. Wenn auch die Lokomotivindustrie der Schwierigkeiten immer Herr geworden ist, die ihr der Feuerbüchskessel bereitet hat, so ist im Augenblick die Frage schneller Fertigung ausschlaggebend und führte zu außergewöhnlichen Überlegungen.

Unter den Typen ankerloser Lokomotivkessel von größerer Bedeutung können wir unterscheiden:

den Wellrohrkessel von Lentz,
den Halb-Wasserrohrkessel von Stroomann,
den Halb-Wasserrohrkessel von Brotan und
den Schiffskesseltyp mit Wasserrohren des Auslandes.

Diese Kessel zeigten fast alle noch verschiedene Abarten mit Verbesserungen, die aber wenig zur Geltung gekommen sind. Namentlich bei der Ausführung von Hochdruckkesseln, die hier nicht behandelt werden sollen, sind die Bauarten älteren Entwürfen angelehnt worden.

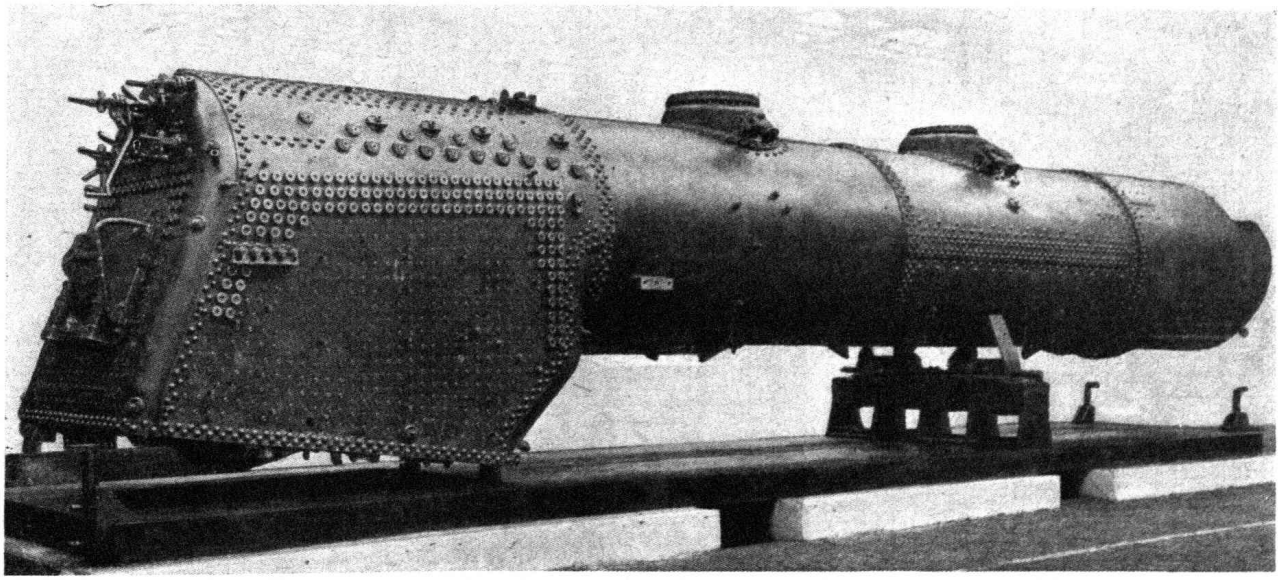


Bild 1: Feuerbüchskessel der Lokomotiven Baureihe 50/52 der Deutschen Reichsbahn

So ist z. B. ernstlich erwogen worden, eine größere Anzahl schwerer Lokomotiven nicht mit dem üblichen, in der Herstellung umständlichen Feuerbüchskessel, sondern mit dem Halb-Wasserrohrkessel von Brotan zu bauen. Es ist deshalb angebracht, einen Rückblick zu werfen auf die lange Betriebszeit der Dampflokomotive und die verschiedenen Versuche, den Stehbolzenkessel zu verdrängen.

Was nun den Feuerbüchskessel angeht, der sich in 100 Jahren als guter Dampferzeuger bewährt hat, so muß gesagt werden, daß er in der Herstellung mit seinen vielen Ankern und Stehbolzen nicht gerade einfach ist. Und daß er sich im Eisenbahnbetrieb behauptet, trotzdem die Stehbolzenzahl oft in die Tausende geht und die Unterhaltung erschwert, beweist, daß er nicht leicht ersetzbar ist. In geradliniger Fort-

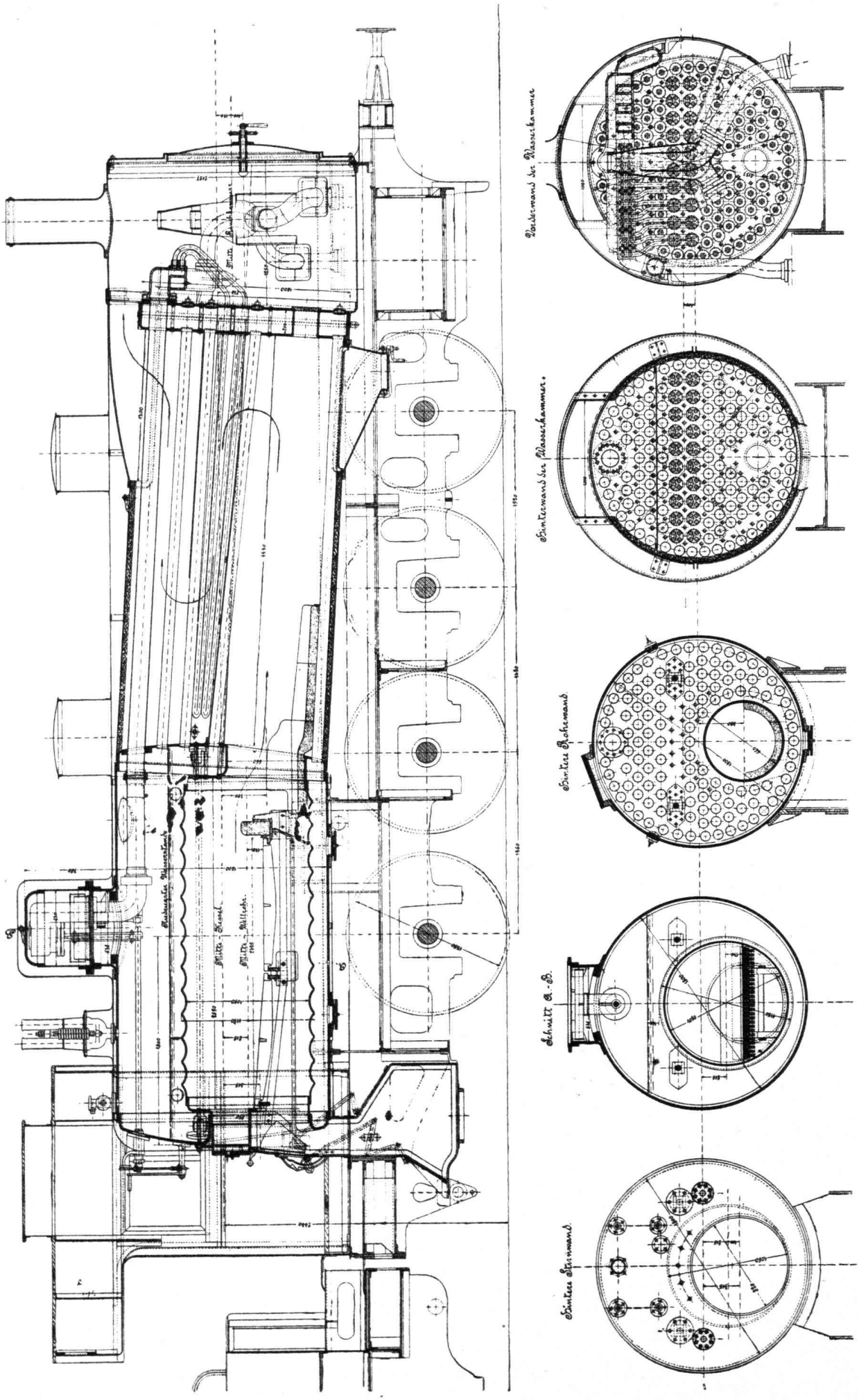


Bild 4: Halb-Wasserrohrkessel Bauart Stroomann

entwicklung haben die Lokomotivbauer alle Einzelteile mit zunehmendem Dampfdruck verbessern müssen und waren am Ende angelangt, als der Dampfdruck 20 atü überstieg. Der in Bild 1 dargestellte Kessel der Baureihe 50, ähnlich der Kriegs-Lokomotive 52, zählt ungefähr 1700 Anker und Stehbolzen und wird mit 16 atü Dampfdruck betrieben. Er hat eine Izettstahl-Feuerbüchse und viele Gelenkstehbolzen in den Gefahrzonen. Feuerbüchse, Rohre und innere Stehbolzenköpfe sind elektrisch geschweißt. Er ist in dieser neueren Form denkbar vollkommen, dem Druck und den Temperaturschwankungen gewachsen und dabei so elastisch, daß er der Spannung, die durch die unterschiedliche Längenausdehnung des Außenkessels und der von den Feuergasen durchzogenen Heizrohre entsteht, gut widerstehen kann.

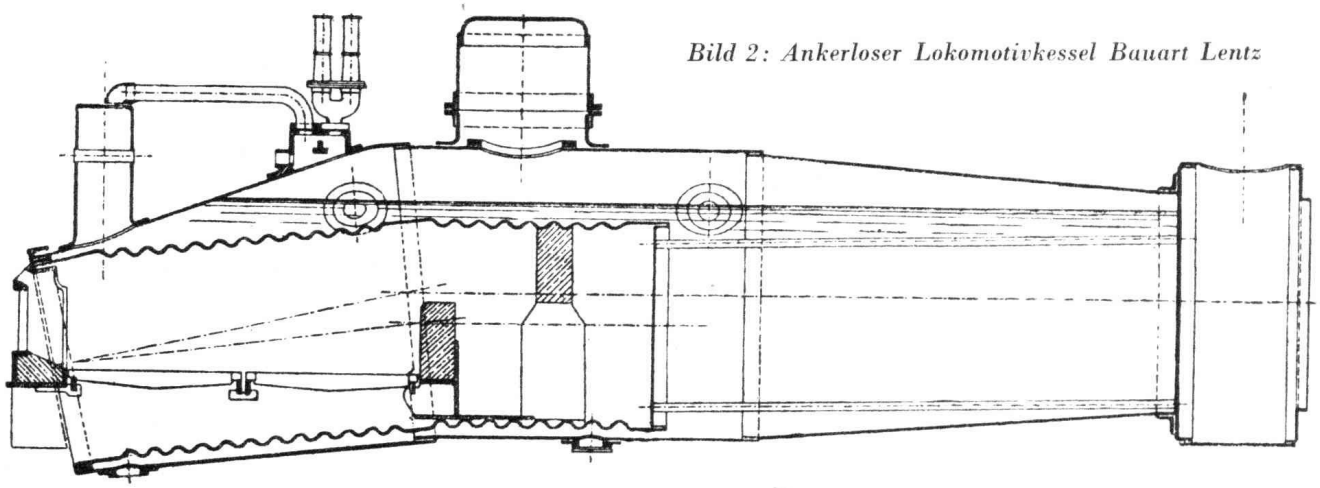


Bild 2: Ankerloser Lokomotivkessel Bauart Lentz

Diese Kessel sind von außerordentlicher Leistungsfähigkeit und können nur durch die hohe Verdampfung von 55 bis 60 kg Wasser je qm/h die geforderte Zugleistung der Lokomotive aufbringen. Liegt dies einerseits an dem künstlichen, durch das Blasrohr erzeugten Zuge, so hat andererseits die eigentümliche Bauart des Kessels ihren Anteil daran. Das Feuer liegt unmittelbar an den vom Wasser bespülten geraden Wänden der Feuerbüchse, deren Heizfläche sehr wirksam ist. Keine Abstrahlung beeinträchtigt die Wirkung der Feuergase, die von da durch die Kesselröhren, in deren einem Teil die Überhitzerschlangen unmittelbar eingebaut sind, bis zur Rauchkammer streichen, um, gut ausgebrannt, fast unsichtbar dem Schornstein zu entweichen. Die Kessel haben einen guten Wirkungsgrad.

Um 1890 trat der vormalige Direktor der Lokomotivfabrik Hohenzollern, G. Lentz, der seinen Ausbildungsgang bei Beyer Peacock durchmachte, mit dem Patent auf seinen Wellrohrkessel hervor. Man muß es erlebt haben, um zu begreifen, wie alle großen Eisenbahnländer sich beeilten, diesen Kessel zu erproben, um nicht die letzten zu sein. Der Kessel (Bild 2) hatte etwas Bestechendes. Weniger Arbeit bei der Herstellung und keine leckenden Stehbolzen und Anker standen in Aussicht. Die Heizrohre waren dieselben wie bei der kupfernen Feuerbüchse. Es kamen viele dieser Lokomotiven in Betrieb. Leider erwies sich die Annahme, daß das gewellte Flammrohr harmonikaartig nachgiebig sei, als falsch. Der oben erwähnte, aus der Längenausdehnung entstandene Druck der Heizrohre schob das Wellrohr allmählich zusammen und durch die eintretende Entspannung traten im oberen Teil, der von den heißen Gasen bestrichen wurde, Abflachungen ein. Diese würden bei einem Kessel mit innerem Druck ungefährlich sein und im Gegenteil einen Ausgleich zur kreisrunden Form suchen. Hier trat der Dampfdruck in sein Recht und beulte das Wellrohr ein, so daß es beim Aufschlag auf die Feuerbrücke platzte. Die schöne Schnellzug-Lokomotive Nr. 341 war dahin (Bild 3); sie hatte nur von Mitte 1892 bis zum Februar 1894 Dienst getan. Die Prüfung der verschiedenen Güterzug-Lokomotiven mit Wellrohrkessel hatte dasselbe Ergebnis: Wo die Kessel sehr angestrengt wurden, traten Abplattungen ein. Im unteren Teil, wo die Asche sich sammelte, blieb das Kesselwasser ziemlich kalt und das Wellrohr behielt dort seine runde Form. Industrie-Lokomotiven mit Lentzkessel haben lange Jahre Dienst getan, ohne Schaden zu nehmen. Verschiedene Abarten, die den Kessel nachgiebiger und lebensfähig machen sollten, bewährten sich nicht. Man versuchte, den Kesselrumpf durch einige Wellen nachgiebig zu machen, auch wurden Kessel mit großer Rückwand am Außenkessel gebaut, und Lentz selbst schlug aus Blech gebogene Zwischenringe vor. Alle Anstrengungen waren vergeblich, und der Walfischkessel, wie er in Eisenbahnerkreisen genannt wurde, hauchte sein Leben aus.

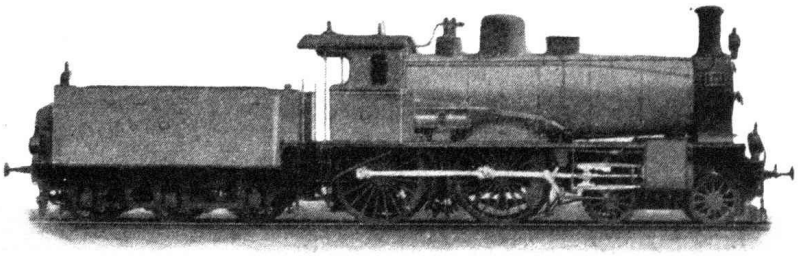


Bild 3: 2 B-Schnellzug-Lokomotive mit ankerlosem Kessel Bauart Lentz, Reihe 341 der ehem. Preuß. Staatsbahnen

Etwas später, um 1895, trat ein neuer Halb-Wasserrohrkessel, Bauart Stroomann, in die Erscheinung, bei dem das Wellrohr mittels ausgehalster Böden in die großen, durch nur 2 Anker verbundenen, gewölbten Böden des kurzen Außenkessels eingebaut war (Bild 4). An Stelle des Foxwellrohres mit gleichmäßigen Rund-

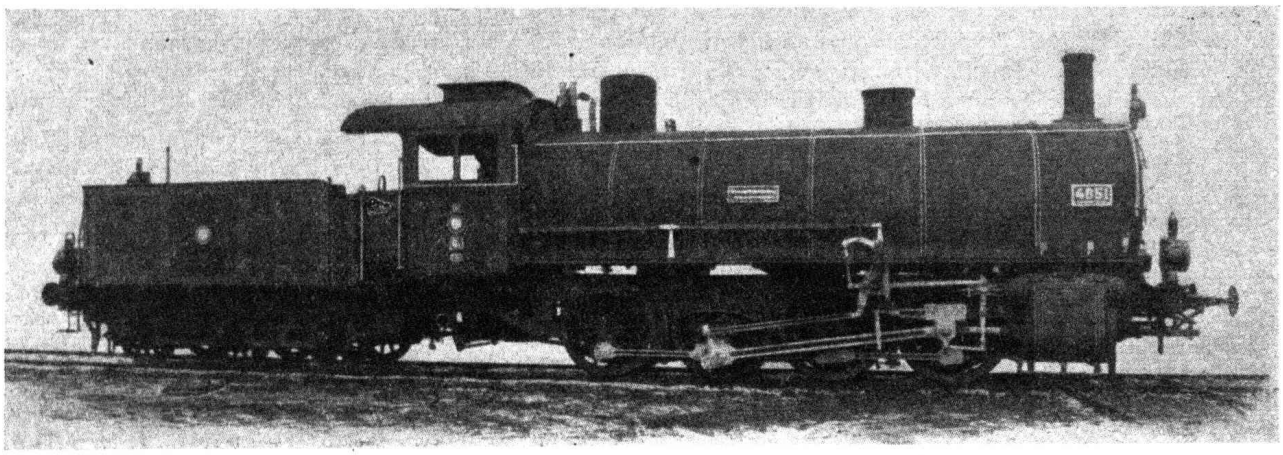


Bild 5: D-Güterzug-Lokomotive mit Halb-Wasserrohrkessel Bauart Stroomann

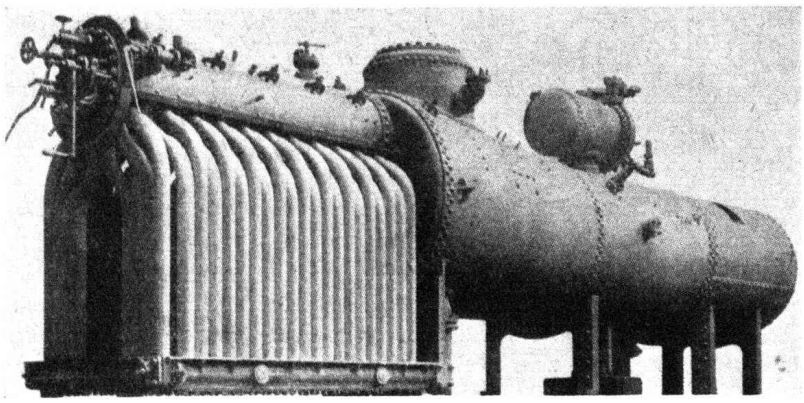


Bild 6: Halb-Wasserrohrkessel Bauart Brotan

wellen war ein Morisonrohr mit Flachwellen verwendet worden. Vom vorderen Kesselboden ausgehend, war ein Bündel gerader Wasserrohre zu der mit der am Rahmen befestigten Rauchkammer lose verbundenen Wasserkammer geführt. Inmitten der Wasserröhren, die nach außen durch starke Asbestmatten gegen Abstrahlung geschützt waren, war der Überhitzer eingebaut. Abgesehen davon, daß auch bei diesem Kessel das Wasser unterhalb des Wellrohres ziemlich kalt blieb und dort Anfressungen hervorrief, war der Betrieb zufriedenstellend (Bild 5). Die geraden Wasserröhren waren leicht vom

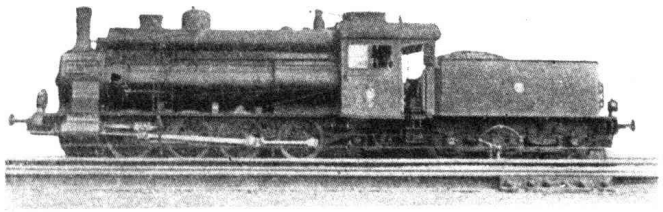


Bild 7: D-Güterzug-Lokomotive mit Brotankessel der ehem. Preuß. Staatsbahnen

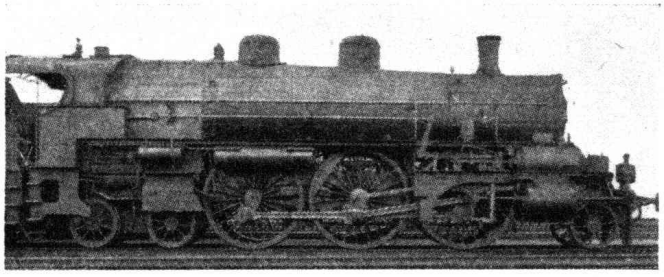
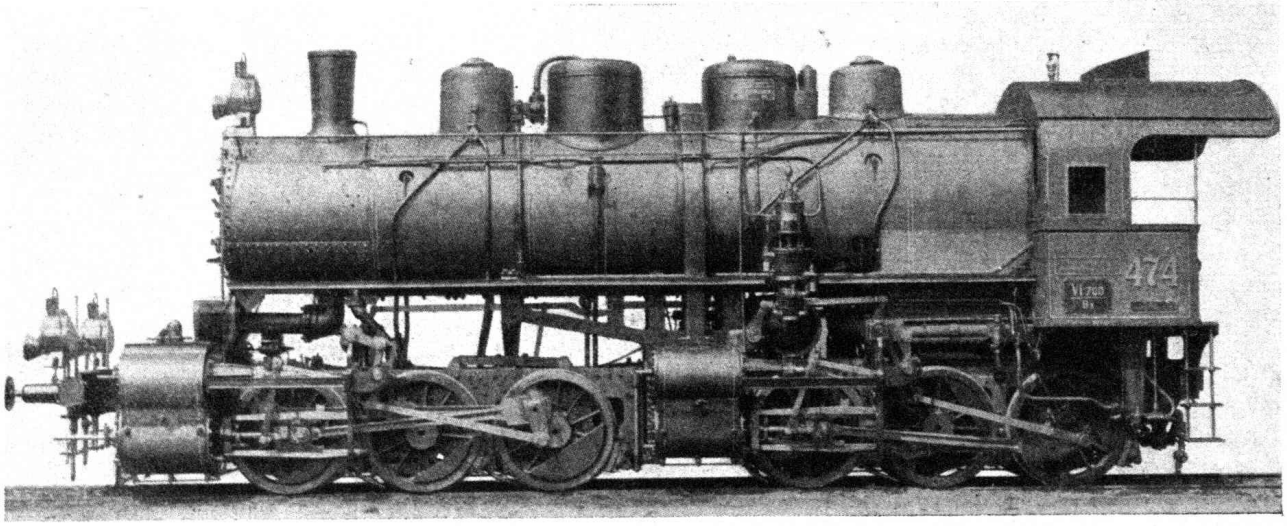


Bild 8: 1 C 2-Schnellzug-Lokomotive mit Brotankessel, Reihe 310 der vorm. Österr. Staatsbahnen, jetzt Deutsche Reichsbahn Reihe 16

Bild 9: C+C-Güterzug-Lokomotive mit Brotankessel der Kaschau-Oderberger Eisenbahn



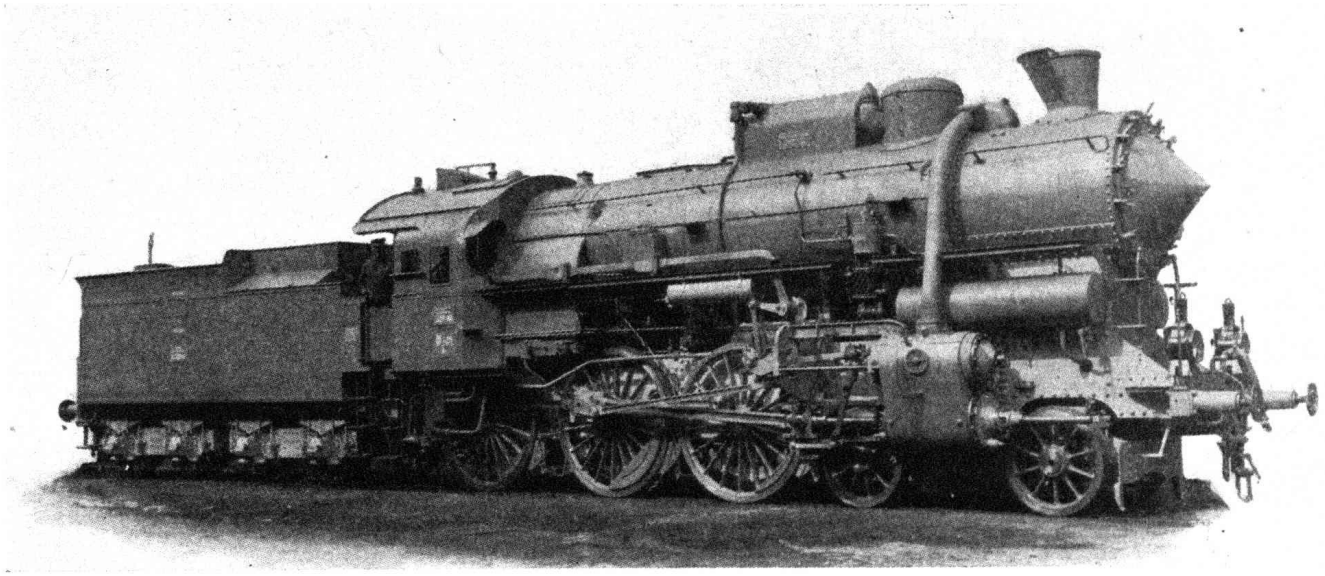


Bild 11: 2 C-Schnellzug-Lokomotive mit Brotankessel, Reihe 328 der Kgl. Ung. Staatsbahnen

Kesselstein zu befreien, waren aber an der Hinterwand nur mit langen Rohrwalzen schwer zu dichten und Undichtheiten schwer zu erkennen. Der frei aufgelagerte Überhitzer brannte dabei fest und war nur mit Mühe, oft unter Zuhilfenahme der Zugkraft einer anderen Lokomotive auszuziehen. Die Asche ließ sich, wie beim Lentzkessel, schlecht entfernen. Schließlich traten auch bei diesem Kessel am oberen Teil des Wellrohres Abflachungen ein, so daß die Kessel, deren einer auch bei einer Industriebahn in Gebrauch stand, nach mehreren Jahren aus dem Betrieb gezogen wurden.

Gefördert von den Mannesmannröhren-Werken, kam um 1900 der Halb-Wasserrohrkessel von Brotan in Aufnahme (Bild 6), der von allen Bauarten die weiteste Verbreitung gefunden hat und in den Bildern 7 bis 11 in den verschiedensten Lokomotivtypen veranschaulicht ist. Bei diesem Kessel ist ein großer Langkessel mit vorgehenden Heizrohren verwendet, an den sich nach hinten eine kleinere Trommel anschließt. Von dieser Trommel ausgehend, bilden zwei Reihen eingewalzter, nahtloser Wasserröhren, die unten in einen hohlen, aus Stahlguß bestehenden Grundring münden, den Wasserrohrstehkessel. Zum Wasserumlauf ist zwischen Grundring und Langkessel ein Verbindungskrümmer eingeschaltet. Der Vorteil dieses Kessels liegt zutage. Die Feuerkiste mit ihren vielen Ankern ist vermieden, auch die starken Längsspannungen treten nicht auf. Wenn auch die Wasserrohre am Grundring eine große Zahl von Luken zum Einwalzen erfordern, ist doch der Arbeitsaufwand viel geringer als beim Feuerbüchskessel, und die Lieferung geht bei einer Ersparnis von 400 bis 500 Arbeitsstunden wesentlich flotter vonstatten. Die Herstellung läßt sich

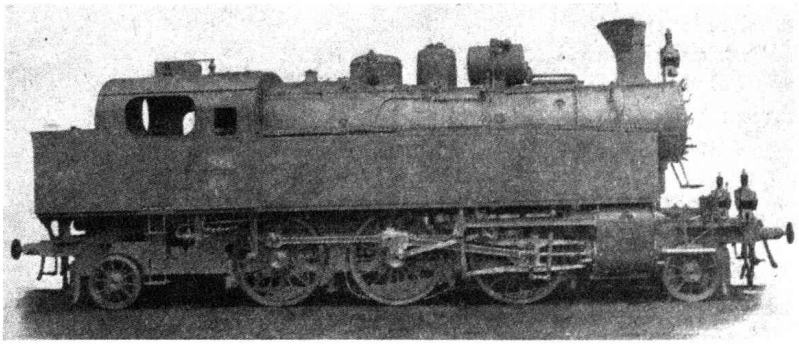
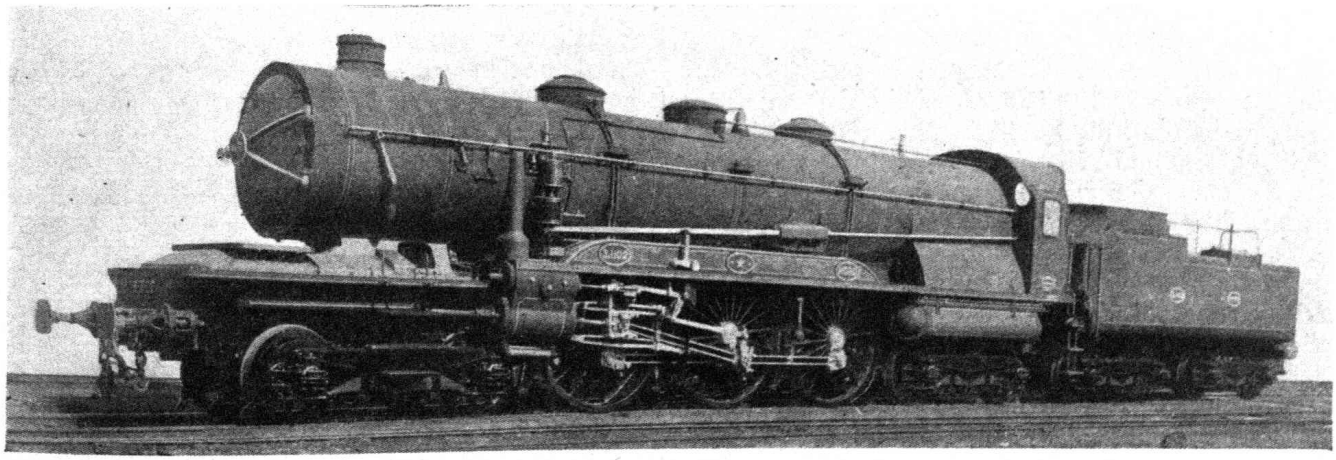


Bild 10: 1 C1-Tender-Lokomotive mit Brotankessel, Reihe 342 der Kgl. Ung. Staatsbahnen

Bild 12: 2 C2-Schnellzug-Lokomotive mit Halb-Wasserrohrkessel, Reihe 3.11 der französischen Nordbahn



bei Massenanfertigung erheblich vereinfachen, z. B. durch Schweißen des aus gezogenen Hohlkörpern zusammengesetzten Grundringes und sonstiger Verbindungen. Um die den oben gebogenen Wasserrohren schädlichen Kesselsteinablagerungen zu verringern, ist ein Speisewasserreiniger notwendig. Überhaupt ist der

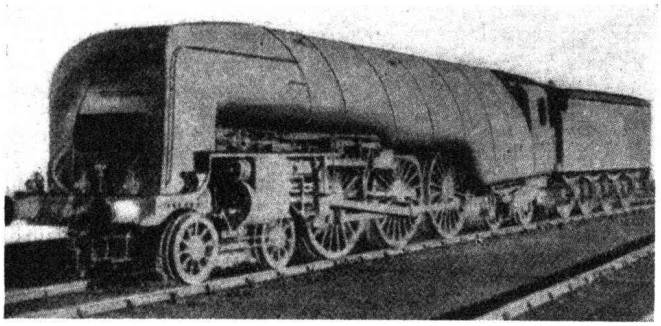


Bild 13: 2C2-Schnellzug-Lokomotive mit Wasserrohrkessel der London und North Eastern Eisenbahn

einwandfreie Betrieb der Brotankessel wesentlich abhängig von der Verwendung gereinigten Speisewassers. In seinem Ursprungsland Ungarn steht der Brotankessel seit langen Jahren in Betrieb. Er konnte aber wegen der Undichtheiten der Wasserrohrverbindungen sonst nicht Fuß fassen.

Von den Königl.-Ung. Staatlichen Eisen-, Stahl- und Maschinenfabriken wurden noch während der Zeit des ersten Weltkrieges zwei bemerkenswerte Lokomotivtypen geschaffen, die nur eine Vortrommel erhielten. Aus der Abbildung des Kessels ist der aus Stahlguß bestehende Grundrahmen gut ersichtlich. Die beiden Typen hatten folgende Hauptabmessungen:

	Reihe 342	Reihe 328
Zylinderdurchmesser	500 mm	570 mm
Kolbenhub	650 mm	650 mm
Dampfüberdruck	13 atü	12 atü
Treibraddurchmesser	1606 mm	1826 mm
Gesamte wasserberührte Heizfläche	121,8 m²	167,6 m²
Heizfläche des Überhitzers	51,2 m²	45,2 m²
Reibungsgewicht	43 t	42,7 t
Dienstgewicht	71 t	69,4 t
Leergewicht	54,7 t	62,5 t

Von dieser Bauart ausgehend, ist eine ganze Anzahl weiterer ankerloser Kesselarten entstanden. Die französische Nordbahn versuchte Lokomotivkessel (Bild 12), bei denen sie nach Schiffskesselart an Stelle des Grundringes zwei seitliche untere Trommeln anwandte, in die die Wasserrohre einmündeten. Die Erfahrungen mit dem Abdichten der Rohre waren aber keine günstigen. Andere Lokomotiven wurden nicht, wie die vorige, mit Heizrohrlangkessel versehen, sondern mit einem Voll-Wasserrohrkessel. (Bild 13.)

Zu erwähnen ist noch, daß eine Reihe von Hochdruckkesseln in ähnlicher abgewandelter Form versucht worden ist, so in Frankreich der Winterthurkessel und in Amerika der Emersonkessel. Diese erfordern aber auch eine andere Antriebsart und scheiden für die Frage der Vereinfachung der Lokomotiven aus.

Dem Feuerbüchskessel dürfte noch eine lange Zukunft beschieden sein. Auf ihn sind alle Bahnen und Werke eingestellt. Als Mitteldruckkessel von 25 atü hat er versagt. Ob der ankerlose Kessel in neuzeitlicher Form sich bewähren wird, kann nur durch die bei Versuchen gesammelten Erkenntniffe bestätigt werden.

Fotos: 1, 3 Krupp, Essen, 2 Lentz, Berlin, 5 MBA, Berlin, 7, 8 Lok.-Bildarchiv Berlin, 9 Wiener Lok.-Fabrik, 6, 10, 11 Kgl. Ung. Maschinenfabrik Budapest, 12, 13 Bahnwerksaufnahmen.

Spiegelung von Wirtschaftskrisen in der Zahl der diensttuenden Güterzug-Lokomotiven

Umfang und Auswirkung der letzten Weltwirtschaftskrise von 1931 bis 1935 lassen sich aus den Zahlen der auf den Bahnen der USA diensttuenden Güterzug-Lokomotiven ablesen. Die Angaben beziehen sich auf die sogenannten I. Klasse-Bahnen, die alle bedeutenderen Bahngesellschaften der Vereinigten Staaten umfassen, und auf den Monat Oktober, d. h. den Zeitpunkt des stärksten Verkehrs. Im letzten normalen Jahr 1929 betrug die Zahl der Güterzug-Lokomotiven 28 912; davon waren 4477 nicht betriebsfähig, 2680 betriebsfähig hinterstellt, 21 755 im Dienst. Im Jahre 1932, als die Krise ihren Höhepunkt erreicht hatte, waren insgesamt 27 310 Güterzug-Lokomotiven vorhanden, davon 7891 nicht betriebsfähig, 5801 betriebsfähig hinterstellt und 13 618 im Dienst. Bemerkenswert ist die Zunahme der ausbesserungsbedürftigen Lokomotiven. Sie zeigt den circulus vitiosus der Wirtschaftskrise: Arbeitslosigkeit bedingt geringeren Güterverkehr, dieser zeitigt neue Arbeitseinschränkung. Zugleich beweist diese Zahl, daß die Amerikaner nicht klüger als die europäischen Völker waren, welche die Arbeitsgelegenheiten aus Ersparnisgründen einzuschränken trachteten, statt sie zu vermehren, und so das Übel der Arbeitslosigkeit nur steigerten. Das auf die Weltwirtschaftskrise folgende erste, einigermaßen normale Jahr war 1935. Die Gesamtzahl der Güterzug-Lokomotiven nimmt zwar schon seit 1923 von 33 203 Stück andauernd ab; dies ist jedoch nicht die Folge einer Verkehrskrise, sondern stark bedingt durch die Indienststellung neuer, leistungsfähigerer Typen. Im Jahre 1935 betrug die Gesamtzahl der Güterzug-Lokomotiven 25 144, worunter sich 8414 nicht dienstfähige und 2213 nicht ausgenutzte befinden, so daß die Anzahl der diensttuenden Lokomotiven wieder 14 517 erreichte. Das erste Jahr der Erholung seit der Krise war in den Vereinigten Staaten das Jahr 1937 mit 23 889 Güterzug-Lokomotiven, nämlich 5914 reparaturbedürftigen, 1673 hinterstellten und 16 302 in Betrieb befindlichen. In Hundertteilen ausgedrückt, wobei in jedem Jahr die Gesamtzahl der Güterzug-Lokomotiven mit 100 bezeichnet wird, ergibt sich folgendes aufschlußreiche Bild:

Im Monat Oktober	1929	1931	1932	1933	1934	1935	1937
Güterzug-Lokomotiven							
unbrauchbar	15,5	21,2	28,9	33,4	33,6	33,5	24,7
brauchbar, abgestellt	9,3	21,7	21,3	14,1	13,1	8,8	7,0
im Dienst	75,2	57,1	49,8	52,5	53,3	57,7	68,3
	100	100	100	100	100	100	100

Dr. Schn.

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten

Ein Beitrag zur Leistungssteigerung bei der Ausbringung von Lokomotiven

Von G. Brügmann VDI

(Schluß)

K. Bohren und Reiben auf der Spitzendrehbank

Der wirtschaftliche Vorschub ist auch beim Bohren auf der Drehbank von vielen Einflüssen abhängig; im Rahmen dieses Aufsatzes kann hierauf jedoch nicht näher eingegangen werden.

Um den beim Bohren großer Löcher auftretenden Schnittdruck zu überwinden, benutzt man den sogenannten Bohrhaken, der durch Einsetzen in das Handrad des Reitstockes das Drehmoment vergrößert. Die Benutzung des Bohrbügels ist grundsätzlich zu verwerfen, da in der Regel Beschädigungen des Drehbankbettes die Folge sind. Die Wirkungsweise ist genügend bekannt, ebenfalls die Tatsache seiner Anwendung.

Aus einer Reihe von Untersuchungen wurden für die gebräuchlichsten Werkstoffe die Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe ermittelt und in Bild 14 dargestellt. Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig niedrigen Vorschübe, die von Hand erreicht werden können, sind die Schnittgeschwindigkeiten höher einzusetzen als bei normalem Bohren an der Bohrmaschine.

Zahlentafel 10 enthält für Überschlagsrechnungen bei der Ermittlung der Hauptzeiten die minutliche Bohrleistung für St 60.11 ohne und mit Verlängerung.

Zahlentafel 10:

Minutliche Bohrleistungen für St 60.11 beim Bohren ins Volle

Bohrer-Durchmesser in mm	Nutzbare Bohrerlänge in mm	Vorschub beim Bohren ohne Verlängerung mm/min	Vorschub beim Bohren mit Verlängerung mm/min
5	80	70	50
7,5	85	65	47,5
10	90	60	45
12,5	95	55	42,5
15	100	50	40
17,5	108	45	35
20	116	40	30
25	127	35	25
30	145	30	20
35	153	27,5	18
40	162	25	17,5
50	190	21	12,5

Der nutzbaren Bohrerlänge ist die größte zu bohrende Bohrtiefe gleichzusetzen, die mit einem neuen Bohrer ohne Verlängerung zu erreichen ist.

L. Drehzahlen und Vorschübe beim Bohren an Tischbohrmaschinen

Bei Tischbohrmaschinen wird der Vorschub beim Bohren von Hand betätigt. Angemessene Werte hierfür können nur durch erreichte Bohrleistungen ermittelt werden. Zu diesem Zwecke wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

In 12 mm starken Platten aus St 60.11 wurden mit Spiralbohrern verschiedenen Durchmessers Löcher gebohrt und die hierfür benötigte Hauptzeit gemessen.

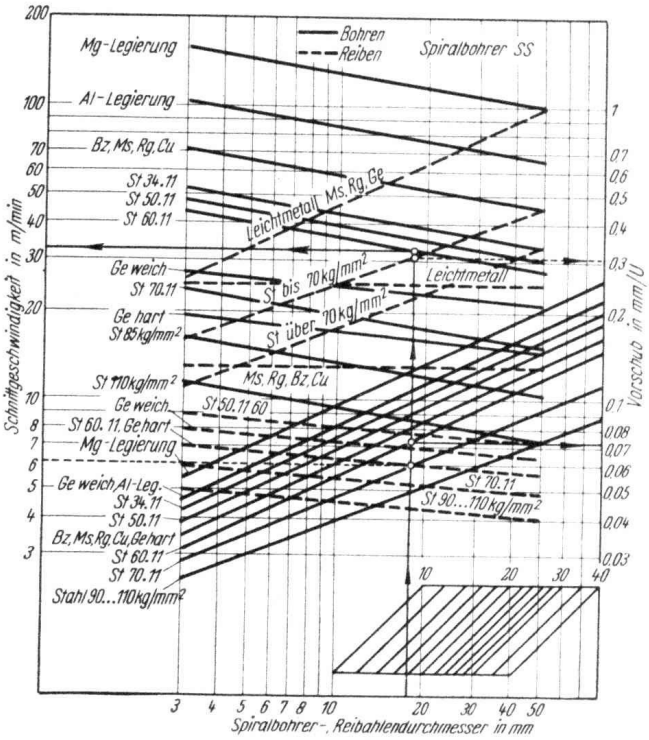


Bild 14: Bestimmung des Vorschubs und der Schnittgeschwindigkeit: Spitzendrehbänke

Aus der Hauptzeitgleichung

$$t_h = \frac{L}{n \cdot s} \text{ [min]} \qquad (43)$$

läßt sich durch Umstellung der Vorschub ermitteln:

$$s = \frac{L}{n \cdot t_h} \text{ mm/U} \qquad (44)$$

Zahlentafel 11 enthält unter Berücksichtigung der Bohreranspitzung mit 0,3 d die wichtigsten Zerspanungswerte einiger Bohrergrößen.

Zahlentafel 11:

Zerspanungswerte beim Bohren von St 60.11 an Tischbohrmaschinen

Bohrer-durchm. mm	n U/min	t_h min	L mm	v m/min	s mm/U	s' mm/min
1	8200	0,03	12,3	26	0,05	410
2	4200	0,045	12,7	26,4	0,068	286
3	2700	0,06	13,0	25,4	0,08	216
4	2000	0,076	13,3	25	0,088	176
5	1600	0,09	13,5	25	0,095	152
6	1320	0,105	13,8	24,8	0,1	132

In gleicher Weise wurden die Zerspanungswerte für die gebräuchlichsten Werkstoffe ermittelt und in Bild 15 zusammengestellt.

Bei Bohrergrößen unter 1 mm nehmen die Drehzahlen und Vorschübe mit Rücksicht auf die Starrheit der Bohrer ganz wesentlich ab. Der Vorschub je Umdrehung nähert sich bei Bohrern von 0,3 mm Durchmesser dem Wert von 0,001 mm. Unterhalb dieser Bohrergröße ist eine Bestimmung des Vorschubes kaum noch möglich, da hier das Bohren rein gefühlsmäßig vor sich geht und der Vorschub stark von der Maschine und dem zu bohrenden Werkstoff abhängig ist. Neben dem veränderlichen Vorschub, der ganz von dem Gefühl des Bohrenden abhängt, sind auch die Drehzahlen in diesem Bohrbereich sehr schwer zu bestimmen. In Bild 16 sind die Zusammenhänge von Drehzahl und Vorschub beim Bohren mit Spiralbohrern unter 1 mm dargestellt. Aus den schon erwähnten Gründen sind jedoch Abweichungen von diesen Werten sehr leicht möglich.

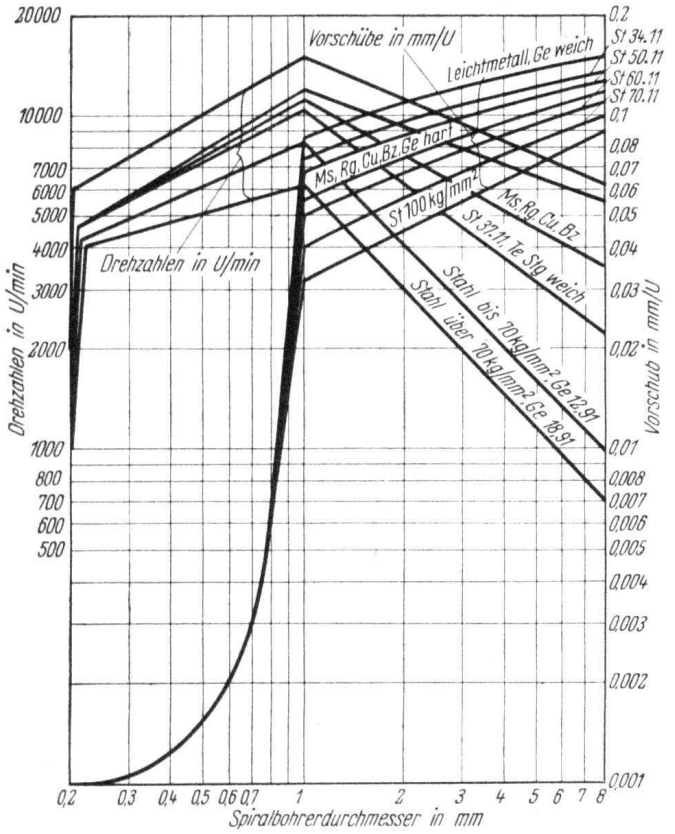


Bild 15. Ermittlung der Drehzahlen und Vorschübe: Tischbohrmaschinen

M. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe beim Bohren mit Hartmetall

Die beim Bohren mit Spiralbohrern auftretenden hohen Schnittkräfte sowie die unangenehmen Schwingungserscheinungen beim Durchbruch des Bohrers bei Durchgangslöchern lassen nur einen beschränkten Gebrauch von Spiralbohrern mit eingesetzten Hartmetallschneiden zu. Nur für Werkstoffe, die einen raschen Verschleiß der Bohrerschneiden herbeiführen, und solche, die sich schlecht oder gar nicht mit Schnellstahlbohrern bearbeiten lassen, sollte man Hartmetallbohrer verwenden. Mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit des Hartmetalls gegen Stoß und Druck ist der Vorschub nur gering; für Manganstahl mit hohem Mangangehalt liegt er unter 0,1 mm/U.

Das Bohren von Werkstoffen, bei denen nur kleine Schnittkräfte auftreten, wie Preßstoffe, Leichtmetall, Gußeisen u. a. m., ist dagegen mit Hartmetallschneiden wirtschaftlicher, da die niedrigen Vorschübe durch höhere Schnittgeschwindigkeiten nicht nur ausgeglichen, sondern weit überholt werden. Außerdem ist die Standzeit der Hartmetallschneiden eine wesentlich höhere.

Wie schon gesagt, ist die Verwendung von Hartmetallbohrern im allgemeinen Maschinenbau beim Bohren normaler Löcher, zumal an älteren Maschinen, nicht zu empfehlen. Ist trotzdem die Bearbeitung von Grauguß, Hartguß oder Hartstahl mit Hartmetall nötig, so ist die dazu geplante Maschine entsprechend vorzubereiten. Die Bohrspindel ist in Arbeitsstellung so kurz wie möglich zu halten und senkrechtes Spiel zu beseitigen.

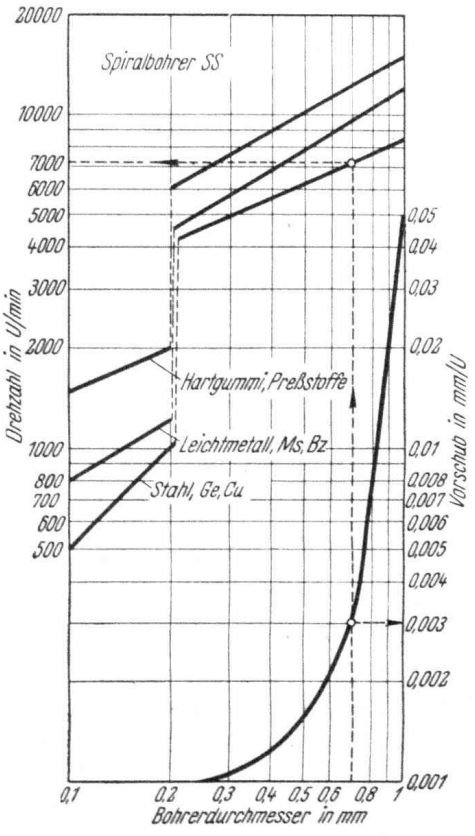


Bild 16. Ermittlung der Drehzahlen und Vorschübe: Bohrer unter 1 mm

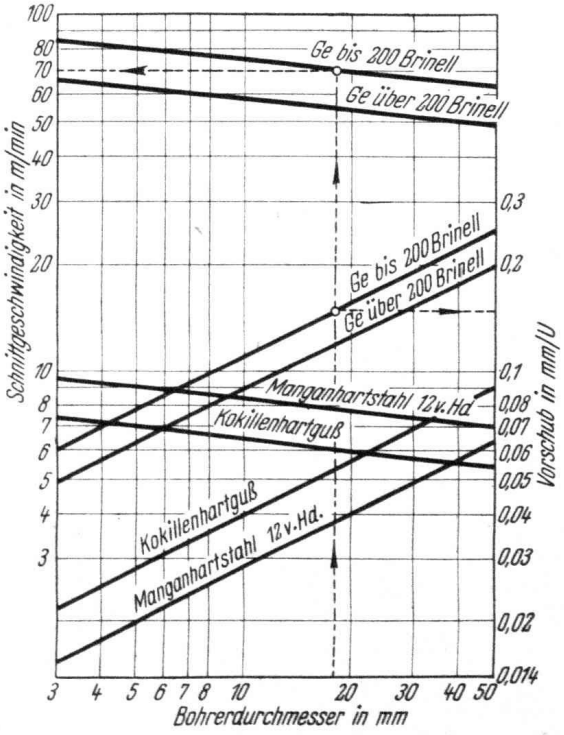


Bild 17. Bestimmung des Vorschubs und der Schnittgeschwindigkeiten: Bohrer mit Hartmetallschneiden

Brauchbare Zerspanungswerte für die angegebenen Werkstoffe enthält Bild 17. Weitere Richtlinien für das Bohren mit Hartmetall sowie entsprechende Bohrwerte für eine Anzahl von Werkstoffen befinden sich in der Schrift: „Hartmetallwerkzeuge".*) Ein Vergleich beider Werte zeigt geringe Unterschiede in der minutlichen Bohrleistung, die auf Rücksichtnahme auf die Standzeit bei kleinen Bohrergrößen und auf die Maschinenleistung bei großen Bohrern zurückzuführen ist.

Für einige der im allgemeinen Maschinenbau am häufigsten anfallenden Werkstoffe wurden die minutlichen Spanmengen ermittelt und in Bild 6 eingetragen. Die Werte für das Bohren mit Hartmetall wurden der bereits erwähnten Schrift entnommen, während dieselben für eine Bearbeitung mit Schnellstahl aus Bild 1, Feld I und Feld II, stammen. Aus dieser Gegenüberstellung ist zu ersehen, daß wirtschaftliches Arbeiten bei der Verwendung von Hartmetallwerkzeugen beim Bohren von Grauguß erst bei Bohrern über 13 mm in Frage kommt. Bei Durchmessern von 13 mm und darunter ist es vorteilhafter, Bohrer aus Schnellstahl zu nehmen. Bei harten Werkstoffen, z. B. Stahl über 80 kg/mm² Festigkeit, zeigt es sich, daß mit Hartmetall eine um etwa 20 v. H. höhere Leistung zu erreichen ist, wenn die Bohrer entsprechend kurz gehalten werden und die Maschinenspindel schwingungsfrei gelagert ist. Für Stahl mittlerer Festigkeit ist jedoch, wie gesagt, das Bohren mit Schnellstahlbohrern entschieden wirtschaftlicher. Die Gegenüberstellung der minutlichen Spanmenge beider Werkzeuge ergibt eine um nahezu 100 v. H. höhere Leistung beim Bohren mit Schnellstahl.

N. Drehzahlen und Vorschübe beim Senken

Bei der Wahl der Zerspanungswerte für wirtschaftliches Senken ist hauptsächlich die Standzeit des Werkzeuges zu berücksichtigen, da eine Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Motorleistung kaum in Frage kommt. Die in Bild 18 angegebenen Werte für Drehzahlen und Vorschübe sind keine Grenzwerte, sondern gute Gebrauchswerte, die neben einer wirtschaftlichen Standzeit auch noch eine saubere Oberfläche ergeben.

Das in Bild 18 eingezeichnete Beispiel ergibt für eine Bearbeitung von St 60.11 mit einem Sassemesser aus Schnellstahl eine Drehzahl von 63 U/min bei einem Vorschub von 0,18 mm/U.

Beispiele aus der Praxis: Es werden hier einige Beispiele aus dem Betrieb gebracht, die sowohl die Richtigkeit der in den aufgestellten Entwicklungsblättern niedergelegten Zerspanungswerte nachweisen als auch ihre Anwendung bei der Nachprüfung der vom Betrieb gefahrenen Werte zeigen.

1. Beispiel: An einer kleinen Säulenbohrmaschine werden Kupferstehbolzen mit Spiralbohrern von 7 mm Durchmesser gebohrt. Bei den im Dauerbetrieb gefahrenen Werten von

n = 2400 U/min und
s = 0,18 mm/U

versagte der Antriebsmotor von 0,6 kW wegen Überlastung.

*) Bearbeitet im Auftrage des AWF von Obering. A. Fehse. Seite 66/67. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin. Verlags.-Best.-Nr. 12 073.

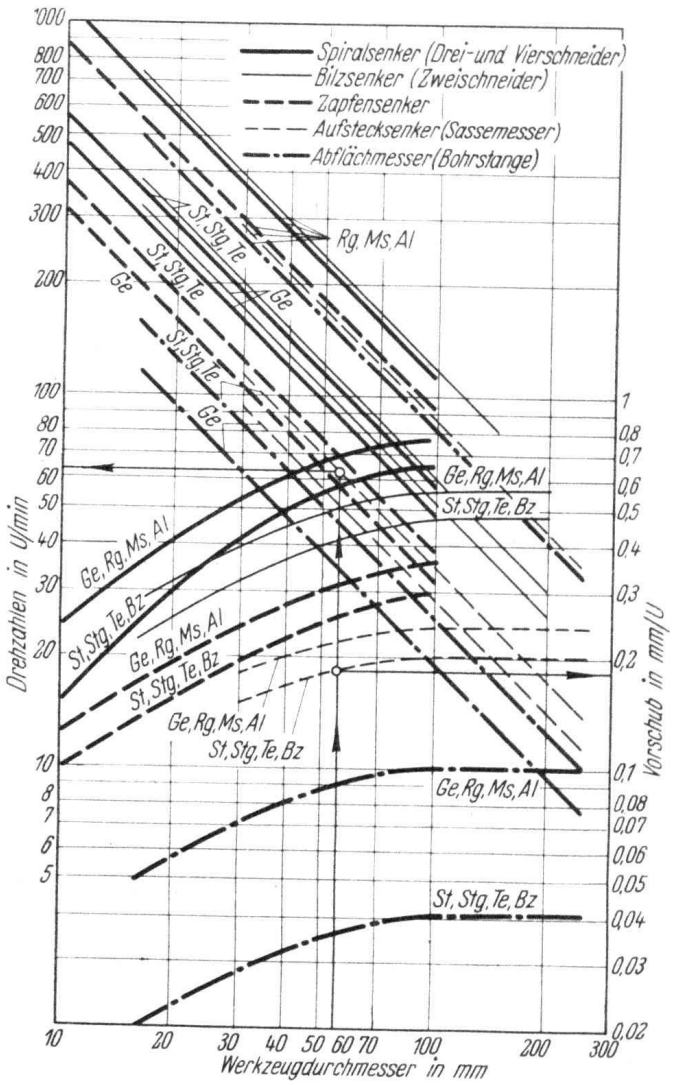


Bild 18. Ermittlung der Vorschübe und Drehzahlen beim Senken

Die Prüfung ergab folgende Werte:

k_s bei s = 0,18 mm/U und Cu = 185 kg/mm² (nach Bild 1, Feld III),

f_s bei d = 7 mm und s = 0,18 mm/U = 0,63 mm² (nach Bild 4),

v bei d = 7 mm und n = 2400 U/min = 53 m/min (nach Bild 1, Feld II),

N_{leer} bei ML = 0,6 kW und n = 2400 U/min = 0,13 kW (nach Bild 1, Feld II).

Zerspanungsleistung:

$$N_{eff} = \frac{k_s \cdot f_s \cdot v}{6120} \cdot \frac{2}{3} = \frac{185 \cdot 0{,}63 \cdot 53 \cdot 2}{6120 \cdot 3} = 0{,}67 \text{ kW} \quad (45)$$

$$ML = N_{leer} + N_{eff} = 0{,}13 + 0{,}67 = 0{,}8 \text{ kW}. \quad (46)$$

Der Antrieb ist somit um 33 v. H. überlastet.

Setzt man die wirtschaftlichen Werte nach Bild 1, Feld I und Feld II, ein mit

v = 55 m/min und
s = 0,15 mm/U,

so erhält man nach dem in Bild 19 und Bild 20 eingezeichneten Linienzug eine Zerspanungsleistung von 0,55 kW. Rechnet man die Leerlaufleistung von 0,13 kW hinzu, so ergibt sich ein Antriebsleistung von 0,68 kW, die aber als Dauerbelastung immer noch zu hoch ist.

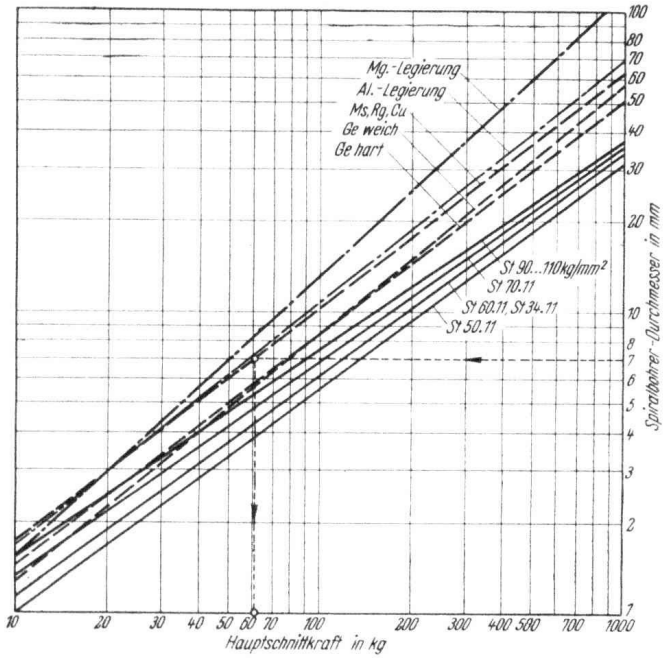


Bild 19. Ermittlung der Hauptschnittkraft: Erweiterung von Bild 1/Feld III

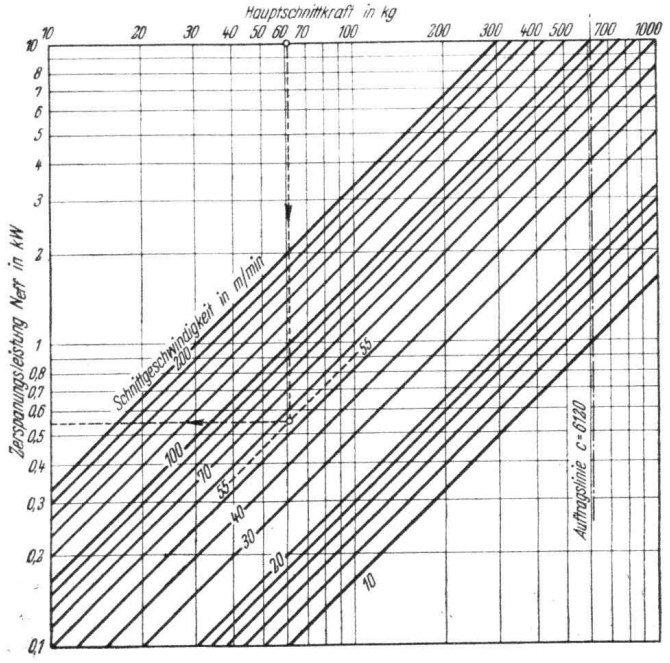


Bild 20. Ermittlung der Zerspanungsleistung: Erweiterung von Bild 1/Feld IV

Als wirtschaftliche Werte für die niedrige Antriebsleistung von 0,6 kW sind folgende Werte einzusetzen:

$$n = 2400 \text{ U/min},$$
$$s = 0{,}13 \text{ mm/U}.$$

Hierbei ergibt sich unter Berücksichtigung eines Wirkungsgrades von 0,8 eine Antriebsleistung von

$$N_{leer} = 0{,}12 \text{ kW},$$
$$N_{eff} = 0{,}48 \text{ kW},$$
$$\underline{\underline{ML = 0{,}6 \text{ kW}.}}$$

2. Beispiel: Auf einer Bohrmaschine mit 3,2 kW Antriebsleistung sollen mit einem eingesetzten Sechsspindelkopf Flansche aus weichem Gußeisen gebohrt werden. Bei voller Ausnutzung der Antriebsleistung sind die wirtschaftlichen Zerspanungswerte für das Bohren ins Volle mit 12,5 Spiralbohrerdurchmesser zu bestimmen.

Nach Bild 1, Feld I bis Feld IV, ergeben sich folgende Werte:

$s = 0{,}26$ mm/U	(Feld I),
$v = 22$ m/min	(Feld II),
$n = 560$ U/min	(Feld II),
$N_{leer} = 0{,}61$ kW	(Feld II),
$k_s = 135$ kg/mm²	(Feld III),
$H = 160$ kg	(Feld III),
$N_{eff} = 0{,}58$ kW je Werkzeug	(Feld IV).

Die Antriebsleistung wird dann:

$$ML = 0{,}61 + 6 \cdot 0{,}58 = 0{,}61 + 3{,}48 = 4{,}09 \text{ kW}.$$

Mit Rücksicht auf die Leerlaufleistung und die zur Verfügung stehende Antriebsleistung können aber nur

$$\frac{3{,}2 - 0{,}61}{6} = 0{,}43 \text{ kW}$$

je Werkzeug zur Zerspanung verwendet werden.

Aus der Gleichung für die Zerspanungsleistung

$$N_{eff} = \frac{k_s \cdot f_s \cdot v}{6120} \cdot \frac{2}{3} \text{ [kW]}$$

wird durch Umstellung erhalten:

$$f_s = \frac{N_{eff} \cdot 6120 \cdot 3}{k_s \cdot v \cdot 2} \text{ [mm²]} \qquad (47)$$

$$= \frac{0{,}43 \cdot 6120 \cdot 3}{135 \cdot 22 \cdot 2} = 1{,}33 \text{ mm}^2.$$

Der mögliche Vorschub wird dann, da der Spanquerschnitt

$$f_s = \frac{d \cdot s}{2} \text{ [mm²]}$$

ist,

$$s = \frac{2 f_s}{d} = \frac{2{,}66}{12{,}5} = \underline{0{,}21 \text{ mm/U}.} \qquad (48)$$

Da an der geplanten Maschine der ermittelte Vorschub vorhanden ist, die Drehzahl aber nur 520 U/min beträgt, sind diese Werte vorzugeben.

Die Prüfung ergibt für

$$s = 0{,}21 \text{ mm/U}$$
$$n = 520 \text{ U/min}$$

folgende Werte:

$$k_s = 145 \text{ kg/mm}^2$$
$$f_s = 1{,}31 \text{ mm}^2$$
$$v = 20{,}4 \text{ m/min}$$

$$N_{eff} = 6 \frac{145 \cdot 1{,}31 \cdot 20{,}4 \cdot 2}{6120 \cdot 3} = 6 \cdot 0{,}42 = \underline{2{,}52 \text{ kW}.}$$

Als Leerlaufleistung verbleibt

$$N_{leer} = ML - N_{eff} = 3{,}2 - 2{,}52 = \underline{0{,}68 \text{ kW}.} \qquad (49)$$

Beachtet man die zusätzliche Reibung durch den eingesetzten Bohrkopf, so kann die verbleibende höhere Leerlaufleistung als ausreichend und die zur Verfügung stehende Antriebsleistung als voll ausgelastet angesehen werden.

3. Beispiel: Auf einer Pitler-Revolverdrehbank mit 11 kW Antriebsleistung werden Naben aus St 60.11 mit zwei Hartmetallwerkzeugen S 2 am Außendurchmesser bearbeitet. Bei einer Schnittgeschwindigkeit von 86 m/min und einem Vorschub von 0,22 mm/U werden ungefähr 8 kW für die Zerspanung gebraucht. Die dem größten Durchmesser von 124 mm angepaßte Drehzahl von 215 U/min ergibt eine Leerlaufleistung von 2,1 kW, so daß für diesen Schruppschnitt ungefähr 10 kW benötigt werden. Die für eine Revolverdrehbank beträchtliche Maschinenzeit von 1,36 min soll dazu benutzt werden, das Werkstück mit einem 30-mm-Spiralbohrer zusätzlich aufzubohren. Für dieses Bohren ist der Vorschub, nach Bild 13 „Bestimmung des Vorschubs für Revolverdrehbank", mit 0,18 mm/U einzusetzen. Da die Drehzahlen mit Rücksicht auf die Hartmetallwerkzeuge nicht verändert werden sollen, ergeben sich für das Bohren folgende Werte:

$f_s = 2{,}7\ mm^2$ (nach Bild 4)
$k_s = 350\ kg/mm^2$ (nach Bild 1, Feld III)
$v = 21\ m/min$ (nach Bild 1, Feld II)
$n = 215\ U/min$ (gegeben)

$$N_{eff} = \frac{k_s \cdot f_s \cdot v \cdot 2}{6120 \cdot 3} = \frac{350 \cdot 2{,}7 \cdot 21 \cdot 2}{6120 \cdot 3} = \underline{2{,}16\ kW}$$

Eine Herabsetzung des Vorschubs von 0,22 auf 0,18 mm/U wirkt sich auf die Zerspanungsleistung beim Drehen, wenn man von der geringfügigen Änderung der Schnittkraft absieht, verhältnisgleich aus. Sie wird bei 8 kW vorheriger Leistung und 0,22 mm/U Vorschub bei 0,18 mm/U herabsinken auf

$$N_{eff} = 0{,}22 : 0{,}18 = 8 : x;$$
$$x = \frac{0{,}18 \cdot 8}{0{,}22} = \frac{1{,}44}{0{,}22} = 6{,}55$$
$$N_{eff} = 6{,}55\ kW$$

Für beide Zerspanungen zugleich sind also nötig:

N_{eff} (bohren) $= 2{,}16\ kW$,
N_{eff} (drehen) $= 6{,}55\ kW$,
N_{eff} (gesamt) $= 8{,}71\ kW$.

Rechnet man die bereits ermittelte Leerlaufleistung der Maschine bei 215 U/min hinzu, so ergibt sich eine Antriebsleistung von

$$ML = N_{leer} + N_{eff} = 2{,}1 + 8{,}71 = \underline{10{,}81\ kW}.$$

Damit ist die Maschine nahezu voll ausgelastet; für die Abstumpfung der Werkzeuge ist sogar noch eine kleine Reserve vorhanden.

Bei einer Bohrtiefe von

$$L = l + 0{,}3\,d = 32 + 0{,}3 \cdot 30 = 41\ mm/Loch \quad (50)$$

ergibt sich eine Bohrzeit von

$$t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{41}{215 \cdot 0{,}18} = \underline{1{,}06\ min.}$$

Setzt man die Bohrbarkeitsziffer beim Bohren auf der Revolverdrehbank mit gleichzeitigem Drehen unter Verwendung von Hartmetallwerkzeugen auf 4000 mm anstatt 2000 mm beim normalen Bohren, so errechnet sich hieraus eine Standzeit je Bohreranschliff von

$$t_h = \frac{4000}{41} \cdot 1{,}06 = \underline{103\ min.}$$

Diese im Vergleich zu Hartmetall geringe Standzeit des Spiralbohrers kann aber in Kauf genommen werden, wenn man den längeren Drehweg von 64,5 mm berücksichtigt.

Die Hauptzeit für die Zerspanung mittels Drehen ändert sich durch den kleineren Vorschub von

$$t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{64{,}5}{215 \cdot 0{,}22} = \frac{64{,}5}{47{,}4} = \underline{1{,}36\ min}$$

bei 0,22 mm/U Vorschub, auf

$$t_h = \frac{64{,}5}{215 \cdot 0{,}18} = \frac{64{,}5}{38{,}7} = \underline{1{,}67\ min}$$

bei 0,18 mm/U Vorschub.

Bei einer Lebensdauer der Bohrerschneiden von ungefähr 100 Löchern beträgt die Mindeststandzeit der Hartmetallschneiden 167 min. Rechnet man aber mit der für die Arbeitsstufe geltenden Fertigungszeit einschließlich der anfallenden Verlustzeit, die 6,14 min beträgt, so ist die Standzeit der Werkzeuge für 100 Werkstücke immerhin für eine ganze Schicht mit 10 Arbeitsstunden ausreichend, wenn man von dem Leistungsgrad des Gefolgschaftsmitgliedes Abstand nimmt. Hierzu ist noch zu bemerken, daß die von der Standzeit der Werkzeuge abhängige Stückzahl bei der Bestimmung der wirtschaftlichen Losgröße zu beachten ist.

Ein gewissenhafter Planer muß zu guter Letzt auch noch die Wirtschaftlichkeit dieser neuen Arbeitsweise nachprüfen.

Das Bohren der Naben auf einer Bohrmaschine mit den wirtschaftlichen Werten

$s = 0{,}28\ mm/U$ und
$n = 245\ mm/U$ } nach Zahlentafel 12

ergibt eine Hauptzeit von

$$t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{41}{245 \cdot 0{,}28} = \underline{0{,}6\ min.}$$

Als Nebenzeit für Spannen in der Vorrichtung, Schalten der Maschine usw. sind 0,22 min hinzuzusetzen, so daß die Grundzeit für das Bohren 0,82 min beträgt. Die Mehrzeit an der Revolverdrehbank durch verringerten Vorschub beträgt

$$1{,}67 - 1{,}36 = 0{,}31\ min.$$

Zieht man diese Zeit von der Grundzeit des Bohrens ab, so verbleibt ein Zeitunterschied von

$$0{,}82 - 0{,}31 = \underline{0{,}51\ min/Stück},$$

der als wirtschaftliche Verbesserung der Arbeitsfolge zu verbuchen ist. Hierbei ist noch der Fortfall der Anfertigungskosten für die Bohrvorrichtung sowie das Freiwerden der Bohrmaschine für andere Arbeiten zu beachten.

4. Beispiel: In eine Messingplatte sind 194 Löcher von 16 mm Durchmesser zu bohren.

a) Ermittle die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit, die Drehzahl und den Vorschub.
b) Wie groß ist die Standzeit, wenn die Bohrbarkeits-Kennziffer $= v_{L\,2000}$ ist?
c) Wieviel Löcher können mit einer Bohreranschärfung gebohrt werden? Die Blechstärke beträgt 26 mm und der Anspitzwinkel $\varphi = 130°$.

Gegeben ist eine Radialbohrmaschine, Bauart Rh Raboma, mit 6 kW Antriebsleistung.

Werkzeug: Schnellstahl-Spiralbohrer.

Für diese geplante Bohrmaschine wurde, wie Bild 21 zeigt, eine Leistungstafel entwickelt, deren Zerspanungswerte aus Bild 1, Feld I und Feld II, entwickelt wurden.

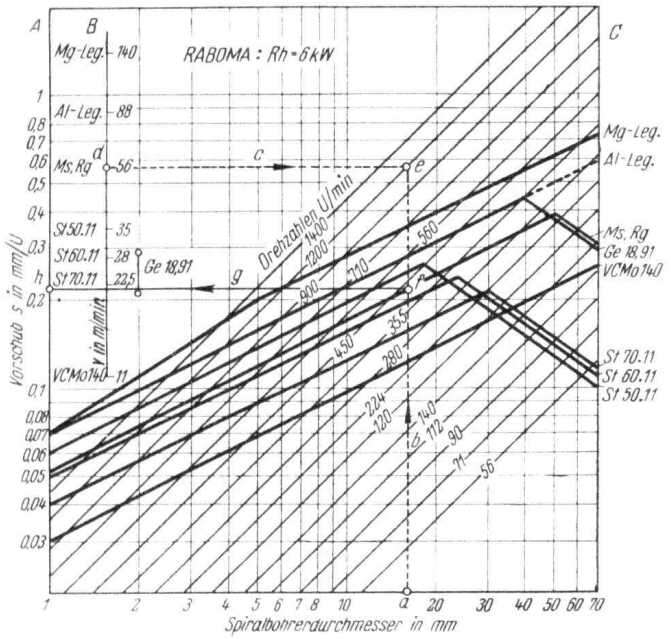


Bild 21. Leistungstafel einer Bohrmaschine

Dargestellte Bereiche der Leistungstafel:

Untere Abszisse: Spiralbohrerdurchmesser von 1 bis 70 mm.

Linke Ordinaten: A-Leiter: Vorschub s von 0,02 bis 1 mm/U.

B-Leiter: Werkstoffe VCMo 140 bis Mg-Legierung = 9 Werkstoffe und Schnittgeschwindigkeit $v_{L\,2000}$ von 11 bis 140 m/min.

Rechte Ordinate: C-Leiter: Werkstoffbezeichnung der Vorschublinien = 9 Werte.

Diagramme: unter 45°, bezeichnet mit den Drehzahlen der geplanten Maschine von 56 bis 1400 U/min.

Lösung nach Bild 21 (Leistungstafel):

a) Die Senkrechte b in a (Spiralbohrerdurchmesser 16 mm) und die Waagerechte c von d (Werkstoff Ms der Ordinatenleiter B = 56 m/min) schneiden die Drehzahllinie n = 1120 U/min im Punkt e.

Die gleiche Senkrechte b schneidet außerdem die Vorschublinie des Werkstoffes Ms (Ordinatenleiter C) in f. Eine Waagerechte g führt von hier zum Schnittpunkt h mit der Ordinatenleiter A und ergibt den Vorschubwert s = 0,22 mm/U.

b) Bei einer Drehzahl n = 1120 U/min und einem Vorschub s = 0,22 mm/U errechnet sich eine minutliche Bohrtiefe

$$s' = n \cdot s = 1120 \cdot 0{,}22 = 246{,}4 \text{ mm/min.} \quad (51)$$

Die ermittelte wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit v = 56 m/min (vgl. Punkt d der rechten Ordinatenleiter B der Leistungstafel Bild 21) bezieht sich auf eine Gesamtbohrtiefe L = 2000 mm. Da in 1 min aber 246,4 mm gebohrt werden, so beträgt die Standzeit

$$t_{h\,2000} = \frac{L}{s'} = \frac{2000}{246{,}4} = 8{,}1 \text{ min.} \quad (52)$$

c) Die zusätzliche Bohrtiefe bei einem Anspitzwinkel von 130° für Ms beträgt nach der Näherungsgleichung 16 (vgl. Zahlentafel 5 oder Bild 2)

$$0{,}24\ d = 0{,}24 \cdot 16 = 3{,}84 \text{ mm.}$$

Rechnet man hierzu noch für den Durchbruch des Bohrers (nach Refa wird dieser mit l_u-Überlauf bezeichnet!) etwa 1 mm hinzu, so ergibt sich eine zusätzliche Bohrtiefe von

$$y = 3{,}84 + 1{,}16 = 5 \text{ mm.}$$

Bei einer Blechstärke a = 26 mm ermittelt sich demnach eine Lochtiefe

$$L_{Loch} = a + y = 26 + 5 = 31 \text{ mm.}$$

Die gesuchte Lochzahl je Bohrer errechnet sich dann

$$\frac{L_{2000}}{L_{Loch}} = \frac{2000}{31} = 64{,}5, \text{ gerundet 65 Löcher.} \quad (53)$$

Für das Bohren einer Platte mit 194 Löchern sind somit

$$\frac{194}{65}, \text{ also ungefähr 3 Spiralbohrer}$$

nötig. Ein wirtschaftliches Bohren ist dann gewährleistet, wenn bei dieser Arbeit 3 Spiralbohrer zur Verfügung stehen, die während des Aufspannens der nächsten Platte vom Bohrerhelfer umgetauscht werden können.

Die in Bild 21 dargestellte Leistungstafel nimmt Bezug auf die an der Maschine tatsächlich vorhandenen Drehzahlen und Vorschübe. Die eingezeichneten Werkstofflinien gestatten sowohl die Wahl der günstigsten Zerspanungswerte als auch die wirtschaftliche Auslastung der Maschine. Ist die zur Verfügung stehende Antriebsleistung der Maschine erreicht, so ist durch die Richtung der Werkstofflinien, die ja für die Bestimmung des Vorschubes maßgebend sind, ein Überschreiten derselben durch Abfall des Vorschubes verhindert. An dem Knick der Werkstofflinien ist somit zu erkennen, daß eine wirtschaftliche Auslastung der Bohrmaschine erst bei Bohrergrößen von 20 mm und darüber erreicht wird.

Vergleich mit den Werten von Bild 1, Feld I und Feld II:

a) Vorschub:
s = 0,225 mm/U (nach Bild 1)
s = 0,22 mm/U (nach Bild 21)

b) Schnittgeschwindigkeit:
v = 54 m/min (nach Bild 1)
v = 56 m/min (nach Bild 21)

c) Drehzahlen:
n = 1080 U/min (nach Bild 1)
n = 1120 U/min (nach Bild 21).

Berücksichtigt man hierbei, daß die Werte für die Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl in Bild 1 veränderlich, in Bild 21 dagegen konstant gehalten sind, so ist der geringfügige Unterschied der entsprechenden Zerspanungswerte ohne weiteres verständlich.

Zusammenfassung:

Das zusammengesetzte Nomogramm Bild 1, Feld I bis IV, gibt eine Übersicht über die Zusammenhänge, die beim Bohren und Reiben auftreten. Es zeigt in übersichtlicher Reihenfolge an Hand einfacher Rechenlinien, wie die wirtschaftlichen Zerspanungswerte zueinander in Beziehung stehen. Die bildliche Darstellung der wichtigsten Zerspanungsgrößen sowie ihre gesetzmäßige Verknüpfung und die Wirkung, die sie auf Mensch, Maschine und Zeit ausüben, soll als Erleichterung für ihre Erkenntnis, aber auch als wirtschaftliche Grundlage für den Aufbau von Unterlagen dienen. Die Erkenntnis, daß gleichgerichtete Zerspanungswerte sowohl bei der Planung als auch bei der Ausführung der Tätigkeit Bohren im Betrieb selbst erst den Weg für die gewünschte Leistungssteigerung freigeben, ist der Anlaß für diese Ausarbeitung gewesen.

Mögen die auftretenden Betriebsverhältnisse sowie die verschiedenartig gelagerten Werte der zur Verfügung stehenden Werkzeugmaschinen auch Schwierigkeiten in der Wahl und Anwendung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bereiten, so dürfen die erkannten Schwierigkeiten noch lange nicht als Grund angesehen werden, daß eine organische Betriebsgestaltung mittels planvoller Durchführung der Bohrarbeiten nicht möglich ist. Hier bewährheitet sich der Satz: „Schwierigkeiten sind dazu da, daß sie beseitigt werden."

Erläuterung des zusammengesetzten Nomogramms:

Bild 1, Feld I: löst die Zusammenhänge zwischen Spiralbohrerdurchmesser, Werkstoff und Vorschub, und zwar beim Bohren ins Volle, sowie in vorgebohrten Löchern. Es gestattet in der gleichen Lösungsart die Ermittlung des Vorschubs beim Reiben in Abhängigkeit vom Reibahlendurchmesser und Werkstoff.

Veränderliche Einflußgrößen:

d_{Sp} = Spiralbohrerdurchmesser von 2 bis 70 mm,
W_e = Werkstoffe für Bohren, 8 Größen,
s = Vorschübe von 0,03 bis 3 mm/U,
d_R = Reibahlendurchmesser von 2 bis 70 mm,
W_e = Werkstoffe für Reiben, 3 Größen.

Konstante Einflußgrößen:

k = Umrechnungsgrößen für vorgebohrte Löcher, 28 Faktoren.

Bild 1, Feld II: dient zur Bestimmung der wirtschaftlichen Schnittgeschwindigkeit und der Drehzahl in Abhängigkeit vom Bohrer- bzw. Reibahlendurchmesser und Werkstoff. Die eingezeichneten Leerlauflinien ergeben durch die erweiterte Lösungsart die entsprechende Leerlaufleistung der gewählten Maschine und ihrer Antriebsleistung.

Veränderliche Einflußgrößen:

d_{Sp} = Spiralbohrerdurchmesser von 2 bis 70 mm,
$v_{L\,2000}$ = Schnittgeschwindigkeiten von 2 bis 200 m/min,
W_e = Werkstoffe für das Bohren, 11 Größen,
n = Drehzahlen von 20 bis 20 000 U/min,
d_R = Reibahlendurchmesser von 2 bis 70 mm,
W_e = Werkstoffe für das Reiben, 8 Größen,
ML = Leerlauflinien für Antriebsleistung 2—15 kW,
N_{leer} = Leerlaufleistungen von 0,2 bis 4 kW.

Konstante Größen:

π = Umrechnungsgröße für die Drehzahlen,
1000 = Umrechnungzahl von mm in m.

Bild 1, Feld III: ist als Doppelblatt ausgebildet und ermöglicht die Bestimmung der beim Bohren ins Volle auftretenden Schnittkräfte. Das linke Achsenkreuz ergibt mit Rücksicht auf den Vorschub und die eingezeichneten Werkstoffkurven die hiervon abhängige Einheitsschnittkraft. Das rechte Achsenkreuz sieht dagegen als Ausgangsgröße den Spiralbohrerdurchmesser vor. Die im gleichen Grundnetz eingezeichneten Werkstofflinien sind Geraden, welche in Verbindung mit den Ausgangsgrößen durch eine einfache Funktionslösung die Hauptschnittkräfte bei wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen ergeben.

Veränderliche Einflußgrößen:

s = Vorschübe von 0,03 bis 1 mm/U,
W_e = Werkstoffkurven, 11 Größen,
k_s = Einheitsschnittkräfte von 10 bis 500 kg/mm^2,
d = Spiralbohrerdurchmesser von 5 bis 100 mm,
W_e = Werkstoffgeraden, 9 Größen,
f_s = Spanquerschnitte von 0,275 bis 14,7 mm^2,
H = Hauptschnittkraft von 100 bis 5000 kg.

Konstante Einflußgröße:

$\frac{2}{3}\,d$ = Angriffspunkt der Schnittkraft.

Bild 1, Feld IV: ermittelt durch die Hauptschnittkraft als unabhängige Ausgangsgröße über die veränderliche Einflußgröße v die gesuchte Abhängige N_{eff}.

Veränderliche Einflußgrößen:

H = Hauptschnittkraft von 100 bis 5000 kg,
v = Schnittgeschwindigkeit von 5 bis 200 m/min,
N_{eff} = Zerspanungsleistung von 0,5 bis 20 kW.

Konstante Einflußgrößen:

60 = Umrechnungsgröße für min in sek.
102 = Umrechnungsgröße für mkg in kW.

Das zusammengesetzte Nomogramm Bild 1, Feld I bis Feld IV, löst in graphischer Darstellung alle Zusammenhänge, die beim Bohren und Reiben auftreten, unter wechselseitiger Berücksichtigung von 24 veränderlichen und 6 konstanten Einflußgrößen.

Vom Ausgangspunkt A als Zentralwert (Werkzeugdurchmesser) ist einmal eine Verbindung von Feld I und II zur Bestimmung von v, n und N_{leer} nötig. Eine gegenläufige Linienführung, vom Zentralwert ausgehend, verbindet ein andermal Feld I mit Feld III. Sie ergibt über den Vorschub die Einheitsschnittkraft. Die Zwischenschaltung des Zentralwertes in Feld III verbindet dieses mit Feld IV und liefert den Endwert N_{eff}.

Durch Addition der Werte N_{leer} aus Feld II und N_{eff} aus Feld IV ermittelt sich als zusätzliche Veränderliche die Antriebsleistung ML in kW. Da für einen gegebenen Bohrerdurchmesser eine Erhöhung der Drehzahl oder des Vorschubes aus wirtschaftlichen Gründen nicht angebracht ist, dient diese Ermittlung der Antriebsleistung lediglich als Prüfung. Eine wirtschaftliche Auslastung des verfügbaren Maschinenparkes kann in diesem Falle nur durch die Wahl einer geeigneten Bohrmaschine erreicht werden.

Bohrer-Durchmesser mm	n= Drehzahlen U/min. S=Vorschube mm /U							
	VCMo 140		St 70.11		St 60.11		St. 50.11	
	n	s	n	s	n	s	n	s
5	560	0,07	1200	0,09	1620	0,11	1900	0,14
6	470	0,075	1000	0,1	1360	0,12	1600	0,15
7	400	0,08	870	0,1	1180	0,13	1320	0,16
8	350	0,09	760	0,11	980	0,14	1170	0,18
9	300	0,09	650	0,12	850	0,15	1050	0,19
10	270	0,1	570	0,125	750	0,16	930	0,20
12,5	220	0,11	470	0,14	590	0,18	730	0,22
15	180	0,12	380	0,15	490	0,19	620	0,24
17,5	155	0,13	320	0,17	420	0,21	530	0,26
20	130	0,14	280	0,18	370	0,22	450	0,28
22,5	115	0,15	250	0,19	328	0,24	400	0,30
25	100	0,16	225	0,20	290	0,25	360	0,31
27,5	92	0,16	208	0,21	267	0,27	320	0,33
30	84	0,17	180	0,22	245	0,28	300	0,34
32,5	79	0,18	165	0,23	225	0,29	275	0,36
35	72	0,19	155	0,24	210	0,30	250	0,37
37,5	67	0,19	148	0,24	196	0,31	230	0,38
40	63	0,20	135	0,25	185	0,32	212	0,40
42,5	59	0,21	127	0,26	172	0,33	200	0,41
45	55	0,21	120	0,27	162	0,34	182	0,42
47,5	52	0,22	113	0,28	155	0,35	175	0,43
50	49	0,23	108	0,29	145	0,36	165	0,45
60	40	0,25	88	0,31	124	0,39	138	0,49
70	36	0,27	75	0,33	105	0,42	120	0,52

Zahlentafel 12. Wirtschaftliche Drehzahlen und Vorschübe beim Bohren ins Volle mit Spiralbohrern (SS)

Bohrer-durchmesser mm	Vorschub s in mm/U															ML kW
	0,08	0,10	0,125	0,16	0,18	0,20	0,24	0,28	0,30	0,32	0,36	0,40	0,45	0,50	0,60	
5		1750	1620	1560	1500											
6		1400	1360	1300	1230											
7		1225	1180	1120	1075											
8		1050	980	940	900											
9			925	875	840	800										
10			800	750	710	690										
12,5				620	590	550	540									
15				510	490	475	460									
17,5					440	420	410	410								2,5
20					380	570	360	350								
22,5						340	328	320	310							
25						298	290	280	270							
27,5							275	267	261	255						
30							250	245	236	230						5
32,5								235	225	220	210					
35								220	210	200	195					
37,5									205	196	190	185				
40									195	185	175	170				
42,5									180	172	165	160				7,5
45									170	162	155	150				
47,5										162	155	150	145			
50										150	145	140	135			
60											130	124	120	115		
70											110	105	100	95		

Zahlentafel 13. Wirtschaftliche Drehzahlen und Vorschübe beim Bohren ins Volle mit Spiralbohrern (St 60.11)

Das in alle 4 Felder eingezeichnete Beispiel ergibt durch Verfolgung des Linienzuges eine Antriebsleistung von

$$ML = N_{leer} + N_{eff} = 0{,}97 + 1{,}6 = \underline{2{,}57\ kW.}$$

Für das Bohren von St 60.11 ins Volle mit einem Spiralbohrer von 18 mm genügt also eine Bohrmaschine mit einer Antriebsleistung von 3 kW. Die in Feld II gewählte Maschine mit 5 kW ist somit unwirtschaftlich.

Diese Erkenntnisse müssen nun sowohl bei der Vorausbestimmung refamäßiger Zeiten als auch bei der Ausführung der Bohrarbeiten im Betrieb einheitlich verwendet werden. Das bedeutet, daß aus dem in Bild 1 zusammengesetzten Nomogramm die entsprechenden Zerspanungswerte herausgezogen und in leicht lesbaren Gebrauchsblättern in Form von Zahlentafeln vereinigt werden. Für den allgemeinen Maschinenbau, also da, wo es sich um kleinere und mittlere Stückzahlen handelt, genügt das als Zahlentafel 12 entwickelte Gebrauchsblatt. Um unnötige Arbeit zu vermeiden, ist es angebracht, daß der Bereich der eingetragenen Bohrerdurchmesser den anfallenden Bohrarbeiten angepaßt wird. Diese für die gebräuchlichsten Werkstoffe entwickelten Tafeln dienen der Planung und Zeitbestimmung; sie können aber auch, entsprechend vergrößert und an einer übersichtlichen Stelle aufgehängt, für den Betrieb verwendet werden.

Zahlentafel 13 zeigt ein Gebrauchsblatt für Bohrarbeiten, die öfters wiederkehren, sowie auch für große Reihenfertigung. Die für den Bohrerdurchmesser bestimmten Drehzahlen und Vorschübe sind veränderlich und lassen daher eine genauere Angleichung sowohl an die geplante Bohrmaschine als auch an die entwickelten wirtschaftlichen Zerspanungswerte zu. Die eingezeichneten Leistungslinien beziehen sich auf die jeweils benötigte Antriebsleistung und ermöglichen eine wirtschaftliche Auslastung des Maschinenparkes. Die optimalen Zerspanungswerte können durch farbige oder größere Zahlen, vielleicht auch durch Umrandung, besonders hervorgehoben werden. Sie sollten möglichst angestrebt werden.

Prüfung der Tafelwerte:

Gegeben: Bohrerdurchmesser . . 20 mm,
Bohrtiefe . . . . . 45 mm,
Werkstoff . . . . . St 60.11.

Gewählt:

Säulenbohrmaschine mit 2,5 kW Antriebsleistung,
vorhandene Drehzahl n = 382 U/min,
vorhandener Vorschub s = 0,19 mm/U.

Beispiel 1: Die an der Maschine vorhandenen Werte ergeben eine minutliche Bohrtiefe von

$$s' = 382 \cdot 0{,}19 = 72{,}5\ mm/min.$$

Beispiel 2: Bei den optimalen Tafelwerten wird (vgl. Zahlentafel 13)

$$s' = 370 \cdot 0{,}20 = 74 \text{ mm/min.}$$

Legt man die minutliche Bohrtiefe der Tafelwerte mit 100 % Leistung fest, so ergibt sich für die gewählte Maschine eine Leistung von

$$\frac{100}{74} \cdot 72{,}5 = 98\ \%.$$

In Zeit ausgedrückt, ergibt sich für

Beispiel 1:

$$\frac{45 + 0{,}3 \cdot 20}{72{,}5} = \frac{51}{72{,}5} = 0{,}07 \text{ min, und für}$$

Beispiel 2:

$$\frac{45 + 0{,}3 \cdot 20}{74} = \frac{51}{74} = 0{,}69 \text{ min.}$$

Da die Minderleistung der gewählten Maschine erst bei 100 Löchern 1 min beträgt, die Tagesleistung aber bei 10 Arbeitsstunden unter Berücksichtigung der anfallenden Neben- und Verlustzeiten zwischen 280 und 300 Löchern schwankt, kann dieser Unterschied vernachlässigt werden. Bei größeren Zeitunterschieden ist jedoch die Hauptzeit entsprechend zu erhöhen.

Prüfung der Antriebsleistung:

Einheitsschnittkraft bei St 60.11 und s = 0,19 mm/U:

$k_s = 370 \text{ kg/mm}^2$ (nach Bild 3),

Spanquerschnitt bei d = 20 mm und s = 0,19 mm/U:

$$f_s = \frac{20 \cdot 0{,}19}{2} = 1{,}9 \text{ mm}^2 \text{ (nach Bild 4),}$$

Leerlaufleistung bei n = 382 U/min und ML = 2,5 kW:

$N_{leer} = 0{,}48$ kW (nach Bild 1, Feld II),

Schnittgeschwindigkeit bei d = 20 mm und n = 382 U/min:

v = 24 m/min (nach Bild 1, Feld II),

Zerspanungsleistung:

$$N_{eff} = \frac{k_s \cdot f_s \cdot v}{6120} \cdot \frac{2}{3} = \frac{370 \cdot 1{,}9 \cdot 24 \cdot 2}{6120 \cdot 3} = 1{,}83 \text{ kW.}$$

Antriebsleistung:

$$ML = N_{leer} + N_{eff} = 0{,}48 + 1{,}83 = 2{,}31 \text{ kW.}$$

Nach der in Zahlentafel 13 eingezeichneten Leistungslinie ist für diese Bohrleistung 2,5 kW vorgesehen. Die rechnerische Prüfung beweist, daß die gewählte Maschine gut ausgelastet ist.

In ähnlicher Weise können die wirtschaftlichen Zerspanungswerte für

Bohren tiefer Löcher,
Bohren vorgebohrter Löcher,
Bohren auf Revolverdrehbänken,
Bohren auf Spitzendrehbänken,
Bohren von Löchern unter 1 mm Durchmesser,
Bohren mit Hartmetall, sowie auch für
Reiben und Senken

zu einheitlichen Zahlentafeln für Planung und Betrieb aus den Entwicklungsblättern zusammengestellt werden.

Schrifttum:

Brödner: Zerspanung und Werkstoff, VDI-Verlag, Berlin. (1934)

Brügmann: Zeiten für das Bohren auf der Drehbank mit Spiralbohrern. Maschinenbau und Betrieb, Band 17. (1938)

Brügmann: Die Arbeitsunterweisung in der Revolverdreherei. Sonderdruck aus Feinmechanik und Präzision. Heft 20, Jahrgang 48. (1940)

Dinnebier „Stoewer": Bohren. Werkstattbücher, Heft 15. Verlag Springer, Berlin. (1932)

Dinnebier: Senken, Reiben. Werkstattbücher, Heft 16. Verlag Springer, Berlin. (1936)

Dubbel: Taschenbuch für den Maschinenbau. 8. Auflage. Verlag Springer, Berlin. (1941)

Fehse: Hartmetallwerkzeuge, Bearbeitung von Metallen und Isolierstoffe. Verlag Teubner, Leipzig-Berlin. Best.-Nr. 12 073.

Gramm: Bohren, Räumen, Feilen, Sägen. Deutsche Werkmeister-Bücherei. Verlag Ziemsen. Gruppe III B. Band 4. (1941)

Haake: Arbeitszeitermittlung, Refa. Beuth-Verlag, Berlin. (1939)

Klingelnberg: Technisches Hilfsbuch. 11. Auflage. Verlag Springer, Berlin. (1942)

Kronenberg: Grundzüge der Zerspanungslehre. Verlag Springer, Berlin. (1929)

Krekeler: Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Werkstattbücher, Heft 61. Verlag Springer, Berlin. (1936)

Langer-Lange: Das Drehen. Verlag Teubner, Leipzig-Berlin. Best.-Nr. 9601.

Leyensetter: AWF-Schrift. Grundlagen und Prüfverfahren der Zerspanung. Verlag Teubner, Leipzig-Berlin.

Popendicker: Bohren, Senken, Reiben. Werkstattkniffe, Folge 1, 2. Auflage. Verlag Hanser, München.

Refa-Mappe: Bohren. Beuth-Verlag, Berlin. (1929)

Stephan: Das Radialbohren. Verlag Springer, Berlin. (1940)

Zimmermann: Tabellenbuch für das Metallgewerbe. Verlag Teubner, Leipzig-Berlin. Best.-Nr. 9240.

Zweites Refa-Buch: Erweiterte Einführung in die Arbeitszeitermittlung. Beuth-Vertrieb. (1939)

Vorsicht bei Verwendung von Treibgas in Motor-Lokomotiven!

Einem Aufsatz von Gewerberat Dr. Reith in der „Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase", 1943, Heft 3, über die Gefahren und die notwendigen Schutzmaßnahmen bei Verwendung von Treibgas entnehmen wir folgendes:

Treibgas, an sich widerspruchsvoll auch als Flüssiggas bezeichnet, fällt in flüssiger Form als Nebenprodukt bei der Benzingewinnung unter Druck und Abkühlung an und besteht hauptsächlich aus den Kohlenwasserstoffen Propan und Butan. Diese Stoffe sieden bereits bei —45° C bzw. 0° C*). Erhöht sich die Temperatur über den Siedepunkt hinaus, so steigt der Druck stark an. Nach Riedel beträgt der Überdruck des Treibgases:

bei	—30	—13	—1	+9	+17	+22	+40°C
atü	0	1	2	3	4	5	16,7

Der Überdruck des Treibgases, der in den Gasflaschen in der Regel zwischen 3 und 6 atü beträgt, läßt auch aus kleinsten Undichtheiten verhältnismäßig

*) Vergl. auch Die Lok. 40, 1943, 2, Seite 34.

große Gasmengen auftreten. Diese sind, mit Luft gemischt, feuer- und explosionsgefährlich und können zu schweren Katastrophen führen. Die Explosionsgrenze des Treibgases liegt sehr niedrig, nämlich bei 2 bis 9,5 Volumprozenten in Luft. Die meisten im Verkehr befindlichen Flaschen sind nur einem Prüfdruck von 25 atü unterzogen worden. Um bei übermäßiger Drucksteigerung durch zu starke Erwärmung Explosionen der Flaschen zu verhindern, ist in den Flaschenventilen eine Berstscheibe eingebaut, welche platzt und das Gas bei den meisten Ventilen ins Freie entweichen läßt, so daß Vergasung des umgebenden Raumes und damit Feuer- und Explosionsgefahr eintreten. Bei der Anbringung der Flaschen auf der Lokomotive ist darauf zu achten, daß sie sicher befestigt werden und nicht unzulässiger Erwärmung durch die Auspuffgase oder steile Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind. Die gefährlichen Folgen der übermäßigen Füllung von Flaschen durch Überdrücken des Inhaltes einer Flasche in die andere infolge von Temperaturunterschieden, z. B. durch Sonnenbestrahlung, müssen wirksam verhütet werden. Eine mit Flüssigkeit gefüllte Flasche ist gefährlich, weil sich die Flüssigkeit mit steigender Temperatur ausdehnt, wobei hohe Drücke auftreten: Eine Temperaturerhöhung um 1 Grad C ergibt bereits einen Druckanstieg um 7 atü. Es ist deshalb ganz unzulässig, Flaschen zusammenzuschalten. Für jede Flasche muß außer dem Flaschenventil noch ein besonderes Hauptabsperrventil vorhanden sein. Nur bei Beachtung der notwendigen Vorsichtsmaßnahmen ist Treibgas kaum gefährlicher als Benzin. Die wichtigsten Vorsichtsmaßregeln sind:

1. Tanken bzw. Flaschenwechsel nicht in geschlossenen Räumen vornehmen!
2. Rohrleitungen, Verbindungen und Ventile dauernd auf Dichtheit überprüfen! Undichte Stellen machen sich durch Zischen, Geruch und Vereisung bemerkbar. Ableuchten mit offener Flamme und Rauchen streng verboten!
3. Bei Treibgasbränden keinen Wasserlöscher verwenden!
4. Motoranlassen erst nach völligem Öffnen der Türen des Lokomotivschuppens! Schon durch elektrische Funken von Schaltern können bei ausgeströmtem Treibgas Explosionen verursacht werden.
5. Jeweils nur aus einer Flasche fahren!
6. Bei größeren Reparaturen der Lokomotive die Gasflaschen vor dem Einfahren in die Werkstätte ausbauen und in besonderen Räumen, gegen Erhitzung geschützt, aufbewahren! Dr. Schn.

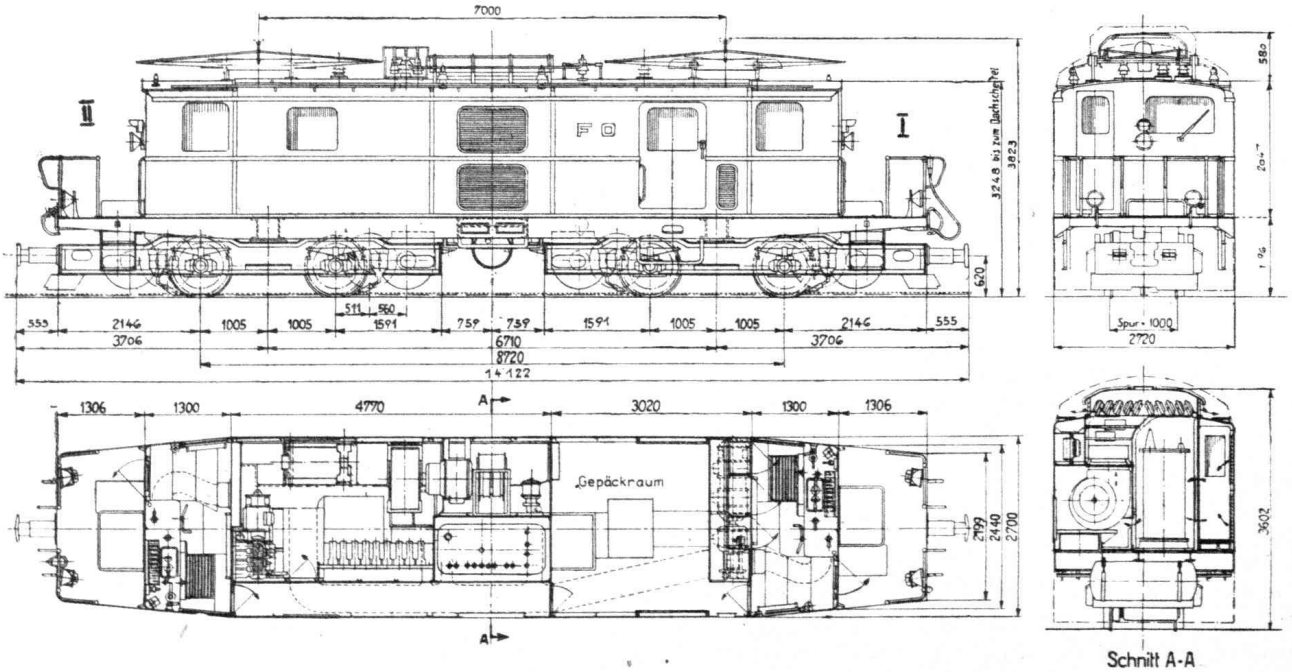
Die Triebfahrzeuge der Furka-Oberalp-Bahn

Die für diese Bahn geschaffenen Fahrzeuge sind seit einiger Zeit in Betrieb gekommen und es sei daher etwas eingehender darüber berichtet.

Die Lokomotiven H b e 4/4 sind für 10,5 KV 16 2/3 Per. Einphasenstrom gebaut. Die zweifache Übersetzung der Tatzenlagermotoren, die gleichzeitig das Triebzahnrad und die Adhäsionsachse antreiben, bedingte die Motoren außerhalb der beiden Achsen jeden Drehgestells anzuordnen. Das aus Blechen und Profilen genietete Gestell weist daher bei großen überhängenden Maßen kurzen Radstand auf. (Bilder 1 und 2).

Stirnseitig tragen die Gestelle eine Mittelpufferkupplung und Schneeräumer. Die inneren Traversen sind mit einer Reibkupplung am Kasten abgestützt. Der Raddurchmesser beträgt 940 mm und kann nur um 20 mm abgefahren werden infolge der bestehenden starren Kupplung mit dem Zahnradantrieb. Das Übersetzungsverhältnis für den Adhäsionsantrieb beträgt 1 : 6,26 für das Triebzahnrad 1 : 5,65.

Bild 1: Anordnung und Abmessungen der Lokomotiven der Furka-Oberalp-Bahn



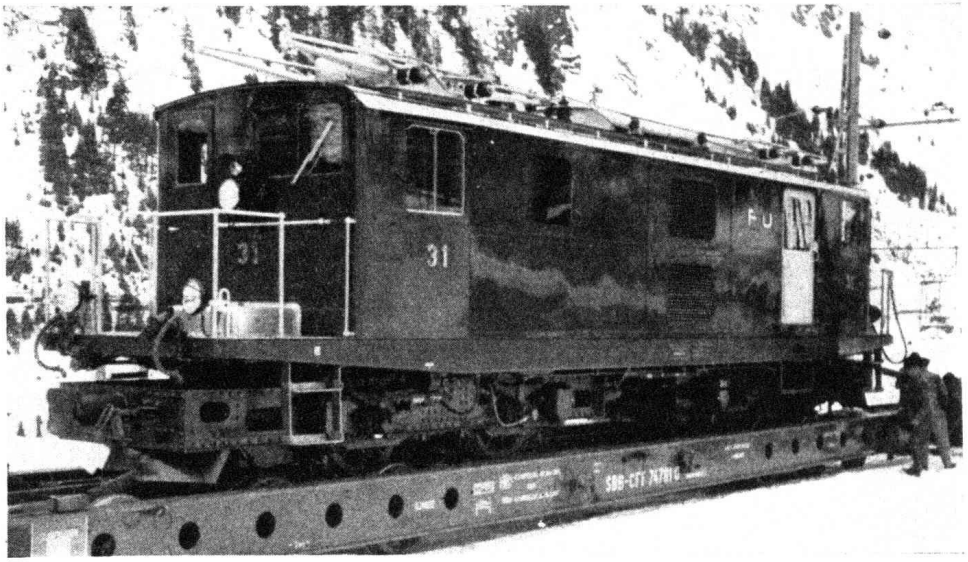


Bild 2: Hbe 4/4-Lokomotive der Furka-Oberalp-Bahn

Der Lokomotivkasten erstreckt sich nur über einen Teil der Brücke, die in geschweißter Bauart ausgeführt wurde. Die beiden links angeordneten Führerstände sind durch einen Seitengang verbunden. Zwischen ihnen liegt ein Gepäckabteil mit 2 Schiebetüren und ein Transformator- und Apparateraum.

Da die Lokomotive für Einmann-Bedienung vorgesehen ist, sind Übergangsbrücken und Totmanneinrichtungen vorgesehen. Eine Druckluftbremse wirkt auf alle vier Achsen. Sie ist mit der durchgehenden Vakuumbremse der Züge kombiniert. Eine spezielle Bandbremse auf den Zahnradantrieben kann mit Luft oder von Hand betätigt werden. Dazu gesellt sich eine elektrische Bremse, bei der die fremderregten Motoren auf im Dach eingebaute Widerstände arbeiten.

Schnitt A A zeigt, wie die Kühlluft durch den Seitengang und den Transformatorschacht angesaugt wird und durch die Drosselspulen und Bremswiderstände ausgestoßen wird. Ein zweiter auf derselben Welle sitzender Ventilator dient zur Kühlung der vier Fahrmotoren, deren Leistung 892 kW beträgt. Die Anfahrzugkraft wird mit 19 000 kg und die Stundenzugkraft mit 11 600 kg angegeben, während die maximale Geschwindigkeit 55 km/h beträgt.

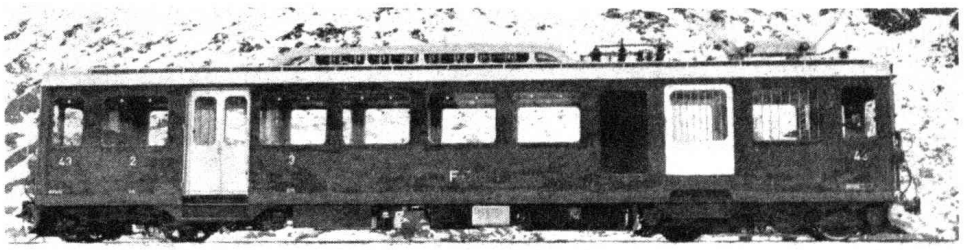


Bild 3: Ansicht des Triebwagens der Furka-Oberalp-Bahn

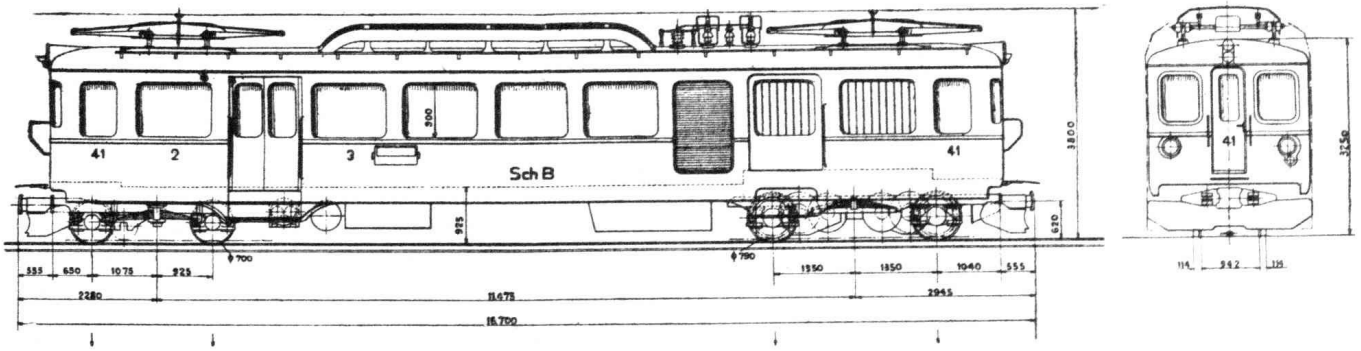
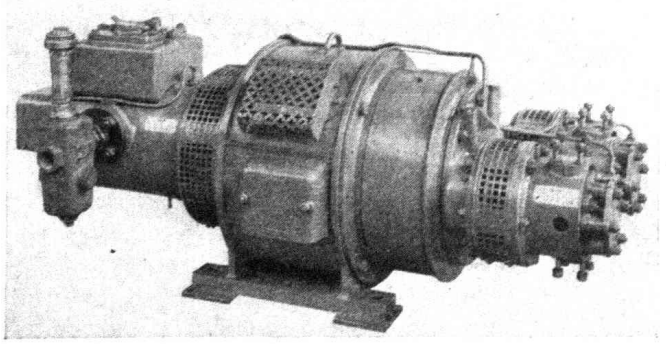


Bild 4: Anordnung und Abmessungen der Triebwagen

Bild 5: Kombiniertes Kompressor-Pumpenaggregat, Bauart SLM



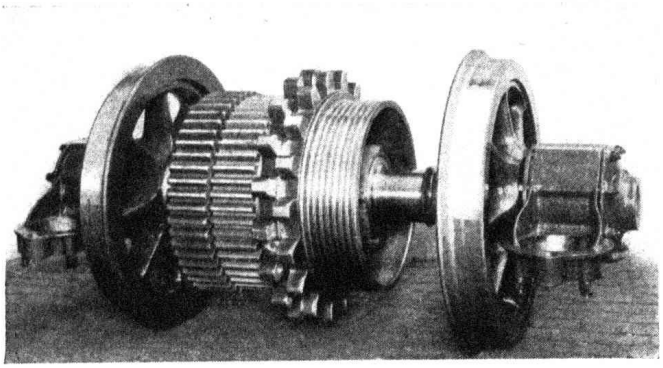


Bild 6: Triebwagen-Radsatz

Das Dienstgewicht beläuft sich auf 48 Tonnen, wovon 25,2 Tonnen auf den von der Schweiz. Lokomotiv-Fabrik Winterthur gelieferten mechanischen Teil und 20,2 Tonnen auf den von Oerlikon erstellten elektrischen Teil entfallen. Die Nutzlast beträgt 2 Tonnen.

Die Bauart der Triebwagen zeigen die Bilder 3 und 4. Der ganze Antrieb ist in einem Drehgestell untergebracht. Entgegen der Lokomotive sind die Triebmotoren zwischen den Achsen angeordnet. Auch hier sind die total 600 PS entwickelnden Motoren doppelt übersetzt und Zahnrad sowie Adhäsionsantrieb gekoppelt, wie dies Bild 4 veranschaulicht (Bild 6).

Die Federung zwischen Achskiste und Drehgestell besteht aus Spezialfedern, Blattfedern tragen die Wiege.

Stirnseitig sind an den Drehgestellen Kupplung und Schneepflug angebaut. Die Einteilung der Fahrgasträume zeigt Bild 4.

Das Leergewicht des Triebwagens beträgt 33 Tonnen, sein Dienstgewicht voll besetzt 37 Tonnen. Er vermag auf Adhäsionsstrecken maximal 60 km/h und auf der Zahnstange 30 km/h zu erreichen.

Mechanisch sind dieselben Bremsen wie auf der Lokomotive vorhanden, d. h. die Bremsung des Triebfahrzeuges erfolgt mit Druckluft, diejenige des Zuges mit Vakuum. Das kombinierte Kompressor-Pumpenaggregat Bauart S L M zeigt Bild 5. Der mechanische Teil dieser Fahrzeuge stammt aus den Werkstätten der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur. Dipl.-Ing. R. Liechty.

KLEINE NACHRICHTEN

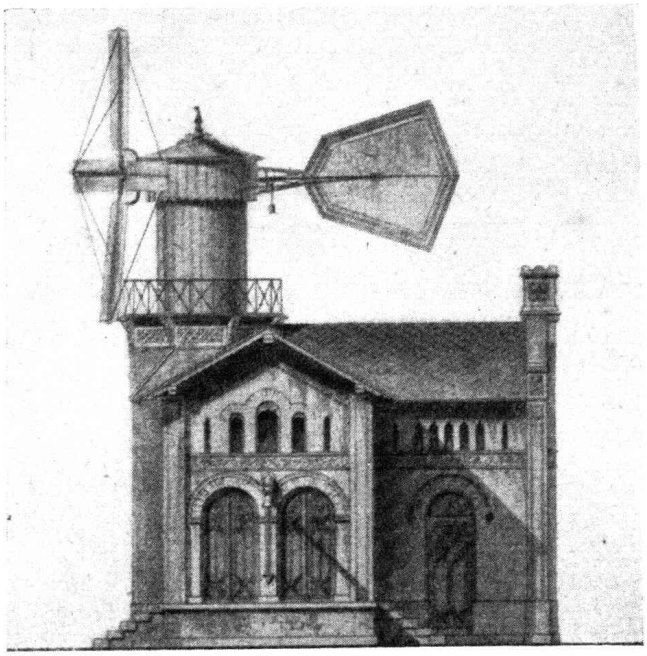
Kesselausbesserung und Speisewasser

Nach einem amerikanischen amtlichen Bericht belaufen sich die durchschnittlichen jährlichen Ausgaben für Kesselinstandhaltung und -ausbesserung (maintenance and repair charges) auf 30 % der Gesamtausgaben für die Lokomotivinstandhaltung und -ausbesserung. Eine große Bahn fand, daß die Kosten zwischen 9 % im Abschnitt mit der besten Speisewasseraufbereitung und 38 % im Abschnitt mit dem schlechtesten, unaufbereiteten Speisewasser schwankten. Es wird geschätzt, daß bei geeigneter Wasservorbehandlung der Anteil der Ausgaben für Instandhaltung und Reparatur der Kessel 15 % nicht überschreiten sollte; aber nur 5 Eisenbahnen von 165 erreichten diesen Wert. S—r.

Windmotoren im Eisenbahnbetrieb

Die ersten Tender der Hannoverschen Staatsbahn faßten nur 4 bis 5 m³ Wasser, selbst 1876 wurden noch zweiachsige Tender mit nur 8,5 m³ Wasserraum beschafft. Zur Ergänzung der geringen Vorräte waren in Abständen von etwa 30 km kleinere Wasserstationen angelegt. Der Fahrplan war früher ausgiebig bemessen, so daß auf jeder nur einigermaßen bedeutenden Station die Lokomotive zum Wasserkran fahren konnte.

Um die hohen Anschaffungskosten für Kessel und Dampfmaschine zu ersparen — Gas- oder elektrische Motoren gab es damals noch nicht —, bediente man sich auf diesen kleinen Stationen der Windkraft zur Wasserförderung. Das Bild zeigt die auch architektonisch ansprechend ausgebildete Wasserstation in dem nur 21 km von Hannover entfernten Wunstorf. Die Kappe des hölzernen Turmes war wie bei Windmühlen drehbar; die große Wetterfahne stellte das Windrad in die Windrichtung. Im Dachgeschoß lag der Wasserbehälter. Das Aufkommen der Gas- und Benzinmotoren, später der elektrischen Motoren hat dem Windkraftbetrieb ein Ende bereitet. —Me—



Alte Wasserstation mit Windmotor auf Bahnhof Wunstorf

Mallet-Lokomotiven der Achsanordnung (2D)D2

In den Vereinigten Staaten nimmt die Verwendung von Mallet-Lokomotiven mit großen Treibraddurchmessern für Schnellzugverkehr ständig zu. Nachdem im Jahre 1935 die Union Pacific-Bahn 14 (2C)C2-Lokomotiven mit einfacher Dampfdehnung beschafft hatte, hat sie nunmehr 20 Stück mit der bislang nicht verwendeten Achsanordnung (2D)D2 folgen lassen. Die Hauptabmessungen beider Typen sind folgende:

(2C)C2	
Triebwerk	559/813/1753 mm
Zugkraft (0,65)	34 000 kg
Achsstand der Lokomotive	18 262 mm
Achsstand Lokomotive + Tender	29 632 mm
Dampfdruck	18 atü
Rostfläche	10 m²
Heizfl. Feuerb. + Verbrennungskammer	51 m²
Verdampfungs-Heizfläche	500 m²
Überhitzer-Heizfläche	153 m²
Gesamtheizfläche	653 m²
Reibungsgewicht	175 t
Dienstgewicht	257 t

(2D)D2	
Triebwerk	610/813/1727 mm
Zugkraft (0,65)	50 000 kg
Achsstand der Lokomotive	22 000 mm
Achsstand Lokomotive + Tender	35 700 mm
Dampfdruck	22 atü
Rostfläche	14 m²
Heizfl. Feuerb. + Verbrennungskammer	65 m²
Verdampfungs-Heizfläche	555 m²
Überhitzer-Heizfläche	220 m²
Gesamtheizfläche	775 m²
Reibungsgewicht	270 t
Dienstgewicht	380 t

Die neue Lokomotive soll schwere Schnellzüge über Steigungen von 1 : 85 befördern und in der Ebene mit einer Geschwindigkeit von 112 km/h fahren. Ihre Leistung dürfte auf 7000 bis 8000 PS; zu schätzen sein.

—Me—

Arbeitsunfälle durch Preßluft

Unfälle durch Preßluft ereignen sich in den Betrieben der Eisen- und Metall-Industrie ziemlich häufig, da anscheinend über die Gefahr beim Abdrücken mit Luft von 6 bis 7 atü (Atmosphären-Überdruck), wie sie in den Preßluftleitungen der Werke meist vorhanden ist, nicht überall die nötige Klarheit besteht. Während nämlich beim Abdrücken mit Wasser bei Formänderungen am Probestück der Wasserdruck fast plötzlich absinkt, ist dieses bei Preßluft und anderen Gasen wegen ihrer Elastizität weit weniger der Fall: Tritt ein Schaden am Werkstück ein, so drückt die Preßluft mit fast unverminderter Kraft, etwa wie eine sich entspannende Feder, weiter und zerreißt das beschädigte Stück mit großer Gewalt. Bei Dichtigkeitsprüfungen ist die hieraus entstehende Gefahr besonders groß, weil sich die Prüfer meist längere Zeit in unmittelbarer Nähe des Prüfstückes aufhalten müssen.

Deshalb sollte jeder, der mit dem Abdrücken von Gefäßen zu tun hat, die Bestimmung des § 51 im Abschnitt 1 der berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften genau beachten; sie lautet: „Druckproben und Dichtigkeitsprüfungen an Behältern sind, wo dies möglich ist, mit Wasser vorzunehmen. Bei Vornahme der Proben mit Luft, Dämpfen oder Gasen, z. B. Stickstoff, Kohlensäure, sind die wegen der Elastizität dieser Druckmittel erforderlichen besonderen Schutzmaßnahmen zu treffen."

Als Schutzmaßnahme im Sinne der obigen Vorschrift empfiehlt sich unter Umständen eine vorherige Prüfung mit erhöhtem Wasserdruck. Wenn möglich, soll man diese Probe in einem abgetrennten Raum vornehmen, auch sollen nur die unbedingt erforderlichen Leute in der Nähe sein. Weiter lassen sich auch Absperrungen oder Umwehrungen anbringen, wenn man es in besonderen Fällen nicht vorzieht, die zu prüfenden Stücke in abdeckbare Gruben zu bringen.

Aus dem Schrifttum

Krupp-Taschenbuch für den Lokomotiv-ingenieur. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Herausgegeben von Fried. Krupp A.-G., Lokomotivfabrik, Essen. Bearbeitet von Dr.-Ing. L. Schneider. Format 160 mal 120 mm. 254 Seiten mit 103 Bildern, XII Tafeln und vielen Tabellen. Buchverlag W. Girardet, Essen, 1942. Preis geb. 5,40 RM.

Vor kurzem erschien zum zweiten Male das Kruppsche Taschenbuch für den Lokomotivingenieur, herausgegeben von Fried. Krupp A.-G., Lokomotivfabrik, Essen, bearbeitet von Dr.-Ing. L. Schneider. Die erste Auflage hatte sich in den Kreisen der Lokomotivingenieure in kürzester Zeit bereits viele Freunde erworben, die zweite verbesserte und vermehrte Auflage wird es in noch wesentlich gesteigertem Maße tun.

Der als Lokomotivfachmann im In- und Auslande bestens bekannte Verfasser wendet sich an „jene technischen Kreise, die sich mit der Beschaffung, grundsätzlichen Berechnung und Abnahme, Unterhaltung, Überwachung und dem Betrieb von Lokomotiven zu befassen haben". Es ist also an solche deutsche, aber auch ausländische Lokomotivingenieure gedacht, denen Lehrbücher des Lokomotivbaues entweder nicht zur Verfügung stehen oder für die deren Studium zu zeitraubend wäre. Für diesen Leserkreis bringt das kleine Werk alles, was zur Lösung der gestellten Aufgaben erforderlich ist. Es ist hervorzuheben, daß es eines außerordentlich geschickten Aufbaues des umfangreichen Stoffes und eines weiten Überblicks bedurft hat, um auf so geringem Raume alles Notwendige, aber auch nur das, zu bringen.

Der Dampflokomotive, ihrer Widerstands-, Zugkraft- und Leistungsermittlung ist der Hauptteil des Werkes gewidmet. Auch die Einzelteile, so besonders die Steuerung, die Bogeneinstellung und die Führungskräfte (nach dem Heumannschen Minimumverfahren) werden eingehend behandelt. Es folgen u. a. Bremsen, Booster, Schmierung (auch Umlaufschmierung für Stangenlager), selbsttätige Kupplungen und elektrische Zugbeeinflussung.

Besonders den Lokomotivingenieuren des Betriebes werden die Vorschriften für Bedienung, Wasserdruck- und Dampfdruckprobe sowie Abnahme willkommen sein.

Zum Schluß werden dann eingehende Beschreibungen über Bau-, Werks- und feuerlose Lokomotiven, des weiteren Turbinen-, Mitteldruck- und Hochdrucksowie Kohlenstaubfeuerungs-, Diesel- und elektrische Lokomotiven gebracht.

Auf dem geringen Raum von nur 250 Seiten Taschenbuchformat ist eine bewundernswert große Zahl von all dem in klarster Form gebracht, was den Lokomotivingenieur interessiert. Im Interesse des gesamten Lokomotivbaues und -betriebes ist weiteste Verbreitung des Werkes nicht nur erwünscht, sondern auch gesichert. Der Firma Krupp und dem Verfasser gebührt Anerkennung und Dank.

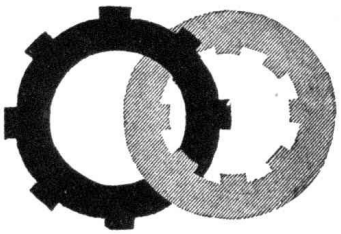
—Pf—

Aus dem Inhalt:

Ankerlose Lokomotivkessel 135
Spiegelung von Wirtschaftskrisen in der Zahl der diensttuenden Güterzug-Lokomotiven 140
Die Bestimmung der wirtschaftlichen Zerspanungsgrößen bei der Planung von Bohrarbeiten 141
Vorsicht bei Verwendung von Treibgas in Motor-Lokomotiven 149
Die Triebfahrzeuge der Furka-Oberalp-Bahn 150
Kleine Nachrichten 152
Aus dem Schrifttum 153

GÜNTHER-WERKE
DRESDEN-N. 15

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann

Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

Motor-Lokomotiven

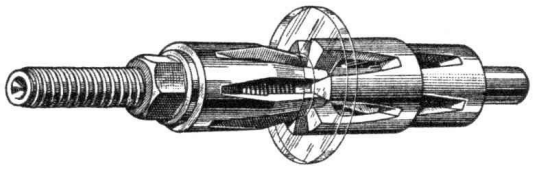
für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

Spann=Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.

Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

Eugen Weisser & Co. KG.
Werkzeugmaschinenfabrik

Anfragen durch „Die Lokomotive"

VAN DYKE

EBERHARD FABER

Rollenlager
im
Kunstharzspezialkäfig

seit Jahren erprobt
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit
geringes Gewicht

DÜRMOL

DÜRMOL
Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.

Otto Windgassen, Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

Erhebliche Verkürzung der Betonabbindezeit

Wo die schnelle Inbetriebnahme von Maschinen und Motoren geboten ist, kann man die Abbindezeit der Betonfundamente wesentlich beschleunigen, indem man dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beimischt. Durch Paratect-Mörtelzusatz-Schnell erzielt man außerdem Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom

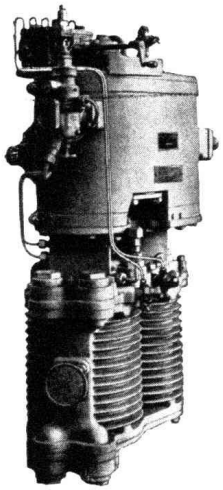
Paratect-Werk, Borsdorf b. Leipzig

Filz wie Sie ihn brauchen
Georg
Walde
Filzwarenfabrik **Halle-S.2**

Härtetöpfe
und Härtekästen

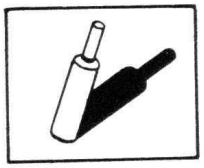
sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt

PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)



Die Knorr
Doppelverbund-Luftpumpe
mit P-Steuerung
an der Kriegslokomotive
mit geschlossenem, frostgeschütztem Mittelteil.

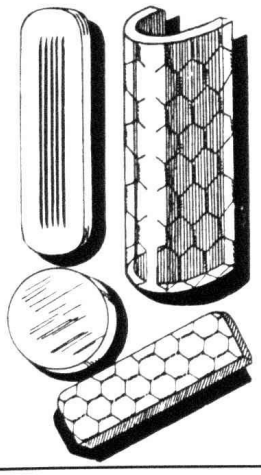
KNORR-BREMSE
A-G BERLIN



Wer Elektroden spart, spart Strom!

Wichtig ist nicht nur die Wahl der für den Verwendungszweck richtigen Elektrode, sondern es kommt auch darauf an, das wertvolle Elektrodenmaterial gut auszunützen, indem die Elektrode jedesmal bis auf einen winzigen Rest verschweißt wird. — Die Elektroden-Erneuerung wird dadurch seltener, die Leerlaufzeit also herabgesetzt und auch Strom eingespart. Alle normalen Mantelelektroden lassen sich bei der selbsttätigen Lichtbogenschweißung mit Hilfe des Kjellberg-Automaten bis auf einen kleinen Rest gleichmäßig verschweißen.

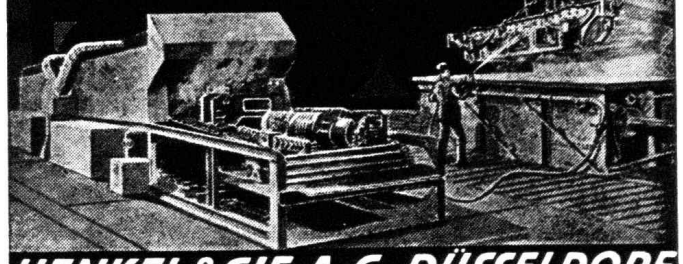
Kjellberg



Technische
Hartgläser
und Drahtgläser
für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co
Hartglasfabrik
Hainsberg i. Sa.

Die P3-Reinigung
leistet in Reichsbahn-, Straßen- und Privatbahn-reparaturwerkstätten wertvolle Dienste, denn Henkel's P3 reinigt schnell, gründlich und billig ohne schädigende Wirkung für Mensch und Maschine.



HENKEL & CIE. A.-G., DÜSSELDORF

MARS-CHROMA

Der klimafeste, wasserunlösliche Schreibfarbstift in 18 Farben.

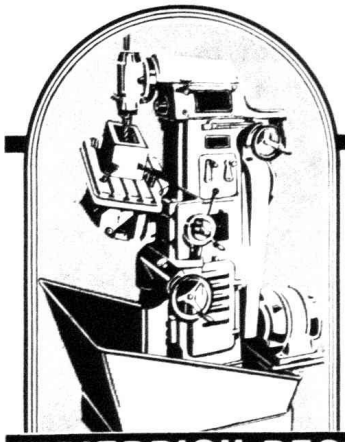
Die charakteristischen STAEDTLER Kappenstifte in Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in Qualität unverändert.

STAEDTLER

FÄG

Rollenlager und Tonnenlager
in Lokomotivachsen und -stangen sowie im Tender
sparen
Kraft • Material
und Schmierstoff

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.



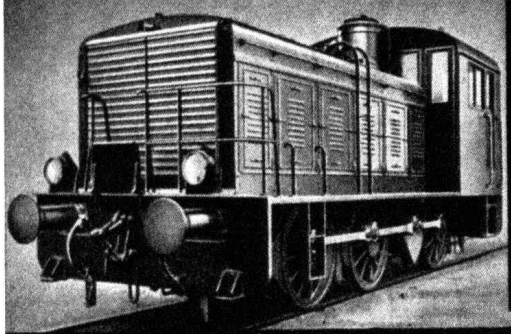
FP1

Die **UNIVERSAL**
WERKZEUG-FRÄSMASCHINE
für höchste Anforderungen auf allen Arbeitsgebieten

FRIEDRICH DECKEL MÜNCHEN

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

DIESEL-LOKOMOTIVEN



Für Rangier-, Güter- und Personendienst

Von 100 bis 360 PSe als Einzelloks

Von 320 bis 720 PSe als Doppelloks

Bild: 360 PSe Rangier- und Güterzugslokomotive

Deutsche Werke Kiel Aktiengesellschaft-Kiel

Für Schiene und Straße
Im Wasser und in der Luft

MBA

DER MBA KONZERN
MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G. BERLIN
DESSAUER WAGGONFABRIK A.-G. GOTHAER WAGGONFABRIK A.-G.
LÜBECKER MASCHINENBAU GESELLSCHAFT

Erzeugnisse

DAMPF- UND MOTOR-LOKOMOTIVEN · MOTOREN · TRIEBWAGEN · PERSONEN- UND GÜTERWAGEN · KESSELWAGEN · SELBSTENTLADER · GROSSRAUM-FÖRDERWAGEN · MULDENKIPPER · SCHLEPPER · LASTANHÄNGER · BAGGER · ABSETZER · SCHIFFE · FLUGZEUGE

Strömungsgetriebe in Motorlokomotiven

Voith-Turbogetriebe

erreichen hohe Lebensdauer und schonen den Antriebsmotor, weil sie infolge der Kraftübertragung durch eine Flüssigkeit Stöße und Schwingungen mildern.

J. M. VOITH · MASCHINENFABRIK

SHG

An der Feuerseite durch abgesetztes Ziehen der Rohre nach innen verstärkte Rohrwand

Übergang

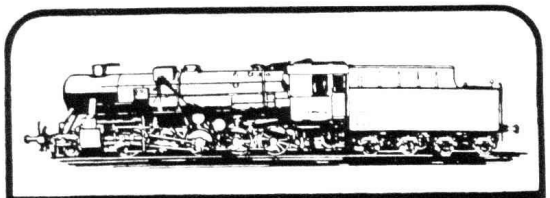
normale Rohrwand

SCHMIDT-
Überhitzer-Elemente

nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit verstärkten Umkehrstellen.

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G. M. B. H. KASSEL.

SHG 7537



JUNG

LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

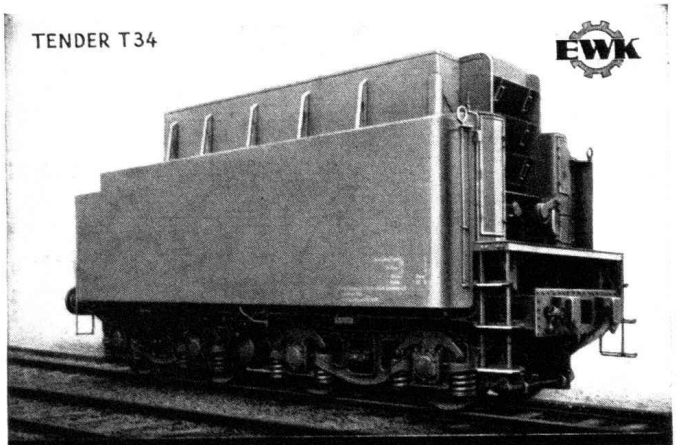
RINGSDORFF

Kohlebürsten

BERLIN-CHARLOTTENBURG 9, HALMSTR. 10a

TENDER T34

EWK



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

LOKOMOTIVEN

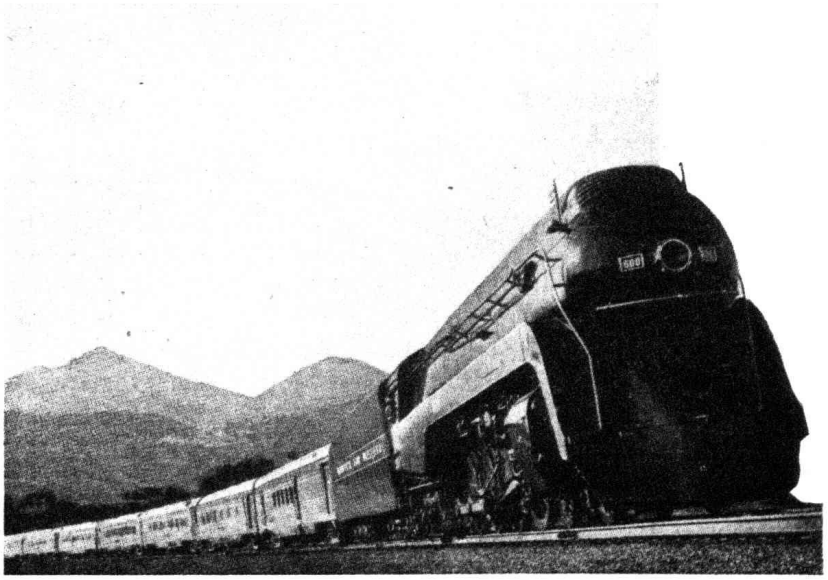
Bergbahnen, Trieb- und Eisenbahnwagen, Eisenbahnsicherungsanlagen, Elektrofahrzeuge, Kompressoren, Kolben- und Preßpumpen, Kohlensäuregewinnungs- und Trockeneisanlagen, Dampfkesselanlagen, Stahl-, Hoch- und Brückenbauten, Grauguß

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | SEPTEMBER 1943 | NUMMER 9



Tennessean-Stromlinienzug der Nordfolk & Western-Bahn

Der amerikanische Lokomotivbau im Jahrzehnt vor dem Kriege

Von Dr.-Ing. L. Schneider, München

Der Lokomotivbau hatte vor dem Kriege in Deutschland, England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika seine höchste Entwicklung erreicht. Im folgenden werden einige Angaben über den amerikanischen Lokomotivbau gemacht, dem in den letzten Jahrzehnten der deutsche Wettbewerb hauptsächlich in Südamerika, Ostasien und Südafrika begegnete. Die der amerikanischen Industrie ohne Kanada erteilten Aufträge und die tatsächlich gebauten Lokomotiven verteilen sich in den letzten 12 Jahren seit 1929 auf Inland und Ausfuhr, wie Zusammenstellung 1 zeigt; die Zahlen umfassen Dampf-, Diesel- und elektrische Lokomotiven.

Zusammenstellung 1 (Aufträge und Lieferungen)

	Aufträge		Lieferungen	
Jahr	Inland	Ausland	Inland	Ausland
1929	1230	106	926	139
1930	421	20	972	51
1931	174	28	181	17
1932	12	1	102	18
1933	42	7	57	6
1934	185	17	91	19
1935	97	15	184	17
1936	536	22	157	22
1937	354	56	526	44
1938	225	24	272	28
1939	373	40	338	16
1940	694	85	435	66
	4343	422	4241	443

Die starke Einwirkung der Weltwirtschaftskrise auch auf den Lokomotivbau der Vereinigten Staaten ist deutlich abzulesen. Die Ausfuhr erreichte in den 12 Jahren rd. 8,9 bzw. 9,5 v. H. der Gesamterzeugung, was, am Maßstab der deutschen Ausfuhr gemessen, einen bemerkenswert mäßigen Betrag darstellt. Die deutsche Ausfuhr *) betrug in den 10 Jahren von 1929 bis 1938 über 46 v. H. der Gesamterzeugung und hielt sich nur in den Krisenjahren 1932 bis 1934 auf der Höhe der amerikanischen.

Die amerikanischen Inlandsaufträge verteilen sich auf Dampflokomotiven, Diesellokomotiven und elektrische Lokomotiven entsprechend Zusammenstellung 2.

Zusammenstellung 2 (Inlandsaufträge)

Jahr	Dampf.-Lok.	Diesel-Lok.	elektr. Lok.
1929	1055	80	95
1930	382	18	21
1931	62	21	91
1932	5	7	—
1933	17	25	—
1934	72	37	76
1935	30	60	7
1936	435	77	24
1937	173	145	36
1938	36	160	29
1939	95	246	32
1940	219	462	13
	2581	1338	424

*) Vergl. Die Lok. 37, 1940, 3, 29—34.

Bestellungen auf Diesellokomotiven überwiegen zum erstenmal im Jahre 1932 und regelmäßig seit 1938. Von den im Jahre 1940 bestellten 462 Diesellokomotiven waren 72 für Fahrgastzüge, 19 für Güterzüge und 371 für den Verschiebedienst bestimmt. Die Aufteilung der ersteren geht aus Zusammenstellung 3 hervor.

Zusammenstellung 3 (Aufträge)

Stückzahl	Leistung PS	Bahngesellschaft
2	1000	Chicago, Rock Island & Pacific
6	2000	desgl.
18	2000	Atlantic Coast Line
3	2000	Southern Pacific
2	2000	Atchison, Topeka & Santa Fe
1	2000	Baltimore & Ohio
3 (2 Einheiten)	4000	desgl.
4 „	4000	Southern Pacific
3 „	4000	Atchison, Topeka & Santa Fe
3 „	4000	Union Pacific
2 „	4000	Cinncinati N. O. & Tex. Pacific
1 „	4000	Colorado & Southern
1 „	4000	Fort Worth & Denver City
2 (3 Einheiten)	6000	Union Pacific

72 Einheiten zu 1000 bzw. 2000 PS

Die Stärke der im letzten Berichtsjahr (1940) bestellten Güterzug-Lokomotiven ist aus Zusammenstellung 4 zu ersehen.

Zusammenstellung 4 (Aufträge)

Stückzahl	Leistung PS	Bahngesellschaft
4	1000	Spokane, Portland & Seattle
2	1000	Chicago, Rock Island & Pacific
1	2000	Jllinois Central
2 (2 Einheiten)	2700	desgl.
2 (2 Einheiten)	2700	Great Northern
4	2700	Atchison, Topeka & Santa Fe

19 Einheiten von 1000 bis 2700 PS

Von den Diesel-Verschiebe-Lokomotiven des Jahres 1940 haben 17 v. H. eine Stärke bis zu 380 PS, weitere 53 v. H. eine solche von 600 bis 660 PS und der Rest von 30 v. H. von 1000 PS.

Diese Aufträge auf Diesel-Lokomotiven stammen ausnahmslos aus dem Inland. Unter den 462 Lokomotiven mit Verbrennungsmotor befinden sich nur 6 dieselmechanische Verschiebe-Lokomotiven von 180 bis höchstens 340 PS Leistung und eine gasmechanische Lokomotive von 250 PS; alle übrigen sind dieselelektrische Lokomotiven. Ihre Leistung liegt zwischen 300 und 6000 PS, die letzteren unterteilt in drei Einheiten. Auffallend ist das Fehlen von Lokomotiven mit Strömungsgetrieben, wie Voith oder Lysholm-Smith (-Krupp). Unter den Lokomotiven mit Leistungen über 1000 PS sind vertreten: 31 Stück mit 2000 PS in einer Einheit, 4 Stück mit 2700 PS in einer und 4 Stück in zwei Einheiten, 17 Stück mit 4000 PS in zwei Einheiten und 2 Stück mit 6000 PS in drei Einheiten. Die Achsfolge der Einheiten bis zu 1000 PS ist vorwiegend B'B', jener von 2000 PS und darüber C'C'. Vereinzelt kommen vor: B und C bis zu 340 PS, (1B)'(1B)' für 2000 PS P.-Lok. und (A1A)'(A1A)' für 2000 PS P.-Lok. An den Aufträgen auf Diesel-Lokomotiven sind 55 Bahngesellschaften, 32 Industriebahnen sowie das Kriegs- und das Marineministerium beteiligt.

Von den 219 im Jahre 1940 bestellten Dampflokomotiven waren 74 für den Fahrgastdienst, 137 für Güterzüge und 8 für den Verschiebedienst bestimmt. Darunter befinden sich 50 Stück 2D1-Eilgüterzug-Lokomotiven der New York Central-Bahn, 20 Stück 2D2-Personenzug-Lokomotiven der Southern Pacific-Bahn, 20 Stück 2C+C2-Mallet-Lokomotiven der Delaware & Hudson-Bahn, 12 Stück 2C+C2-Mallet-Lokomotiven der Western Maryland-Bahn und 15 Stück 2D+D2-Mallet-Lokomotiven der Union Pacific-Bahn. Die im Jahre 1940 vom Ausland bestellten 55 Stück Dampflokomotiven waren vorwiegend für Südamerika bestimmt, davon 43 Stück für Brasilien, wo der europäische Wettbewerb infolge des Krieges in Europa in Wegfall kam. Zusammenstellung 5 gibt Aufschluß über diese Bestellungen.

Zusammenstellung 5 (Aufträge)

Bahn	Anzahl der Lokomotiven	Type	Erbauer
Brazil & Bolivia	4	1C-G.-Lok.	Vulcan
Brasil. St. B.	13	1D1-G.-Lok.	Alco
desgl.	10	1D1-G.-Lok.	Baldwin
desgl.	3	1C+C1-G.-Lok.	Baldwin
E. F. Goyaz	1	2C-P.-Lok.	Baldwin
São Paulo-Paraná	2	1D1-G.-Lok.	Baldwin
Chilenische St. B.	10	2D1-S.-Lok.	Alco
Guayaquil-Quito	2	1D-G.-Lok.	Alco
United Fruit Cy	4	1D1-G.-Lok.	Baldwin
Sanchoku (Korea)	6	1D1-G.-Lok.	Baldwin

Die Bestellungen des Jahres 1940 auf elektrische Lokomotiven beziffern sich auf 13 Stück für die Vereinigten Staaten und 30 Stück für das Ausland. Davon waren 20 Stück für die Sorocabana-Bahn (Brasilien) und 10 Stück für Rußland bestimmt.

Von den im Jahre 1940 abgelieferten Lokomotiven entfallen auf das Inland 172 Dampflokomotiven, 195 Diesel-Lokomotiven und 68 elektrische Lokomotiven; auf die Ausfuhr 61 Dampflokomotiven, 4 dieselelektrische Lokomotiven und 1 elektrische Lokomotive. Kanadische Lokomotivfabriken lieferten 1940 im ganzen 59 Lokomotiven, davon 55 für Dampf- und 4 für dieselelektrischen Betrieb, während im ganzen Jahr infolge des Krieges Aufträge auf nur 3 Lokomotiven, davon 2 dieselelektrische, zu verzeichnen waren.

Die am 31. Dezember 1940 in den Vereinigten Staaten in Betrieb befindlichen oder bestellten Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren (weitaus überwiegend Diesel-Lokomotiven) weist Zusammenstellung 6 nach.

Zusammenstellung 6

Unter 300 PS	132	Stück
301—600 PS	511	„
601—1000 PS	399	„
1001—2000 PS	81	„
2001—3000 PS	15	„
3001—4000 PS	35	„
4001—6000 PS	9	„

An Triebwagen wurden im Jahre 1940 insgesamt nur 30 in Auftrag genommen; darunter befinden sich 2 Rohöl-Triebwagen und 2 Propangas-Triebwagen für das Inland (Jllinois Central) und 4 Diesel-Triebwagen für die Sorocabana-Bahn (Brasilien) sowie 22 ölhydraulische Triebwagen für die Nationalbahnen von Kolumbien *). Diese letzteren haben Hesselmann-Schweröl-motoren.

Die Entwicklung verläuft auch nach 1940 im gleichen Sinn, wie die Zahlen über den amerikanischen Lokomotivbau im ersten Drittel 1941 beweisen. Was in den vier Monaten Januar bis April 1941 in Auftrag gegeben wurde, wird in Zusammenstellung 7 nachgewiesen.

*) Vergl. Organ Fortschr. Eisenbahnwes., 97, 1942, S. 150.

Zusammenstellung 7 (Aufträge)

Auftraggeber	Dampf-Lok.	Diesel-Lok.	elektr. Lok.
Eisenbahnen	120	190	11
Industrie	5	35	—
Regierung	—	58	—
	125	283	11

Die Diesel-Lokomotiven gliedern sich nach der Motorleistung entsprechend Zusammenstellung 8.

Zusammenstellung 8

Leistung in PS	Anzahl (Stück)
Unter 600	138
600 und 660	52
1000	65
2000	14
4000	8
5400	6
	283

Amerikanische Lokomotivpreise ab Werk im Jahre 1940 sind in Zusammenstellung 9 beigegeben:

Zusammenstellung 9

A. Dampflokomotiven				
Type	Stückzahl	Gewicht t	Stückpreis $	Preis $/kg
D	2	125	84 250	0,67
1D2	7	185	127 725	0,69
2D2	20	212,5	172 891	0,81
2D2	2	232,5	173 000	0,74
2D2	8	232,5	161 000	0,69
1E2	5	236,5	158 850	0,675
2C+C2	12	275	197 060	0,715
1D+D2	8	262,5	246 570	0,94
B. Dieselelektrische Lokomotiven				
380 PS	5	40	29 475	0,735
600 PS	1	91	62 607	0,69
660 PS	4	91	61 000	0,67
1000 PS	1	112	137 573	1,22
2000 PS	1	142	178 000	1,25
2000 PS	14	142	180 069	1,27
4000 PS	1	272	340 000	1,26
4000 PS	2	280	344 442	1,23

Aus diesen Beispielen geht zur Genüge hervor, daß die Verschiebe-Lokomotiven für Dampf- wie für Dieselantrieb angenähert gleiche Kilopreise aufweisen, während die großen dieselelektrischen Lokomotiven von 1000 bis 4000 PS um rund 80 v. H. teurer sind, trotzdem die Dieselmotoren und die elektrische Ausrüstung der Lokomotiven bereits stark vereinheitlicht sind und in Reihen hergestellt werden können. Die größten Einheiten der Diesel-Lokomotiven sind 2000 PS stark, so daß eine mehrfache Unterteilung bei Lokomotiven von 4000 und 6000 PS nötig wird. Der Gesamtpreis eines 4000 PS dieselelektrischen Maschinensatzes beträgt etwa das Doppelte einer gleichstarken Dampflokomotive. An der starken Verbreitung der Diesel-Lokomotiven in den Vereinigten Staaten sind die dortigen Brennstoffpreise nicht unbeteiligt, wenn auch andere gewichtige Gründe bei den hohen Fahrgeschwindigkeiten und den Langstreckenfahrten mitsprechen. Eine Betrachtung der Brennstoffpreise, und zwar der Mittelwerte aller größeren Bahnen, ergibt für die Jahre 1939/40 ein Bild nach Zusammenstellung 10.

Am teuersten stellt sich die Kohle in Neu-England mit bis zu 6,5 $/t frei Bunker, am billigsten im Mittleren Westen mit bis zu 1,8 $/t; die Preise für Heiz- und Dieselöl sind ebenfalls großen örtlichen Schwankungen unterworfen: Dies erklärt, weshalb bald die eine, bald die andere Lokomotivgattung vorgezogen wird. Ob die Bergarbeiterbewegung in USA eine merkbare Hinaufsetzung der bisher verhältnismäßig niedrigen Brennstoffpreise bewirkt, ist abzuwarten.

Zusammenstellung 10

Durchschnittspreis der Kohle ab Zeche . .	2,1	$/m.Tonne
„ „ „ frei Bunker .	2,75	$/m.Tonne
„ des Heizöls frei Bunker .	5,85	$/m.Tonne
„ „ „ „ „ .	5,3	$/cbm
„ „ Dieselöls frei Bunker	10,9	$/cbm
„ „ Benzins „ „	21,2	$/cbm

Dem europäischen Fachmann ungewohnt ist die häufige Verwendung von Dampf-Güterzug-Lokomotiven mit 3 bis 4 Laufachsen: Dies ist auf verschiedene Gründe zurückzuführen. Der hohe zulässige Achsdruck bis zu 35 t erlaubt auch bei nur teilweiser Kupplung der Achsen die Erreichung genügender Reibungszugkräfte; andererseits wird auch im Güterverkehr in Nordamerika gelegentlich mit hohen Geschwindigkeiten gefahren (mit 90 bis über 100 km/h), was sowohl einen leistungsfähigen, schweren Kessel als eine gute Führung der Lokomotive im Gleis bedingt, die durch die Laufachsen erzielt wird. Selbst Mallet-Lokomotiven werden mit großen Treibraddurchmessern für beträchtliche Fahrgeschwindigkeiten gebaut.*)

Obwohl die nordamerikanische Lokomotivausfuhr hinter der deutschen (für die englische Ausfuhr bestehen besondere, hier nicht zu erörternde Ursachen) stark zurücksteht, machte sich der amerikanische Wettbewerb auf überseeischen Märkten oft recht fühlbar. Die amerikanischen Preise ab Werk liegen im allgemeinen eher über den deutschen als darunter — sicher darüber, wenn es sich um besonders sorgfältige Konstruktion und strenge, von den üblichen amerikanischen abweichende Bauvorschriften handelt. Einen Vorsprung gegenüber uns hatten die Amerikaner durch ihre großzügige und meist technisch sehr ansprechende Art der Werbung, worunter auch die reichhaltigen eisenbahntechnischen Fachzeitschriften fallen. Ferner sind die ASTM-Bedingungen in der ganzen Welt bekannt und anerkannt, während es bei uns immer noch an allgemeinen, klaren Lieferbedingungen gebricht. Auch die oft vereinbarten „Reichsbahnbedingungen" sind, zumal in Übersee, zu wenig bekannt und zu unübersichtlich und zudem für ausländische Bahnen nicht immer passend.

Durch die Entwicklung der amerikanischen Handelsflotte nach dem ersten Weltkrieg in Verbindung mit den näheren Seewegen durch den 1914 eröffneten Panamakanal nach Ostasien und Südamerika, insbesondere dessen Westküste, erzielten die nordamerikanischen Lokomotivfabriken billige Frachten und kürzere Transportzeiten. Auch die Lieferzeiten ab Werk waren für den Besteller meist außerordentlich günstig, wenn es sich um Lokomotivbauarten handelte, die der gewohnten amerikanischen Ausführung möglichst nahe kamen; handelte es sich dagegen um besondere Ansprüche des Bestellers, so wurden die Bauzeiten meist wesentlich verlängert. Leider liegen in vielen Ländern die Verhältnisse so, daß aus guten oder nichtigen Gründen die Lokomotivbeschaffung nicht auf längere Sicht geplant wird und der Auftraggeber die Lokomotiven sozusagen postwendend haben möchte. Bei der meist starken Beschäftigung der deutschen Lokomotivfabriken und der ganzen vertikalen Gliederung

*) Vergl. z. B. Lok. 40, 1943, 7, 129.

des deutschen Lokomotivbaues waren unsere Lieferzeiten ab Werk oder cif in der Regel länger als die amerikanischen. Allerdings erfolgte die Montage und Inbetriebsetzung der deutschen Lokomotiven am Orte des Bestellers auch in Fällen, wo sie nicht fertig zusammengebaut verschifft werden konnten, dank der guten Werkstattausführung meist rascher als jene der amerikanischen.

In technischer Hinsicht ist die Güte der deutschen Lokomotiven in aller Welt anerkannt. Wenn trotzdem in nicht seltenen Fällen das minder Vollkommene gut genug ist, so braucht das nicht immer mit unsachlichen Gründen erklärt zu werden. Verkehrsdichte, Streckenverhältnisse, Bedienung, Wartung und Instandsetzung der Lokomotiven sind im Ausland oft grundverschieden von den unsrigen in Deutschland. Dies kann und muß zu Konzessionen und Kompromissen in der Ausführung der Lokomotiven führen, und hier das richtige Maß nach beiden Seiten hin einzuhalten, ist nicht immer leicht und erfordert gutes Einfühlungsvermögen und Erfahrung. Der Deutsche neigt zur erzieherischen Beeinflussung des Kunden, der Amerikaner zum „laissez aller". Ist auch oft eine gewisse Beratung erwünscht, so ist doch unschwer zu sagen, auf welchem Weg die geringsten Widerstände zu überwinden sind. Im Entwurf von Typenreihen und im Austauschbau haben wir entschieden einen Vorsprung.

Die besseren Auslandsvertreter stehen in der Regel dem deutschen Erzeuger zur Verfügung, und es muß von der Heimat aus alles geschehen, um nach dem Kriege diese wertvollen Mitarbeiter wieder zu gewinnen, für die erlittenen schweren Verluste zu entschädigen und an die deutsche Industrie zu fesseln. Leider haben schon vor diesem Kriege mehr und mehr deutsche oder bisher mit uns arbeitende ausländische Häuser den Amerikanern in den Sattel geholfen. Es ist billig, darüber zu zetern, aber viel richtiger, nach den tieferen Ursachen dafür zu forschen und sich danach ein- und umzustellen. Da in Nordamerika nur zwei Lokomotivbauanstalten, Baldwin und die American Locomotive Comp., bestehen, ist der Wettbewerb unter diesen viel leichter zu regeln als unter den immerhin fünf bis sechs für die Ausfuhr hauptsächlich in Frage kommenden deutschen Fabriken — ein Punkt, der besonders die Belange der Auslandsvertreter berührt. Nicht nur schadet allzu scharfer Wettbewerb dem deutschen Ansehen und Interesse, er setzt auf jeden Fall die Chance des Vertreters herab.

In der Abordnung erfahrener und gewandter Ingenieure zum Kaufabschluß und zur Inbetriebsetzung ins Ausland, zur letzteren auch guter Richtmeister, war Deutschland den Amerikanern zweifellos überlegen. Während aber der Nordamerikaner mit seinem, wenn auch unschönen Englisch durch die ganze Welt kommt, muß der Deutsche sich in der Regel einer Fremdsprache bedienen, deren Beherrschung in sicher ausreichendem Maße somit für unsere Ingenieure und Richtmeister nötig ist und nicht etwa in weltfremdem, völkischem Stolz vernachlässigt werden darf. Nicht zu übersehen ist die kaufmännische Seite der Geschäftsabschlüsse mit dem Ausland, von der Währungsfrage und der Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen und -fristen bis zur unredlichen Gewährung persönlicher Vorteile an den Kunden oder seine beauftragten Unterhändler. Wer lange Auslandserfahrung hat, wird beim Sprichwort bleiben: „Ehrlich währt am längsten", wenn auch der eine oder andere Auftrag dadurch verloren geht. Auch die Amerikaner können ihr Geld nicht verschenken und mancher vom Kundenstandpunkt anscheinend sehr günstig aussehende Liefervertrag ist später für beide Teile eine Quelle des Verdrusses, Schadens und der dauernden Entfremdung geworden. Es ist bekannt, daß in der persönlichen Beeinflussung die Nordamerikaner „großzügiger" sind als die Deutschen. Was jedoch unredliche Bestechungen betrifft, so wird durch sie mitunter auch das Gegenteil vom Beabsichtigten erreicht, und mancher Kunde will nur mit Lieferwerken und Vertretern zu tun haben, deren Sauberkeit bekannt ist. Das schließt nicht aus, daß man dem Kunden in jeder erlaubten Weise gefällig ist und ihm und seinen Beamten die Erfüllung ihrer Pflichten erleichtert. Es ist Sache des persönlichen Taktes und der Menschenkenntnis, auch eine Ausstrahlung des eigenen Lebensstandards, inwieweit und in welcher Form solche Aufmerksamkeiten geboten werden, welche „die Freundschaft erhalten" sollen.

Bei dem Aufschwung des Eisenbahnwesens, der insbesondere in überseeischen Ländern noch bevorsteht, wird der Beschäftigungsgrad der Lokomotivbauanstalten aller Industriestaaten die Existenz aller erlauben. Entscheidend für den Anteil der einzelnen Lieferländer wird nicht zum mindesten das technische Können des Handarbeiters bis zum Ingenieur und damit die richtige Lösung der Nachwuchsfrage sein. Gerade in den Vereinigten Staaten hat man dies erkannt: ein Grund mehr für uns, auch d a r a n zu denken!

100 Jahre Berlin—Stettin

Am 15. August 1843 konnte der erste Zug auf der wichtigen Strecke Berlin—Stettin abgelassen werden, nachdem bereits am 30. Juli 1842 der Verkehr auf der Teilstrecke Berlin—Eberswalde aufgenommen worden war. Die Fertigstellung der wichtigen Strecke nahm 3 Jahre in Anspruch, und sie war die fünfte preußische Bahnlinie, die in Betrieb genommen wurde.

Borsig hat die Lokomotive geliefert, die den ersten Eisenbahnzug von Berlin nach Stettin brachte. Dieses rein Berliner Erzeugnis bekam daher nach dem Berliner Stadtwappen den Ehrennamen „Bär". Die Personenwagen waren auf dieser neuen Strecke noch recht primitiv. Sie waren offen, und ihre Holzsitze erschienen den Reisenden sehr hart. Erst im Jahre 1845 fuhren die ersten geschlossenen Wagen nach Stettin, zu ihrer Beleuchtung dienten Petroleumlampen. Die Berlin—Stettiner Bahn war aber schon annodazumal eine Angelegenheit ganz Deutschlands gewesen, war sie doch die erste Bahn, die das deutsche Binnenland mit dem Meere verband, und sie sollte ja auch dem Leben in den noch so kleinen Ostseebädern später mächtige Impulse geben. Schon im Jahre 1846 wurde die Bahn über Stettin hinaus verlängert, zunächst nach Stargard, im Jahre 1859 nach Belgard—Köslin, 1869 nach Schlawe—Stolp und 1870 endlich nach Danzig. Noch heute gehört die vor 100 Jahren eröffnete Stettiner Bahn zu den bedeutendsten Bahnstrecken ganz Deutschlands.

—Z—

Fräsen: Mitläufig oder gegenläufig?

Im Zuge der wachsenden Bedeutung neuzeitlicher Fertigungsverfahren erhält auch die Beantwortung dieser nicht neuen, aber bisher noch nicht einwandfrei geklärten Frage erhöhtes Gewicht: Im Einverständnis mit der Wanderer-Werke A.-G. veröffentlichen wir daher im folgenden die in den Nummern 31 und 32 der „Wanderer - Fräsen" niedergelegte Stellungnahme dieses Werkes. (Siehe auch „Kleine Nachrichten", S. 171.) Die Schriftleitung.

In den letzten Jahren ist über ein Fräsverfahren viel geschrieben und gesprochen worden, bei dem sich der Fräser in entgegengesetzter Richtung dreht, als dies nach der bis dahin fast ausschließlich geübten Fräspraxis der Fall ist. Während sich also die im Schnitt

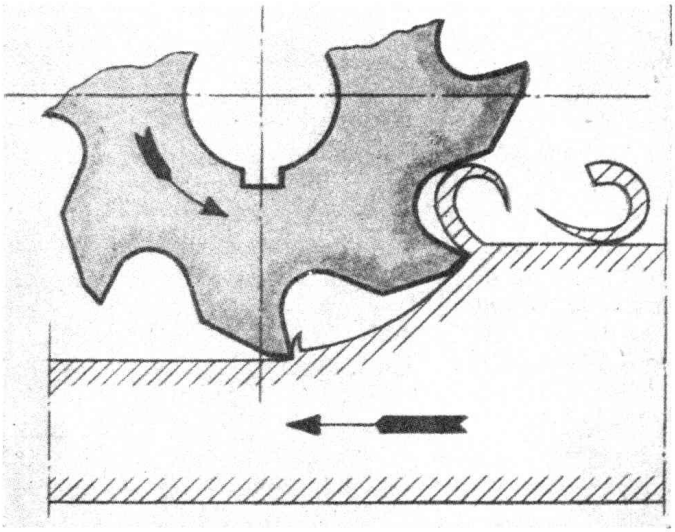


Bild 1: Fräsen gegen den Vorschub

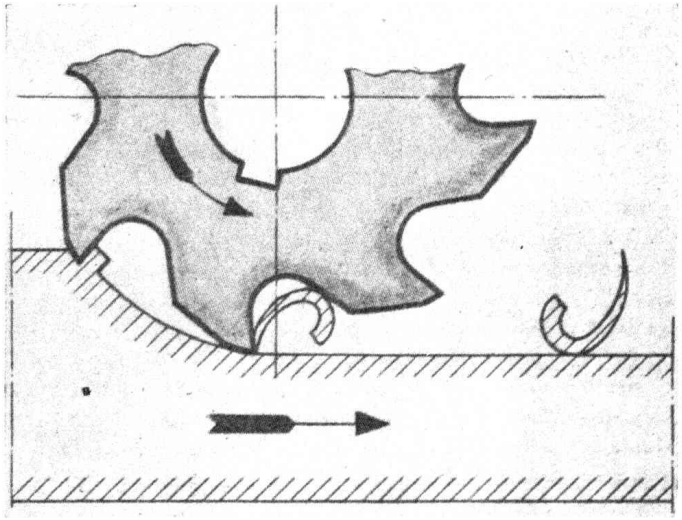


Bild 2: Fräsen mit dem Vorschub

befindlichen Zähne des Werkzeugs normalerweise entgegen der Vorschubrichtung des Werkstückes bewegen, läuft bei dieser Fräsart der schneidende Fräserzahn in derselben Richtung wie der Vorschub (Bilder 1 und 2). Man spricht daher vom „Mitlauf"-Fräsen (Gleichlauf-Fräsen). Der Amerikaner sagt „climb milling", wörtlich übersetzt „Kletterfräsen", und deutet durch diese aufs Praktische gerichtete Ausdrucksweise gleich auf eine Begleiterscheinung dieses Verfahrens hin: Die gefährliche Neigung des Fräsers, beim mitläufigen Fräsen, also beim Fräsen mit dem Vorschub, „aufzuklettern" und dadurch zu Bruch zu gehen. Doch wollen wir nicht vorgreifen, sondern an geeigneter Stelle auf die näheren Umstände und die Gründe für dieses Verhalten zurückkommen.

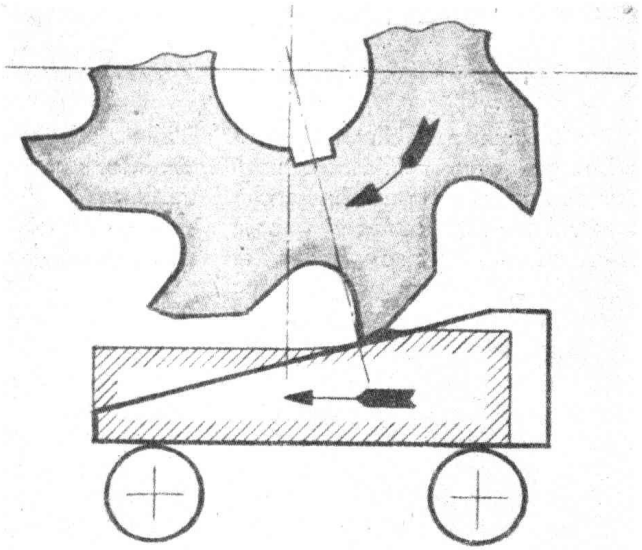
Aus der großen Zahl der Fachartikel und Vorträge, die dieses Verfahren in den letzten Jahren zum Gegenstand hatten, darf nicht geschlossen werden, daß es etwas ganz Neues und Umwälzendes darstellen soll. Das gelegentliche Fräsen mit dem Vorschub ist ebenso alt wie die Fräserei überhaupt. Dies beweisen bereits vor Jahrzehnten erteilte Patente auf Einrichtungen, welche die bei dieser Methode auftretenden Schwierigkeiten und Gefahren beseitigen oder wenigstens herabsetzen sollen. Außerdem gibt es bestimmte Fräsaufgaben, die von jeher vorzugsweise in dieser Art durchgeführt wurden. Hierher gehört beispielsweise die Bearbeitung von Spiralbohrern und Turbinenschaufeln.

Zur Abgrenzung des Anwendungsgebietes beider Fräsverfahren muß zunächst gesagt werden, daß vom Fräsen „mit" — ebenso wie vom Fräsen „gegen" den Vorschub nur dort gesprochen werden kann, wo mit Walzen-, Form- oder Scheibenfräsern gearbeitet wird. Beim Stirnfräsen scheidet also die Frage „mit oder gegen" ohnehin aus. Dies bedeutet um so mehr eine Einschränkung, als in der Fräserei grundsätzlich darnach getrachtet werden sollte, möglichst viele Fräsarbeiten mit Stirnfräsern auszuführen. Hier ist auf einen grundsätzlichen Vorzug dieses Verfahrens hinzuweisen.

Der Zweck der meisten Fräsaufgaben ist, ebene Flächen zu erzielen. Solche können aber beim Stirnfräsen nicht nur mühelos erreicht werden, sondern es ist überhaupt unmöglich, auf einer einwandfrei gebauten Fräsmaschine z. B. mit einem Messerkopf eine nicht ebene Fläche zu erzeugen; auch dann nicht, wenn der Kopf noch so verschliffen wäre, oder auch nur noch einen einzigen schneidenden Zahn hätte. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Frässpindelachse genau senkrecht zur Tischoberfläche ausgerichtet ist. Ganz anders liegen die Dinge beim Walzenfräser; er gibt nur dann die gewünschte ebene Fläche, wenn alle Schneiden auf der Mantelfläche eines Zylinders liegen, was aber nur durch peinliche Einhaltung ganz bestimmter Maßnahmen beim Scharfschliff erreicht werden kann.

Aber trotz dieser Abstriche, die von vornherein gemacht werden müssen, hat der Meinungsaustausch über die Frage, ob „mit oder gegen" den Vorschub gefräst werden sollte, auf die Entwicklung des Fräsens ohne Zweifel befruchtend gewirkt. Konstrukteur, Zerspanungstheoretiker und Betriebsmann sind eifrig dabei, den Kern dieses Problems herauszuschälen.

Zur weitgehenden Klärung soll nun das Problem unter dem Gesichtswinkel des Konstrukteurs, des Versuchsingenieurs und des Betriebsmannes betrachtet und die Frage beantwortet werden, die in den letzten Jahren hunderte Male gestellt wurde: Wann soll man „mit" und wann „gegen" den Vorschub fräsen?



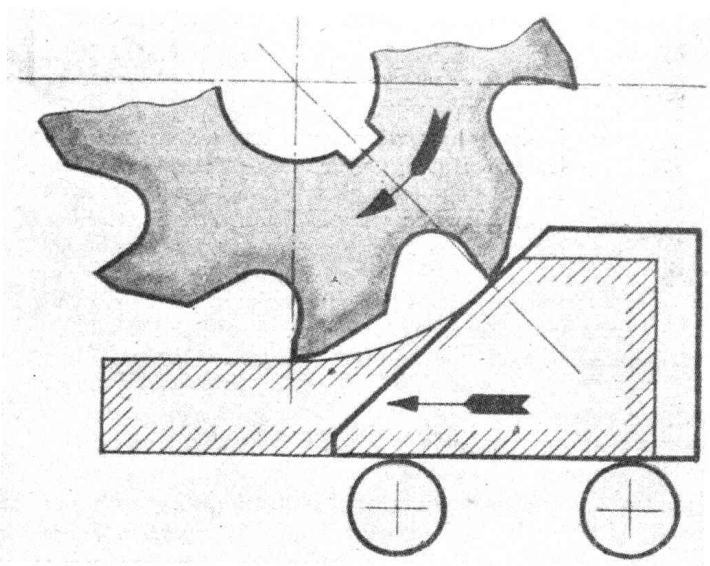


Bild 3 (links) und 4 (rechts): Keilwirkung zwischen Werkzeug und Werkstück beim Fräsen mit dem Vorschub

Der Konstrukteur, gewöhnt, allen Dingen mit Drehmomenten, Druckkomponenten, Biegungs- und Knickformeln zu Leibe zu gehen, fragt nicht viel nach Spanbildung, Aufbauschneide oder Oberflächenbeschaffenheit der gefrästen Fläche. Für ihn besteht nur die Frage: „Welche Anforderungen stellen die beiden Verfahren an die Konstruktion der Maschine?" Bei seiner statischen Berechnung der Schnittkräfte und der Untersuchung ihrer Wirkung auf die Konstruktion ergeben sich interessante und richtungsweisende Erkenntnisse. Glücklicherweise lassen sich diese auch unter Verzicht auf alle mathematischen Formeln und Diagramme recht gut verständlich machen: Das Spiel der Kräfte beim „Mitlauffräsen" gleicht dem an einem Keil- oder Kniehebelgetriebe (Bild 3 und Bild 4). Um die Wirkungsweise sinnfälliger zu machen, ist die Tischauflagebahn in den Skizzen durch zwei Rollen dargestellt. Auflagebahn und Anschnittfläche am Werkstück bilden einen Keil. Der Schnittdruck an der Fräserschneide versucht, diesen Keil nach links zu verschieben. Würde der Keil nachgeben oder aber, was dasselbe ist, der Fräser auch nur eine Wenigkeit nach oben oder nach rechts ausweichen, so kämen durch eine solche Bewegung Kräfte auf den Fräser zur Wirkung, die das Mehrfache der Schnittkraft betragen. Der Bruch des Fräsers wäre die Folge. Die beiden Skizzen Bild 3 und Bild 4 erklären im übrigen auch sehr deutlich, was auch der Betriebsmann inzwischen herausfand, daß nämlich mit wachsender Frästiefe diese Gefahr geringer wird, und daß sich daher tiefe Schlitze mit Scheibenfräsern „mit" dem Vorschub erheblich besser fräsen lassen als geringe Schnitt-Tiefen. Die Gefahr des Fräserbruches wird also um so geringer, je weniger man die Fräsoperation als „mitläufig" bezeichnen kann, d. h., je weniger die Schnittkraft in der Vorschubrichtung „mitläuft"! Für den Fräsmaschinenkonstrukteur wie auch für den Vorrichtungsbauer bedeutet dies, daß er seine ganze Konstruktion auf diese Dinge abzustellen hat, d. h., er muß auf diese Kräfteverhältnisse Rücksicht nehmen und entsprechend starr konstruieren.

Außer diesen konstruktiven Maßnahmen verlangt das Fräsen „mit" dem Vorschub einen spielfreien Antrieb des Maschinentisches. Da je nach der vorliegenden Fräsarbeit die horizontal liegende Schnittkraftkomponente positive oder negative Werte annehmen kann, wirkt die Tischspindel bald bremsend, bald ziehend auf den Tisch. Insbesondere wechselt diese Wirkung beim Anschnitt des Fräsers. Besteht hierbei zwischen Tischspindel und Mutter Spiel, so ist mit dem Bruch des Fräsers zu rechnen. Bei leichten Schnitten kommt man allerdings zuweilen auch ohne einen Totgangausgleich aus, z. B. dann, wenn die in Richtung des Vorschubes liegende Schnittkraftkomponente kleiner als die Reibung zwischen Tisch und dessen Auflage ist. Andererseits bietet, wie bereits ausgeführt, diese Einrichtung allein bei schweren Schnitten nicht immer die Gewähr für einwandfreies Arbeiten. Für den Spielausgleich ist bereits eine große Zahl von Konstruktionen vorgeschlagen worden. Es handelt sich zumeist darum, das

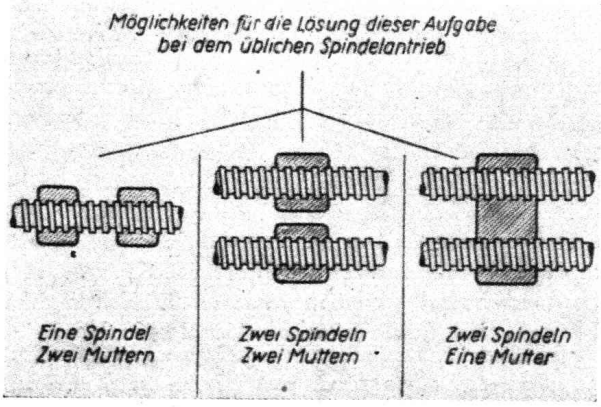
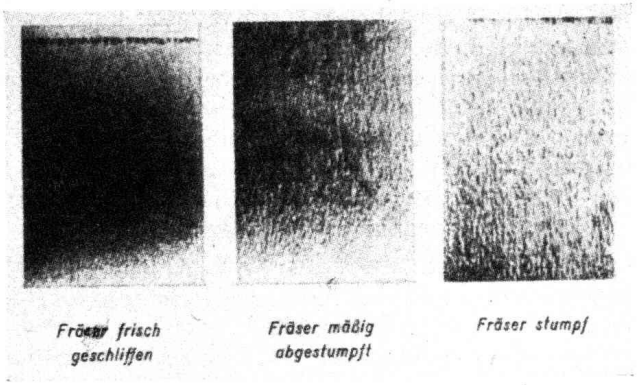


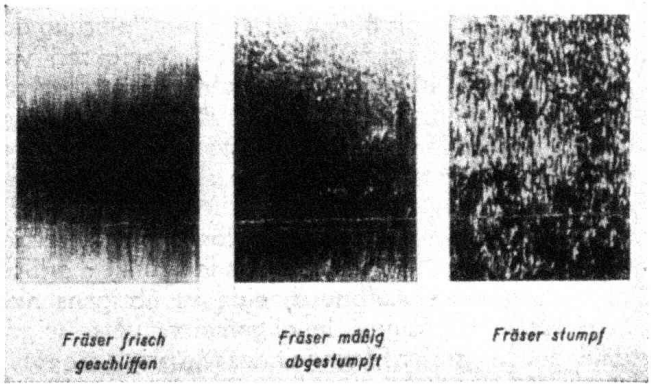
Bild 5: Spielfreie Tischbewegung

Spiel im Schraubengewinde des Tischantriebes durch zwei gegeneinander verspannte Muttern oder Spindeln so auszugleichen, daß beide Flanken des Gewindes ständig zur Anlage kommen (Bild 5).

Der Konstrukteur fordert also für das Fräsen „mit" dem Vorschub größere Starrheit der Maschine und eine zusätzliche Einrichtung für den Tischantrieb.

Der Zerspanungstheoretiker setzt eine für Mitlauffräsen geeignete Maschine voraus. Es interessiert ihn nicht, mit welchen Mitteln der Konstrukteur sie zuwege brachte. Sein ganzes Streben geht dahin, durch eine Reihe von Schnittversuchen den Einfluß der verschiedenen Faktoren, die Materialart und -festig-





Bilder 6 und 7: Verschlechterung der Fläche beim Abstumpfen des Fräsers, links mit, rechts gegen den Vorschub gefräst (St. 60.11)

keit, Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit usw., auf die Güte der gefrästen Fläche oder aber auch auf die Werkzeugschneide festzustellen. Es kann nun aber eine bearbeitete Fläche nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten beurteilt werden. Das Nächstliegende ist die Beurteilung nach dem Augenschein. Das Auge kann matte, gleichmäßige und ungleichmäßige Flächen gut unterscheiden. Dagegen kann das bloße Auge das Ausmaß der Oberflächen-Rauhigkeit nur sehr unvollkommen erfassen; hierfür müssen besondere Meßmethoden, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll, herangezogen werden. Versuchsfräsungen erbrachten neben den zu erwartenden Resultaten auch einige überraschende Erkenntnisse (Bilder 6 und 7). Beim Fräsen vorbearbeiteter Stähle von 40 kg

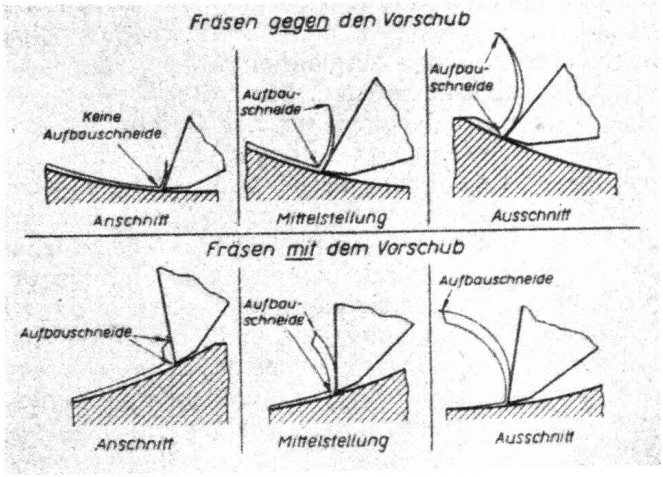


Bild 8: Verhalten der Aufbauschneide beim Fräsen von Stahl

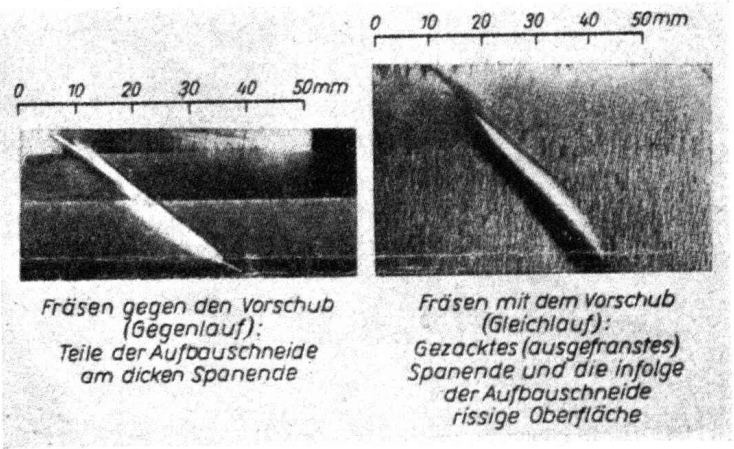


Bild 10: Stillstandsaufnahmen beim Fräsen von Stahl mit stumpfem Fräser

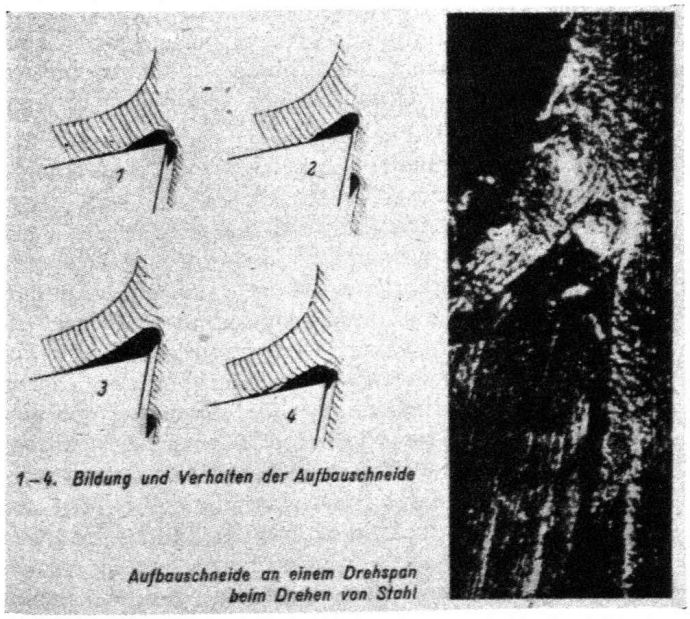


Bild 9: Aufbauschneide beim Drehen

Festigkeit bis hinauf zu etwa 100 kg waren die Ergebnisse in bezug auf die Oberflächensauberkeit für beide Fräsmethoden wenig unterschiedlich. Dem Augenschein nach zeigte die „mit" dem Vorschub gefräste Fläche bei zunehmender Festigkeit des Werkstoffes ein mehr gleichmäßiges, mattes Aussehen, obgleich genaue Messungen ergaben, daß die Riefentiefe bei diesem Verfahren in jedem Fall größer war; die Verwendbarkeit der Flächen braucht jedoch dadurch nicht unbedingt herabgesetzt zu werden. Für auf der bearbeiteten Fläche verstreut liegende glänzende Punkte konnte zunächst keine Erklärung gefunden werden. Erst nachdem die Werkzeugschneide und der Span mit dem Mikroskop und Fotoobjektiv in jeder Phase der Spanbildung beobachtet wurde, enthüllte sich das Geheimnis. Beim Durchgang der Fräserschneide durch das Material bildet sich auf deren äußerster Schneidkante eine aus kleinen Werkstoffteilen bestehende Erhebung, die während des Schnittes fest auf die Zahnbrust aufgepreßt bleibt (Bild 8). Diese mit Aufbauschneide bezeichnete Erscheinung ist bereits seit langem bei anderen Zerspanungsvorgängen bekannt (vor allem beim Drehen, Bild 9). Die Aufbauschneide tritt sowohl

beim Fräsen „mit" als auch „gegen" den Vorschub auf, jedoch ist die Wirkung bei beiden Verfahren verschieden (Bilder 10 und 11). Sobald der Schnittdruck nachläßt oder ganz aufhört, löst sie sich im allgemeinen von ihrer Unterlage. Beim Mitlauffräsen tritt dieses Lösen dann auf, wenn die Schneide an der fertigen Fräsfläche ausläuft. Die Aufbauschneide wird hierbei oft vom Fräserzahn auf die Fräsfläche aufgequetscht, auf der sie sich dann als glänzender Punkt markiert. Die Bildung einer Aufbauschneide ist übrigens nicht allen Werkstoffen eigen. Im allgemeinen verschwindet sie mit zunehmender Festigkeit des Materials mehr und mehr. Gußeisen und andere kurzspanende Werkstoffe, die ebenfalls zumeist keine Aufbauschneide bilden,

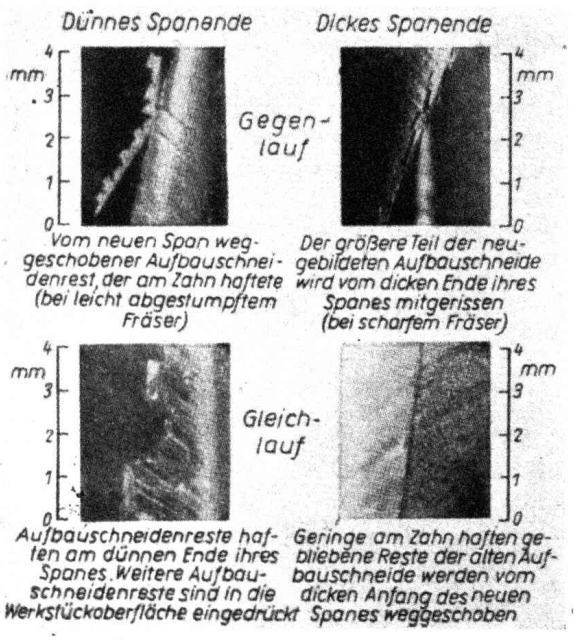


Bild 11: Unterschiede im Verhalten der Aufbauschneide beim Fräsen von Stahl

könnten also — soweit sie vorbearbeitet sind — durch beide Verfahren mit gleichgutem Ergebnis bearbeitet werden; allerdings nur dann, wenn lediglich die Güte der erzeugten Oberfläche als Vergleichsmaßstab dient und wirtschaftliche Gesichtspunkte unberücksichtigt bleiben. Die meisten Werkstücke besitzen jedoch eine Guß-, Schmiede- oder Preßhaut und können daher nur im hergebrachten Fräsen „gegen" den Vorschub wirtschaftlich bearbeitet werden, denn beim „mitläufigen" Fräsen müßte diese harte, verzunderte Haut von jeder Schneide immer erneut durchschnitten werden, was naturgemäß eine überaus schnelle Abstumpfung der Werkzeugschneiden zur Folge haben muß. Diese Schwierigkeit läßt sich nur durch eine entsprechende Vorbehandlung der Werkstücke aus der Welt schaffen, die aber wegen der zusätzlichen Fertigungskosten durchweg untragbar sein wird.

So einleuchtend und so leicht nachweisbar die vorzeitige Abstumpfung der Fräserschneide unter den vorgenannten Umständen ist, ebenso schwierig ist es, zuverlässige Vergleichswerte für Standzeiten eines unter verschiedenen Schnittbedingungen arbeitenden Fräsers zu finden. Wer sich schon einmal mit Standzeitversuchen an Fräsern befaßt hat, weiß, mit welchen Überraschungen er rechnen muß. Die Standzeiten gleicher Fräser, die im gleichen Material arbeiten, streuen um Hunderte von Prozenten! Dies lieat im Vergleich zum Drehen, bei dem sich Standzeiten zuverlässig ermitteln lassen, an dem ungleich verwickelteren Fräsvorgang, der durch eine größere Zahl schwer zu beherrschender Faktoren stark beeinflußt wird. Hier kann nur ein Großversuch entscheiden, — der Versuchsfeldingenieur muß vor dem Betriebsmann das Feld räumen; denn der beste Großversuch ist und bleibt die betriebsmäßige Erprobung.

Dem Betriebsmann war das Fräsen mit „umgekehrt" laufendem Fräser natürlich nicht neu. In seiner Fräserei wurden schon immer bestimmte Werkstücke mit abwärtslaufendem Fräser, also „mit" dem Vorschub gefräst. Das waren Teile, die sich wegen ihrer Dünnwandigkeit oder sonstigen ungünstigen Formgebung nicht festspannen ließen. Die zuverlässige Befestigung solcher Werkstücke auf dem Maschinentisch oder in der Vorrichtung ist beim Fräsen „mit" dem Vorschub zweifellos leichter zu erreichen, weil die Schnittkraft überwiegend nach unten gerichtet ist, also das Werkstück auf seine Unterlage drückt und darum nur in der Längsrichtung gut gesichert werden muß. Meist lösten normale Fräsmaschinen diese Fräsaufgaben, ohne irgendeine Totgang - Ausgleicheinrichtung des Tischspindelgetriebes zu besitzen. Der Fräser hatte sich auf eine andere Art geholfen, um der Gefahr des Aufkletterns des Werkzeugs zu begegnen, — durch Anziehen der Tischführungsleisten hatte er die Reibung zwischen Tisch und dessen Auflage so gesteigert, daß die Fräserschneide den Tisch nicht vor sich herschieben konnte! Die Tischspindel arbeitet dann infolge des großen Reibungswiderstandes genau wie beim Gegenlauffräsen ununterbrochen ziehend. Diese Methode soll durch ihre Erwähnung keinesfalls empfohlen werden; vor ihrer Anwendung an Maschinen mit Eilrücklauf muß sogar dringend gewarnt werden!

Zu beachten blieb jedoch immer — und das ist kennzeichnend für alle behelfsmäßig ausgeführten Mitlauffräsarbeiten —, daß man sich mit der Schnittleistung in recht bescheidenen Grenzen hielt. Andernfalls war mit sehr hohem Fräserverbrauch zu rechnen. Dem kann aber auch durch eine Totgang - Ausgleicheinrichtung und eine möglichst starre Lagerung des Werkzeugs nur zum Teil abgeholfen werden. Beim Mitlauffräsen führt nämlich jede Unachtsamkeit, z. B. eine nicht festgezogene Versteifung der Fräserlagerung oder eine schlecht aufgespannte Vorrichtung fast ausnahmslos zum Fräserbruch. Das normale Gegenlauf - Fräsen kennt diese Gefahr nicht.

Eine Unachtsamkeit führt hier im allgemeinen schlimmstenfalls zu Werkstückausschuß, weil beim Fräsen „gegen" den Vorschub die gefährliche Keilwirkung zwischen Fräser und Tischführung nicht vorhanden ist und daher die auf den Fräser wirkenden Kräfte nicht beliebig anwachsen können. Diese Erfahrung gab immer wieder Veranlassung, nur in zwingenden Fällen von der bewährten Methode des Fräsens „gegen" den Vorschub abzugehen. Diese können eintreten bei der Bearbeitung tiefer Schnitte mit Scheibenfräsern oder Sägeblättern und bei den bereits erwähnten Beispielen des Fräsens von Spiralbohrern und Turbinenschaufeln, u. U. auch bei der Bearbeitung von Werkzeugstählen und anderen sehr harten Werkstoffen. Ist dagegen der Härteunterschied zwischen Fräser und Werkstück hinreichend groß, was bei Stählen bis etwa 100 kg Festigkeit der Fall ist, so liegt

kein Grund vor, vom Fräsen „gegen" den Vorschub abzugehen.

Der höhere Aufwand, mit dem wegen der erforderlichen Sonderfräser und der Gefahr des häufigen Fräserbruches zu rechnen ist, läßt sich im allgemeinen nur rechtfertigen, wenn eine Bearbeitung „gegen" den Vorschub wegen besonderer Eigenschaften von Werkstück und Werkstoff ausgeschlossen ist. Vom Standpunkt des Betriebsmannes aus ist also nach wie vor das Fräsen „gegen" den Vorschub in der überwiegenden Zahl aller vorkommenden Fräsarbeiten vorzuziehen. Man kann sich nun nicht mit der Erkenntnis begnügen, die der Konstrukteur, der Zerspanungstheoretiker und der Betriebsmann im Blickwinkel ihrer Aufgabenkreise gesammelt haben. Es soll hier der Weg zum richtigen Fräsen gewiesen und dabei die Frage der Wirtschaftschaftlichkeit in den Vordergrund gestellt werden; denn das beste Arbeitsergebnis muß unbefriedigend bleiben, wenn es nicht mit den geringstmöglichen Mitteln erzielt wird. Das Ergebnis sehr eingehender Untersuchungen auf dem Versuchsfeld, langjähriger Beobachtungen in vielseitigen Betrieben und zahlreicher Erfahrungen aus der Praxis vermitteln folgende Erkenntnisse:

1. Die Bearbeitung ebener Flächen soll, wenn irgend angängig, aus wirtschaftlichen und aus betrieblichen Gründen mit Stirnfräsern oder Messerköpfen erfolgen. Für diese Arbeitsmethode ist die gestellte Frage gegenstandslos.
2. Für den überwiegenden Anteil der dem Walzfräsen verbleibenden Arbeiten ist das hergebrachte und durch die Betriebspraxis herausgebildete Verfahren des Fräsens „g e g e n" den Vorschub vorzuziehen.
3. Das Fräsen „m i t" dem Vorschub kann Vorteile bieten, wenn es mit Sachkenntnis angewendet wird und auf die bereits angedeuteten Aufgaben beschränkt bleibt: also für die Bearbeitung von schwer spannbaren Werkstücken, sehr harten Materials und von tiefen Schnitten. Wir empfehlen aber dringend, bei der jeweiligen Entscheidung nicht über das Ziel hinauszuschießen, denn Fräser sind kostspielige Werkzeuge.

Nachdem im Einzelfall entschieden wurde, ob besser „m i t" oder „g e g e n" den Vorschub gefräst werden soll, tritt die Frage nach der geeigneten Maschine auf. Grundsätzlich kann jede für die Arbeit mit Walzenfräsern geeignete Maschine, also jede Einfach- und Planfräsmaschine, für beide Verfahren verwendet werden. Damit ist jedoch noch nichts über die Genauigkeit und Güte der bearbeiteten Flächen sowie die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens gesagt. Um darüber ein Urteil zu gewinnen, muß von Fall zu Fall festgestellt werden, ob die zur Verfügung stehenden Maschinen die durch die höhere Beanspruchung beim Fräsen „mit" dem Vorschub notwendig werdenden Voraussetzungen erfüllen, also ob der tote Gang des Tischantriebes beseitigt werden kann und ob der Fräsdorn und seine Abstützung genügend starr sind. Gegebenenfalls muß eine entsprechende Minderung der Spanleistung beim mitläufigen Fräsen in Kauf genommen werden. Die Mehrzahl der in Betrieb befindlichen Hochleistungsfräsmaschinen bietet Gewähr für die einwandfreie Aufnahme der auftretenden Kräfte. Im übrigen können bestimmte Bauarten von Fräsmaschinen für das Mitlauffräsen auf Wunsch mit dem erforderlichen Totgangausgleich ausgerüstet werden. Diese zusätzliche Ausrüstung macht die betr. Fräsmaschine zur uneingeschränkten Anwendung beider Verfahren geeignet. Da diese Ausgleichseinrichtung nach Bedarf ein- und ausgerückt werden kann, bleibt die leichte Beweglichkeit des Tisches für die Handverstellung erhalten. Einige Modelle, welche besonders für die serienweise Durchführung von Mitlauf-Fräsarbeiten in Frage kommen, werden auch von vornherein mit einem Spielausgleich der Tischspindelmutter ausgerüstet, der so eingerichtet ist, daß er beim Eilrücklauf selbsttätig ausgeschaltet wird. Die Anschaffungskosten der Maschine werden durch die erwähnte zusätzliche Einrichtung meist nur geringfügig erhöht, so daß für die Frage der Wirtschaftlichkeit die Wahl des Fräsverfahrens — also ob „mit oder gegen" den Vorschub gefräst wird — an Bedeutung verliert, soweit lediglich Anschaffung und Unterhaltung der Maschine zu berücksichtigen sind. Die Frage, ob gegen- oder mitläufig gefräst werden soll, wird dadurch eigentlich gegenstandslos; es muß richtig heißen: Gegen den Vorschub fräsen u n d mit dem Vorschub fräsen!

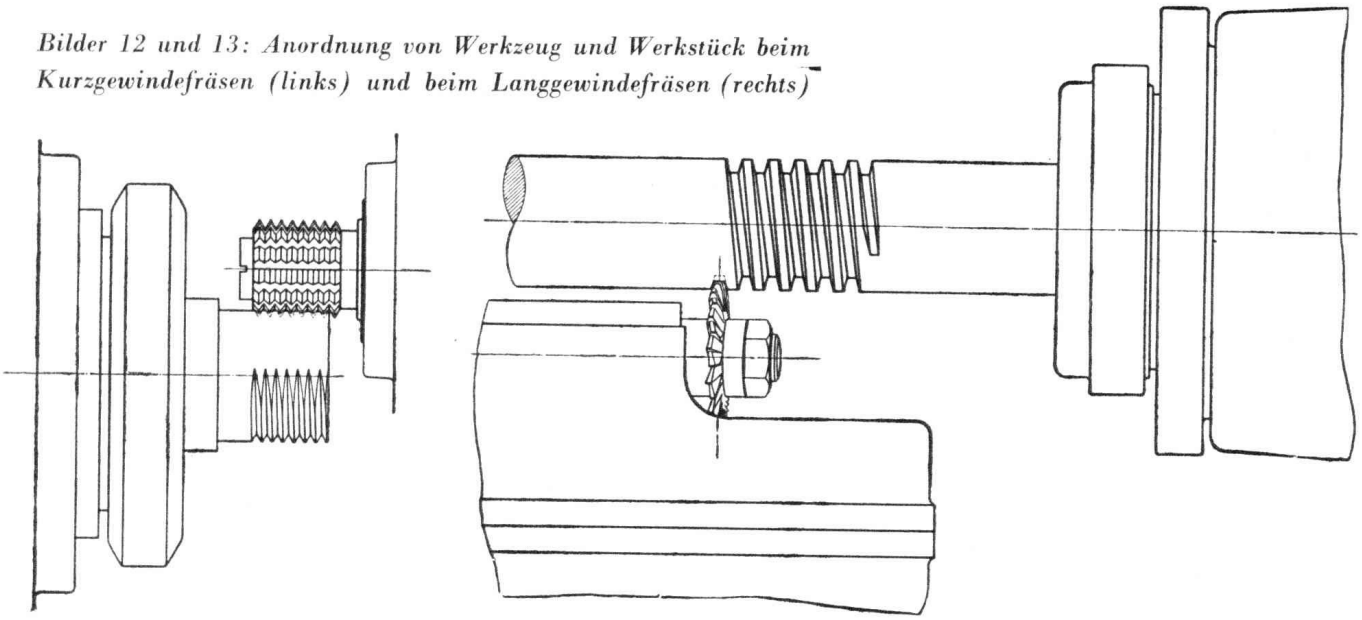
Einen Sonderfall, der eine ausführlichere Behandlung erforderlich erscheinen läßt, stellt das Fräsen von Gewinden dar, weil der Mangel an Legierungsbestandteilen für Schnellstähle eine Lösung dieses Problems nötig macht. Dem mitläufigen Fräsen wird nachgerühmt, daß hierbei die schneidenden Kanten des Werkzeuges geschont werden und mit einer wesentlich höheren Standzeit gerechnet werden kann als beim gegenläufigen Fräsen. Erklärt wird die unterschiedliche Abnutzung damit, daß die Werkzeugschneide beim mitläufigen Fräsen in das volle Material hineinschneiden kann, während sich der Zahn beim gegenläufigen Fräsen den Span erst suchen muß und dabei zunächst ein Stück auf dem Werkstoff entlanggleitet. Diese Anschauung dürfte stimmen; wie man später sehen wird, erklärt sie auch die Frage, ob immer — oder in welchen Fällen — die eine oder die andere Methode zweckmäßiger ist.

Für die Behandlung dieses Themas ist nun gerade das Beispiel des Gewindefräsens besonders ergiebig, weil es wie kaum ein anderes geeignet ist, die unterschiedlichen Arbeitsbedingungen beider Verfahren zu erläutern. Zugleich schafft es die dringend erforderliche Klarheit auf einem Arbeitsgebiet, das für unser wehrwirtschaftliches Potential von außerordentlicher Bedeutung ist, denn das Fräsen von Kurzgewinden in Hohlkörper ruft bei der erforderlichen Massenfertigung erheblichen Werkzeugverbrauch hervor.

Über Gewindeherstellung ist als Grundsätzliches zu sagen, daß Gewinde anfänglich auf Drehbänken hergestellt wurden. Dieses Verfahren ist schon sehr alt und reicht bis in die Zeit zurück, wo erstmalig derartige Werkzeugmaschinen in Gebrauch kamen. Sehr viel später schnitt man dann Gewinde mit kluppenartigen Werkzeugen, und erst seit einigen Jahrzehnten führten die wachsenden Anforderungen an die Maßhaltigkeit und Oberflächengüte auch zum Gewindefräsen.

Gleichzeitig wurden, den unterschiedlichen Anforderungen entsprechend, welche durch den Verwendungszweck des Gewindes bzw. durch seinen Werkstoff bedingt waren, auch andere Verfahren entwickelt, wie das Strehlen, Rollen und Schleifen von Gewinden.

Bilder 12 und 13: Anordnung von Werkzeug und Werkstück beim Kurzgewindefräsen (links) und beim Langgewindefräsen (rechts)



Jedes dieser Verfahren hat seine Berechtigung. Die Form des Werkstückes, seine Größe, der Werkstoff und der Verwendungszweck des Gewindes sind die wesentlichsten Faktoren, welche die Wahl des jeweils möglichen bzw. wirtschaftlichsten Herstellungsverfahrens beeinflussen.

Bei dem hier in Rede stehenden Gewinde f r ä s e n sind grundsätzlich zwei Verfahren, nämlich das Kurzgewinde- und das Langgewindefräsen, zu unterscheiden (Bilder 12 und 13). Beim letzten arbeitet sich ein entsprechend dem zu erzeugenden Gewindeprofil geformter Fräser durch die ganze Länge des Gewindeganges hindurch, dabei das fortzunehmende Material aus dem Vollen herausschneidend, während bei der Herstellung von Kurzgewinden ein walzenförmiger Gewindefräser das zu erzeugende Gewinde in einem Werkstückumlauf fertigstellt. Der Fräser muß daher mindestens die Länge des zu erzeugenden Gewindes und eine entsprechende Anzahl von verzahnten Rillen aufweisen. Während also beim Langgewindefräsen das Werkstück sich gegenüber dem Werkzeug so oft dreht, wie Gewindegänge bearbeitet werden sollen, kommt man im Kurzgewindeverfahren mit reichlich einer Werkstückumdrehung aus. Mit vorstehendem sind die Arbeitsgebiete Langgewindefräsen und Kurzgewindefräsen voneinander abgegrenzt — offen bleibt die Frage, wann wirtschaftlicher gegen den Vorschub oder mit dem Vorschub gearbeitet wird.

Um ein Bild von der Zweckmäßigkeit des einen oder anderen Verfahrens zu gewinnen, sollen die Schnittbedingungen in den einzelnen Phasen der Spanbildung untersucht werden; aus ihren Auswirkungen auf Maschine und Werkzeug sowie auf die Genauigkeit und Sauberkeit der geleisteten Arbeit lassen sich Schlüsse über die voraussichtlich zu erwartenden Vorteile und Nachteile ziehen.

Von maßgeblichem Einfluß sind offenbar die Kräfteverhältnisse und die Arbeitsbedingungen, unter denen der A n s c h n i t t und der A u s s c h n i t t des einzelnen Fräserzahnes vor sich geht. Außerdem sollen die Verhältnisse für einen mitten im Schnitt gedachten Zeitpunkt untersucht werden.

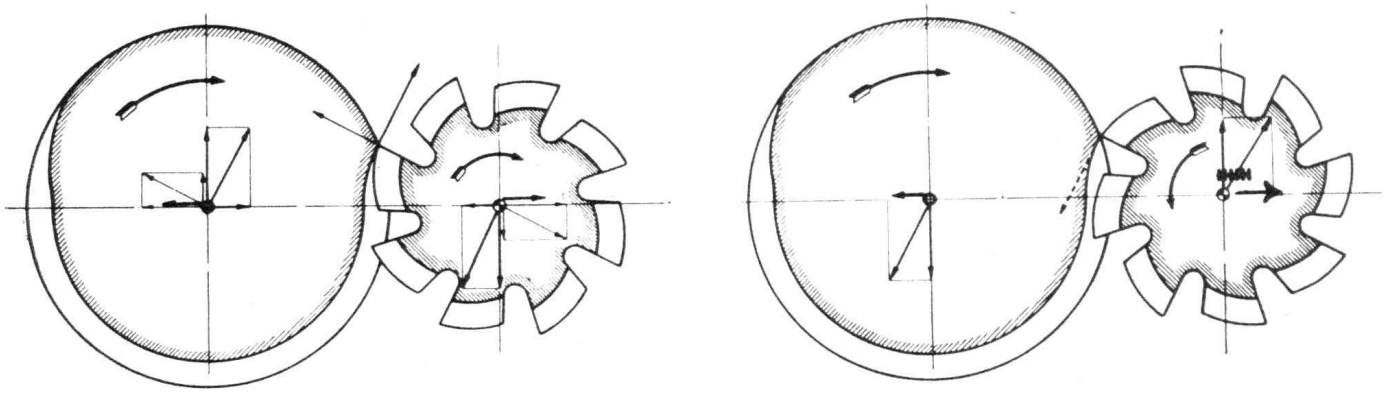
a) Beim Anschnitt:

Beim mitläufigen Fräsen schneidet der Zahn in das volle Material hinein, während er beim gegenläufigen Fräsen zunächst auf dem Werkstück gleitet, ehe ein Span angeschnitten werden kann. Die Verhältnisse liegen offenbar im ersten Fall für das Werkzeug günstiger, weil der Anschnitt — scharfe Werkzeugschneiden vorausgesetzt — ohne Schwierigkeiten vor sich geht, während beim gegenläufigen Fräsen durch das anfängliche Gleiten auf dem Werkstück eine starke Beanspruchung — vor allem am Zahnrücken — in Kauf genommen werden muß. Vorausgesetzt ist allerdings, daß die Oberfläche des Werkstückes durch eine vorherige Bearbeitung, beispielsweise durch Drehen oder Bohren, entstanden ist. Wenn nämlich die Formgebung durch Gießen, Walzen oder Schmieden stattgefunden hat und infolgedessen eine rohe verzunderte Außenhaut vorhanden ist — die beim mitläufigen Fräsen von jedem Fräserzahn immer von neuem zu durchbrechen wäre —, werden die schneidenden Kanten übermäßig beansprucht. Die dadurch bedingte schnelle Abstumpfung des Werkzeuges wird das mitläufige Fräsen in solchen Fällen fast immer ausschließen.

b) Während des Schnittes:

Die Zerlegung des Schnittdruckes läßt eine Komponente erkennen, die bestrebt ist, Werkzeug- und Werkstückachse voneinander abzudrücken. Wie die Bilder 14 und 15 zeigen, ist die abdrückend wirkende Kraft beim mitläufigen Fräsen größer als beim gegenläufigen Fräsen. Eine dadurch hervorgerufene Abweichung der theoretischen Gewindetiefe von der wirklich erzeugten wird an der Stelle sichtbar in Erscheinung treten, wo Gewindeanfang und Gewindeende ineinander überlaufen. An dieser Stelle, wo der Fräser nach einer Werkstückumdrehung in den Gewindeanfang einmündet, tritt naturgemäß eine Entlastung vom Schnittdruck ein, Werkzeug und Werkstück federn zurück und eine sichtbare, unter Umständen auch fühlbare Markierung ist die Folge.

Auf Grund der Darstellungen 14 und 15 muß erwartet werden, daß dieser sichtbare Überlauf beim gegenläufig gefrästen Gewinde am geringsten und beim mitläufig gefrästen Gewinde am ausgeprägtesten ist. Die dadurch kenntlich gewordene Ungenauigkeit des Gewindes ist natürlich nicht nur an dieser Stelle, sondern am gesamten Gewindeumfang vorhanden. Wenn



Bilder 14 und 15: Schnittdruck beim gegenläufigen (links) und beim gleichläufigen Fräsen (rechts)

das Material auf dem Werkstückumfang nicht homogen ist — und damit muß heute mehr denn je gerechnet werden —, wird die gegenseitige Abdrückung zwischen Werkzeug und Werkstück steigen und fallen und infolgedessen auf dem gesamten Gewindeumfang eine unterschiedliche Gewindetiefe festzustellen sein. Die mehr oder weniger große Deutlichkeit der Markierung am Gewindeanfang gibt also nur einen ungefähren Anhalt über die vermutliche Abweichung der Gewindetiefe.

Die Bilder 16 und 17 veranschaulichen die Gefahren für das Fräswerkzeug beim mitläufigen Gewindefräsen. Bilden Werkstück und Fräser ein vollkommen starres System, so sind die auftretenden Kräfte beim gegenläufigen und mitläufigen Fräsen annähernd gleich groß, wenn auch verschieden gerichtet. Können aber der Fräser oder das Werkstück oder beide ausweichen, so tritt ein „Aufklettern" des Fräsers ein. Dabei wirken sich Kräfte aus, die das Mehrfache der Schnittkraft betragen und zum Bruch des Fräsers führen können. Da als Folge der geringen Schnittiefe der gedachte Keil beim Außengewindefräsen, wie Bild 16 zeigt, sehr schlank ist, ist hier die Gefahr bei auftretender Abdrückung besonders groß.

Bei der Bearbeitung von Innengewinden liegen die Verhältnisse für das mitläufige Fräsen wesentlich günstiger. Der Fräser ist länger im Eingriff und der gedachte Keil wesentlich steiler, daher die Gefahr des „Aufkletterns" viel geringer. Hinzu kommt, daß ein Werkstück, welches mit einem Innengewinde zu versehen ist, im Verhältnis zu einem solchen mit gleich großem Außengewinde wesentlich starrer sein muß und infolgedessen der Abbiegung einen entsprechend größeren Widerstand entgegensetzen wird.

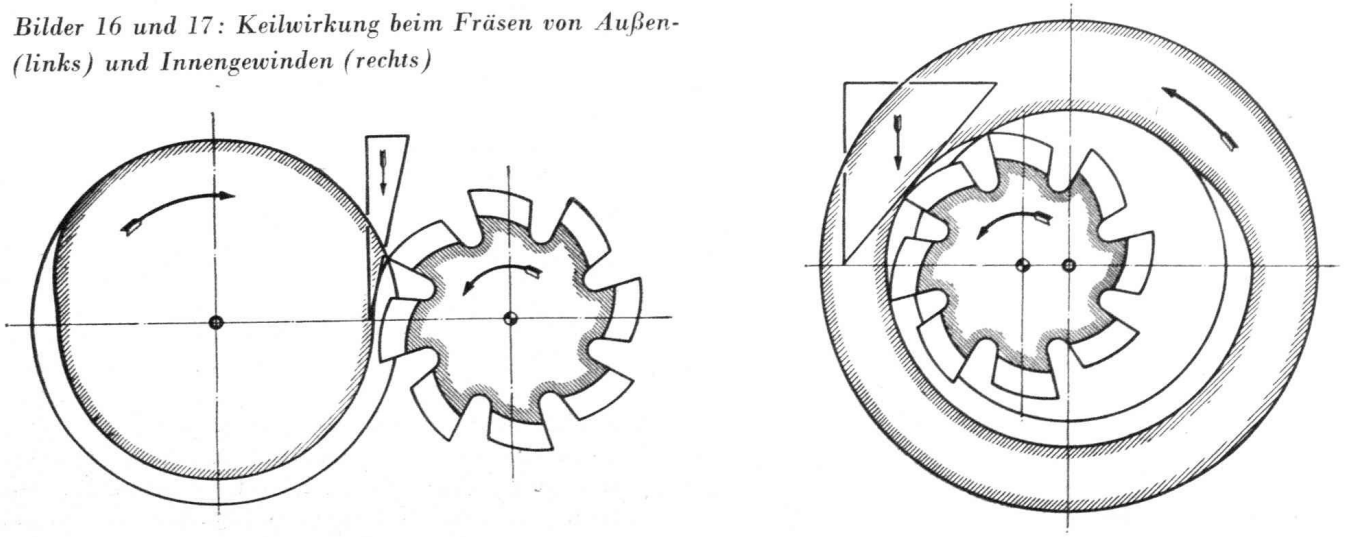
Aus vorstehendem sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Die Genauigkeit des erzeugten Gewindes ist beim gegenläufigen Fräsen größer als beim mitläufigen Fräsen, weil die abdrückenden Kräfte zwischen Werkzeug und Werkstück kleiner sind.
2. Die Betriebssicherheit ist beim gegenläufigen Fräsen größer, weil die verhängnisvolle Keilwirkung zwischen Werkzeug und Werkstück nicht auftritt.

c) Beim Ausschnitt:

Der Teil der Werkstückoberfläche, durch welchen der Fräserzahn beim Ausschnitt aus dem Material heraustritt, wird beim gegenläufigen Fräsen vom nächsten Zahn jeweils mit fortgenommen, während er beim mitläufigen Fräsen stehenbleibt und in seiner Gesamtheit die bearbeitete Oberfläche darstellt. Der beim Ausschnitt entstehende Grat ist also beim gegenläufigen Fräsen für die Beschaffenheit der endgültigen Oberfläche ohne Belang; diese enthält jedenfalls keinerlei durch den Ausschnitt hervorgerufene Zerstörungen der Oberflächenstruktur; sie wird vielmehr durch die Materialschicht gebildet, über welche der Fräser beim Anschnitt — nämlich beim Suchen des Spanes — hinweggleitet. Der Druck, unter dem dieses Gleiten geschieht, dürfte eine glättende Wirkung ausüben und zu einer Verbesserung der Oberfläche führen. Beim Mitlauffräsen dagegen verläßt der Fräserzahn die bearbeitete Oberfläche, ohne daß an dieser Stelle eine weitere Werkstoffabnahme durch den nächsten Zahn statt-

Bilder 16 und 17: Keilwirkung beim Fräsen von Außen- (links) und Innengewinden (rechts)



findet. Die beim Lösen des Zahnes von der Werkstückoberfläche nicht zu vermeidende Strukturzerreißung des Materials bzw. das Abreißen des Spanes vom Werkstoff hinterläßt naturgemäß auf der fertigen Fläche Spuren. Die bearbeitete Fläche wird also wesentlich rauher sein als beim gegenläufigen Fräsen.

Also: Auch die Untersuchung des Ausschnittes spricht offenbar eindeutig für das Gegenlauffräsen.

Beobachtungen im Laboratorium, auf dem Versuchsfeld und im Betrieb haben die vorstehenden, zunächst nur theoretischen Überlegungen vollauf bestätigt. Die Ergebnisse können kurz in folgenden Sätzen zusammengefaßt werden:

1. Die Standzeit des Werkzeugs ist beim mitläufigen Gewindefräsen, soweit bearbeitete Flächen gefräst werden, erheblich größer; dagegen schließt eine verzunderte Oberfläche dieses Verfahren absolut aus.
2. Die Genauigkeit eines Gewindes ist beim gegenläufigen Verfahren größer, die Flanken werden außerdem sauberer. Beim mitläufigen Fräsen ist eine Neigung zu einem sichtbaren Überlauf unverkennbar, vor allem bei Außengewinden mit ungünstigen Abmessungen (beispielsweise große Gewindelänge bei verhältnismäßig geringem Durchmesser).
3. Die Oberfläche der mitläufig gefrästen Gewindeflanken erscheint stumpf, weil sie rauh ist; die der gegenläufig bearbeiteten ist blank, weil sie beim Anschnitt geglättet wurde. Für Bewegungsschrauben oder Befestigungsschrauben, die des öfteren gelöst werden müssen, ist daher das normale gegenläufige Verfahren vorzuziehen.

Zusammengefaßt muß gesagt werden, daß die aufgeworfene Frage nicht allgemein beantwortet werden kann, sondern daß in jedem einzelnen Falle alle Arbeitsbedingungen genau zu prüfen sind. Als Richtlinie kann gelten, daß das mitläufige Fräsen Vorteile erwarten läßt, wenn es vor allem auf die Standzeit des Werkzeuges ankommt. Dabei ist vorauszusetzen, daß die Oberfläche vorbearbeitet ist. Die Standzeiterhöhung wird desto größer werden, je härter das zu bearbeitende Material ist. Wenn dagegen hohe Ansprüche an die Genauigkeit des Gewindes und an die Sauberkeit der Flanken gestellt werden müssen, wird man in den meisten Fällen beim Gegenlaufverfahren bleiben. Das gilt für das Fräsen von Außengewinden noch mehr als von Innengewinden.

Dampf-elektrische Lokomotiven

Von Dipl.-Ing. Roman Liechty, Bern

Die elektrische Beheizung von Dampfkesseln für gewerbliche und Heizzwecke ist längst eine stehende Einrichtung geworden. Weniger bekannt ist die elektrische Beheizung von Dampflokomotiven, z. B. von feuerlosen Lokomotiven für Fabrikbetriebe. Einen Sonderfall für die elektrische Lokomotivbeheizung im Dauerbetriebe bildet die im folgenden beschriebene dampf-elektrische Lokomotive *).

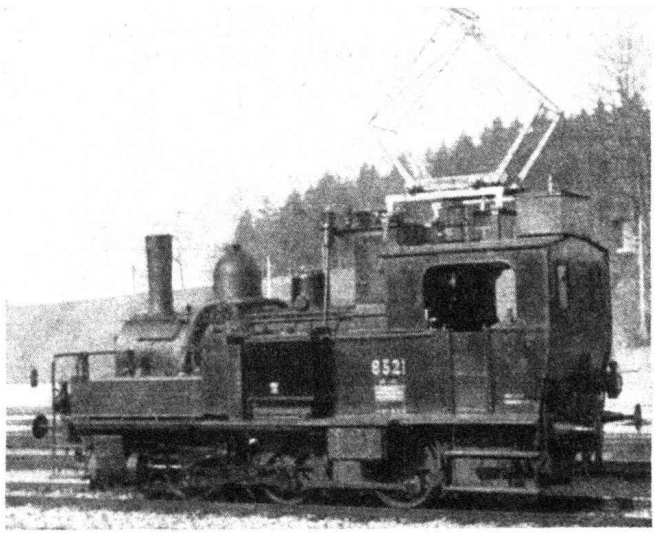


Bild 1: Dampf-elektrische Lokomotive der SBB

Der Mangel an Kohlen einerseits und die Schwierigkeiten in der Beschaffung von Materialien zur Ausrüstung von Nebengeleisen mit elektrischen Fahrleitungen andererseits haben die Schweizerischen Bundesbahnen vor einiger Zeit veranlaßt, versuchsweise einige alte Dampf-Rangierlokomotiven mit einer zusätzlichen elektrischen Heizung zu versehen. Diese Maschinen erzeugen also ihren Dampf mit elektrischer Energie unter dem Fahrdraht und können ähnlich einer feuerlosen Lokomotive auch auf Nebengleisen ohne Leitung für kürzere Zeit Rangierdienst tun. Da die alte Feuerbüchse beibehalten wurde, kann auch ein gemischter Betrieb mit elektrischer und Kohlebeheizung durchgeführt werden.

Bild 1 zeigt die erste derart umgebaute Maschine. Die Abmessungen der alten Dampflokomotive waren folgende:

Treibraddurchmesser	1040 mm
Zylinderdurchmesser	360 mm
Zylinderhub	500 mm
Kesseldruck	12 atü
Feuerbuchsheizfläche	5,6 m²
Gesamte Heizfläche	56,5 m²
Siederohrlänge	3 m
Anzahl der Siederohre	120
Rostfläche	1,17 m²
Radstand	3,32 m
Totale Länge	8,72 m
Leergewicht	26,2 t

Wie Bild 1 zeigt, trägt das Führerhaus einen Stromabnehmer; vor ihm über dem Kessel ist ein normaler Ölschalter aufgebaut. Zwei Hochspannungskabel führen von hier zu den beiden seitlich angeordneten Transformatoren von je 240 KVA, in denen die Spannung von 15 000 V 16⅔ Per. auf 20 V herabgemindert wird. Diesen Transformatoren vorgelagert sind die elek-

*) Siehe auch Die Lok. 40, 1943, S. 127.

trischen Heizelemente, durch die das Wasser mit einer Umwälzpumpe hindurchgetrieben und wieder dem Kessel zugeführt wird.

Weitere Apparaturen waren für den Umbau nicht nötig. Der Rost und die Rauchkammer sind vorerst gegen die Außenluft abgeschirmt worden, um Wärmeverluste zu vermeiden. Das Gewicht der umgebauten Lokomotive wird mit 33 t leer bzw. 42 t Dienstgewicht angegeben. Den Umbau der Maschine führte die Firma Brown-Boveri & Co. A.-G., Baden (Schweiz), durch. Der Fahrzeugteil stammt von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

1 D 1 h 2-Güterzug-Tenderlokomotive Baureihe 86 ÜK der Deutschen Reichsbahn

Von Oberingenieur E. Meyer, Essen

Bis zum Beginn der Ablieferung von vereinfachten Lokomotiven der Baureihe 52 hatten die Lokomotivfabriken noch mehrere ÜK-Typen, d. h. Übergangs-Kriegslokomotiven, herzustellen, bei denen die Vereinfachungsmaßnahmen hinsichtlich Gestaltung, Bearbeitung und Prüfung nur so weit durchgeführt wurden, wie es der Bauzustand der in Vorbereitung

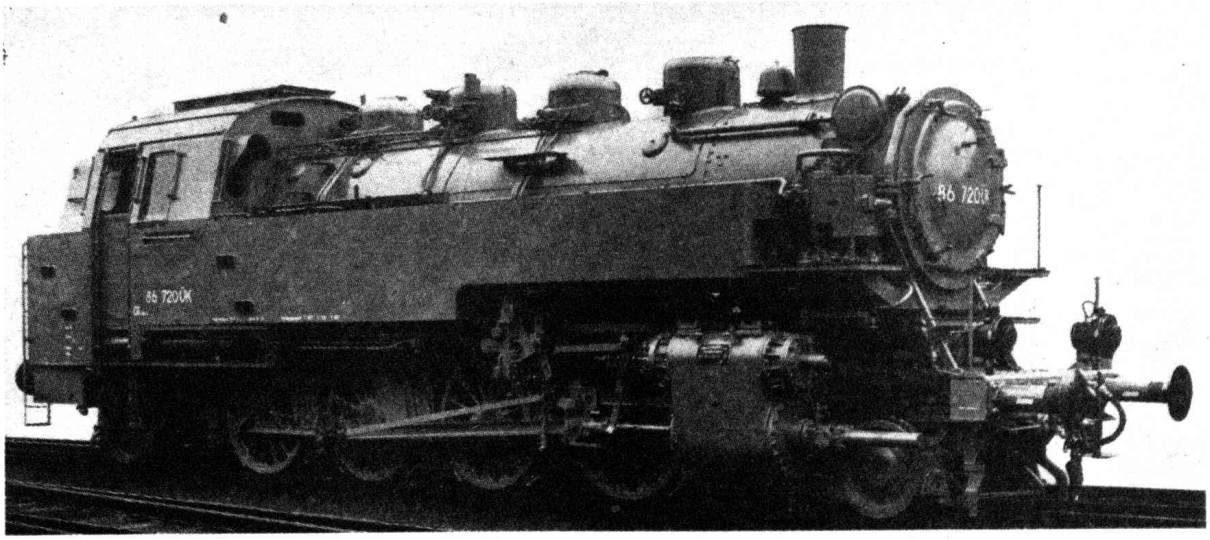


Bild 1: 1 D 1 h 2-Güterzug-Tenderlokomotive Baureihe 86 ÜK der Deutschen Reichsbahn *Werkfoto Krupp*

begriffenen Lieferungen zuließ. Unter diesen befand sich auch eine ganze Reihe Tenderlokomotiven der vielseitig verwendbaren Baureihe 86 — einer Maschine, die namentlich auf längeren Nebenstrecken eingesetzt wird, wo sie schwere Personenzüge und gemischte Züge zu befördern hat. Sie ist ein für diese Zwecke sehr beliebter Typ, der auf Strecken mit nur 15 t zulässigem Achsdruck mit Geschwindigkeiten bis zu 70 km/h sicher verkehren kann und durch Anwendung von Krauß-Helmholtz-Drehgestellen vorn und hinten für beide Fahrtrichtungen geeignet ist. Auch im Verschiebedienst und Güterzugbetrieb ist sie gut zu verwenden.

Äußerlich ist der Unterschied zwischen der Reihe 86 und der Reihe 86 ÜK nur wenig erkennbar. Die Lokomotive ist noch mit Speisewasservorwärmer und Speisepumpe ausgerüstet, auch haben die Zylinder noch die angeschraubten Ausströmkästen. Die Vereinfachung bezieht sich hauptsächlich auf viele Einzelmaßnahmen, die den Arbeitsaufwand vermindern: so ist z. B. für viele Einzelheiten von der Schweißung Gebrauch gemacht worden. Soweit möglich, sind die Triebwerks- und Steuerungsteile in der Form vereinfacht und unbearbeitet; die Gleitbahnen usw. sind nicht im Einsatz, sondern durch Flammenhärtung gehärtet; Ausschnitte in Blechen sind lediglich ausgebrannt. Feuerbüchsbodenring und Feuerlochring blieben wasserseitig unbearbeitet, die Rauchkammertür ohne den Mittelverschluß; die Deckenanker sind ohne Muttern ausgeführt und statt dessen verschweißt. Einige Teile der Ausrüstung konnten entfallen, so z. B. das Schieberkastenmanometer, das Pyrometer, der zweite Heizungshahn usw. Auch die Sandablaufrohre wurden um 4 vermindert. An den Trittblechen entfielen die Saumwinkel, am Führerhause das zweite seitliche Fenster, an der Bekleidung die Wärmeschutzmatten und dergleichen. Kohlen- und Wasserkasten sind weitgehend geschweißt ausgeführt worden; dabei erhielten die seitlichen Wasserkästen die neuere Form, wodurch die Steuerungsteile freigelegt sind. Im Führerhausdach wurde der größere einfache Lüftungsaufsatz vorgesehen. Verschiedene Vereinfachungen in der Herstellungsweise wurden zugelassen, so z. B. der aus mehreren Teilen zusammengeschweißte Rauchkammer-Türring. Ins Auge fällt die Ausführung der Laufachsen mit Scheibenrädern; auch im übrigen sind die Radsätze soweit wie möglich vereinfacht worden. Zur Einsparung von Stahl sind die Radreifen allgemein nur 50 mm stark gehalten, und zur Arbeitsersparnis ist das Hohlbohren der Achsen und Zapfen unterblieben und die Probeentnahme wesentlich vereinfacht worden. Bemerkenswert ist die doppelseitige Bremse an den

Drehgestellen. Die Schieberstangen wurden nicht hohl gebohrt. Die einzelnen Lagen der Tragfedern an den Enden sind gerade geschnitten, anstatt sie in bisher üblicher Weise anzuschärfen. Es sind dies Maßnahmen, durch die verschiedene, aus Gründen der Gewichtsersparnis früher eingeführte und theoretisch durchaus begründete Verfeinerungen wieder aufgegeben wurden, ohne daß aber die Güte der Teile beeinträchtigt würde. Die früher schon durchgeführte Ersparnis an Mangelbaustoffen ist auch bei diesen Maschinen berücksichtigt worden. Das Leergewicht beläuft sich auf 66,85 t gegenüber 68,6 t der früheren Ausführung, die in dieser Zeitschrift bereits früher beschrieben wurde.

Trotz aller dieser Maßnahmen bietet sich die neue Lokomotive ohne Metallschilder und mit vereinfachtem Anstrich als ein vollwertiges Erzeugnis für den Bahnbetrieb dar, und der Zweck, viele Arbeitsstunden zu ersparen und so die Herstellung erheblich zu beschleunigen, wurde voll erreicht.

1'C + C 3' h 4-Mallet-Lokomotive mit 3' 4' T 95 der Chesepeake & Ohio-Bahn

Zur Beförderung von schweren Güterzügen über das Alleghany-Gebirge hat die C. & O.-Bahn 10 Stück 1C + C3-Lokomotiven Klasse H8 im Betrieb und weitere 10 in Auftrag gegeben; dies sind die schwersten, sechsfach gekuppelten Lokomotiven der Welt. Die Bahnstrecke, auf der sie verwendet sind, steigt bei vorwiegend 11,4 v. T. auf 680 m ü. M. an. Die Lokomotiven sind mit ihrem verhältnismäßig großen Treibraddurchmesser für eine Höchstgeschwindigkeit von 95 km/h gebaut; ihre Regelgeschwindigkeit liegt jedoch zwischen

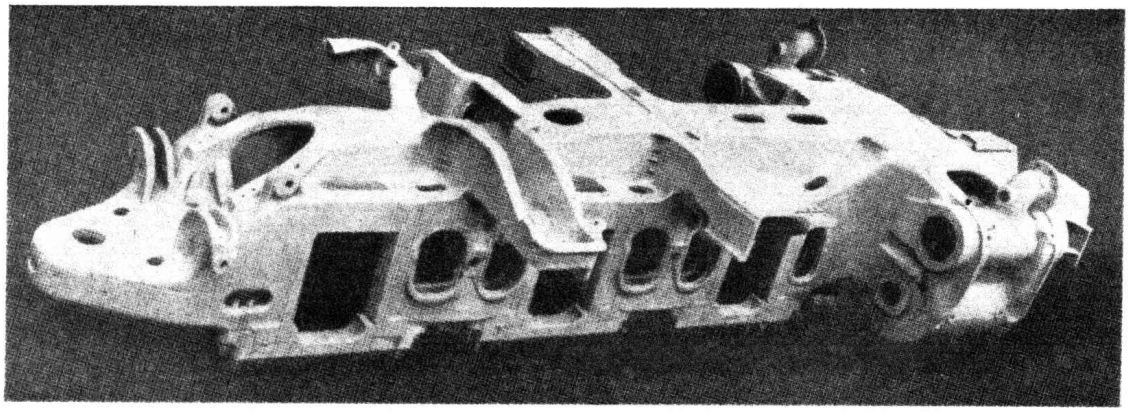


Bild 1: Stahlgußrahmen des vorderen Triebgestelles

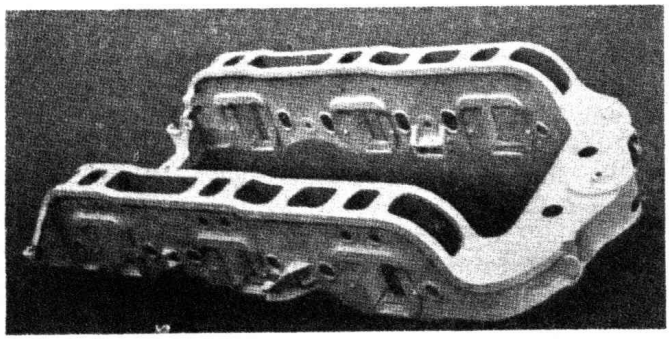


Bild 2: Stahlgußrahmen des dreiachsigen Laufgestells

50 und 55 km/h. Der Rundkessel besteht aus drei Schüssen, deren vorderster kegelig ist und einen kleinsten Innendurchmesser von 2480 mm aufweist; der dritte Schuß, der die Verbrennungskammer umschließt, besitzt 2770 mm Außendurchmesser. Rund- und Stehkessel sind aus Kohlenstoffstahl hergestellt. Die Wandstärken schwanken zwischen 32,5 und 34 mm in den Schüssen; die Stehkesseldecke ist 28,5 mm stark. Die Nähte sind genietet. Die Feuerbüchse aus Stahl mißt licht 4560 × 2740 mm am Grundrahmen, die Länge der Verbrennungskammer ist 3 m. Die Feuerbüchsdecke hat eine Länge von rund 7,6 m und ist nach hinten um 300 mm geneigt. Der Feuerbüchsrahmen ist 178 mm breit. Bewegliche Stehbolzen sind u. a. an der ganzen Verbrennungskammer und an den beiden äußeren Reihen der Stehkesselkanten verwendet. Während die Rundkesselnähte innen und außen verstemmt sind, die Längsnähte und die Stehkesselnähte außerdem dicht geschweißt, wurde die Feuerbüchse ganz geschweißt; nur ihre Rückwand ist eingenietet. Die Feuerbüchse weist drei Thermosyphons auf. Der Überhitzer ist mit einem Mehrfach - Heißdampfregler ausgerüstet. Der Speisewasservorwärmer ist von der Bauart Worthington mit einer Kalt- und einer Heißwasserpumpe von 54,4 cbm/h Fördermächtigkeit. Außerdem ist zur Kesselspeisung eine 55 cbm/h Nathan-Strahlpumpe vorhanden. Der Rost von 25 v. H. freier Oberfläche wird von einem Standard-MB-Stoker bedient. Ablaßhähne befinden sich an den vier Stehkesselecken. Rahmen und Zylinder samt Versteifungen usw. jedes Triebgestells bilden ein Stahlgußstück, ebenso der Rahmen des dreiachsigen Radial-Schleppgestells (Bilder 1 und 2). Die gekuppelten Achsen sind hohl und laufen in doppelten Rollenlagern; auch die Laufachsen besitzen Rollenlager. Der Durchmesser der Laufräder beträgt 914 mm mit Ausnahme der hintersten Laufräder, welche 1092 mm Durchmesser aufweisen. Die Radkörper der kleinen Räder sind voll gewalzt, alle übrigen sind gegossene Speichenräder. Die Baker - Umsteuerung wird durch Dampfkraft verlegt. 41,7 v. H. des Gewichts der hin- und hergehenden Massen sind ausgeglichen; die letzteren betragen je Zylinder 980 kg. Die Schmie-

rung erfolgt teils mit Öl, teils mit Fett. Das Führerhaus ist ganz geschweißt. Gebremst werden die gekuppelten und die hinteren Laufräder. Der Tender ruht auf einem dreiachsigen und einem vierachsigen Drehgestell; seine Achsen laufen in Gleitlagern. Der Hauptrahmen bildet zugleich den Boden des Wasserkastens und besteht aus einem einzigen Stahlgußstück von großen Abmessungen. Der Wasserkasten ist genietet. Die Wandstärke der Außenwände ist 8 mm, jene der Decke 9,5 mm. Die beiden Drehgestelle haben Stahlgußrahmen. Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Lokomotive:	
Zylinderdurchmesser	4×572 mm
Kolbenhub	838 mm
Treibraddurchmesser	1 700 mm
Kesseldruck	18,3 kg/qcm
Rostfläche	12,5 qm
Heizflächen:	
Feuerbüchse u. Verbrennungskammer	56 qm
Syphons	15 qm
Heiz- und Rauchrohre	600 qm
Verdampfungsheizfläche	671 qm
Überhitzer	295 qm
Gesamte Heizfläche	966 qm
Rohrlänge	7 010 mm
Gesamter Achsstand	19 050 mm
Reibungsgewicht	214 t
Größter Achsdruck	35,7 t
Achsdruck der vorderen Laufachse	29 t
Achsdruck der 3 Schleppachsen	86 t
Dienstgewicht	329 t
Tender:	
Wasserinhalt	94,5 cbm
Kohleninhalt	25 t
Dienstgewicht	199 t
Größter Achsdruck	28,5 t
Achsstand Lokomotive und Tender	34 380 mm

Dr. Schn.

Die ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven

Zu Beginn dieses Krieges hatten die Franzosen durch Zerstörungen an Tunnels, Brücken und sonstigen Kunstbauten die Strecke Mülhausen (Els.)—Krüt für einige Zeit unbefahrbar gemacht. Der Abschnitt Mülhausen (Els.)—Tann, der in der oberelsässischen Ebene läuft, war nach dem Waffenstillstand bald wieder befahrbar; die Reststrecke Tann—Krüt, die im schönen Wesserlinger Tal verläuft, kann ebenfalls seit geraumer Zeit wieder befahren werden (23. 9. 1941). 27 Jahre war auf dieser Strecke kein deutscher Zug mehr gefahren, da die Franzosen gleich im August 1914 weit in die Vogesentäler vorgestoßen waren.

Am Jahrestage der Wiedereröffnung des deutschen Betriebes auf dem letzten Teil Tann—Krüt gab mir ein glücklicher Zufall die Festschrift in die Hand, die seinerzeit zur Fünfzigjahrfeier veröffentlicht wurde. Die Strecke Mülhausen—Tann wurde am 1. September 1839 eröffnet. Die Schrift stammt aus dem Jahre 1889: es mutet daher eigentümlich an, daß man sie vollkommen in französischer Sprache verfaßt hat. Sie enthält eine äußerst lesenswerte Sammlung amtlicher Erlasse, Erörterungen der Pläne, Eingaben der Handelskammern, sonstigen Schriftwechsel mit einflußreichen Stellen und Männern sowie Lebensbeschreibungen der maßgebenden Persönlichkeiten. Bezeichnend für den fortschrittlichen Geist und den Weitblick jener Männer ist, daß u. a. die Verkehrsbeziehungen der Eisenbahn zum Kanalnetz zwischen Rhein, Rhône und Marne eingehend betrachtet werden. Weiterhin ist die beifolgend wiedergegebene Übersicht über die 10 ersten französischen Eisenbahnen bemerkenswert:

1. Oktober	1828	Saint-Etienne nach Andrezieux	22 km
1. Oktober	1830	Rive-de-Gier nach Givors	15 km
April	1832	Givors nach Lyon	21 km
April	1833	Saint-Etienne nach Rive-de-Gier	23 km
Februar	1834	Andrezieux nach Roanne	67 km
26. August	1837	Paris nach Saint-Germain	19 km
21. Oktober	1838	Abscon nach Saint-Waast	15 km
März	1838	Montpellier nach Cette	27 km

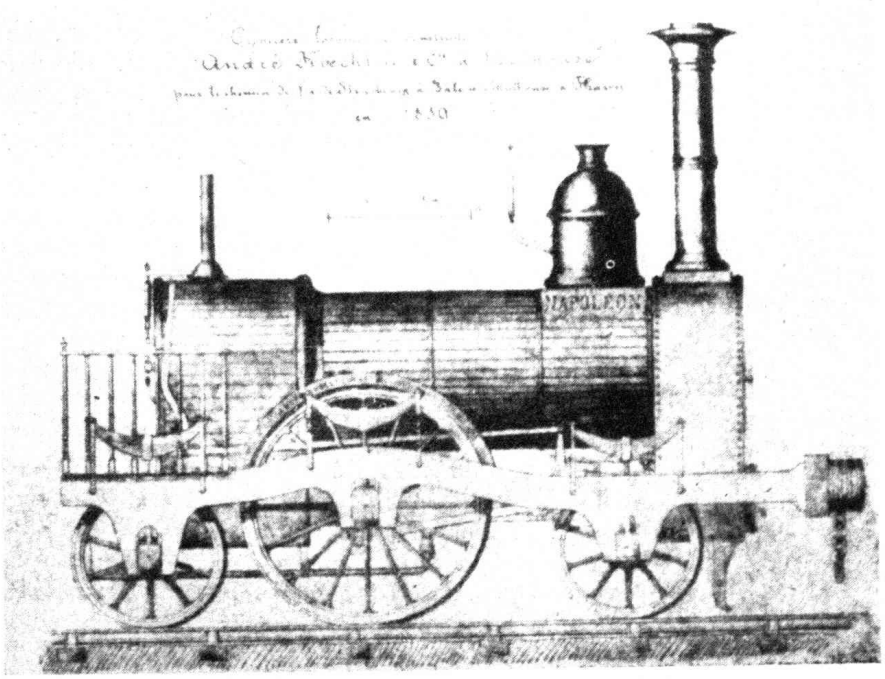


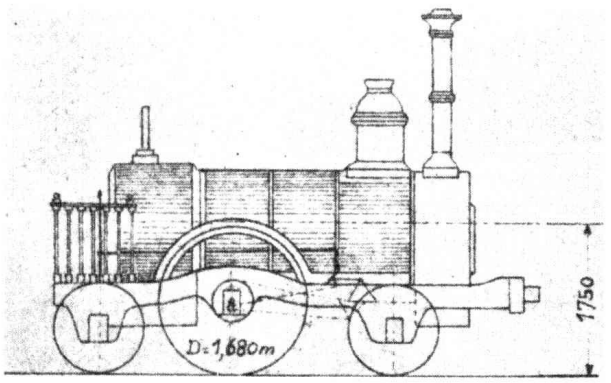
Bild 1: Die Lokomotive „Napoléon"

2. August	1839	Paris (Asnières) nach Versailles	18 km
		zusammen	227 km
1. September	1839	Mülhausen nach Tann	20 km
		zusammen	247 km

Von besonderem Reiz für den Lokomotivkundigen ist der Abschnitt „Matériel roulant", der die Lokomo-

tiven eingehend beschreibt, die Wagen aber nur kurz erwähnt.

Die Brüder Nic. und Ed. Köchlin, die Hauptunternehmer der Bahnen Mülhausen—Tann und Straßburg—Basel, drängten in ihrem Weitblick immer wieder darauf, im Elsaß selbst Lokomotiven zu bauen, einmal, um unabhängig von England und Belgien zu werden, und zum anderen, um durch eine neue Industrie den Wohlstand zu fördern. Nic. Köchlin (Ed. Köchlin war bereits tot, er starb am 12. 7. 1841) bekam also den



Zylinderdurchmesser	330 mm
Kolbenhub	460 mm
Kesseldruck	6 atü
Heizfläche	49,69 qm
Leergewicht	13 000 kg
Dienstgewicht	15 250 kg

Bild 2: Anordnung und Hauptabmessungen der „Napoléon"

Auftrag, 16 Lokomotiven für die Bahn Straßburg—Basel und 2 für die Strecke Mülhausen—Tann zu liefern. Den Betrieb auf beiden Strecken sollte die Straßburg—Baseler Eisenbahngesellschaft führen; diese erkannte bald, offenbar unter Nic. Köchlins Einfluß, daß 18 Lokomotiven nicht ausreichten und bestellte weitere 11 nach.

Zunächst bezog man aber die Lokomotiven von auswärts. Die endgültigen Lieferungen wickelten sich folgendermaßen ab:

3	Stück	1839	von Sharp-Roberts (England),
1	„	1839	„ Creusot,
3	„	1839	„ Stehelin, Huber & Co. (Bitschweiler bei Tann),
20	„	1939/41	Andr. Köchlin & Co. (Mülhausen),
2	„	1842	von J. J. Meyer in Mülhausen (Meyer wendete hier zum ersten Male seine Doppelschiebersteuerung mit veränderlicher Überdeckung (détente variable) des Expansionsschiebers mit Erfolg an).

Außer der 1B-Lokomotive „Thann" von Stehelin & Co. hatten alle anderen Lokomotiven die Achsanordnung 1A1.

Die Köchlinschen Lokomotiven hießen: Napoléon, Mulhouse, Alsace, Colmar, Bâle, Rhin, France, Atalante, Sylphide, Commerce, Flêche, Helvetie, Progrès, Comète, Eclair, Tonnère, Foudre, Ouragan, Alerte, Volcan.

Die Originalzeichnungen dieser Lokomotiven sind leider nicht erhalten. Die Zeichnung des „Napoléon", der die erste Fahrt von Mülhausen nach Tann ausgeführt hatte, wurde zur Fünfzigjahrfeier nach Unterlagen der Lieferfirma rekonstruiert. Über die Hauptabmessungen der Lokomotiven finden sich folgende Angaben:

Treibraddurchmesser 1675 mm allgemein, bei 9 Lokomotiven 1820 mm und bei den 2 Stück von Meyer 1850 mm.
Zylinderdurchmesser 305 mm allgemein, bei 8 Lokomotiven 330 mm und bei den Meyerschen Lokomotiven 380 mm.
Kolbenhub allgemein 460 mm.
Leergewicht der Lokomotive 13 bis 14 t.
Leergewicht des Tenders 4,5 bis 5,0 t.
Dienstgewicht 9 bis 10 t.
Kesseldruck 4,5 oder 5 atü.
Heizfläche 41 bis 53 m².

Es zeugt von der Tatkraft der Unternehmer sowie der Güte und Leistungsfähigkeit der Mülhauser Industrie, daß zur Eröffnungsfahrt die erste elsässische Lokomotive, die schon erwähnte „Napoléon" von Köchlin & Co., verwendet werden konnte. Diese Lokomotive machte ihren Erbauern alle Ehre, aber sie verbrauchte zu viel Koks, nämlich 14 kg/km, während die englischen Lokomotiven nur 11 bis 11,5 kg/km brauchten. Daß man sich schon mit diesen wirtschaftlichen Fragen beschäftigte und prüfbare Zahlenwerte ermittelte, ist ein weiterer Beweis für die Umsicht der damaligen Ingenieure und überhaupt den hohen Stand technischen Denkens im aufblühenden Industriegebiet des Oberelsaß. Man ging selbstverständlich den Ursachen jenes hohen Brennstoffverbrauchs nach und fand, daß die „Engländer" bei 41 bis 42 m² Gesamtheizfläche 5 m² Feuerbuchsheizfläche hatten, während bei der „Napoléon" die entsprechenden Zahlen 53 und 6 m² waren.

Durch Höherlegen des Rostes wurde die Heizfläche verkleinert und der Koksverbrauch vermindert. Zu gleicher Zeit änderte man die Überdeckung der Schieber, so daß die Dehnung ohne fühlbare Verringerung der Leistung besser ausgenutzt wurde. Vor allem bei den Lokomotiven mit 330 mm Zylinderdurchmesser erzielte man bemerkenswerte Kohlen- und Dampfersparnisse. Die „Rhin" von Köchlin kam durch diese beiden Verbesserungen im Koksverbrauch von 14,75 kg/km auf 8,21 kg/km.

Die Meyerschen Lokomotiven ergaben durch die besondere Steuerung und einige andere Verbesserungen 33 v. H. weniger Verbrauch.

Diese zunächst vereinzelten Fälle gaben das Signal zu einem allgemeinen Wettstreit in Verbesserungen: Von 1839 bis 1843 sank der Koksverbrauch von 14,75 auf 6,36 kg/km, wobei Anheizen und Stillstände inbegriffen waren.

Eine Lokomotive kostete damals etwa 50 000 fr.; die englischen Maschinen waren zwar billiger, was den reinen Preis anbetrifft, durch die Fracht wurden sie aber genau so teuer.

Über die Linie Straßburg—Basel liegt aus dem Jahre 1892 eine ähnliche Schrift vor, die ebenfalls über die Lokomotiven bemerkenswerte Angaben enthält:

Um auch Koks feinerer Körnung zu verwenden, vermehrte man die Zahl der Roststäbe bei gleichzeitiger Verminderung der Spaltbreite. Zur Veränderung des Blasrohres wurde eine bewegliche Klappe angebracht. Der Kesseldruck wurde von 4,5 auf 6 atü erhöht, und die Zylinder wurden verkleinert.

Über die bereits erwähnten Vergleiche ist Näheres angegeben: Auf Veranlassung des Ministers der öffentlichen Arbeiten verglich ein Ausschuß den Koksverbrauch der Lokomotiven „Espérance" (Meyer) und „Comète" (Köchlin). Auf der Strecke Mülhausen—Königshofen (bei Straßburg) wurde ermittelt:

	Comète	Espérance
ohne Aufenthalt . . .	6,54	3,90 kg/km
mit Aufenthalt . . .	8,03	5,38 kg/km

Die Meyersche „détente variable", auf die man die allergrößten Hoffnungen gesetzt hatte, wurde verdrängt, als im Jahre 1843 mit Lokomotiven von Stephensohn für die Bahn Paris—Orléans die Kulissensteuerung nach Frankreich kam. Im Zusammenhang mit den Verbesserungen untersuchte man auch den Einfluß der Voreilung.

Im Jahre 1842 waren 26 Lokomotiven im Dienst, von denen jede rd. 20 000 km/J zurücklegte. Bei durchschnittlich 144 Diensttagen im Jahre ergab sich ein täglicher Laufweg von 139 km/Diensttag oder 55 km/Tg über das ganze Jahr gerechnet.

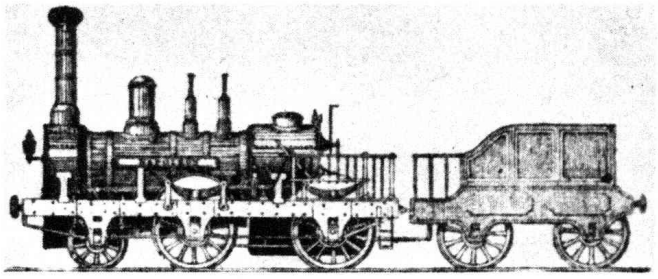


Bild 3: 1B-Lokomotive „Thann" (nicht „Napoléon")

Über die Eröffnung der Teilstrecken liegen folgende Angaben vor, wobei die Zahlen in Klammern die Eröffnung für den dienstlichen Verkehr angeben:

Benfeld—Kolmar . . .	19. 10. 1840	(16./17. 10.)
Mülhausen—St. Ludwig .	26. 10. 1840	(20. 10.)
Straßburg—Benfeld . .	1. 5. 1841	(19. 4.)
Kolmar—Mülhausen . .	15. 8. 1841	(9. 8.)

Zum Schluß noch einige Worte zu den Bildern, von denen besonders die beiden Darstellungen der „Napoléon" Aufmerksamkeit verdienen. Die Unterschrift unter Bild 1 der „Napoléon" heißt: „Le tracé de la vue extérieure de cette machine n'existant plus, ce dessin a été reconstitué au moyen de documents authentiques, au bureau des Etudes des Etablissements André Koechlin, pour être offert à la Société Industrielle de Mulhouse à l'occasion du cinquantenaire des Chemins de fer d'Alsace. 17. 9. 1889." Die Lieferdaten der einzelnen Lokomotiven sind in der Reihenfolge der Lokomotivnummern: 31. 7. (?) 1840, 31. 7. (?) 1840, 8. 8. 1840, 15. 9. 1840, 22. 10. 1840, 28. 10. 1840, 23. 11. 1840, 31. 12. 1840, 31. 12. 1840, 24. 1. 1841, 31. 3. 1841, 18. 5. 1841, 14. 6. 1841, 19. 6. 1841, 9. 7. 1841, 31. 7. 1841, 30. 9. 1841, 30. 11. 1841, 12. 10. 1841, 10. 1. 1842. An diesen Lieferterminen ist besonders bemerkenswert, daß die „Napoléon" am 31. 7. 1840 geliefert ist, während doch die erste Fahrt am 1. 9. 1839 stattgefunden hat! Ich kann mir diese Unstimmigkeit nur so erklären, daß als Liefertermin die endgültige Übergabe in das Eigentum der Eisenbahn anzunehmen ist. Bei den laufenden Nummern 18 und 19 hat es offenbar Herstellungsschwierigkeiten gegeben, denn 18 wurde später als 19 geliefert.

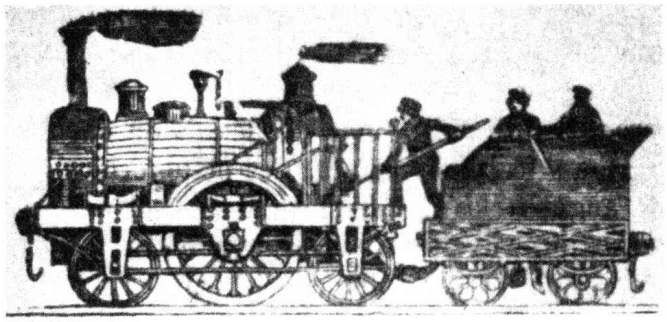


Bild 4: 1A1-Lokomotive aus späteren Lieferungen

Bild 2 gibt die Hauptabmessungen der „Napoléon" wieder. Der Treibraddurchmesser ist mit 1680 mm eingezeichnet, während im Schrifttum sonst 1675 mm angegeben werden.

Sonderbar ist, daß der Name der 1B-Lokomotive auf Bild 3 ebenfalls „Napoléon" ist; offenbar handelt es sich um die Arbeit eines sachunkundigen Zeichners, der die Lokomotive „Thann" gezeichnet hat, denn nur auf diese paßt die Darstellung.

Bild 4 stellt eine der anderen Lokomotiven dar; es ließ sich aber die Lieferfirma bisher nicht ermitteln. Bemerkenswert ist der konstruktive Fortschritt gegenüber der „Napoléon": Gerader Rahmen, angenietete oder angeschraubte Achshalter, tiefliegende Federn der Schleppachse. Reichsbahnrat Matthes.

KLEINE NACHRICHTEN

Fertigungsfragen vordringlich wichtig!

Wie auf allen anderen Gebieten spielt sich auch im Lokomotivbau — dem diese Zeitschrift, wie aus ihrem Untertitel hervorgeht, dienen will — eine Verschiebung insofern ab, als den Aufgaben der Fertigung gegenüber denjenigen der Konstruktion aus kriegsbedingten Gründen ein erheblich verstärktes Gewicht zukommt. Besonders deutlich wird dies an dem Beispiel der Kriegslokomotive, die zwar auch mannigfache und zum Teil sehr interessante konstruktive Neuerungen enthält, deren Ausbringen in den von dem Lokomotiv-Neubauprogramm geforderten Stückzahlen jedoch ohne entscheidende Fortschritte und zum Teil völlig neue Verfahren der Fertigung unmöglich gewesen wäre. Mit der Veröffentlichung einiger Arbeiten auf fertigungstechnischen Gebieten hat sich die Zeitschrift dieser Entwicklung in den letzten Monaten bereits angepaßt: entsprechend der immer noch wachsenden Bedeutung von Fertigungsfragen wird sie sich aber in Zukunft diesem interessanten Gebiete in verstärktem Maße zuwenden und bittet hiermit die an der Fertigung interessierten Kreise um ihre Mitarbeit.

Fahrleistungen von Dampf- und Diesellokomotiven

Vor 1914 wurden die Züge von England nach Schottland auf der Weststrecke mit zweimaligem, auf der Oststrecke mit dreimaligem Maschinenwechsel befördert. Im Jahre 1939 konnten die 645 km von Euston nach Glasgow und die 632 km von Kings Cross nach Edinburgh ohne Maschinenwechsel und mit einmaligem Mannschaftswechsel zurückgelegt werden, eine Folge der größeren Leistung, insbesondere größeren Roste, der Stromlinienform und der sonstigen Fortschritte in der Konstruktion. In den Vereinigten Staaten, wo noch die mechanische Rostbeschickung, Schüttelroste und die ausgedehnte Verwendung von Rollenlagern hinzukommen, stellen Dampflokomotivfahrten von fast 1300 km keine Besonderheit dar. Auf der Northern Pacific - Bahn wird die Strecke St. Paul - Livingstone (Mont.) mit 1625 km von 2D2 - Lokomotiven ohne Maschinenwechsel regelmäßig zurückgelegt. Die kohlegefeuerten 2C2-Lokomotiven, Baureihe J3, der New York Central-Bahn *) erreichen eine monatliche Bestleistung von 32 000 km und eine Bestleistung zwischen zwei Hauptausbesserungen von 445 000 km. Von 37 Lokomotiven dieser Baureihe hatten in den letzten Jahren 31 seit der letzten Hauptausbesserung mehr als 320 000 km zurückgelegt; das Mittel betrug 355 000 Kilometer. Neben besonders sorgfältiger Wartung der Lokomotiven in den Heizhäusern tragen die Langstreckenläufe, die — wie das englische Beispiel zeigt — nicht nur in Großwirtschaftsräumen möglich sind, zu solch guten Ergebnissen bei.

Demgegenüber wurde von Prof. Endsley in einem Vortrag im Sommer v. J. angegeben, daß bei einer Anzahl amerikanischer Bahnen die durchschnittlichen Monatsfahrleistungen der Diesellokomotiven mehr als das Doppelte der Dampflokomotiven betragen; einige brachten es auf monatlich 40 000 km als Bestleistung. Diese Steigerung ergibt sich zwangsläufig aus der Notwendigkeit, die dieselelektrischen Lokomotiven, die angenähert das Doppelte der Dampflokomotiven kosten, stark auszunutzen. Daraus folgt, daß die teueren dieselelektrischen Lokomotiven nur in solchen Fällen wirtschaftlich sind, wo eine derart hohe Ausnutzung betrieblich möglich ist. Die Unterschiede im thermischen Wirkungsgrad dürfen nur im Zusammenhang mit den Brennstoffpreisen bewertet werden, die in den einzelnen Ländern sowohl der Höhe als auch der Beständigkeit nach verschieden sind. Einem Kohlenverbrauch von 1,35 bis 1,8 kg/PSh am Radumfang stehen 0,23 bis 0,27 kg/PSh Dieselöl bei dieselelektrischem Antrieb gegenüber. S—r.

*) Vergl. Die Lok., 1943, S. 28.

Dieseltriebfahrzeuge für die Wüste

Die von der nordafrikanischen Küste nach Süden führenden Stichbahnen, im speziellen die Linien Biskra—Touggourt, Blida—Djelfa und Oran—Colomb—Bechar, weisen Steigungen bis zu 27 ‰ auf und kennzeichnen sich durch ihre Wasserarmut. Sie wurden deshalb bereits frühzeitig mit Dieselfahrzeugen betrieben. Wesentlichen Anteil an den Lieferungen hatten die Firma de Dietrich in Reichshoffen für den Fahrzeugteil und die Firma Saurer Aktiengesellschaft, Arbon (Schweiz), für die Lieferung von Dieselmotoren. Es laufen auf den tunesischen Bahnen 12 Doppeltriebwagen Bauart Jakobs mit je zwei Motoren Typ SAD von 200 PS bei 1400 U/min (6 Zylinder von 150 mm Bohrung und 200 mm Hub) mit mechanischer Übertragung Bauart Mylius, während auf den algerischen Bahnen 4 Züge mit Saurermotoren Typ BZD von 2×300 PS bei 1500 U/min (12 Zylinder 130 mm Bohrung

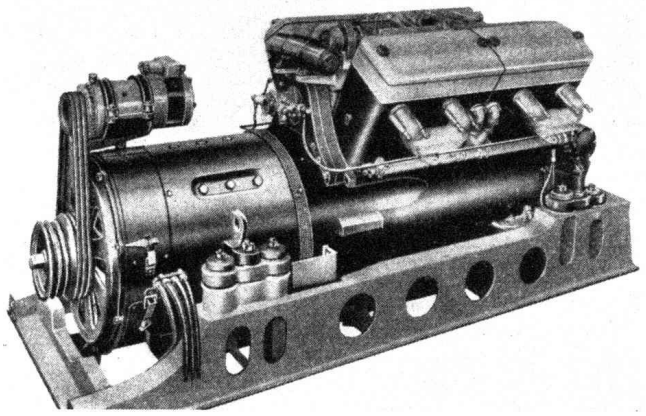


Bild 1: Zwölfzylinder-Saurermotor Typ BZD mit angebautem Generator

und 180 mm Hub) verkehren. Bild 1 zeigt einen der letzteren Motoren mit dem angebauten Generator Bauart Oerlikon. Der Aufbau des Zuges ergibt sich aus dem Bild 2. Die beiden Generatorgruppen mit ihrem Zubehör sind in einem vierachsigen Triebfahrzeug untergebracht, das nebst den Apparaturen ein Gepäckabteil aufweist und bei einer Länge von 16 000 mm einen Drehzapfenabstand von 9000 mm hat. Die vier

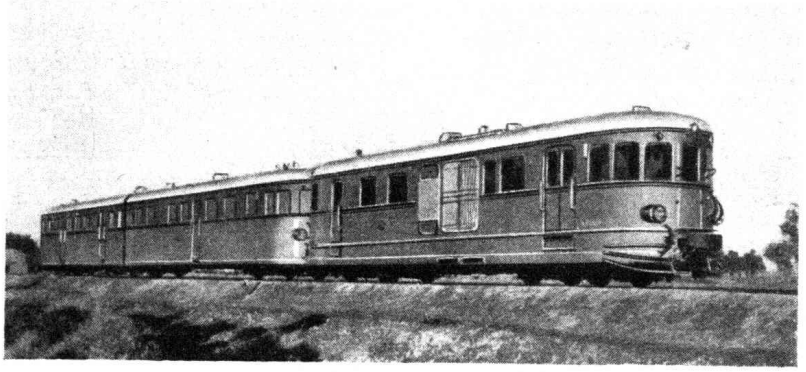


Bild 2: Dieseltriebwagenzug

Triebmotoren sind in den beiden Drehgestellen von 2500 mm Radstand eingebaut. Das leer 28 000 kg wiegende Triebfahrzeug kann 11 000 kg Nutzlast mit sich führen und vermag eine maximale Geschwindigkeit von 105 km/h zu erreichen, wobei allerdings das Leergewicht des zweiteiligen Beiwagens Bauart Jakobs nur 35 000 kg beträgt. Die Abmessungen des Beiwagens sind:

Sitzplätze	150
Ganze Länge	32 000 mm
Drehzapfenabstand	13 750 mm
Äußerer Drehgestellradstand	2 500 mm
Innerer Drehgestellradstand	2 800 mm
Spurweite	1 000 mm

— R. L. —

Enteignung der Salpeter-Bahnen in Chile

Nachdem schon 1936 die Konzession der Bahn Iquique—La Noria, 97 km, im nördlichen Chile abgelaufen war, wurden durch Gesetz vom 28. August 1941 die übrigen Bahnen der englischen Nitrate Railways Co, Ltd. gegen Zahlung einer Entschädigung vom chilenischen Staat übernommen. Die neuen Staatsbahnstrecken sind:

San Pablo—Lagunas	146 km
La Noria—Negreiros und Nebenbahnen .	230 km
Pisagua—Negreiros	145 km

Die sämtlichen 618 km haben eine Spurweite von 1435 mm, während die übrigen Staatsbahnen 1676 mm und 1000 mm Spurweite aufweisen. S—r.

Kanal als Eisenbahn

In den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts bestand zwischen Gravesend an der Themse unterhalb London und Strood am Medway der etwa 15 km lange Themse-Medway-Kanal. Durch Parlamentsakte von 1846 wurde der Kanal bis auf ein kurzes Reststück von 5 km aufgelassen und sein Bett zur Anlage der Gravesend-Strood-Bahn benutzt, die heute noch im Betriebe der Southern-Bahn steht. —Me—

Lokomotive und Flugzeug

Eine bekannte ausländische Zeitschrift schreibt, es sei reine Phantasie, daß der Luftverkehr den Land- und Seeverkehr verdrängen könne. Ein Güterzug mit 1560 t Nutzlast braucht z. B. für die rd. 3900 km lange Strecke Chicago—San Francisco 64 t Öl und kostet rd. 125 000 RM. Die Beförderung der gleichen Warenmenge mit Flugzeugen erfordert 490 t Benzin, also 7,6 mal so viel, und kostet 4 375 000 RM., also 55 mal so viel wie der Güterzug. Noch ungünstiger stellen sich die Verhältnisse im Schiffsverkehr. Ein Schiff befördert 14 000 t von San Francisco bis Brisbane mit 158 t Ölverbrauch; die Kosten betragen rd. 300 000 RM. Für den gleichen Lufttransport wären 2664 t Benzin, also 17 mal so viel Brennstoff, nötig, und die Kosten wären 72,5 Mill. RM, also 240 mal so viel. Wenn auch der Luftverkehr im Laufe der Zeit sich noch wirtschaftlicher gestalten wird, so ist doch der Vorsprung des Land- und Seeverkehrs zu groß, als daß er eingeholt werden könnte, zumal auch der Landverkehr durch Fortschritte der Technik weiter verbilligt werden wird. —Me—

Preisausschreiben für Aufgleisungsverfahren

Das Reichsbahn-Zentralamt Berlin hat ein Preisausschreiben erlassen für ein Verfahren zur Beschleunigung der Aufgleisungs- und Räumungsarbeiten bei größeren Eisenbahnunfällen.

Bei Eisenbahnunfällen nehmen die Aufgleisungsarbeiten sehr viel Zeit in Anspruch und stören bei den jetzt üblichen Verfahren den Betrieb durch die Sperrung der Gleise außerordentlich. Mit diesem Preisausschreiben wendet sich die Deutsche Reichsbahn sowohl an ihre Bediensteten als auch an die einschlägige Industrie und an alle, die dazu in der Lage sind, Vorschläge zu machen für ein neues Aufgleisungsverfahren mit den dazugehörigen Geräten, das bei schneller Arbeitsweise möglichst geringe Störungen des Betriebes, insbesondere der Nachbargleise, verursacht.

Für die besten Lösungen setzt die Deutsche Reichsbahn 7 Preise von 15 000 RM (1. Preis) bis 1000 RM aus. Über die Zuerkennung der Preise entscheidet ein für dieses Preisausschreiben von den Eisenbahnabteilungen des Reichsverkehrsministeriums eingesetzter Preisausschuß nach eigenem Ermessen. Diese Entscheidung ist endgültig und in keiner Weise anfechtbar.

Die Bedingungen schreiben u. a. vor: Nach dem vorgeschlagenen Verfahren muß es möglich sein, das Beseitigen der Trümmer, um verunglückte Personen zu bergen, das Räumen der Streckengleise und das Aufgleisen der Fahrzeuge schnell durchzuführen. Der Hauptwert ist darauf zu legen, daß der Betrieb auf den Nachbargleisen nicht gestört wird und die Zeiten für das Vorbereiten und Aufstellen der Geräte äußerst klein gehalten werden.

Das Verfahren muß praktisch durchführbar sein, es muß auf die bei der Eisenbahn bestehenden besonderen Bau- und Betriebsverhältnisse Rücksicht nehmen. Es dürfen nicht Mittel und Geräte empfohlen werden, deren Beschaffung und Unterhaltung Aufwendungen erfordert, die zum erzielbaren Erfolg in keinem angemessenen Verhältnis stehen.

Das Verfahren sowie die hierzu erforderlichen Mittel und Geräte müssen im Hinblick auf den zu erstrebenden Erfolg gegenüber den bestehenden Verfahren nennenswerte Vorteile bieten.

Das Verfahren soll nicht nur bei Bahnanlagen im ebenen Gelände anwendbar sein, sondern auch bei Gleisanlagen auf Dämmen, wenn hier an Böschungen abgestürzte Fahrzeuge oder Fahrzeugteile zu bergen sind.

Neben neuen Verfahren sind auch Verbesserungsvorschläge für die bisherigen Verfahren und Geräte zugelassen.

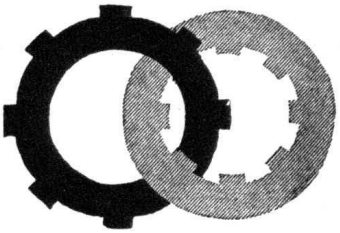
Die Bewerbungen müssen bis zum 1. Dezember 1943 bei der Deutschen Reichsbahn, Reichsbahn-Zentralamt Berlin, Berlin SW 11, Hallesches Ufer 76, mit dem Stichwort: „Preisausschreiben für Aufgleisungsverfahren" eingereicht sein.

Aus dem Inhalt:

Der amerikanische Lokomotivbau im Jahrzehnt vor dem Kriege 155
Fräsen mitläufig oder gegenläufig? 159
Dampf-elektrische Lokomotiven 166
1 D 1 h 2-Güterzug-Tenderlokomotive Baureihe 86 ÜK der Deutschen Reichsbahn 167
1' C + C 3' h 4-Mallet-Lokomotive mit 3' 4' T 95 der Chesepeake & Ohio-Bahn 168
Die ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven 169
Kleine Nachrichten 171

Anfragen durch „Die Lokomotive"

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann
Stuttgart-Obertürkheim
Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**
Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

Peddinghaus
Oberflächenhärtung
im Lokomotivbau
vielseitig bewährt!
PAUL FERD. PEDDINGHAUS

GÜNTHER-WERKE
DRESDEN-N. 15

Alte Hefte zu kaufen gesucht „Die Lokomotive"

Jahrg. 1939 Heft 4, 6, 7, 8, 9
„ 1940 „ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12
„ 1941 „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12
„ 1942 „ 2, 4

Angebote sind zu richten an **Hubertus Bernsee, Henriettenhof,** Krs. Angermünde

Fritz Wagner & Co.
BERLIN SW 11
Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig
seit Jahren erprobt
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit
geringes Gewicht
DÜRMOL
DÜRMOL
Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:
Richt- und Anreißplatten
in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.
Auflagetische
für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.
Otto Windgassen, Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

Patent Nr. 602897 und Zusatzpatent Nr. 604705 Siederohrschnellverschluß für
Lokomotiven und Lokomobile
zu verkaufen oder in Lizenz zu vergeben. Enorme Material- sowie Arbeitsersparnis. — Zuschriften erbeten unter E 614 an Sachsenland Leipzig C 1, Universitätsstr. 18/20.

Schmalspurlokomotive
mit 700 mm Spurweite möglichst feuerlos für Dampffüllung auf 2—3 Monate zu leihen gesucht. — Angebote unter Kennwort „Schmalspurlokomotive" Nr. C 2091 an „Die Lokomotive", Bielefeld.

Härtetöpfe und Härtekästen
sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt
PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)

Betonabbindung — erheblich verkürzt!
Das ist fortschrittliche Bauweise. Wer dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beimischt, verkürzt die Abbindezeit auf ein Mindestmaß. Die Verwendung von Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beim Bau von Maschinen-Fundamenten ermöglicht beschleunigte Inbetriebnahme von Maschinen und Motoren. Paratect-Mörtelzusatz-Schnell bewirkt außerdem Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom
Paratect-Werk, Borsdorf b. Leipzig

Eine Dampflokomotive
dreiachsig, für Werkspersonen- und Güterverkehr geeignet, Normalspur, mindestens 200 PS in neuem oder guterhaltenem Zustand, sofort zu kaufen gesucht. — Angebote unter U 261 an Ala, Stettin I.

1 große automatische Universal-Schmaltz-Büchsen- und Zylinder-Schleifmaschine mit vollkommen elektrischer Einrichtung, 220/380 Drehstrom, für Innenschleifdurchmesser von 330—600 mm und 1800 mm Schleiflänge, Gewicht 22 t, wenig gebraucht, sehr gut erhalten, bei 56 280,— RM Neupreis zu 22 500,— RM ab Standort zu verkaufen.
Anfragen erbeten unter Fr. 27021 an Ala, Berlin W 35.

Filz wie Du ihn brauchst
Georg
Walde
Filzwarenfabrik **Halle-S.2**

Die Wärmespannungen

So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer dreitägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt für Schweißer, Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeug-, Kessel- und Behälter-, Maschinen-, Schiff-, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Die Teilnahme ist kostenlos! Programm und Zeitplan auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben!

Kjellberg

K 8/5

Kjellberg hilft die Leistung *steigern!*

Vertretung: Ingenieurbüro Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30

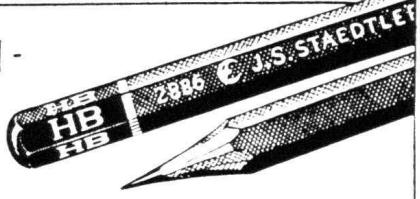
Die P3-Reinigung

leistet in Reichsbahn-, Straßen- und Privatbahn reparaturwerkstätten wertvolle Dienste, denn Henkel's P3 reinigt schnell, gründlich und billig ohne schädigende Wirkung für Mensch und Maschine.

HENKEL & CIE. A.-G., DÜSSELDORF

MARS-LUMOGRAPH D.R.P.

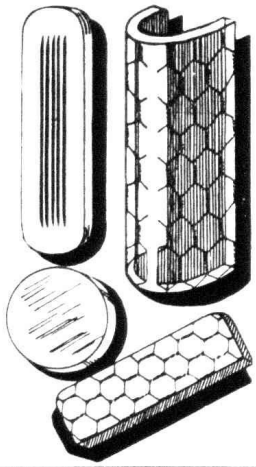
ZEICHEN-STIFTE



In der Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in der Qualität unverändert

J.S.STAEDTLER

MARS-BLEISTIFTFABRIK·NÜRNBERG



Technische

Hartgläser

und Drahtgläser

für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co

Hartglasfabrik

Hainsberg i. Sa.

FAG

Rollenlager und Tonnenlager

in Lokomotivachsen und -stangen sowie im Tender

sparen

Kraft • Material und Schmierstoff

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.

SHG

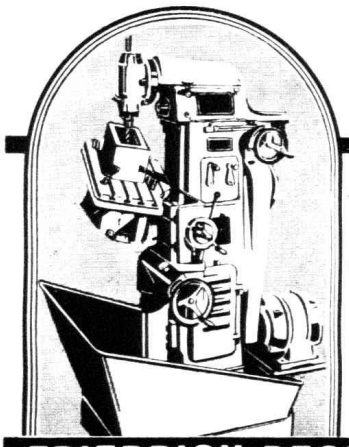
SCHMIDT-Überhitzer-Elemente

nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit verstärkten Umkehrstellen.

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G.M.B.H. KASSEL.

SHG 2537

FP1



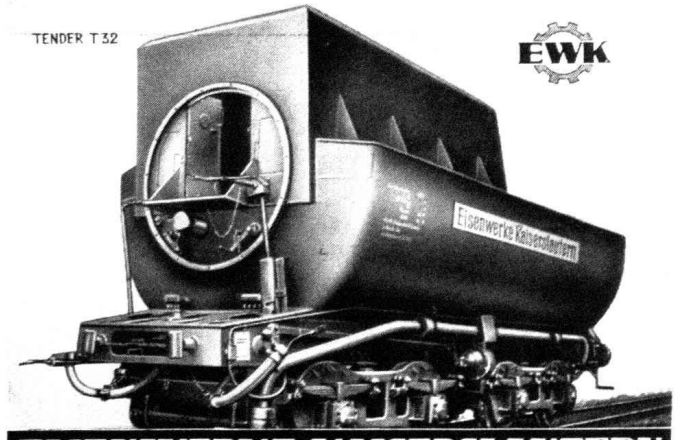
Die UNIVERSAL WERKZEUG-FRÄSMASCHINE

für höchste Anforderungen auf allen Arbeitsgebieten

FRIEDRICH DECKEL MÜNCHEN

TENDER T 32

EWK



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

GRAFENSTADEN
Lokomotiven
GRAFENSTADEN MASCHINENBAU AG., STRASSBURG i/Els.

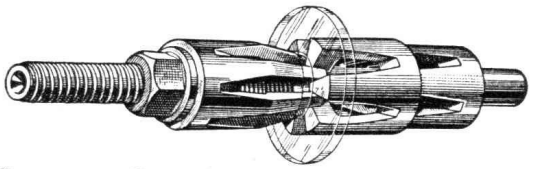
TEMPEROL GR LACK
Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen
GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

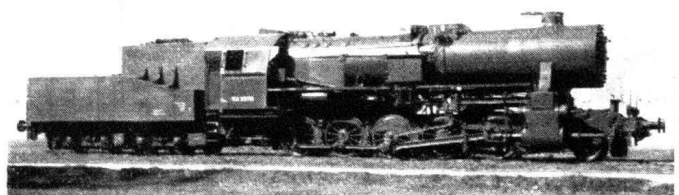
Vitrülan
Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen
werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.
Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

RINGSDORFF
Kohlebürsten

BERLIN-CHARLOTTENBURG 9, HALMSTR. 10a

KUGELLAGER ROLLENLAGER
SKF F&S
VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

Spann-Dorne

Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.
Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

TISCH-FRÄSMASCHINEN
mit senkrechten Frässpindeln am Querbalken und mit waagerechten Spindeln an den Seitenständern, Mod. 4 LF, mit 2200 bis 4500 mm lichter Ständerweite und bis 15000 mm Fräslänge und mehr.

Schiess
AKTIENGESELLSCHAFT

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG OKTOBER 1943 NUMMER 10

Fünftes Kriegsjahr: Lagebericht von der Fabriken-Front

Anläßlich der Erfüllung des Lokomotiv-Neubauprogramms — dessen Endziel allen kriegsbedingten Schwierigkeiten zum Trotz achtzehn (!) Monate früher als vorgesehen erreicht wurde —, führte der Reichsminister für Bewaffnung und Munition, Speer, während eines Betriebsappells in einem der beteiligten Lokomotivwerke aus, daß zwar in der gesamten Rüstungsindustrie ohne Ausnahme die Juni-Ausbringung wiederum höher als die des Mai gewesen sei, daß jedoch diese Steigerung in der Lokomotivausbringung ganz besonders groß war: sein Mitarbeiter Degenkolb habe in dem von ihm geleiteten Hauptausschuß Schienenfahrzeuge eine Reihe von Maßnahmen durchgeführt, die sich als so außerordentlich wirksam in Richtung weiterer Leistungssteigerung und Produktionserhöhung erwiesen hätten, daß beabsichtigt würde, sie diesem Zweck auch in anderen Hauptausschüssen nutzbar zu machen. Wie kein anderer Krieg je zuvor ist der heutige Krieg ein Krieg der Fabriken, also ein Krieg der Rohstoffe und der Erzeugung, und — da aus Erz und Kohle nicht von selber Kanonen und Panzer entstehen — ein Krieg der Betriebsführer und ihrer Gefolgschaften. So wesentlich die Lage an den Fronten und dort früher erzielte Entscheidungen auch sind, nicht weniger wichtig ist es, daß von den Fabriken aus Waffen und Kriegsgerät aller Art in ausreichender Menge und hervorragender Beschaffenheit den immer wieder neu sich ergebenden Verhältnissen immer wieder schnellstens neu angepaßt den Fronten zugeführt werden. Auch auf waffentechnischem Gebiete hat das technische Zeitalter ungeahnte Entwicklungen mit sich gebracht: es gibt heute kaum ein Erzeugnis der Industrie, das nicht auch in der Wehrtechnik eine Rolle spielte. Neben die eigentliche Wehrmacht, deren Tapferkeit, Ausbildung und Härte letzten Endes den Kampf entscheiden, tritt das „Heer" der in der Industrie tätigen Werkleute, das jener die Waffen zu Siege schmiedet.

Der Beginn des fünften Kriegsjahres findet Deutschland in bezug auf sein Rüstungspotential in guter und für die Zukunft gesicherter Lage. Alle Rohstoffe, die für die Kriegswirtschaft und -rüstung unentbehrlich sind, stehen in ausreichendem Umfang zur Verfügung, indem sie entweder innerhalb der Reichsgrenzen gewonnen oder auf dem Wege der Handelsverträge aus anderen kontinentaleuropäischen Staaten beschafft werden. Die Gewinnung natürlicher wie die Herstellung synthetischer Rohstoffe ist im In- und befreundeten bzw. besetzten Ausland unter deutscher Führung in einem Maße gesteigert worden, daß ernsthafte Schwierigkeiten auf diesem Gebiete nicht zu befürchten sind. Weil der Verbrauch auf dem zivilen Gebiet so weit wie irgend möglich gedrosselt wurde, trifft man öfter auf die Ansicht, es sei „nichts mehr da": in Wirklichkeit trifft dies nur für den zivilen Bedarf zu — es trifft nicht einmal wortwörtlich zu, denn was unabweislich notwendig ist, wird noch geliefert —, während die Erzeugung kriegswichtiger Güter dauernd steigt. Seit Gründung des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge, also seit dem Frühjahr 1942, ist die Erzeugung von Lokomotiven um 340 v. H. gestiegen, und zwar war der Erzeugungsanstieg in dem der Erreichung der Sollzahl vorausgehenden Monat Juni am größten: auf nahezu allen anderen Gebieten der Rüstungsindustrie liegen die Dinge ähnlich. Kohle und Stahl, Leichtmetalle und Gummi als die wohl wichtigsten Rohstoffe werden nebst allen übrigen in ausreichendem Maße erzeugt oder gewonnen, um von dieser Seite her frei und jeder Kriegsdauer gewachsen zu sein.

Um diese Rohstoffe zu verarbeiten, stehen Werkleute in ausreichender Zahl und mit in der Welt in diesem Umfange nicht wieder anzutreffenden Fähigkeiten zur Verfügung. Im Frühjahr dieses Jahres waren in Deutschland ohne die Kriegsgefangenen 28 Millionen Angestellte und Arbeiter tätig (also etwa 15 v. H. mehr als zu Beginn des Krieges), während im ersten Weltkrieg gegen Ende des vierten Kriegsjahres nur 13,5 Millionen Angestellte und Arbeiter arbeiteten — 20 v. H. weniger als zu Beginn des Krieges im Jahr 1914. Dieser Arbeiterstamm setzt sich zu beinahe drei Vierteln aus Facharbeitern zusammen, während in US-Amerika weniger als die Hälfte und in England gar nur knapp ein Drittel der Gefolgschaften aus wirklichen Facharbeitern besteht. Von größter Bedeutung ist die Tatsache, daß es möglich gewesen ist, in der gesamten Rüstungsindustrie die Arbeitszeiten je Stück erheblich zu senken: bei der Kriegs-Lokomotive — um bei diesem Beispiel zu bleiben — konnte durch fertigungstechnische und organisatorische Maßnahmen eine Senkung der Arbeitszeit um 30 v. H. durchgesetzt werden. Dies ist nur möglich gewesen durch eine sehr enge und von gegenseitigem Vertrauen getragene Zusammenarbeit zwischen den Gefolgschaften und den Betriebsführern. Es ist nicht nur gelungen, das betriebliche Vorschlagswesen in kaum für möglich gehaltener Weise zu akti-

vieren (von Ende 1942 bis Mitte 1943 hat sich die Zahl der für das Vorschlagwesen einsetzenden Betriebe auf über 25 000 verdoppelt und soeben eröffnete Dr. Ley eine Reichsausstellung für das Vorschlagwesen), Erfinder aus der Gefolgschaft zur Mitarbeit heranzuziehen und geeigneten Kräften den Aufstieg freizumachen, sondern die Forträumung einengender Vorschriften hat auch in den Betriebsführern einen unternehmerischen Geist neuer Art wachgerufen, wie es oben schon am Beispiel des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge gezeigt wurde. Der plötzliche und trotz aller Schwierigkeiten der Kriegszeit anhaltende Anstieg der Produktion ist nicht — wie man im feindlichen Ausland behauptet — eine Täuschung oder ein „Wunder", sondern er ist das zahlenmäßig nachweisbare Ergebnis einer Reihe von einzelnen Maßnahmen bei der Herstellung, die allerdings neuartigen, um nicht zu sagen revolutionären Charakter tragen. Auch hier wieder das Beispiel der Kriegs-Lokomotive: die überall in der Welt aus dem Vollen gefrästen Treib- und Kuppelstangen werden hergestellt, indem an eine gewalzte Stange beiderseits im Gesenk geschmiedete Köpfe mittels Stumpfschweißung angeschweißt werden, was gleichzeitig erhebliche Einsparungen an Einsatzsatzmaterial, Werkzeugmaschinen und Arbeitszeit ergibt. Es gehört echter unternehmerischer Geist dazu, in einem Augenblick dringlicher Erzeugungssteigerung eine so weitreichende Neuerung zu wagen, die sich natürlich auch einmal als unzweckmäßig erweisen kann. Aber dagegen sichert sich der Unternehmer großen Stils mit Organisationskunst und Menschenkenntnis, indem er sich fähige und einsatzwillige Mitarbeiter herholt, wo er sie findet — auch hier ohne Rücksicht auf Althergebrachtes, auf Zeugnisse und Diplome. Der Zwang der Verhältnisse hat nicht zu einer Unterdrückung, sondern eher zu einer Förderung solchen unternehmerischen Geistes geführt und er ist eine der entscheidenden Grundlagen für den echten Anstieg der Erzeugung, der im Feindlager immer wieder Staunen und Befürchtungen weckt. Der deutsche Betriebsführer und der deutsche Arbeiter sind in ihrer Gemeinschaft die sichere Gewähr dafür, daß die andere Front nach Menge und Güte d a s erhält, was sie braucht — kein Propaganda- und kein Bombenkrieg wird das entscheidend zu ändern vermögen!

Damit soll natürlich nicht behauptet werden, daß die Terrorangriffe der Bombenflieger bedeutungslos seien. Neben für die ganze Menschheit einzigartigen kulturellen Werten werden immer wieder auch wirtschaftliche Werte zerstört, und es ergeben sich hier und da Ausfälle in der Erzeugung, während anderseits Material und Arbeitskraft für die Herstellung von Verbrauchsgütern für Fliegergeschädigte freigemacht werden müssen. Können im Einzelfall diese Ausfälle und Umlenkungen auch ein recht erhebliches Ausmaß annehmen, so sind sie doch im Vergleich zu der gesamten Rüstungsleistung nicht so schwerwiegend, daß davon ernstliche Störungen zu erwarten wären. Die wachsende Erfahrung in „Ausweich"-Aktionen und vor allem die zunehmende Wirksamkeit der Luftverteidigung lassen im Gegenteil erwarten, daß die Wirksamkeit der Terrorangriffe eher ab- als zunehmen wird: in jedem Fall, das steht heute fest, werden sie die deutsche Abwehrfront in der Heimat ebensowenig ernstlich erschüttern wie die draußen. Die industrielle Leistungskraft Deutschlands ist genügend sicher unterbaut und groß genug, um neben den unabweisbaren Forderungen der deutschen Wehrmacht auch die dringlichen Ansprüche der Fliegergeschädigten zu befriedigen, wie überhaupt alle lebensnotwendige Versorgung der Zivilbevölkerung. Wer glaubt, daß der deutsche Sieg von der wirtschaftlichen Leistungskraft her gefährdet werden kann, kennt deren wahres Maß nicht oder will sich selber täuschen. Am Beginn des fünften Kriegsjahres ist die deutsche Rüstungskraft größer und widerstandsfähiger als zu Beginn des Krieges: Die steigende Erzeugung an Kriegs-Lokomotiven, an Panzern, an anderen neuen Waffen (Nebelwerfer usw.) aller Art ist der eindeutige Beweis dafür!

Die Ernährungssicherung, auf deren Versagen die Feinde ihre Hoffnung setzten, hat mit dem Krieg der Fabriken nichts oder nur wenig zu tun, ist aber als Voraussetzung für industrielle Leistungsfähigkeit wichtig genug, um in diesem Rahmen gewürdigt zu werden. Die leitenden Stellen im feindlichen Ausland sind sich klar darüber, daß der Hunger diesmal nicht ihr Verbündeter wie 1914/18, sondern eher ihr Gegner ist, wie die allenthalben wachsenden Versorgungsschwierigkeiten, um nicht zu sagen Hungersnöte beweisen (siehe Sowjetrußland, Tschungking-China, Indien, Iran, Ägypten usw.). In Europa aber ist der deutsche Landwirtschaftsführer und seine Leistung von der Ukraine bis nach Südfrankreich eine zuerst mißtrauisch betrachtete, dann widerstrebend angenommene und jetzt eine immer wieder herbeigeholte Hilfe geworden: Ihm verdankt es der Kontinent, daß eine besonders gute Getreideernte eingebracht werden konnte, daß sich die Erträge des Rapsanbaues in einer weiteren Verengerung der Fettlücke bemerkbar machen, daß Fleisch und Hackfrüchte, Gemüse und Obst steigende Erzeugungszahlen aufweisen und reichlich genug vorhanden sind, daß jeder satt wird. Die Zuteilungen sind nicht so groß, wie mancher es sich wünschte, aber sie sind groß genug, um Gesundheit und Leistungsfähigkeit voll zu erhalten, und niemand in Deutschland denkt auch nur daran, daß sich von der Ernährungslage her Schwierigkeiten für das Durchhalten ergeben könnten. Auch ohne die Hilferufe der Sowjets an die Westmächte weiß es jeder Soldat der Ostfront sehr genau, daß es auf der gegnerischen Seite anders aussieht: nach Verlust der fruchtbarsten Gebiete und angesichts eines sich immer mehr verschärfenden Mangels an Menschen und Maschinen muß sich die sowjetrussische Ernährungslage ebenso naturnotwendig verschlechtern, wie sich die kontinentaleuropäische nach Überwindung aller sich aus den notwendig gewordenen Umstellungen ergebender Schwierigkeiten weiter bessern wird.

Die Rüstungskraft und die Nahrungsmittelversorgung bewegen sich in aufsteigender Linie — das ist eine Tatsache, mit der heute in Deutschland jeder Einsichtige rechnet. Immer mehr fühlt sich jeder an der Heimatfront als Soldat, der zwar ebenso wie der an der Kampffront den Wechselfällen einer harten Zeit ausgesetzt ist, aber ebensowenig wie jener sich von ihr niederwerfen lassen will, ohne alle Machtmittel eingesetzt und alle Trümpfe ausgespielt zu haben. Die Lage ist heute in Deutschland erheblich besser als im ersten Weltkrieg, ja, als in früheren Kriegen überhaupt, so daß, was damals geleistet wurde, heute erst recht geleistet werden kann. Schon oft sind in der deutschen Geschichte Städte und Dörfer in Schutt und Asche ge-

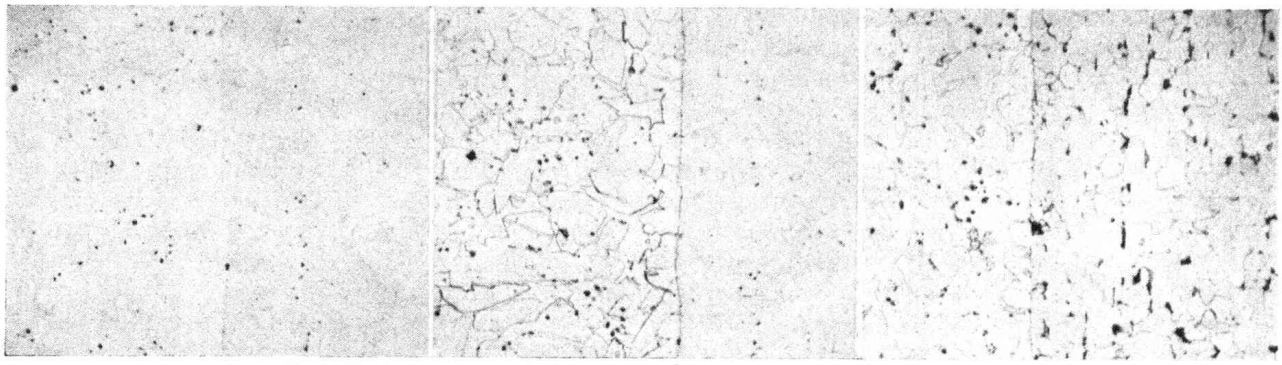
sunken: sie sind schöner und größer wiedererstanden, wenn das Volk dem Schicksal einig die Stirn bot. Auch heute muß Deutschland dem Vernichtungswillen seiner Feinde, der sich gegen die Gesamtheit des Volkes ohne Ausnahme richtet, den entschlossenen gemeinsamen Kampf um seine nationale Freiheit entgegensetzen, ohne die es Wiederaufbau und eine menschenwürdige Zukunft nicht gibt. Zu Beginn des fünften Kriegsjahres ist die Lage an allen Fronten besser als je zuvor in diesem Krieg!

Lokomotiv-Lager aus Stahlstützschale mit dünner Auskleidung aus Lagerbronze

Von Dr. W. Rohn

Für schwer und namentlich stoßweise belastete Lager hat man in der Vergangenheit vorwiegend solche aus Kupfer-Zinn-Bronze oder Rotguß benutzt. Zunächst aus Gründen der Ersparnis an Kupfer, Zinn und Blei hat man seit geraumer Zeit Lager entwickelt, die aus einer Eisen- oder Stahlstützschale mit nur einer dünnen Auskleidung aus Lagerbronze bestehen. Man hat bald erkannt, daß solche Lager den Massivbronzelagern gegenüber erhebliche Vorzüge besitzen, vor allem bei stoßweiser Belastung und bei Arbeitsbedingungen, die erhebliche Temperaturwechsel der Lager bedingen; als klassisches Beispiel können hier Treibstangen- und Kuppelstangenlager von Lokomotiven angesehen werden. Für diese Zwecke mußten Massivbronzelager, um die nötige Festigkeit aufzuweisen, mit großer Wandstärke ausgeführt werden. Bei Hauptkuppelstangenlagern waren Wandstärken von 30 bis 40 mm üblich; dementsprechend waren dann auch die Lagergehäuse, also beispielsweise die Stangenköpfe, zu bemessen. Die Stahlstützschale mit ihrer erheblich größeren Festigkeit erlaubt, die Gesamtwandstärke eines Verbundlagers aus Stahl plus dünner Bronzeauskleidung wesentlich geringer zu halten — Wandstärken von 15 bis 25 mm reichen aus — und damit auch die Lagergehäuse und Stangenköpfe, in die die Lagerschalen eingesetzt werden, in ihren Abmessungen zu verkleinern. Damit werden auch die Stangenköpfe kleiner und leichter und es wird somit die Masse der hin- und hergehenden Teile nicht unerheblich verringert.

Tritt beim Betrieb eines Lagers eine erhebliche Temperaturerhöhung auf, so sucht sich eine Massivbronze-Lagerschale, deren Wärmeausdehnung das Eineinhalbfache der Wärmedehnung des Stahles des Lagergehäuses beträgt, zu dehnen; sie legt sich dabei an das Lagergehäuse fest an und staucht sich in sich. Bei nachfolgender Abkühlung zieht sich die Massivbronze-Lagerschale wieder zusammen und wird infolgedessen im Lagergehäuse lose oder schrumpft sogar auf der Welle oder dem Kurbelzapfen fest. Bei der Verbundguß-Lagerschale wird dagegen das Ausdehnungsverhalten durch den festeren und dickeren Stahlteil und nicht durch die dünne Bronzeauskleidung bedingt; dadurch werden Stauchungen und Schrumpfungen vermieden.



ungeätzt Ms geätzt MS und Stahl geätzt

Bild 1: Verbundlager aus Ms 58 und Stahl (auf jedem Bilde Messingseite links, Stahlseite rechts). 110:1. Ätzmittel für Ms: ges. Chromsäure, für Stahl: 1 %ige alk. Salpetersäure

Bei der Lokomotive laufen im allgemeinen die Zapfen nicht unmittelbar auf der Bronze, sondern im Inneren der Bronze befindet sich noch eine etwa 1,5 mm dicke Auskleidung aus Weißmetall, die die eigentliche Lauffläche bildet. Bei Versagen der Schmierung, Überbeanspruchung oder Heißlaufen kommt es bisweilen vor, daß die Weißmetallschicht beschädigt wird oder ausläuft, so daß dann der Zapfen unmittelbar auf der Bronze läuft. In solchen Fällen kommt es dann auf die Notlaufeigenschaften des Rotgusses oder der Bronzeauskleidung an, d. h., es ist wesentlich, daß auch bei längerem öllosem Notlauf des Zapfens im Lager der Zapfen nicht so erheblich beschädigt wird, daß er unbrauchbar wird oder gar Bandrisse durch Heißlaufen auftreten. Dies ist um so wichtiger, als ja ein ausgelaufenes Lager in einem Ausbesserungswerk leicht ersetzt werden kann, während ein eingelaufener oder brandrissig gewordener Zapfen entweder gar nicht auszubessern ist oder mindestens ein Nachdrehen um einen oder mehrere Millimeter erfordert. Dies ist aber eine sehr viel größere und mehr Zeit beanspruchende Arbeit als der Austausch eines Lagers; außerdem muß für einen nachgedrehten Zapfen ein Lager mit unnormaler Bohrung eingesetzt werden.

Für diese Betriebsbedingungen, wie sie mit dem Betrieb einer Lokomotive nun einmal unvermeidbar verbunden sind, hat sich durch jahrzehntelangen Gebrauch Rotguß Rg 9 und Rg 5 bewährt (82 % bzw. 86 % Kupfer, 9 % bzw. 5 % Zinn, 4,5 % Blei, 4,5 % Zink). Da Zinn infolge der Kriegsverhältnisse noch knapper ist als

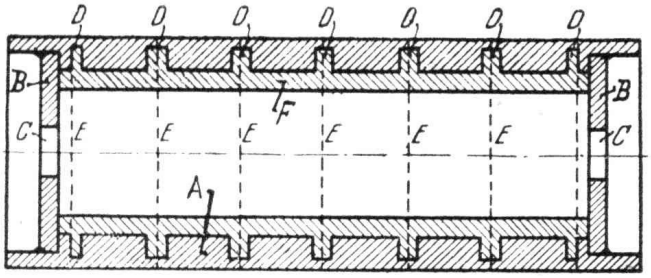


Bild 2: Lager aus Stahlstützschale mit dünner Auskleidung aus Lagerbronze

Kupfer, hat man versucht, zu zinnfreien Lagerwerkstoffen auf Kupferbasis zu gelangen und hat dabei auch Legierungen mit niedrigerem Kupfergehalt in den Bereich der Untersuchungen gezogen. Bei diesen beim Reichsbahn-Versuchsamt für Lagerversuche und Lagergießereien in Gemeinschaft mit der Heraeus-Vacuumschmelze A.-G. durchgeführten Studien hat sich ergeben, daß Legierungen mit 75, 70 und 65 % Kupfergehalt, 1,5 bis 3 % Blei und Rest Zink in ihren Notlaufeigenschaften sich erheblich schlechter verhalten als Rg 5, daß sich dagegen Legierungen mit 58 bis 60 % Kupfer und bis zu 2,5 % Blei in ihren Notlaufeigenschaften etwa eben so gut oder vielleicht sogar etwas besser verhalten als Rg 5, so daß man inzwischen bei der Herstellung von Dreistoff-Verbundgußlagern für Lokomotiven ganz ausschließlich auf eine Legierung aus 58 % Kupfer, 1,5 bis 2,5 % Blei und Rest Zink übergegangen ist. Dadurch werden gegenüber Rg 5 etwa 5 % Zinn, 3 % Blei und 28 % Kupfer gespart — Ersparnisse, die gerade bei diesen hochwertigen Sparmetallen erheblich zu Buch schlagen.

Während die Vorkriegs-Lokomotive etwa 1000 kg Rg 5 in Form von Lagerschalen enthielt, enthalten die Lager der Kriegs-Lokomotive insgesamt nur noch 60 kg der Legierung 58% Kupfer, 1,5 bis 2,5% Blei, Rest Zink.

Wesentliches Erfordernis für die Brauchbarkeit von Verbundguß - Lagerschalen ist eine vollkommen einwandfreie Bindung zwischen Stahlschale und Bronzeauskleidung. Hierfür sind von der Technik in den letzten Jahren verschiedene brauchbare Verfahren ausgebildet worden. Sehr zuverlässige Lager erhält man, wenn man die auszukleidende Stahlstützschale, nachdem sie innen einwandfrei metallisch sauber gebeizt ist, beiderseits mit einem eingeschweißten Boden versieht, der zweckmäßig in der Mitte ein Loch hat, durch das man die Bestandteile der Bronzeauskleidung zusammen mit etwas Borax einfüllen kann. Der so vorbereitete Körper wird zwischen zwei synchron angetriebenen Zentrierköpfen, eingespannt in einer Hochfrequenzspule, in schnelle Umdrehungen versetzt und durch den in der Spule fließenden hochfrequenten Wechselstrom induktiv bis auf die Schmelztemperatur des Auskleidungsmetalles erhitzt. Unter der Schleuderwirkung der Rotation legt sich das Auskleidungsmetall flüssig in gleichmäßig dünner Schicht auf die Innenseite der Stahlstützschale, so daß nur ein geringer Überschuß bleibt, der nachträglich herausgedreht werden muß. Die elektrische Erhitzung durch Hochfrequenz bewirkt eine besonders zuverlässige Bindung zwischen Stahlstützschale und Auskleidung, so daß die Scherfestigkeit in der Trennfläche zwischen Stützschale und Auskleidung ebenso hoch oder höher ist als die Scherfestigkeit im massiven Auskleidungsmetall. An solchen Lagern ist im Reichsbahn-Versuchsamt für Lagerversuche und Lagergießereien die Scherfestigkeit im Auskleidungsmetall selbst zu 14,5 bis 16,5 kg/qmm bestimmt worden, während die Scherfestigkeit in der Berührungsfläche zwischen Stahl und Auskleidungsmetall zu 15,5 bis 17,5 kg/qmm bestimmt worden ist.

Zweckmäßig werden solche Lager in mehrfacher Länge (sechs- bis achtfach) in einem Stück hergestellt und nachträglich aufgeteilt. Sollen die Lager nicht nur auf ihrer Innenfläche, sondern auch auf ihren Stirnflächen mit Lagerbronze überzogen sein, so dreht man in die Stahlrohlinge an den Stellen, die den späteren Stirnflächen entsprechen, Innennuten ein.

Bild 1 zeigt eine Mikroaufnahme der Berührungsfläche zwischen Stahl und der Legierung 58 % Kupfer, 2,5 % Blei, Rest Zink, aus der die einwandfreie Bindung zwischen beiden hervorgeht. Bild 2 zeigt ein solches Lager in sechsfacher Länge. A ist der aus einem nahtlosen Stahlrohr hergestellte Stahlkörper, B sind die eingeschweißten Bodenplatten mit dem Loch C, durch das das Auskleidungsmetall zusammen mit etwas Borax in das Innere eingefüllt wird. Bei D sind die in den Stahlstützkörper eingedrehten Innennuten zu sehen, durch die erreicht wird, daß beim nachträglichen Zerlegen des Körpers von sechsfacher Länge längs der gestrichelten Linien E die Einzellager auch an ihren Stirnflächen mit Bronze überzogen sind. F ist die Auskleidung nach dem Schmelzen.

Das Bild 3 gibt eine schematische Darstellung der Schleudermaschine. A ist der auszuschleudernde Lagerkörper, wie in Bild 2 dargestellt. G ist die Hochfrequenzinduktionsspule. H sind zwei in den schematisch angedeuteten Lagern I gelagerte Hohlachsen, die an ihren einander zugewandten Enden die auswechselbaren Zentrierkonusse K aus einer hitzebeständigen und hochwarmfesten Legierung tragen, zwischen denen der Lagerkörper A eingespannt wird. Jede der beiden Achsen I ist für sich durch einen Motor L angetrieben, um Verdrehungsbeanspruchungen des auszuschleudernden Lagerkörpers zu vermeiden, wenn er auf 1000° erhitzt und dadurch weich geworden ist. Beim Erwärmen von Zimmertemperatur auf 1000° dehnt sich der Stahlkörper A um 12 bis 20 mm; um dies zu gestatten, ist die rechte Welle H gegen ein Kugeldrucklager M und die linke Welle I gegen eine Druckfeder N gelagert. Sonstige weniger wichtige Einzelheiten sind nicht eingezeichnet. Die rechte Antriebswelle H mitsamt ihrem Antrieb kann um Lagerlänge nach rechts ausgefahren werden und ebenso die Hochfrequenzinduktionsspule G, worauf der fertig ausgeschleuderte Lagerkörper entnommen und der nächste Rohling eingelegt werden kann. Je zwei solcher Maschinen werden von dem gleichen Hochfrequenzumformer abwechselnd gespeist, so daß jeweils eine Maschine unter Strom steht und einen kalten Lagerkörper aufheizt, bis die Auskleidungslegierung geschmolzen ist, während in der anderen Maschine das zuvor geschleuderte Lager sich bis unter die Erstarrungstemperatur der Auskleidung abkühlt und ausgewechselt wird. Die

größten in Lokomotiven vorkommenden Lager mit 300 mm Außendurchmesser und 150 mm Einzellänge wiegen bei achtfacher Länge 300 bis 500 kg (Stahlstützschale plus Auskleidungsmetall) und werden von einer Hochfrequenzmaschine mit 500 Perioden und 1000 kW innerhalb 15 Minuten bis zum Schmelzen der Bronzefüllung auf 980 bis 1000° erhitzt, 3 bis 5 Minuten auf dieser Temperatur gehalten und kühlen dann innerhalb 20 Minuten auf 550 bis 600° ab, worauf der Lagerkörper stillgesetzt und herausgenommen wird. Die

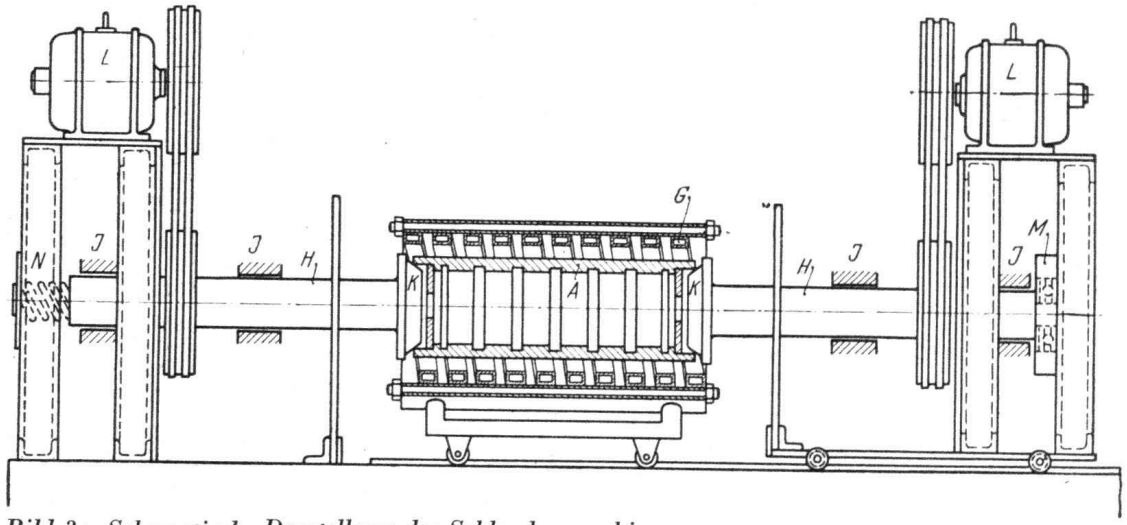


Bild 3: Schematische Darstellung der Schleudermaschine

Erhitzungstemperatur und -zeiten müssen genau eingehalten werden, um zu vermeiden, daß sich in der Auskleidung unzulässig hohe Eisengehalte lösen. Bis zu 1,5 % Eisengehalt erhöht die Festigkeit und Zähigkeit der Auskleidungslegierung und wird von manchen Seiten sogar als erwünschter Bestandteil angesehen; von mancher Seite werden sogar Eisengehalte bis zu 2,5 % oder 3 % als unschädlich oder sogar wünschenswert bezeichnet. Dies gilt natürlich nur für vollkommen gleichmäßig feinst verteiltes Eisen, während größere Eisenpartikelchen, auch wenn sie nur wenige Zehntelmillimeter groß sein würden, die Laufeigenschaften einer Lagerschale auf das ernsteste beeinträchtigen würden.

Naturgemäß muß beim Ausschleudern zunächst ein gewisser Überschuß an Auskleidungsmetall eingebracht werden, der beim Bearbeiten der Lagerbohrung auf Fertigmaß herausgedreht wird. Die dabei anfallenden Späne werden brikettiert und können der weiteren Lagerherstellung ohne weiteres zugeführt werden. Dagegen sind die beim Trennen des geschleuderten Körpers in Einzellagerlängen und beim Bearbeiten der Stirnflächen anfallenden Späne zum Teil eisenhaltig; aus diesen Spänen müssen vor der Weiterverwendung mit dem Magnetscheider alle Späne, die auch nur kleinste Eisenpartikel enthalten, ausgeschieden werden. Zweckmäßig werden diese Späne auf einem Nutschenfilter 48 Stunden lang mit heißer, verdünnter Schwefelsäure behandelt, die dauernd über die Späne gepumpt wird. Die Schwefelsäure löst die an den Bronzespänen haftenden Eisenteilchen auf und läßt die Bronze- oder Messingspäne nahezu unangegriffen zurück. Von Spänen, die vorwiegend Eisen enthalten, die man mit dem Magnetscheider bei schwächerem Feld vorab abtrennt, sowie von den abgeschnittenen Rohrböden und gelegentlich anfallenden Ausschußstücken löst man umgekehrt zweckmäßig das Messing elektrolytisch ab und schlägt es auf Mutterblechen nieder, um es unmittelbar wieder zu verwenden. Dafür ist ein von den Vereinigten Deutschen Metallwerken ausgearbeitetes und diesen geschütztes Verfahren besonders geeignet, das mit einem zyan-alkalihaltigen Elektrolyten arbeitet. Das zurückbleibende Eisen kann als Schrott eingeschmolzen werden.

Den in ihrem Aufbau und ihrer Herstellung vorstehend beschriebenen Lagerkörpern stand die Technik anfänglich mit Mißtrauen gegenüber; inzwischen hat sich ergeben, daß diese Lager durchaus keine Behelfe sind, sondern sogar eine wertvolle Verbesserung der früheren Technik darstellen, nicht in erster Linie, weil sie wertvolle Metalle sparen, sondern weil sie leichter und zuverlässiger sind als Massivbronze-Lagerschalen. Bei Herstellung nach unvollkommenen Arbeitsmethoden sind anfänglich gelegentlich Fehlschläge aufgetreten, weil die Bindung zwischen Stützschale und Auskleidung mangelhafte Stellen aufwies; bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren, das auf Studien in den Jahren 1935 und 1936 zurückgeht und seit dem Jahre 1939 in großem Umfang ausgeübt wird, können solche Fehler mit Sicherheit vermieden werden.

Diesel- gegen Dampflokomotiven

Für die Aufgaben des deutschen Lokomotivbaues und seine künftige Weltmarktstellung ist die laufende Entwicklung im Ausland nicht ohne Bedeutung: Es zeigt sich dort ein beträchtliches Anwachsen der Bestellungen auf Groß - Diesellokomotiven. So wurden z. B. in US-Amerika von Januar bis Juli 1940 von den Bahnen Erster Klasse 135 Diesellokomotiven von 600 PS aufwärts gegen 101 Dampflokomotiven in Auftrag gegeben; das Bild verschiebt sich aber noch mehr zu ungunsten der letzteren, wenn man ihre geringeren Kilometerleistungen berücksichtigt.

Als nach dem Vorbild des „Fliegenden Hamburger" im Jahre 1934 der Dieselantrieb erstmalig im Langstreckenverkehr der USA auftrat, dachte man zunächst

nur an seine Verwendung für besondere Leichtwagenzüge, die auch mit einem von der normalen Umgrenzungslinie abweichenden kleinen Querschnittsprofil gebaut wurden. Schon 3 Jahre später aber erschienen schwere Diesellokomotiven in Einheiten mit je zwei 900 PS-Motoren, kuppelbar mit Fernsteuerung, so daß nach Belieben 3600 oder 5400 PS-Aggregate gebildet werden konnten, die wahlweise an Stelle der stärksten Dampflokomotiven einsetzbar waren. Neuerdings kommt man mit 1000 PS-Motoren bis auf 6000 PS.

Es war ein glücklicher Gedanke, die maschinelle Einrichtung derart unterzubringen, daß sie für weitgehende Reparaturen während der Fahrt zugänglich wurde. Auf den Fernzügen, mit denen die Diesellokomotiven 1600 bis 3700 km ohne Wechsel durchlaufen, entwickelte sich die Praxis, ständig zwei Monteure mitzuführen, die Instandsetzungsarbeiten, wie Auswechseln von Kolben und Kolbenringen, ja von Laufbüchsen und Zylinderköpfen während der Fahrt durchführen können. Für einen Zylinderkopfwechsel wurde z. B. ein Zeitbedarf von 12 min festgestellt, für den Wechsel eines Kolbens samt Laufbüchse 22 min. Da auf den Fernzügen nach Ausfallen eines Motors noch immer mindestens 75 % der Antriebsleistung bestehen bleibt, kann diese Praxis ohne Beeinträchtigung des Betriebes geübt werden; sie trug weitgehend zur Überwindung der „Kinderkrankheiten" und zur frühzeitigen Erzielung der vorbildlichen Laufleistungen bei, die heute als Ergebnis mehrjährigen Dienstes gemeldet werden können: So legten die sechs 3600 PS-Lokomotiven der Baltimore & Ohio-Bahn, die von New York nach Washington (360 km) und überwiegend nach Chikago (1603 km) verkehren, von ihrer Inbetriebnahme bis zum 30. Juni 1940 in 182 Betriebsmonaten insgesamt 5 538 043 km zurück, das sind nicht weniger als 30 430 km je Lokomotive im Monats- und rund 365 000 km im Jahresdurchschnitt. Die Betriebsbereitschaft betrug durchschnittlich 95,5 %, bei der sechsten Einheit in 2½ Betriebsjahren sogar 99,3 %.

Den auf der Strecke Chikago—Denver verkehrenden Diesellokomotiven sind auf der Union Pacific täglich 1686 km, also monatlich 50 600 km, zugewiesen, auf der Burlington nur um 3 % weniger: Dies sind die höchsten regelmäßigen Lokomotiv-Laufleistungen der Welt. Aber auch die mit nur e i n e m 1200 PS-Motor ausgerüsteten sechs Lokomotiven der „Rocket"-Züge auf der Chicago, Rock Island & Pacific-Bahn haben in 168 Betriebsmonaten 4 808 000 km mit einer durchschnittlichen Bereitschaft von sogar 99,23 % zurückgelegt und arbeiten derzeit nach einem Fahrplan, der bei nur 620 km mittlerer Fahrstrecke 30 116 km Monatsleistung je Lokomotive verlangt. Für laufende Instandhaltung und Reparaturen wurden für diese sechs Lokomotiven bis rund $ 240 000 (RM 590 000) aufgewendet; das sind etwa 27 % der Anschaffungskosten, aber nur 12,3 Rpf. je km *). Zu diesen Erfolgen trug zweifellos auch der bewußte Verzicht auf die Erzielung sofortiger, rein technischer Spitzenleistungen bei: Man wählte betriebssichere, verhältnismäßig langsam laufende Motoren (750 U/min) und nahm zugunsten der Sicherheit höhere Gewichte in Kauf. Die 1800 PS-Einheiten wiegen 114 metrische Tonnen.

Dem Dampflokomotivbau müssen diese Erfahrungen und ihre praktischen Folgen zu denken geben. Was die Laufleistungen betrifft, halten wir heute in günstigen Fällen ein Drittel obiger Ziffern, die, wie die „Rockets" zeigen, nicht einmal durchweg in besonders langen durchgehenden Läufen erzielt werden. Amerikanischen Bahnen ist es immerhin schon gelungen, kohlegefeuerte Dampflokomotiven mit Erfolg 19 000 bis 20 000 km im längeren Monatsdurchschnitt laufen zu lassen, wobei 700 bis 1250 km ohne Wechsel bewältigt werden; auf den Tagungen der Betriebsingenieure wird jedoch der Wunsch nach höheren Leistungen im Interesse der Wirtschaftlichkeit offenbar.

Wir stehen ebenfalls vor der Aufgabe, das Erfordernis an Betriebspausen sowie die Vorbereitungs- und Pflegezeiten unserer Dampflokomotiven herabzusetzen, woran sich Konstrukteur und Betriebsmann gleichzeitig beteiligen müssen. Besondere Beachtung verlangen in dieser Hinsicht Schmierung, Feuerreinigung, Schlacken- und Löscheentfernung, Wasseraufbereitung, Auswechselbarkeit der Einzelteile, die der Abnutzung unterliegen, sowie die Heizhauseinrichtungen und Pflegemethoden. Es liegt im ureigensten Interesse der Dampflokomotive, zu einer wesentlichen Vergrößerung der Laufleistungen zu gelangen, damit der große Vorteil ihrer verhältnismäßig geringen Anschaffungskosten nicht aufgehoben wird. Außerdem soll eine Lokomotive abgeschrieben und ersetzt werden können, bevor sie veraltet ist: Ein Ideal, von dem die dampfbetriebenen Bahnen der Welt heute noch weit entfernt sind, das aber sicherlich erreicht werden kann. Dr. Giesl.

*) Railway Age, 1. Juni 1940.

Rangier-Lokomotiven der Rhätischen Bahn

Die meterspurige Rhätische Bahn besitzt für den Betrieb der Inn-Tal-Linie nach Schuls-Tarasp und den Nachbarverkehr um St. Moritz 7 Stück elektrische 1'Bl'wlk - Personenzug - Lokomotiven [1]). Einige davon sind jetzt in 1'Bl'w/alu-Rangier-Lokomotiven umgebaut worden [2]). Dabei ist der langsam laufende Motor (300 PS, 142 U/min), der über Treibstange, Blindwelle und Kuppelstangen die Treibräder antrieb, durch einen schnellaufenden ersetzt worden, der mit doppeltem Zahnradgetriebe auf die Blindwelle arbeitet. Die beiden End-Führerstände, die im gemeinsamen Wagenkasten den großen Motor und die übrige elektrische Ausrüstung zwischen sich faßten, mußten einem für den Verschiebedienst zweckmäßigeren mittleren Führerstand weichen. Zu beiden Seiten liegen jetzt halbhohe Aufbauten, die außer dem üblichen Zubehör eine Batterie beherbergen; diese erlaubt den Lokomotiven, auch auf den Nebengleisen ohne Fahrleitung oder mit einer Fahrleitung abweichender Stromart zu verkehren. Dies letzte ist für die Rhätische Bahn deshalb wichtig, weil sie an zwei ebenfalls meterspurige Bahnen anderer Spannung und Stromart anschließt. Während die Rhätische Bahn mit Wechselstrom von 11 000 V Spannung und 16⅔ Hz Frequenz betrieben wird, führt die ehemalige Chur—Arosa-Bahn Gleichstrom von 2000 V Spannung und die Bernina-Bahn Gleichstrom

[1]) Seefehlner, Elektrische Zugförderung, Berlin 1922, S. 408.
[2]) Schweiz. Bauztg. Bd. 120 (1942), S. 261.

von 950 V Spannung in ihrer Oberleitung. Da die elektrischen Lokomotiven und Triebwagen bisher nicht auf den Gleisen der Nachbahrbahnen fahren konnten, mußte der Rangierdienst in den Gemeinschaftsbahnhöfen Chur, St. Moritz und Pontresina entweder mit energieeigenen Lokomotiven durchgeführt werden — die Rhätische Bahn besitzt außer einigen Dampflokomotiven aus der Zeit des Dampfbetriebs auch eine Motor-Lokomotive — oder er wurde auf etwas primitive Art durch Abstoßen der zu übergebenden Wagen aus dem eigenen in das Gleis der Anschlußverwaltung ausgeführt. E. B.

Die ersten 100 Lokomotiven der Hessischen Ludwigsbahn

Die Stammlinie der Hessischen Ludwigsbahn war die 47,4 km lange Strecke von Mainz nach Worms und weiter bis zur pfälzisch-bayerischen Grenze. Ihre Eröffnung erfolgte im Jahre 1853 in fünf zeitlich kurz hintereinander folgenden Abschnitten, und zwar:

Mainz—Oppenheim 18,2 km am 23. März 1853,

Oppenheim—Alsheim 11,0 km am 10. Juli 1853,

Alsheim—Osthofen 7,0 km am 23. Juli 1853,

Osthofen—Worms 8,0 km am 25. August 1853,

Worms—bayrisch-pfälzische Grenze 3,2 km am 23. November 1853. (Das pfälzische Anschlußstück Ludwigshafen—hessische Grenze war am 15. November 1853 eröffnet worden.)

In west-östlicher Richtung wurde als Querlinie zu der Main—Neckar-Bahn, die das hessische Gebiet östlich des Rheins in Nord-Süd-Richtung durchzieht, die Linie Mainz—Darmstadt—Aschaffenburg gebaut. Der 33,0 km lange Streckenabschnitt dieser West-Ost-Linie von Mainz nach Darmstadt wurde am 1. August 1858, der Rest Darmstadt—Aschaffenburg mit 41,6 km wenige Monate später, am 18. November 1858, eröffnet. Der Übergang über den Rhein von Mainz nach Gustavsburg wurde zunächst durch eine Eisenbahnfähre bewerkstelligt; mit der Eröffnung der Rheinbrücke im Jahre 1862 wurde dieser Fährverkehr eingestellt.

Der Anschluß an die in Bingen endende Linie der Rheinischen Eisenbahn wurde durch die am 17. Oktober 1859 dem Betrieb übergebene Strecke Mainz—Bingen hergestellt. Die notwendige Verbindung mit Frankfurt a. M. erfolgte am 3. Januar 1863. Diese Linie Mainz—Frankfurt zweigte in Bischofsheim von der Aschaffenburger Strecke ab und mündete bei Louisa in die Main—Neckar-Bahn.

An weiteren Strecken wurden in den nächsten Jahren gebaut:

Worms—Bingen über Alzey, 63,3 km

Worms—Monsheim 11,5 km, eröffnet am 5. Dez. 1864.

Monsheim—Alzey 18,4 km, eröffnet am 27. Dez. 1866.

Armsheim—Bingen 25,7 km, eröffnet am 29. Juni 1870.

Alzey—Armsheim 7,7 km, eröffnet am 1. Nov. 1870.

Darmstadt und Babenhausen—Erbach, 66,6 km

Darmstadt—Ober-Ramstadt 12,2 km, eröffnet am 27. Dez. 1870.

Ober-Ramstadt—Reinheim 7,5 km, eröffnet am 15. Mai 1871.

Reinheim—Wiebelsbach-Heubach 8,5 km, eröffnet am 18. Dez. 1871.

Babenhausen—Groß-Umstadt 11,2 km, eröffnet am 29. Juni 1870.

Groß-Umstadt—Wiebelsbach - Heubach 3,9 km, eröffnet am 27. Dez. 1870.

Wiebelsbach-Heubach—Erbach 23,3 km, eröffnet am 24. Dez. 1871.

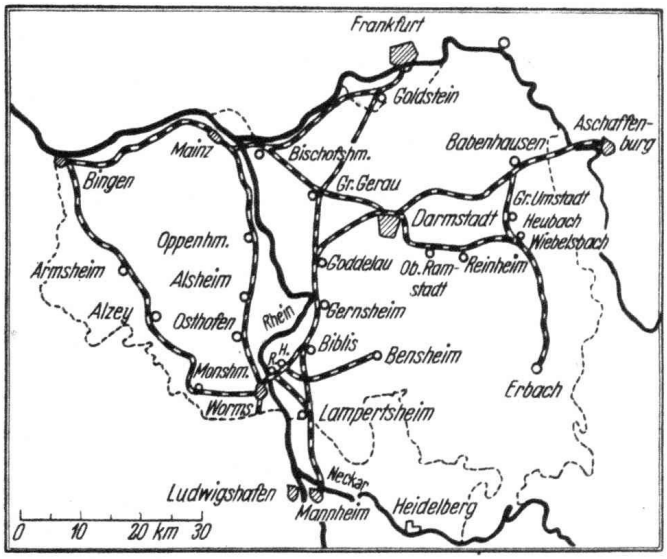


Bild 1: Die Streckenführung der Hessischen Ludwigsbahn

Darmstadt—Worms, 44,5 km

Darmstadt—Gernsheim 25,4 km, eröffnet am 15. April 1869.

Gernsheim—Rosengarten 16,3 km, eröffnet am 1. Juni 1869.

Rosengarten—Worms 2,8 km, eröffnet am 12. August 1870.

Hofheim (Worms)—Bensheim, 17,5 km

eröffnet am 1. Dez. 1869.

Später wurden noch folgende Zweigbahnen eröffnet:

1877 Biblis—Mannheim 28,1 km,

1879 Goddelau-Erfelden—Goldstein 29 km,

1879 Rosengarten—Lampertsheim 9,9 km.

Durch Kaufvertrag vom Jahre 1862 ging am 1. Juli 1872 die Frankfurt—Hanauer Bahn auf die Hessische Ludwigsbahn über.

Ihre ersten Lokomotiven beschaffte die Hessische Ludwigsbahn von Keßler in Eßlingen. Es waren sechs ungekuppelte Maschinen der Achsanordnung 1A1 mit Innenrahmen, Außenzylindern und Keßlerschem Patentkessel. Die Lieferung erfolgte 1852. Sämtliche sechs

Betr. Nr.	Type	Hersteller (Umbaufirma)	F. Nr.	Jahr	Zylinder Durchmesser mm	Zylinder Hub mm	Zylinder Lage	Steuerung Art	Steuerung Lage	Raddurchm. Treibr. mm	Raddurchm. Laufr. mm	Achsstand mm	Kesseldruck atü	Rostfläche m²	Heizfläche Feuerb. m²	Heizfläche Rohre m²	Heizfläche gesamt m²	Gewicht leer t	Gewicht Betr. t	Gewicht Reibg. t	Bemerkung
1—6	1A1-n2-P	Keßler, Eßlingen	221—226	1852	381	561	a			1677		3624		0,936			78,975	20,5	25,5	10,5	Patentkessel Umbau 1875
7—8	1B-n2-Gem.	Keßler, Eßlingen		1854	408	561	a	Allan	i	1520	940	3162	7	0,99	6,03	91,35	97,38	23,9	28,0	20,0	
9—13	1B-n2-Gem.	Keßler, Eßlingen	387—391	1858	408	561	a	Allan	i	1416	936	3162	7	1,0	5,96	90,44	96,40	22,5	25,5	18,5	
14—19	2A-n2-S	Keßler, Eßlingen	425—430	1858	381	610	a	Allan	a	1830	1080	4050	6	0,97	6,17	72,81	78,98	21,6	24,5	11,5	
20—22	C-n2-G	Keßler, Eßlingen	486—488	1860	460	632	a	Allan	a	1400	—	3420	7	1,45	6,89	114,95	121,84	28,0	32,0	32,0	
23—24	1A1-n2-P	Keßler, Eßlingen	500—502	1860	381	561	a	Steph.	i	1680	1080	3924	7	0,92	5,83	69,95	75,78	21,6	25,0	11,5	
25—26			503—504	1860																	
27—28			544—545	1861																	
29—32			563—566	1862																	
33—34			639—640	1863																	
35—37	2A-n2-S	Keßler, Eßlingen	609—611	1863	381	610	a	Allan	a	1830	1080	4050	6	0,97	6,17	72,81	78,98	21,6	24,5	11,5	
38—42	C-n2-G	Keßler, Eßlingen	593—597	1862	460	632	a	Allan	a	1400	—	3420	7	1,45	6,89	114,95	121,84	28,0	32,0	32,0	
43—44	1B-n2-P	Keßler, Eßlingen	641—642	1863	408	561	a	Allan	i	1536	1085	3420	8	1,0	6,01	89,57	95,58	24,0	27,0	22,0	
45—50	1A1-n2-P	Keßler, Eßlingen	658—663	1864	381	561	a	Steph.	i	1680	1080	3924	7	0,92	5,83	69,95	75,78	21,6	25,0	11,5	Nr. 45 und 49 in 1B-n2-P umgeb. 1877. Mbg. Krlsr. Ausgem. in den 70er Jahren.
51—52	2B-n2-T	Norris, Philadelph.																			
53—55	C-n2-G	Keßler, Eßlingen	706—708	1865	460	632	a	Allan	a	1400	—	3420	7	1,45	6,89	114,95	121,84	28,0	32,0	32,0	
56—58	1B-n2-P	Keßler, Eßlingen	703—705	1864	408	561	a	Allan	i	1536	1085	3420	8	1,0	6,01	89,57	95,58	24,0	27,0	22,0	
59—62			769—772	1865																	
63—64	B1-n2-P	Keßler, Eßlingen	889—890	1868	408	561	a	Allan	i	1536	1086	4050	8	1,11	6,13	94,94	101,07	27,2	30,3	26,3	
65—66			929—930	1869																	
67—74			1050-51,58-63	1870																	
75—81			1097—1103	1871																	
82—88	B1-n2-T	Keßler, Eßlingen	(897—900)	1868/71	408	561	a	Allan	i	1536	1086	4050	8	1,11	6,13	94,94	101,07	29,5	40,0	28,0	
89	D-n2-G	Keßler, Eßlingen	1104	1871	500	610	a	Allan	a	1086	—	3483	9	1,85	9,54	157,05	166,59	39,25	45,3	45,3	
90—91			910—911	1869																	
92—93			1105—1106	1871																	
94—96			1158—1160	1872																	
97—106	1B-n2-S	Keßler, Eßlingen		1872	435	612	a	Allan	i	1830	1080	4500	8,7	1,16	7,33	93,33	100,66	31,4	35,5	23,5	
																					Umbau Nr. 1—6
1—6 (Später 221-226)	B-n2-Rangier	Keßler, Eßlingen	1464—1469	1875	381	561	a	Steph.	i	1430	—	2500	9,0	0,85			41,88	20,69	22,58	22,58	
45 u. 49	1B-n2-P	Masch.- Bau. Ges. Karlsruhe		1877																	

Tafel 1: Die Lokomotiven Nr. 1—106 der Hessischen Ludwigsbahn

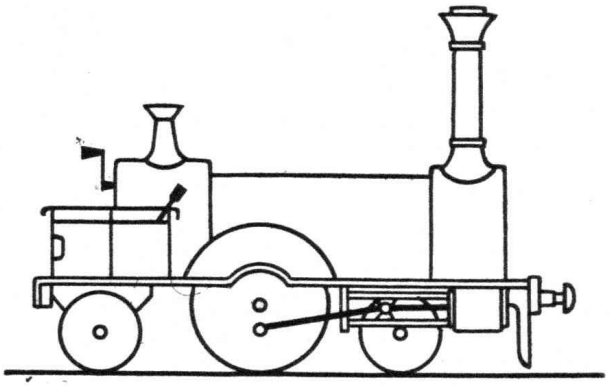


Bild 2: 1A1-n2-Lokomotive, Betr.-Nr. 1—6 (nach Skizze)

Lokomotiven wurden nach 23 Jahren (1875) von der Lieferfirma umgebaut. Der Umbau war ein vollständiger, und so erhielten sie auch neue Fabriknummern, 1464—1469; zuvor hatten sie die Fabriknummern 221—226. Bild 2 zeigt die Lokomotiven vor dem Umbau, Bild 3 nach dem Umbau als B-Rangier-Lokomotive mit Schlepptender.

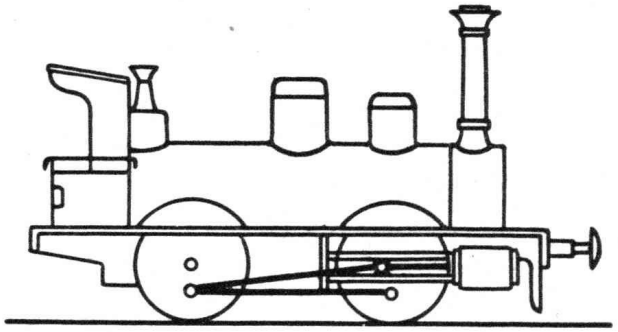


Bild 3: B-n2-Rangier-Lokomotive, Betr. Nr. 1—6 Umbau (nach Skizze)

Zwei Jahre nach der Lieferung der ersten sechs wurden zwei weitere Lokomotiven beschafft. Diese Lokomotiven waren als Gemischtzug-Lokomotiven gedacht und hatten die Achsanordnung 1B. Die Treibräder waren bei einem Durchmesser von 1520 mm etwas kleiner. Die Lieferfirma war wieder Keßler in Eßlingen. Im Jahre 1858 wurde diese Lieferung mit 5 Stück fortgesetzt. Der Treibraddurchmesser war mit 1416 mm um über 100 mm kleiner als der der Erstlieferung. Alle 7 Lokomotiven dieser beiden Lieferungen hatten Innenrahmen und Außenzylinder.

Der Bedarf an großrädrigen Maschinen für den Schnellzugverkehr wurde, wie auch z. T. bei anderen Bahnen, zunächst durch Crampton-Lokomotiven gedeckt. Es waren sechs Stück mit den Betriebsnummern 14 bis 19, die Keßler in Eßlingen 1858 lieferte. Sie trugen die Namen: Ludwig, Mathilde, Cl. Lauteren, Karl der Große, Maximilian und Aschaffenburg und hatten Innenrahmen und Außenzylinder (Bild 4).

Ihre ersten Dreikuppler beschaffte die Hessische Ludwigsbahn im Jahre 1860. Es waren drei Stück von Keßler gebaute C-Güterzug-Lokomotiven mit Außenrahmen und Außenzylindern (Bild 5).

Im selben Jahre wurden von Keßler vier ungekuppelte 1A1 - Personenzug - Lokomotiven mit Innenrahmen und Außenzylindern geliefert — eine Lieferung, die in den folgenden Jahren fortgesetzt wurde (Bild 6). Von diesen Personenzug-Lokomotiven mit

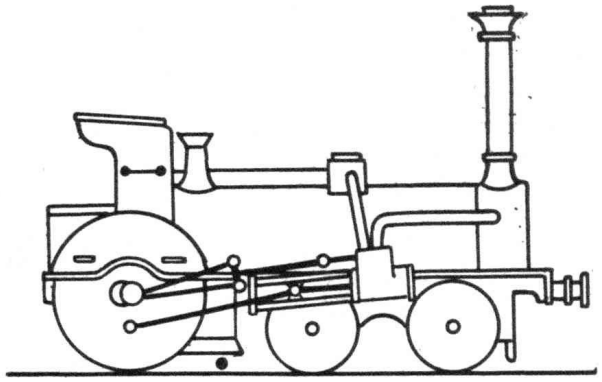


Bild 4: 2A-n2-Crampton-Schnellzuglokomotive, Betr. Nr. 14—19, 35—37 (nach Skizze)

1680 mm Treibraddurchmesser wurden in der Folge geliefert:

1861	2 Stück	Betr.-Nr.	27—28
1862	4 „	„	29—32
1863	2 „	„	33—34
1864	6 „	„	45—50

Von diesen ungekuppelten Personenzug-Lokomotiven waren also insgesamt 18 Stück geliefert worden.

Zwei dieser Lokomotiven, Betr.-Nr. 45 und 49, wurden einem Umbau auf 1B unterzogen, der im Jahre 1877 von der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe vorgenommen wurde.

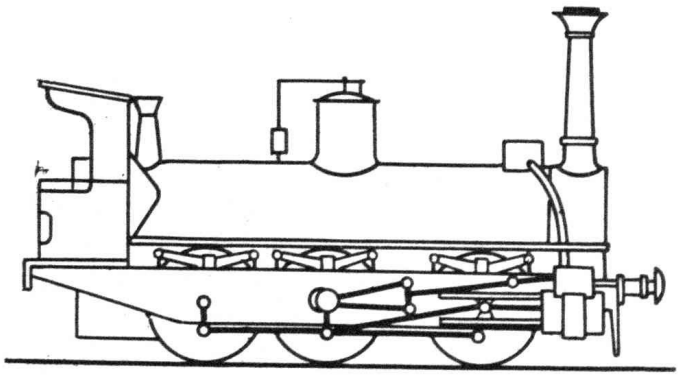


Bild 5: C-n2-Güterzuglokomotive, Betr. Nr. 20—22, 38—42, 53—55 (nach Lichtbild)

Im Jahre 1863 wurden noch einmal drei Crampton-Lokomotiven für den Schnellzugverkehr in Dienst gestellt, die wie alle übrigen Lokomotiven von Keßler geliefert wurden. Damit belief sich die Zahl der von der Hessischen Ludwigsbahn betriebenen Crampton-

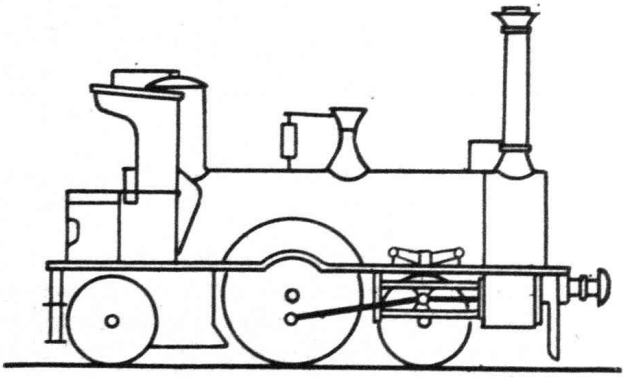


Bild 6: 1A1-n2-Personenzuglokomotive, Betr. Nr. 23—34, 45—50 (nach Lichtbild)

Lokomotiven auf insgesamt neun Stück. Diese zuletzt gelieferten drei Crampton-Lokomotiven waren bis 1872 die letzten großrädrigen Lokomotiven.

Inzwischen waren auch weitere C-Güterzug-Lokomotiven beschafft und dem Betriebe übergeben worden; es waren 5 Keßlersche Dreikuppler vom Jahre 1862. Sie waren den zwei Jahre vorher gelieferten gleich. Eine Fortsetzung der Lieferung erfolgte mit 3 Stück im Jahre 1865. Diese acht Lokomotiven liefen unter der Betr.-Nr. 38—42 bzw. 53—55.

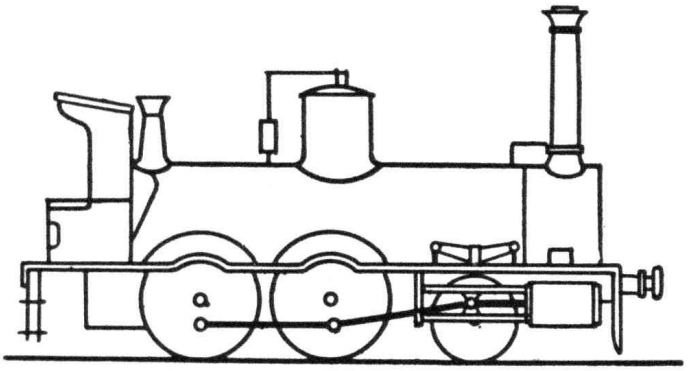


Bild 7: 1B-n2-Personenzuglokomotive, Betr. Nr. 43—44, 56—62 (nach Lichtbild)

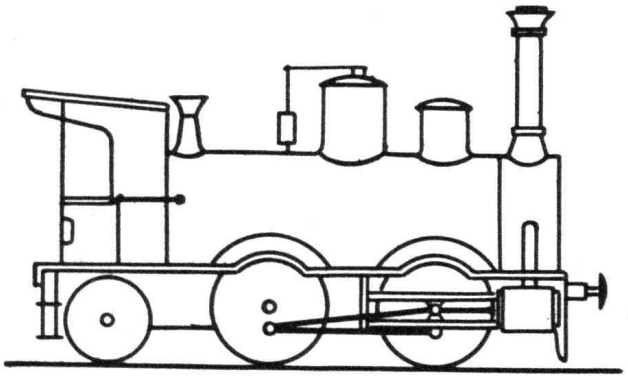


Bild 8: B1-n2-Personenzuglokomotive, Betr. Nr. 63—81, ferner Betr. Nr. 113—118, 150—153, 170—179 (nach Lichtbild)

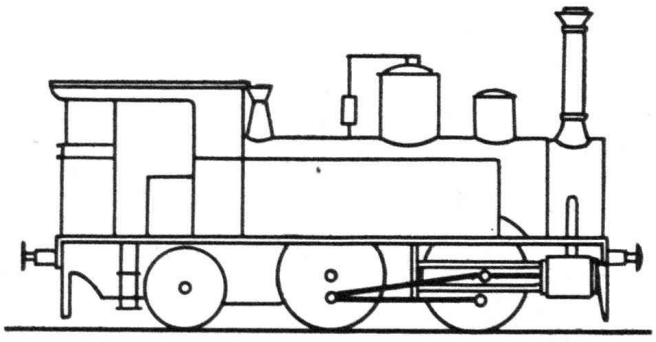


Bild 9: B1-n2-Tenderlokomotive, Betr. Nr. 82—88, ferner Betr. Nr. 137—139, 154—155 u. Ers. 51—52 (nach Lichtbild)

1863 begann die Lieferung einer Serie Personenzug-Lokomotiven der Anordnung 1B mit Innenrahmen und waagerechten Außenzylindern (Bild 7). Die Bestellung erfolgte nach wie vor in Eßlingen. Die ersten beiden Lokomotiven dieser Serie erschienen 1863, drei weitere 1864 und 1865 nochmals zwei Stück; ihre Betriebsnummern waren 43 und 44, 56 bis 62.

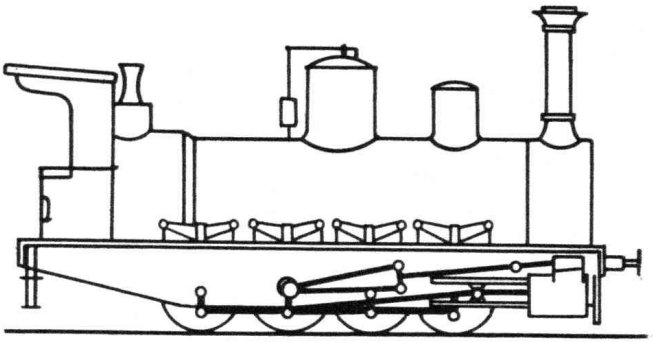


Bild 10: D-n2-Güterzuglokomotive, Betr. Nr. 89—96 (nach Lichtbild)

1868 erscheint, wie auch auf verschiedenen anderen Bahnen, die Personenzug-Lokomotive mit der Achsanordnung B1 (Bild 8). Entgegen der obigen Serie Personenzug-Lokomotiven mit überhängender Feuerbüchse war hier der Überhang durch die hintere Anordnung der Laufachse vermieden, doch mußte die vorn laufende Kuppelachse die Führung übernehmen. Wie bei der 1B-Serie waren auch bei der B1-Serie alle drei Achsen fest. Von dieser Type wurden insgesamt 39 Stück von der Hessischen Ludwigsbahn bei Keßler beschafft, und zwar:

1868	2 Stück	Betr.-Nr.	63— 64
1869	2 „	„	65— 66
1870	8 „	„	67— 74
1871	7 „	„	75— 81
1873	6 „	„	113—118
1874	4 „	„	150—153
1875	5 „	„	170—174
1877	5 „	„	175—179

Sieben fast gleiche Lokomotiven lieferte Henschel in den Jahren 1869—1872 (Betr.-Nr. 134—136, 140—143).

Etwa im gleichen Zeitraum, von 1868 bis 1874, waren Tender-Lokomotiven der Anordnung B1 beschafft worden; sie hatten seitliche Wasserkästen, waren aber ihren Kolleginnen mit Schlepptender sowohl im Aufbau als auch in den Abmessungen gleich (Bild 9). Auch die Lieferfirma war wiederum die gleiche. Im Jahr 1868 erfolgte zunächst eine Lieferung von vier Stück; im ganzen wurden von Keßler 14 Stück beschafft. In dieser Zahl sind wahrscheinlich 4 Stück der inzwischen übernommenen Frankfurt—Hanauer Bahn enthalten. Die ersten hatten die Betr.-Nr. 82—88.

Die ersten vierfach gekuppelten Lokomotiven nahm die Hessische Ludwigsbahn im Jahre 1869 in Betrieb (Bild 10). Es waren Keßlersche Güterzug-Lokomotiven mit Außenrahmen und Außenzylindern. Treibachse war die dritte Achse. Die ersten beiden 1869 gelieferten D-Lokomotiven liefen unter Betr.-Nr. 90 und 91, die nächsten drei vom Jahre 1871 hatten die Betr.-Nr. 89, 92 und 93, weitere drei vom Jahre 1872 die Nummern 94—96.

Wie oben bereits erwähnt, erfolgte 1872 erneut der Bau und die Inbetriebnahme von großrädrigen Lokomotiven für den Schnellzugdienst. Es waren 10 Stück von Keßler mit einem Treibraddurchmesser von 1830 mm. Sie waren ähnlich wie die zuvor gelieferten Personenzug-Lokomotiven mit Außenrahmen, Außenzylindern und Anordnung 1B. Die Achsen waren fest, Treibachse war die erste Achse. Die Betriebsnummern waren 97 bis 106.

Für den Fährbetrieb von Mainz nach Gustavsburg waren von der Hessischen Friedrich-Wilhelms-Nordbahn zwei 2B-Norris-Maschinen gekauft worden. Diese wurden zu Sattel - Tendermaschinen umgebaut und trugen die Betriebsnummern 51 und 52. Sie entstammten einer Gruppe von 4 Stück, die als erste Lokomotiven der Hessischen Friedrich-Wilhelms-Nordbahn in den Jahren 1847/48 von Norris in Philadelphia beschafft worden waren. In den ersten siebziger Jahren scheinen sie ausgemustert worden zu sein. Ihre Betriebsnummern erhielten Keßlersche B1-Tendermaschinen.

Bei Lieferung der hundertsten Lokomotive im Jahre 1872 hatte der Lokomotivpark der Hessischen Ludwigsbahn also folgendes Aussehen:

Schnellzug-Lokomotiven:

2A = 9 Stück 1B = 4 (10) Stück	}	13 (19) Stück

Personenzug-Lokomotiven:

1A1 = 24 Stück 1B = 9 „ B1 = 19 „	}	52 Stück

Gemischtzug-Lokomotiven:

1B = 7 Stück		7 Stück

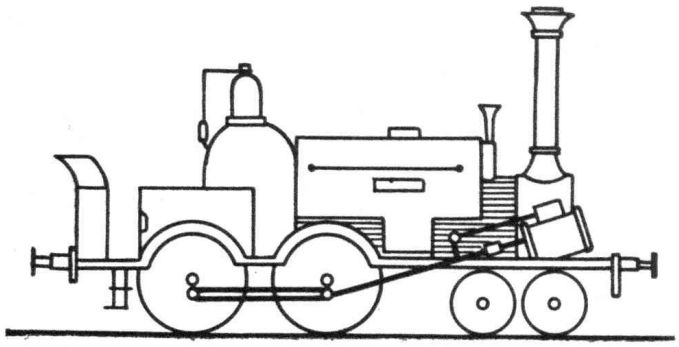


Bild 11: 2B-n2-Satteltender-Lokomotive, Betr. Nr. 51—52, Umbau aus 2B-Norris-Lokomotive (Rekonstruktion)

Güterzug-Lokomotiven:

C = 11 Stück D = 8 „	}	19 Stück

Tender-Lokomotiven:

B1 = 7 Stück (2B = 2 „)	}	9 Stück

Kobschätzky VDI.

Die Eisenbahnen Indochinas

In Indochina, das gegen Ende des vorigen Jahrhunderts aus Cochinchina, Annam, Kambodscha und Tongking gebildet wurde, war vor 1905 praktisch keine Eisenbahn vorhanden außer der Strecke Saigon—Mytho, rd. 80 km, im äußersten Süden. Vor der Grenzberichtigung zugunsten Siams im März 1941 und dem Eindringen der Japaner besaß diese französische Kolonie 2900 km Eisenbahnen von Meterspur, wovon 2400 km Staatsbahnen waren. Das Rückgrat der Staatsbahnen wird gebildet von der Strecke Saigon—Hanoi, d. h. zwischen den Hauptstädten Cochinchinas und Tongkings, die 1740 km der Küste entlang läuft und deren erste 320 Kilometer i. J. 1905 eröffnet wurden. Die letzten 177 Kilometer wurden gegen Ende 1936 dem Betriebe übergeben. Im übrigen setzen sich die Staatsbahnen aus Zweig- und isolierten Strecken zusammen. Im Norden führt die Strecke Hanoi—Na Cham an die chinesische Grenze. Diese Bahn sollte Hanoi und seinen Hafen Haiphong über Nanning mit Hengschow an der Kanton—Hankow-Bahn verbinden; die Strecke Hengschow—Liuschow war bereits im Betrieb, jene von Nanning an die chinesisch-burmanische Grenze im Bau, als Japan Nanning besetzte. Seither wurde der Bahnbau von Liuschow nordwärts gegen Kweiyang in Regelspur fortgesetzt, so daß die Strecke von Hanoi nach Na Cham Stückwerk geblieben ist. Zweiglinien der großen Küstenbahn sind Tourcham—Dalat, 64 km, mit zwei Zahnstangenstrecken 1 : 8, und Tanap—Xomcuc, 19 km, einer geplanten Bahn nach Thakek an der siamesischen Grenze. Eine isolierte Eisenbahn verläuft von Phnompenh, der Hauptstadt Kambodschas, nach Mongkolborey. Sie wurde 1933 als Privatbahn eröffnet und 1936 vom französischen Staate übernommen. Die Strecke ist 354 km lang; ihr Ende, 64 km von Battambang ab, wurde durch die Gebietsabtretung siamesischer Besitz. Die etwa 50 km weite Lücke bis zur Station Aranya Pradhesa der Siamesischen Staatsbahnen dürfte inzwischen geschlossen

Bild 1: Eisenbahnen Indochinas und der angrenzenden Gebiete

worden sein. Phnompenh ist mit Mytho auf dem Mekong-Fluß und mit Saigon durch eine Landstraße verbunden. Eine andere Linie verläuft von Thudau-

mont, das mit Saigon durch eine private, meterspurige Bahn verbunden ist, nach Loc Ninh. Die Betriebsmittel der Staatsbahnen waren nach den letzten Nachrichten 195 Lokomotiven mit Schlepptender, 53 Tender-Lokomotiven, 6 Dieseltriebwagen, 438 Personenwagen und 2868 Güterwagen. Lokomotiven, Personenwagen und die neueren Güterwagen sind mit Vakuumbremse ausgerüstet. Im Jahre 1940 betrug die Betriebszahl 74,8 % bei 40 Mill. Francs Überschuß. Der übliche Oberbau besteht aus 27 kg-Schienen von 12 m Länge auf Schwellen aus Holz oder Stahl, von welchen etwa 1420 auf dem Kilometer liegen. Der kleinste Bogenhalbmesser ist 300 m. Die Höchstgeschwindigkeit in der Geraden ist auf 90 km/h beschränkt. Der tägliche Schnellzug Saigon—Hanoi legt die Strecke in 40 Stunden 20 Minuten zurück, d. h. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 43,5 km/h. Die Stahlbrücke über den Roten Fluß bei Hanoi ist mit ihren 1850 m die längste im Fernen Osten.

Die bedeutendste Privatbahn Indochinas ist die 395 km lange Strecke Haiphong—Lao Kai an der chinesischen Grenze, die sog. französische Yünnan-Bahn. Auf ihre Verlängerung nach Künming (Yünnanfu), 860 km von Haiphong, hatte die Cie. Française des Ch. de Fer de l'Indo-Chine et du Yunnan eine 80jährige Konzession. Beim Angriff Japans auf Yünnan wurde von chinesischer Seite der nördlich Lao Kai gelegene Teil der Bahn zerstört. Der Bau der Bahn war 1904 begonnen und 1910 vollendet worden. Die Gesellschaft besaß 51 Lokomotiven mit Schlepptender, 31 Tender-Lokomotiven, 8 Diesel- und 2 Petroleum-Triebwagen, 217 Personenwagen und 958 Güterwagen von 10 bis 20 t Tragfähigkeit. Wieviel davon jetzt in chinesischer Hand ist, ist nicht bekannt. Der Haiphong—Hanoi-Expreß legt die 101 km in 1 Stunde 51 Minuten zurück.

Das Programm von 1936 sah den Bau einer Linie Mytho—Cu Mau im Süden des Landes und eine Linie Saigon—Tay Ninh vor, doch war, soviel bekannt, 1940 noch nicht damit begonnen. Das bedeutendste Projekt ist der Bahnbau von Tanap über Ban Naphao und Pakse nach Kampong Thom, etwa 200 km nordwestlich Loc Ninh oder 320 km nordwestlich Saigon und nur 80 km von der Strecke Phnompenh—Battambang (—Bangkok) entfernt. Vermessen und teilweise im Betrieb ist die Teilstrecke Tanap—Thakek. Von siamesischer Seite ist der Anschluß von Thakek an die Bahn Bangkok—Kumpu Kwapi beabsichtigt. Japan legt Wert darauf, eine Bahnverbindung nach Burma zu schaffen, um im Falle seiner Ausschaltung aus den östlichen Gewässern eine gute Landverbindung dorthin zu haben. Es hat bereits die Vollendung der Bahnverbindung Schanghais mit Singapur über Bangkok angekündigt.

Dr. Schn.

Feldbahn-Lokomotiven

Von Oskar Dost

Die Bestimmung des Begriffs „Feldbahn" hat im Laufe der Jahrzehnte stark geschwankt, bis sie sich zuletzt dahin geklärt hat, daß man darunter eine kleinbahnähnliche Schmalspurbahn für nichtöffentlichen Verkehr zu verstehen hat. Eine Feldbahn dient ihrem Besitzer zur Beförderung von Gütern (nur nebenbei und gelegentlich auch von Personen) innerhalb seines Besitztums, insbesondere — wie der Name sagt — innerhalb seines „Feldes", innerhalb seiner Äcker, Pflanzungen, Plantagen, Felder aller Pflanzenarten. Sie geht hier querfeldein, nachdem sie von der Betriebsstätte aus Wege mitbenutzt hat. Während sie innerhalb der Wege kleinbahnmäßig verlegt wird, führt man sie über Feld halbbeweglich hinweg; ihre Gleise liegen hier zwar nicht völlig frei und lose wie Förderbahnjoche, sind jedoch so angelegt, daß man sie leicht abbauen kann (um sie anderweitig neu vorzustrecken), ohne die an einen sorgfältig gestopften Oberbau verwendete Mühewaltung bedauern zu müssen. Von einer solchen, an sich wünschenwerten Arbeit sieht man bei einer Feldbahn aus wirtschaftlichen Gründen ab. Die Feldbahn soll zwar gewisse und durchaus nicht geringfügige Leistungen, braucht jedoch keine Hochleistungen zu erzielen, sie soll aber in ihrer Lage leicht veränderlich sein oder auch ganz abgebaut werden können.

Als Feldbahnen bezeichnet man außerdem seit ihrer Entstehung, wenn auch zunächst nicht mit sicherer Begriffsdeutung, die kriegsmäßigen schmalspurigen und leichten Eisenbahnen für Heereszwecke, soweit sie mit schweren Maschinen betrieben werden und kleinbahnähnlich angelegt worden sind. Auch das Heer bedient sich daneben der Förderbahn, die von Hand, mit Pferden oder mit leichten Lokomotiven betrieben wird.

Der Feldbahn verwandt und vielfach völlig gleichartig ist die Werkbahn mit schmaler Spur; auch sie kann militärischen Zwecken dienen, wie es bei den Bahnen in Baustofflagern, Werkstätten, Munitionsanstalten und Werften der Fall ist. Eine der berühmtesten Anlagen dieser Art ist die insgesamt etwa 100 km lange Bahn von 460 mm Spur des Arsenals Woolwich,

Tafel 1

Hauptmaße einiger Feldbahn-Lokomotiven

(nach Achsdrücken geordnet)

	Achsdruck kg	Dienst-Gewicht kg	Radstand mm	Zugkraft kg	p	d mm	h mm	D mm	Heizfläche m²
B + B Rittergut Bärfelde, elektrisch	1500	6000	?	900	—	—	—	680	—
B + B Plantage Java	2500	10000	?	?	12	160 240	300	600	18.5
1 B-Feldbahn 1888	2500	6500	?	?					
B Benzol-Baulokomotive	2500	5000	?	382	—	—	—		
C Brigadelokomotive (Doppel)	2583	7750	1300	1492	15	180	240	586	14.3
2 C englische Heeresbahn	2800	14000	?	?	?	241	305	610	?
E preußische Heeresbahn	3000	15000	2992	3100	14	270	300	600	27.5
B Sosnowice Werkbahn	3100	6200	?	?	12	165	300	600	10.0
D Brigadelokomotive	3125	12500	2200	2125	15	240	240	586	18.0
C Baulokomotive	3333	10000	1400	1588	12	210	300	600	18.5
B + B Feldbahn Frankreich	3500	14000	?	?	?	178	240		
E javanische Plantagenbahn	3500	17500	2880	?	12	280	300	600	30.4
B Diesel-Lokomotive	3500	7000	?	35 PS	—	—	—	600	—
B Diesel-Grubenlokomotive	4000	8000	?	2300	—	—	—	?	—
B+B+B+B Lokomotive Frankreich	4375	35000	1160	4500	—	—	—	750	—
B Lokomotive für Zuckerfabrik	4600	9200	1400	2360	12	235	300	600	19,7
C Lokomotive Plantagen Philippinen	4700	14100	1550	2360	12	235	300	630	23.6
C Diesel-Baulokomotive	5300	16500	?	5000	—	—	—	?	—
B Lokomotive Amanus Dienstbahn	7500	15000	1500	3530	12	280	350	700	26.0

die teilweise zweispurig/dreischienig (mit Normalspur) ist.

Recht frühzeitig sind für Feldbahnen ihrer Art angepaßte Lokomotiven entwickelt worden, nachdem sie zunächst — wie Förderbahnen überwiegend heute noch — mit Pferden oder von Menschenkraft betrieben worden waren. Eine der ersten Bau-Lokomotiven hat 1869 Krauß & Co. geliefert; sie gehört in die Reihe der Feldbahn-Lokomotiven, wenngleich an sich die Bauförderbahn nach der heutigen Anschauung keine Feldbahn ist. Es lassen sich übrigens die Maschinentypen noch schwieriger begrenzen als die der Bahnen, auf denen sie laufen: Dies wird augenscheinlich, wenn — wie im Kriege — für bestimmte Massenbedarfseinrichtungen plötzlich Maschinen aufgeboten werden. Da muß ganz wie bei den kämpfenden Soldaten und schaffenden Männern und Frauen großzügig verfahren werden, man kann nicht Rücksicht nehmen auf besondere Eignung und Art, auf bestimmte Sondereinrichtungen, sondern alles wird in Massen dort eingesetzt, wo Bedarf vorhanden ist, der durch das Objekt nach menschlichem Ermessen gedeckt werden kann. So kann eine Lokomotive auf Gleise gesetzt werden, für die sie nicht konstruiert worden ist; hierbei darf man allerdings nicht zu weit gehen, wie namentlich Erfahrungen im Weltkriege gezeigt haben. Schon die für schweren Oberbau bestimmte 600spurige Baggerbahn-Lokomotive in B1 - Anordnung ist völlig ungeeignet für das alte „Brigadegleis" der Feldbahn mit seinen unausbleiblichen Unebenheiten und Federungsausschlägen. Als Feldbahnoffizier einer Fußartillerieschießplatz-Kommandantur erhielt ich im Weltkriege eine solche Maschine, die — für ihre Bestimmung tadellos geeignet — der Schrecken unserer Betriebsabteilung werden sollte, weil sie fast täglich entgleiste. Gleiche Erfahrungen hat man bei Feldbahnen in Polen mit schweren Kleinbahn-Salonwagen, bei einer 750-mm-Bahn mit Wagen und Maschinen der Sächsischen Staatsbahnen, haben die Engländer 1914/18 bei den Meterspurbahnen in Flandern mit den friedensmäßigen Betriebsmitteln machen müssen. Der Kriegsbau verursacht unvermeidliche Unebenheiten in der Gleislage, die nur Fahrzeuge mit entsprechender Bauweise überwinden können. Gleiche Verhältnisse aber weisen auch die friedensmäßigen und zivilen Feldbahnen auf, denn auch sie sind — beiläufig meist aus gleichartigem Oberbau — schnell und wenig sorgfältig verlegt, kaum gestopft, nicht mathematisch bogengetreu; sie sollen wie jene die Möglichkeit bieten, leicht wieder aufgenommen werden zu können, ohne daß man nach kurzer Betriebsdauer die Mühe sorgfältigen Verlegens bedauern müßte.

So ist denn also die Feldbahn-Lokomotive eine leichte, mittelmäßig leistungsfähige Maschine enger Spur, die gut kurvenläufig und allseitig biegsam im Laufwerk sein soll. Dies erfordert hohe Achszahl (mindestens 3), Seitenverschiebbarkeit und Lenkfähigkeit der Achsen, starren und sehr festen Rahmen bei leichtem Federspiel der Achsen, Übersichtlichkeit und Einfachheit aller Maschinenteile. Wenn die Feldbahn-Lokomotive recht spät als solche zur Vollendung ihrer Konstruktion gekommen ist, so hat das seine Ursache in den Schwierigkeiten, die sich aus diesen Forderungen ergeben. Schrittmacher auf dem Wege dazu ist in Deutschland wie in Frankreich das Heer gewesen, ohne dessen Mitwirkung dieses Ziel vielleicht überhaupt nicht erreicht worden wäre (da der große Auftraggeber gefehlt hätte), sicherlich aber nicht in gleicher Zeit. Den Heeren lag viel daran, für ihre teils der schweren Artillerie allein, teils der ganzen Armee im Fronteinsatz dienenden Feldbahnen Lokomotiven zu schaffen, die biegsam, leicht und leistungsfähig waren, dabei einfach zu bedienen und unverwüstlich wie auch wenig empfindlich. Während Frankreich ihre Reihe mit Mallet-Maschinen zur Probe eröffnete, denen dann endgültig 1888 die Einheits-Lokomotive in Bauart Pêchot-Bourdon folgte (Fairlie-Typ), kam Preußen nach Versuchen mit einer heute grotesk anmutenden 1B-Maschine mit Schlepptender auf die später Normaltyp gewordene Bauart der Doppelmaschine $T^3/_3 + T^3/_3$, d. h. zwei dauernd verkuppelte Tendermaschinen. Da diese wie siamesische Zwillinge Rücken an Rücken fest zusammenhingen, nannte man sie volkstümlich „Zwillings-Lokomotiven" *). Der Maschineningenieur darf dabei nicht vergessen, daß nicht Fachleute diesen irreführenden Begriff geprägt haben, sondern maschinenfremde und lebensnahe Pioniere. Wir wollen ihn heute nur noch traditionell und in Anführungsstrichen anwenden. Dem Wesen der Feldbahn-Lokomotive entsprechend waren ihre Zylinder naturgemäß in Zwillingsanordnung gebaut; sie war also auch im eigentlichen Sinne eine Zwillingsmaschine.

Diese bekannte und jahrzehntelang für die preußische und japanische Heeresfeldbahn tpyische Doppel-Lokomotive war solange am Platze, wie sie unübertrefflich war an Kurvenbeweglichkeit und Zugkraft. Sie mußte aber als Gutes einem Besseren weichen, als die Klien-Lindner-Hohlachse aufkam, die in der D-Lokomotive Anwendung fand, ersetzt 1916 durch die E-Lokomotive mit Zahnrad-Endachsen, Bauart Luttermöller, zu deren serienmäßiger Einführung es durch den Zusammenbruch nicht mehr kam. Sie bot die idealen Laufverhältnisse einer 1C1-Lokomotive.

Mit diesen Lokomotiven lassen sich die für Kleinbahnen bestimmten Maschinen gleicher Spur nicht vergleichen, weil sie für andere Laufbedingungen, meist auch für weit höhere Achsdrücke gebaut sind; vergleichbar sind lediglich Maschinen für echte Feldbahnen, Werkbahnen, Plantagen- und ähnliche Bahnen, wie sie in der Übersicht der Hauptmaße (Tafel 1) zusammengestellt sind. Sie lassen erkennen, daß ihre Erbauer vielfach mit noch größeren Laufschwierigkeiten gerechnet haben, als sie bei der Heeresfeldbahn auftreten, vor allem mit schwachem Oberbau. Typisch für Plantagenbahnen mit ihrer oft sehr erheblichen Längenausdehnung ist die Schlepptender - Maschine, neuerdings abgewandelt in eine Halbtender-Lokomotive. Hier zeigt sich deutlich die Abgrenzung gegenüber der Kleinbahn-Lokomotive, die zwar oft geringere Länge, fast stets aber schwereren und festeren Oberbau vorfindet. Die zivile Feldbahn erfreut sich nicht der soliden Arbeitskräfte wie die Heeresfeldbahn, bei der mit soldatischer Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt wenigstens die mit einigem Aufwand abstellbaren Fehler und Unebenheiten behoben werden.

Man kann bei dieser Betrachtung nicht an einer interessanten Maschine vorbeigehen, die das englische Kriegsamt (W. D.) im Weltkriege in 600-mm-Spur für

*) Besonders reizvoll ist dabei die sprachschöpferische Bildung „Jlling" für die eine Maschinenhälfte bei selbständiger Verwendung.

die Feldbahnen an der Westfront bauen ließ. Bei Kriegsausbruch besaß England keine Armeefeldbahnen, aber eine solche von 762 mm Spur war in Vorbereitung. Zur Anpassung an französische Verhältnisse wählte man die 600er Spur, konstruierte aber die Maschine frei, ohne alle Vorbilder, mit dem Ziel großer Stärke bei guten Laufverhältnissen. So kam man auf die damals normale Schnellzuganordnung 2C, die für Feldbahnen und die 600-mm-Spur zum erstenmal angewandt wurde. Die Maschine ist schön in der Liniengestaltung und Massenverteilung und hat nach der Demobilmachung auf englischen Werkbahnen Verwendung gefunden.

Die Feldbahn-Lokomotive der Gegenwart, bestimmt für die dargestellten Feld- und Werkbahnen aller Art, unterscheidet sich nicht wesentlich von ihren Vorläufern der letzten Jahrzehnte, sofern es sich um Dampflokomotiven handelt. Die Errungenschaften der lokomotivtechnischen Neuzeit sind zumeist Verfeinerungen, namentlich Maßnahmen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, die der engspurigen Feldbahn-Lokomotive bei ihrer robusten, fast primitiven Einfachheit kaum zugute kommen können. Der Überhitzer findet nur selten Anwendung, der Kolbenschieber hat den einfachen Flachschieber nicht zu verdrängen vermocht, während sich die Heusinger-Steuerung den sonstigen hier gebräuchlich gewesenen Steuerungen gegenüber durchgesetzt hat. Die Lenkbarkeit der Achsen hat weitere Fortschritte als durch die Klien-Lindner-Hohlachse und den Antrieb nach Luttermöller nicht erfahren.

Die Gegenwart hat der Feldbahn jedoch eine teilweise Abkehr von der Dampflokomotive gebracht unter Hinneigung weitaus am stärksten zur Diesel-Lokomotive, entstanden aus der Benzolmaschine, die durch den Frontbetrieb der Feldbahnen an der Westfront 1914/18 auf beiden Seiten stärkste Verbreitung gefunden hatte. Daneben wird der elektrische Antrieb verwendet, doch kann er sich dem so einfachen und anspruchslosen Motorbetrieb gegenüber nur schwer durchsetzen, da er recht hohe Anlagekosten erfordert; er ist namentlich da am Platze, wo elektrischer Strom billig zur Verfügung steht und ständig oder für längere Zeit in gewisser Regelmäßigkeit erhebliche Transportmengen zu bewältigen sind. Die technischen Fragen hierfür sind längst gelöst. Die Akkumulator-Lokomotive ist nur für Kleinleistung geeignet, hierfür aber ganz besonders gut.

Das französische Heer hat (wie das österreich-ungarische im ersten Weltkriege) gute Erfahrungen mit dieselelektrischen Maschinen für Festungs-Feldbahnen gemacht, obwohl sie reichlich kompliziert sind und für anstrengenden Kriegsdienst auf die Dauer kaum geeignet sein können.

Die Feldbahn-Lokomotive der Zukunft wird sehr wahrscheinlich die Diesel-Lokomotive werden, zumal sie beiden Verwendungszwecken — dem friedensmäßig zivilen wie dem kriegsmäßig militärischen — gleich gut entspricht. Sie ist fast geräuschlos, erzeugt weder Rauch noch Dampf, leistet Genügendes, ist anspruchslos, im Gelände leicht zu tarnen, kurzum die ideale Front-Lokomotive.

Generatorbetrieb in Frankreich

Der Chefingenieur Tourneur der französischen Staatsbahnen nahm kürzlich in einem längeren Vortrag zu der Frage der Verwendung von Fahrzeuggeneratoren Stellung, wobei er insbesondere auch auf die Erfahrungen einging, die in Frankreich mit neuen Kraftstoffen gemacht worden sind. Die kriegsbedingten Verhältnisse haben in Frankreich zu einem sehr starken Vordringen des Fahrzeuggenerators geführt, der jetzt in einer Stückzahl von über 100 000 in zahlreichen verschiedenen Typen vorhanden ist. Nicht nur infolge der großen Zahl an sich, sondern mehr noch infolge der Verschiedenartigkeit der Bauarten und der für sie vorgesehenen Kraftstoffe war es außerordentlich wichtig, besonders die Frage dieser letzteren zu untersuchen und zu gewissen Vereinheitlichungen zu kommen. Besonders wichtig war diese Aufgabe für die französischen Staatsbahnen, die in erheblichem Maße von Generatoren Gebrauch machen. Die gegenüber den Vorkriegsverhältnissen völlig veränderte Lage — damals wurden neben rund 10 Mill. t Kohle rund 60 000 t flüssige Kraftstoffe und etwa 600 Mill. kWh elektrischer Strom verwendet — machte 1940 eine schnelle Anpassung notwendig. Man glaubte damals in dem Akkumulator die geeignete Ausweichmöglichkeit gefunden zu haben, mußte aber bald einsehen, daß dies eine irrige Annahme gewesen war. Elektrischer Antrieb mittels Akkumulatoren bewährte sich dagegen gut in den Werkstätten für die Fortbewegung der Fahrzeuge, wo er die früheren mit Benzin betriebenen Trecker großenteils zu ersetzen gestattete. Auch die Beförderung von Gepäck in den Bahnhöfen mit Hilfe der Elektrokarren hat sich sehr gut eingeführt. Die besten Erfahrungen mit dem elektrischen Antrieb konnten aber in der Gepäck- und Lastenbeförderung von der Bahn ins Haus und umgekehrt mit Hilfe von Elektrokarren, von denen 340 insgesamt bestellt worden sind, gemacht werden. Für die Straßenverkehrstransporte haben sich die mit Stadtgas betriebenen Wagen sehr gut bewährt, es fehlen aber vielfach noch die notwendigen Einrichtungen zur Verdichtung des Gases. Eine solche wird zur Zeit in Marseille-Arenc gebaut. Auf der Strecke Toulouse—Albi—Carmaux wird seit September 1942 ein mit Gas betriebenes Schienenauto von 600 PS gefahren, das das Gas aus natürlichen Vorkommen bezieht. Es ist beabsichtigt, die Strecke Toulouse—Mazament und dann die Strecke Toulouse—Auch in der gleichen Weise zu betreiben. Ferner sind Autobusse mit drei Anhängern der Type Renault, die mit Naturgas angetrieben werden, in Betrieb.

Gute Erfahrungen hat man mit der Einführung von Gasgeneratoren gemacht. So hat sich die Einführung von Gasgeneratoren bei den Draisinen, die mit schwachen Motoren zwischen 25 und 40 PS ausgerüstet sind, sehr bewährt. Bis jetzt wurden von 400 Draisinen 100 damit ausgerüstet, die anderen sollen gleichfalls darauf umgestellt werden. Für Zugmaschinen und Traktoren, die eine Stärke zwischen 50 und 200 PS besitzen, ist die Umstellung schwieriger. Zur Zeit werden 50 Verschiebelokomotiven von 50 PS mit Holzgasgeneratoren ausgerüstet oder auf Generatoren mit Holz-

kohleverwendung umgestellt. Von weiteren Maschinen mit einer Stärke zwischen 100 und 150 PS sollen 110 mit Gasgeneratoren für Kohle ausgerüstet werden.

Die in Frankreich gebräuchlichen Typen von Schienenautos haben gute Ergebnisse erbracht, nachdem langdauernde Versuche vorausgegangen waren. So haben solche Schienenautos einen regelmäßigen Dienst in der Gegend von Rennes und auf der Strecke Aulnay—Gargan ermöglicht. Diese Autos waren mit einem zwölfzylindrigen Panhard-Motor von 270 PS ausgerüstet. Im Departement Landes verkehren acht Schienenautos mit Motoren von 300 PS, die mit Holzgas angetrieben werden und 350 kg Holz je 100 km verbrauchen. Der Aktionsradius beträgt 250 km. Die Verwendung von Kohle zeigte besonders gute Ergebnisse mit einem Schienenauto der Type Renault-Diesel von 300 PS, das mit einem Gasgenerator Versme-Gazorex ausgerüstet war. Allerdings nimmt die ganze Anlage sehr viel Platz in Anspruch, es bleiben aber immerhin 57 Plätze für Fahrgäste und ausreichender Gepäckraum in diesem Fahrzeug.

Was die Kraftstoffe anbelangt, so wurden ausgedehnte Versuche auch mit Alkohol unternommen, obwohl Alkohol als Kraftstoff bei den französischen Staatsbahnen nicht in größerem Umfange eingesetzt wurde. Es wurden Versuche mit einem Bugatti-Motor von 206 PS unter Verwendung des Systems Retel gemacht; weitere Versuche mit Alkohol sollen mit dem System Brandt gemacht werden. Es kann aber an eine Verwendung auf breiter Basis nicht gedacht werden, da die Kostenfrage und die geringe Zuteilung eine zu große Rolle spielen. —n—

2D1-Stromlinien-Lokomotive

der Madrid—Zaragoza—Alicante-Bahn

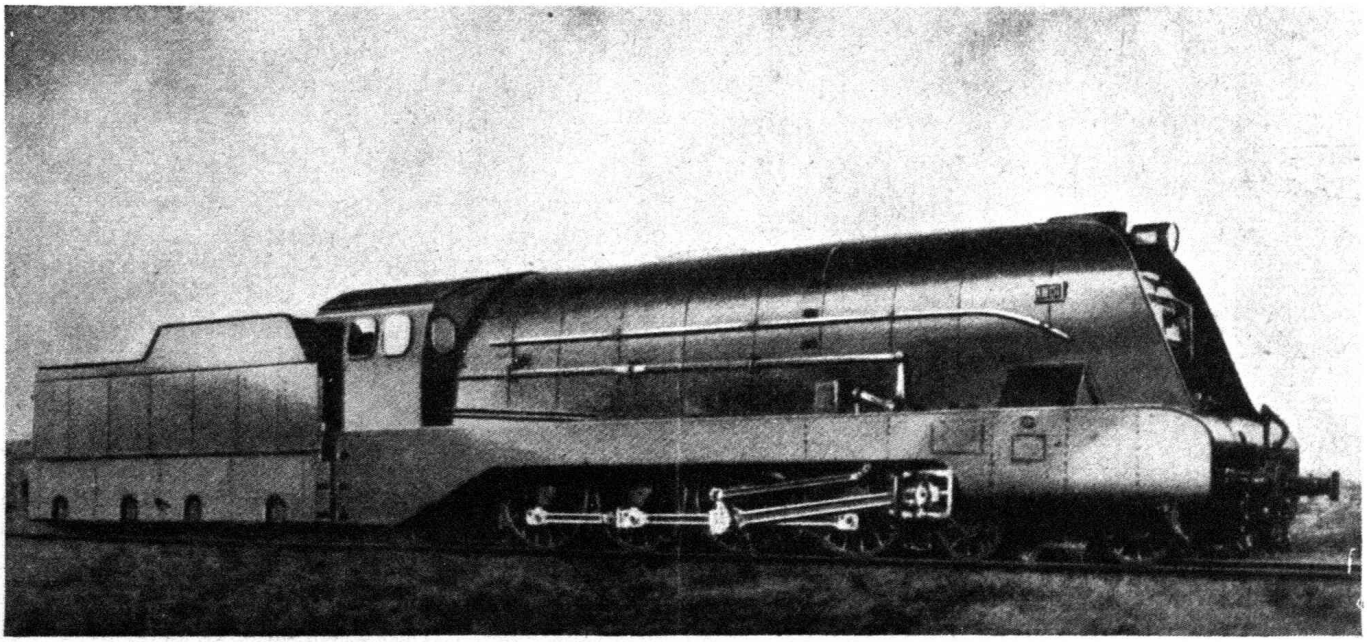
Die Firma Maquinista Terrestre y Maritima in Barcelona lieferte vor einiger Zeit an die Madrid-Zaragoza—Alicante-Bahn 15 Stück 2'D1'-h2-Stromlinien-Lokomotiven Reihe 1800. Diese Reihe stellt eine Weiterentwicklung der 1925 von der gleichen Firma gebauten 2 D 1 - Lokomotive Reihe 1700 dar (s. diese Zeitschrift Bd. 25 (1928) S. 169). Sie ist bestimmt zur Beförderung von Schnellzügen von 550 t mit 110 km/h auf der Waagerechten und auf Steigungen von 5 ‰ mit 80 km/h. Sie ist die erste Lokomotivtype in Spanien mit einem Kesseldruck von 20 atü (Bilder 1 und 2).

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Triebwerk	560/710/1750	mm
Achsstand	12 450	mm
Rostfläche	5,0	m²
Rohre	85 zu 55/60 × 5790	mm
	42 zu 135/143 × 5790	mm
wb. Heizfläche:		
Feuerbüchse	19,2	m²
Rohre	186,6	m²
verdampf. Heizfläche	205,8	m²
Überhitzer	116,0	m²
Leergewicht	106	t
Reibungsgewicht	76	t
Dienstgewicht	116	t
Tender: Wasserraum	34	m²
Kohlenraum	10	t
Dienstgewicht	76	t

Von der Ausrüstung seien erwähnt: Wagner-Heißdampfventilregler, Speisewasservorwärmung System Acfi, elektrische Beleuchtung, Doppelschornstein und Lentzventilsteuerung. Der Wasserkasten des Tenders besteht aus kupferlegiertem Stahlblech. —Me.—

Bild 1: 2'D1' h2-Stromlinienlokomotive der Madrid—Zaragoza—Alicante-Bahn



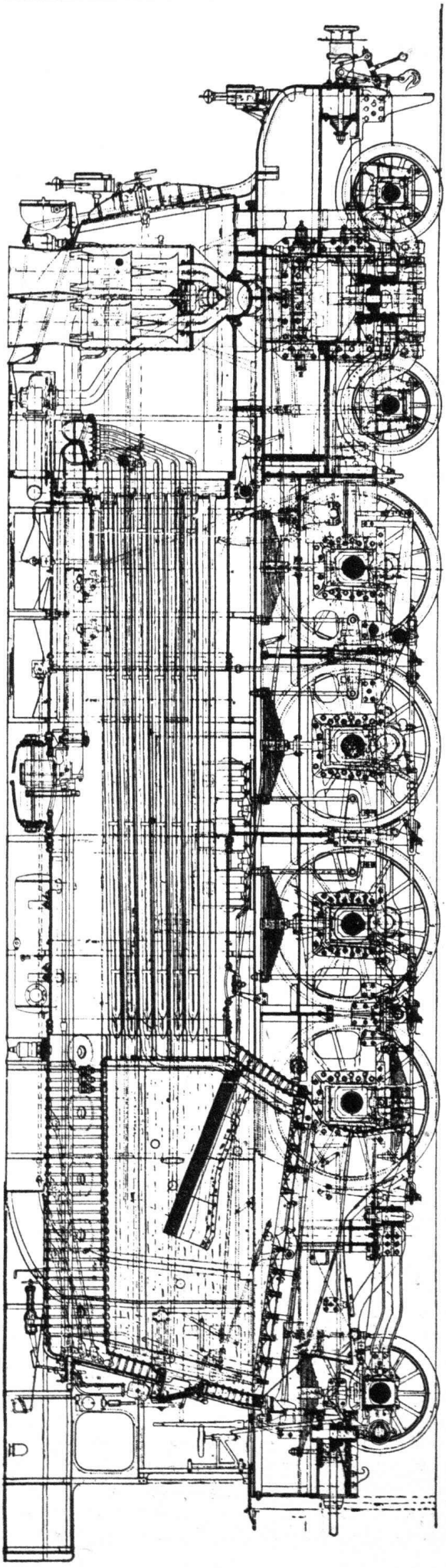


Bild 2: 2'D1' h2 - Stromlinienlokomotive der Madrid—Zaragoza—Alicante-Bahn im Schnitt

100 Jahre Eisenbahn Stettin—Berlin

Zu der im September-Heft dieser Zeitschrift gebrachten Erinnerung an die Eröffnung der Berlin-Stettiner Strecke macht ein Freund der „Lokomotive" folgende ergänzende Ausführungen: Im Jahre 1835, dem Geburtsjahr der deutschen Eisenbahn überhaupt, überreichte der Schriftleiter der „Börsen-Nachrichten der Ostsee", Adolf Altvater, den „Vorstehern einer Wohllöblichen Kaufmannschaft" eine Denkschrift über den Bau einer Eisenbahn von Stettin nach Berlin. Aus dem Ausschuß, den die Vorsteher der Stettiner Kaufmannschaft daraufhin gebildet hatten, entstand das Berlin-Stettiner Eisenbahn-Comité, dem später auch einige Berliner Mitglieder beitraten und an dessen Spitze der verdienstvolle Stettiner Oberbürgermeister Masche trat. Der dritte Name, der mit der Entstehungsgeschichte der Stettiner Eisenbahn untrennbar verknüpft ist, ist der des Königlichen Oberwegebauinspektors Neuhaus, des Erbauers der Bahn. Die Bedeutung der Bahn wurde darin erkannt, daß sie die reiche, industriell und kommerziell wichtige Landeshauptstadt mit dem ersten Handelshafen Preußens verbinden sollte. Sie sollte außerdem gewerbe- und ackerreiche Provinzen der Landeshauptstadt näherbringen, darunter das für den Verbrauch Berlins wichtige Pommern mit seiner landwirtschaftlichen Erzeugung. Trotz der günstigen Wirtschaftlichkeitsberechnung, die das Comité veröffentlichte, machte die Finanzierung zunächst Schwierigkeiten. Erst als der Kommunallandtag von Altpommern mit einer Zinsgewähr und die Stadt Stettin mit einer Beteiligung eingesprungen waren, wurde die volle Zeichnung des Aktienkapitals von 2 724 000 Reichstalern erzielt. Durch Urkunde vom 12. Oktober 1840 erteilte Friedrich Wilhelm IV. dem Statut der Berlin-Stettiner Eisenbahngesellschaft seine landesherrliche Bestätigung und die Konzession für den Bahnbau.

In der Entwicklung der Eisenbahnlinie Berlin—Stettin erwiesen sich die Erwartungen, die die weitschauenden Männer in Stettin veranschlagt hatten, als richtig. Der Personen- und Güterverkehr blühte schnell auf. Noch ehe die Strecke bis Stettin eröffnet war, hatte die Berlin-Stettiner Eisenbahngesellschaft beschlossen, auch eine Eisenbahn von Stettin nach Stargard zu bauen. Diese wurde am 1. Mai 1846 eröffnet. Die Fortsetzung von Stargard über Kreuz nach Posen wurde von einer zweiten Gesellschaft gebaut, die unter maßgeblicher Beteiligung des Oberbürgermeisters Masche ihren Sitz gleichfalls in Stettin aufgeschlagen hatte. Da diese Gesellschaft nicht so günstig wirtschaftete, übernahm sie der Staat am 1. Juli 1851 in eigene Verwaltung und setzte für sie eine „Königliche Eisenbahndirektion" in Stettin ein, die allerdings schon nach 1½ Jahren wieder aufgelöst und mit der Direktion der Ostbahn in Bromberg vereinigt wurde.

Als die Zeit kam, in der sich mehr und mehr die Erkenntnis durchsetzte, daß die Eisenbahnen, die sich zum wichtigsten öffentlichen Verkehrsmittel entwickelt hatten, der unmittelbaren Einflußnahme des Staates bedurften, und daß eine einheitliche Lenkung ihre Benutzung wesentlich erleichterte sowie eine größere Gleichmäßigkeit und Stetigkeit der für die Wirtschaft

so wichtigen Eisenbahntarife verbürgte, schieden im Zuge der großen Verstaatlichungsbewegung auch in Pommern zuerst die hinterpommerschen Strecken Stargard—Danzig und Belgard—Kolberg aus der Verwaltung der Berlin-Stettiner Eisenbahngesellschaft aus. Sie wurden am 1. Januar 1878 der „Königlichen Direktion der Ostbahn" in Bromberg zur Verwaltung zugewiesen. Mit Wirkung vom 1. Januar 1879 wurde dann die ganze Berlin-Stettiner Eisenbahngesellschaft nach nahezu 40jährigem Bestehen auf den Staat übernommen und in Stettin zunächst eine Eisenbahndirektion eingesetzt, an deren Stelle jedoch bald darauf zwei Betriebsämter der Eisenbahndirektion Berlin traten. Erst am 1. April 1895 bescherte die durchgreifende Neuordnung des preußischen Eisenbahnwesens auch Stettin wieder und nunmehr endgültig eine Eisenbahndirektion.

P. R.

Personennahverkehr in der Kriegswirtschaft

Im Rahmen einer von der Wirtschaftshochschule Berlin und der Gauwirtschaftskammer Berlin-Brandenburg veranstalteten verkehrswirtschaftlichen Vortragsreihe behandelte Ministerialrat Galle vom Reichsverkehrsministerium das obengenannte Thema. Zum Personennahverkehr gehören, wie der Redner darlegte, außer den bekannten großstädtischen Verkehrsmitteln auch Reichsbahnverkehre zur Bedienung des Orts- und Nachbarortsverkehrs auf Strecken des Fernverkehrs, im Straßenverkehr die Droschken, innerhalb und außerhalb der Orte dem Nahverkehr dienende Bahnen besonderer Bauart. Die Grenzen zwischen Nah- und Fernverkehr sind auch hier flüssig, deshalb werden zum Personennahverkehr im engeren Sinne nur die statistisch als diesem zugehörig erfaßten S-Bahnen sowie die Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin und Hamburg, die Straßenbahnen, Oberleitungsomnibusse und Omnibusse gerechnet. Das Leistungsbild der einzelnen Verkehrsmittel und ihr Anteil am Personennahverkehr entspricht der Verschiedenartigkeit der Aufgaben. Im Jahre 1939 entfielen von der Fahrgastzahl 74 % auf die Straßenbahnen, 11 % auf die S-Bahnen, 8 % auf die Omnibusse, 7 % auf die Hoch- und Untergrundbahnen.

Die gegenwärtig wichtigste Aufgabe ist der Berufsverkehr. Er fordert ausgesprochene Massenverkehrsmittel. Der außerordentliche Anstieg der Fahrgastzahlen im Verkehr der Industrie, Behörden, Kasernen und sonstigen Arbeitsstätten zeigt sich besonders in den Verkehrsspitzen. Bei größeren Werken läßt sich der Verkehr überhaupt nur dadurch bewältigen, daß Beginn und Schluß der Arbeitszeit gestaffelt werden. Bei einem Berliner Werk z. B. beginnt die Arbeit in Staffeln von 5.50 bis 8.20 Uhr.

Die Einwirkung des Krieges auf den Personennahverkehr zeigt sich in seiner beträchtlichen Anspannung. In diesem Kriege erfuhren Straßen- und S-Bahnen vom ersten Tage an eine fortgesetzte Steigerung des Verkehrs. Die Verkehrsträger waren jedoch den schwierigsten Aufgaben gewachsen. Die Straßenbahnen werden leistungsmäßig im Jahre 1943 die Zahl von 8 Milliarden Fahrgästen überschreiten; d. i. fast das Vierfache der Erdbevölkerung oder annähernd das Doppelte der Jahreshöchstleistung im ersten Weltkrieg. Bei den S-Bahnen schien die während der Olympiade erreichte Tageshöchstleistung unübertreffbar. Inzwischen wurden jedoch Tageshöchstleistungen von 3,1 und 3,2 Millionen Fahrgästen verzeichnet. Diese Leistungen sind um so höher zu bewerten, als sie mit dem Wagenpark der Vorkriegszeit und einem verminderten Personal vollbracht wurden, indem die Fahrzeuge restlos ausgenutzt und der Wagenumlauf durch Fortfall von Haltestellen und Abkürzung der Aufenthalte beschleunigt wurde. Die Mitarbeit von Frauen, ehrenamtlichen Helfern, besonders der Einsatz der Arbeitsmaiden brachte wertvolle Hilfe. Die größte Anerkennung verdienen die Männer und Frauen in den durch die Luftangriffe heimgesuchten Gebieten, die durch unermüdliche Tatkraft und in steter Opferbereitschaft die ihnen anvertrauten Verkehrsmittel in kurzer Zeit wieder einsatzfähig machen.

Nach dem Kriege wird die Motorisierung sich fortsetzen und eine erneute schwere Belastung für die Straßen bringen. Diese müssen dann für den Verkehrsfluß von parkenden Fahrzeugen freigehalten werden. Dem öffentlichen und individuellen Verkehr wird man notfalls getrennte Straßenzüge zuweisen müssen. Eine Reihe deutscher Großstädte, die bisher nicht daran gedacht haben, werden Untergrundbahnen bauen müssen. Die Straßenbahnen, die teilweise aus dem Stadtinnern verschwinden, werden trotzdem noch auf lange Zeit hinaus das Rückgrad des Personennahverkehrs bilden. Ihre Eignung für einen dichten Massenverkehr, verbunden mit der starken Verästelungsfähigkeit ihres Netzes, sichert ihnen auch in Zukunft eine vielseitige Verwendungsmöglichkeit. Der Obus wird mit seinem elektrischen Antrieb und dank seiner freien Beweglichkeit im Straßenzuge die Lücke zwischen Straßenbahn und Omnibus schließen. Letztere wird die Strecken des Straßenbahnnetzes durch Ringlinien, Querverbindungen und Anschlußstrecken in Bezirken weniger starken Verkehrs zusammenschließen und verlängern. So zeigt sich, daß die große Kunst des Städte- und Verkehrsplanes der Zukunft darin liegen wird, die einzelnen Verkehrsmittel ihrer Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit entsprechend in die gesamte Raum- und Verkehrsplanung einzuordnen.

Erörterungen dieser Art werden zur Zeit in allen größeren Staaten angestellt und es zeigt sich bei ihnen immer wieder die außerordentlich enge Verflechtung, die sämtliche Verkehrsmittel in neuerer Zeit erfahren haben.

Es besteht kein Zweifel daran, daß die jetzt zu bemerkende Steigerung des Verkehrs vor allem der Straßen- und S-Bahnen auch in Zukunft anhalten und vor allem leistungsfähige Massenverkehrsmittel erfordern wird. Darüber hinaus wird sich für Europa die Aufgabe stellen, aus den vielerlei bis zum Kriege einzeln arbeitenden und mehr oder weniger auf sich selbst gestellten Wirtschaften im Interesse aller eine leistungsfähige Großraumwirtschaft aufzubauen: in dieser fallen der Dampflokomotive bedeutende Aufgaben zu, die sie mit verbesserten Bauarten und sehr beträchtlich vervollkommneten Fertigungsverfahren gerüstet finden werden.

KLEINE NACHRICHTEN

Mittelamerikanische Eisenbahnen

Die Internationalen Eisenbahnen von Mittelamerika wurden 1912 gegründet und umfassen die Guatemala-Eisenbahn (304 km), die Guatemala - Zentralbahn (223 km), die Westbahn (82 km) und die Ocos-Bahn (35 km), zusammen 644 km. Die Hauptstrecke verläuft von Puerto Barrios nach Guatemala City, 318 km, sodann nach San José de Guatemala an der pazifischen Küste, 119 km. Die Spurweite ist 914 mm. Ende 1940 hatten die Bahnen in Betrieb: 74 Dampflokomotiven, 25 Gepäck- und Postwagen, 8 Gepäck- und Personenwagen, 106 Personenwagen, 349 Bananenwagen, 508 geschlossene Güterwagen, 264 Plattformwagen, 57 Tankwagen, 77 Viehwagen und 54 andere Güterwagen von durchschnittlich 20 t Ladefähigkeit. Die in deutschem Besitz befindliche Cia. del F. C. Verapaz y Agencias del Norte Ltda. ist den Internationalen Eisenbahnen nicht angeschlossen. Sie besaß: 3 Lokomotiven, 2 Triebwagen und etwa 25 Personen- und Güterwagen. Die Länge der Bahn ist 47,5 km, ihre Spurweite ebenfalls 914 mm. S—r.

Jetzt: 82 Dienstjahre!

Zur Frage der „Dienstjahre" (s. April- und Juni-Heft) erhielt die Schriftleitung von einem Freund der Zeitschrift folgende interessante Mitteilung:

„Zu Ihrer Notiz „Sogar 75 Dienstjahre" in Nr. 6 vom Juni 1943, Seite 112, kann ich Sie darauf verweisen, daß auch die Lokomotive „Kapellen" der österreichischen Südbahn, später Reihe 371 der BBÖ, mit ihrem patriarchalischen Dienstalter von 75 Jahren noch weit in den Schatten gestellt wird.

Den Rang haben ihr mehrere Lokomotiven der Graz-Köflacher Eisenbahn- und Bergbaugesellschaft abgelaufen, die heute noch mit einem Dienstalter von sage und schreibe 82 Jahren im Dienste sind. Es handelt sich hierbei um die ehemalige Reihe 29 der österreichischen Südbahn, eine typische österreichische C-Güterzug-Lokomotive, wie sie damals auf allen Bahnen der Donau-Monarchie in fast gleicher Ausführung anzutreffen war. Die Graz-Köflacher Bahn übernahm diese Lokomotiven im Jahre 1924 aus dem zur Aufteilung gelangenden Fahrpark der Südbahn, als sie nach deren Verstaatlichung ihre beiden Strecken wieder in Eigenbetrieb übernehmen mußte und hierfür keinerlei rollendes Material zur Verfügung hatte. Es wurden damals 12 Stück (Nr. 667, 669, 672, 674, 681, 683, 684, 686, 689, 781, 816 und 846) übernommen. 1926 wurden dann noch 5 Stück (Nr. 671, 677, 680, 685 und 687) angekauft, die 1924 schon als Reihe 49, —03, —07, —10, —12 und —13 von den BBÖ übernommen worden waren.

Ich konnte im April 1943 selbst noch drei dieser Lokomotiven im Streckendienst sehen, wie sie unter anderem Kohlenzüge von 94 Achsen auf der Stammstrecke Graz—Köflach beförderten. Darunter befand sich die Nr. 680, von deren Fabrikschild ich das Baujahr 1861 ablesen konnte. Die übrigen Lokomotiven der Reihe dürften wohl schon den Weg allen Eisens gegangen sein, da ich außer 680, 781 und 816 innerhalb 4 Wochen keine weitere zu Gesicht bekam. Es läßt auch der nachträgliche Ankauf von 12 Stück 1C1-T der bewährten Reihe 30 der BBÖ (DRB Reihe 91, 10) auf allmähliche Ausmusterung und Ersatz der Reihe 29 schließen. Wenn nicht die Kriegsereignisse die Beschaffung neuer Lokomotiven so sehr erschwerten, wären auch diese Veteranen wohl schon kassiert.

Dazu möchte ich noch bemerken, daß die ehemalige Südbahn überhaupt eine große Anzahl überalterter Lokomotiven besaß, von denen eine ganze Anzahl 1924 an die BBÖ kamen; so z. B. die 1B—P, Reihe 18, von der die BBÖ noch eine Anzahl übernahm. Das erste Baujahr dieser Reihe war 1859, und erst 1932 wurde die letzte davon ausgemustert. Auch die 2B-P Reihe 116 und 116, 100 der BBÖ stammen von der Südbahn; sie wurden 1865—1871 gebaut und es wurde etwa 1935 die letzte davon kassiert.

Das Alter der Reihe 29 wird noch beachtlicher, wenn man bedenkt, daß sie ihre ganze Dienstzeit ohne jeglichen Umbau vollendet hat, während z. B. die in Ihrem Juni-Heft erwähnte „Kapellen" ja einen Umbau von C2-T zur D-Schlepptender-Lokomotive mitmachte.

gez.: W. Alzinger."

Persönliches

Ritterkreuz des KVK für Direktor G. Degenkolb

Der Führer verlieh für hervorragende Verdienste um die Durchführung wirtschaftlicher Kriegsaufgaben das Ritterkreuz des Kriegsverdienstkreuzes dem Leiter des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge Direktor Gerhard Degenkolb.

Während eines aus Anlaß der Erfüllung des vom Führer geforderten Lokomotiv-Neubauprogramms in einem Lokomotivwerk abgehaltenen Betriebsappells sagte Reichsminister Speer in seiner Rede: „Wenn heute in der halben Zeit, die wir uns damals vorgenommen hatten (bei Gründung des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge) in knapp anderthalb Jahren das Ziel erreicht und sogar überschritten wurde, dann muß man dabei noch berücksichtigen, welche außerordentlichen Schwierigkeiten zu überwinden waren, um überhaupt das Programm zusammenzuhalten..... Es ist daher klar, daß es bei all diesen Schwierigkeiten nur möglich sein konnte, das Programm zu erfüllen, wenn vollständig neue Methoden hierfür angewandt wurden." Die Schaffung dieser neuen Methoden und ihre Durchsetzung in der Lokomotivfertigung allen Hemmnissen der Kriegszeit zum Trotz ist das Verdienst des Leiters des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge Direktor Degenkolb, der damit eine Steigerung der Lokomotivausbringung von 340 v. H. in etwa 15 Monaten erreicht und für die deutsche Rüstungswirtschaft einen ungeheuer wichtigen Beitrag geleistet hat.

Bei der Verkündung der Forderung des Führers, die Lokomotivherstellung binnen kurzem um mehrere hundert Prozent zu steigern, waren sich die Fachleute der ganzen Welt einig darin, daß diese Forderung unmöglich zu erfüllen sei. Diese Einstellung ist es, die Direktor Degenkolb mit leidenschaftlicher Überzeugung für das Nichterreichen so mancher an sich durchaus lösbaren Aufgabe verantwortlich macht: der Glaube fehlt, die innere Überzeugung, daß einsatzbereite Hingabe Berge von Schwierigkeiten überwindet, wie es bei jedem wirklich großen Werk nötig ist. Im Gegensatz zu diesen Fachleuten setzte Direktor Degenkolb an den Beginn seiner Arbeiten die Devise: Es ist keine Utopie, die geforder-

ten Loks herzustellen! Starker Glaube, unerhörte Härte, Verzicht auf eigene Bequemlichkeit lösen das Problem! — Der Glaube allein tut's natürlich nicht, sondern es muß Vertrautheit mit technischen Dingen, psychologisches Feingefühl und organisatorisches Geschick dazukommen — Dinge, die sich G. Degenkolb in der schon frühzeitig aus innerer Berufung erwählten Laufbahn eines Ingenieurs ganz bewußt erworben hat. Bereits der Junge fand in dem väterlichen Spielzeuggeschäft allerlei technisches Spielzeug, das seiner Veranlagung entgegenkam. Der Übergang vom Spielzeug zum Kraftwagen ergab sich mühelos, aber als der daraus entstehende Wunsch, Techniker zu werden, beim Vater auf kategorischen Widerstand stieß, fand sich der junge Degenkolb auf sich selbst und vor eine zukunftsträchtige Entscheidung gestellt: die Art, wie er es fertigbrachte, allen behördlichen Vorschriften zum Trotz o h n e väterliche Einwilligung eine Lehrstelle für die Ausbildung zum Techniker für sich zu finden, läßt bereits wesentliche Charakterzüge des nachmaligen Betriebsdirektors und heutigen Leiters des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge erkennen. Diese Lehrstelle hat dem angehenden Betriebsmann und Organisator u. a. eine nach seiner eigenen Ansicht entscheidend wichtige Erfahrung vermittelt: beim Aufräumen der Arbeitsplätze der Gesellen und Meister kam er dahinter, was hier Ordnung und Unordnung heißt und bedeutet — er lernte hinter und unter die Werkbänke gucken, und was er da an vorzeitig beiseite gelegtem oder nachlässig behandeltem Werkzeug fand, das verankerte in ihm felsenfest die Überzeugung, h i e r die Untergründe für das Versagen so mancher an sich klug eingefädelten Maßnahme vor sich zu haben: mangelnde Sorgfalt von unten, ungenügende Überwachung von oben! Es läßt sich denken, zu welchem Maß von aktivster Wachsamkeit sich eine solche Erkenntnis in einem von Natur rührigen und hellhörigen Menschen verdichtete: sie führte jedenfalls zu einem schnellen Emporsteigen bis zum Betriebsdirektor eines der größten schwerindustriellen Werke Westdeutschlands. In folgerichtiger Entwicklung ergab sich zu Beginn des Krieges für einen einsatzbereiten Mann dieser Art die Betrauung mit allerlei Aufgaben, für die es weder ein Schema noch eine genaue Anweisung gab, sondern wo alles von der Klarsichtigkeit und Entschlußkraft des damit Betrauten abhing, wie z. B. Wiederingangsetzung zerstörter Fabriken oder Heranschaffung von Material aus besetzten Gebieten und ähnliche schwierige Aufgaben. Hierbei entwickelte Direktor Degenkolb eine so zielsichere Verantwortungsfreudigkeit, daß der Reichsminister für Rüstung und Kriegsproduktion, Speer, ihn als den richtigen Mann erkannte, der ihm den Hauptausschuß Schienenfahrzeuge auf die Beine stellen und das Lokomotiv-Neubauprogramm durchführen würde.

Unmittelbar nach Erhalt seines Auftrages, zusammen mit den ersten Maßnahmen zur Schaffung des Hauptausschusses, leitete Degenkolb als Übergangsmaßnahme zur Schaffung der Kriegslokomotive die Entrümpelung der bewährten 1E - Güterzug - Lokomotive Reihe 50 ein, deren Stückzahlen infolgedessen bereits während der Konstruk-

tion der eigentlichen Kriegslokomotive wesentlich erhöht werden konnten. Gleichzeitig wurde die umfassende Organisation des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge beim Reichsminister für Rüstung und Kriegsproduktion aufgezogen, von dem die laufende Lieferung der Kriegslokomotive in den vom Führer geforderten Mengen entscheidend abhing: 32 Arbeitsausschüsse beim Sonderausschuß Lokomotiven und 35 Arbeitsausschüsse beim Sonderausschuß Eisenbahnwagen — denn auch diese waren in neuer Bauart und erheblich gesteigerten Mengen zu liefern — nahmen binnen kurzer Zeit unter der Leitung von Direktor Degenkolb ihre verantwortungsvolle Arbeit auf. Außerdem wurden Verfahren der Massenfertigung entwickelt, über deren Brauchbarkeit für die Zwecke des Lokomotivbaues die Meinungen sehr weit auseinander gingen: es sei hier nur an die Herstellung der Treib- und Kuppelstangen in völlig neuartiger Weise erinnert, die derart erfolgte, daß zwei im Gesenk geschmiedete Köpfe mittels Stumpfschweißung beiderseits an ein Doppel-T-Profil angeschweißt wurden. Zahlreiche dieser neuen Verfahren werden — soviel steht heute schon fest — aus dem Lokomotivbau nicht wieder verschwinden, sondern auch in spätere Friedenszeiten übernommen werden. Zielsichere, praktisch-technische Maßnahmen zur Verringerung des Einsatzmaterials, des Arbeitsaufwandes, zur besseren Ausnutzung und Typisierung der Werkzeugmaschinen, zur Steigerung der Erzeugung (3000 Teile an der Lokomotive wurden vereinfacht und 1000 ganz entfernt, Dampflokomotivtypen von 119 auf 13 verringert, Gesenkfertigung in bisher unbekanntem Ausmaß), und endlich eine auf jahrelanger Erfahrung aufgebaute, hinter alle Vorhänge schauende Kenntnis der psychologischen Zusammenhänge betrieblicher Arbeit — dies waren die sehr realen Mittel, mit denen Direktor Degenkolb seine Leistungssteigerung von 340 v. H. in 15 Monaten erreichte. Sehr wesentlich trug zu diesem Erfolg die Fähigkeit des Leiters des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge bei, die fähigen Köpfe und einsatzbereiten Männer unter seinen Mitarbeitern sicher herauszufinden: sie wurden dann ohne alle Rücksicht auf Zeugnisse oder Diplome auf d i e Plätze gestellt, auf die sie ihrem wahren Können entsprechend gehörten. Manch einer hat so eine „kleine" mit einer leitenden Stellung vertauscht. Welche Einzelarbeit bei allen diesen Dingen, z. B. im Vorrichtungsbau, bei der Bestzeitermittlung, im Ausbau des betrieblichen Vorschlagswesens durch die Gefolgschaft usw. geleistet worden ist, kann hier nicht dargestellt werden: die Bedeutung dieser Arbeit geht jedoch daraus hervor, daß Reichsminister Speer in der schon erwähnten Ansprache betonte, daß man dabei sei, einzelne im Hauptausschuß Schienenfahrzeuge durchgeführte Maßnahmen auf ihre Anwendbarkeit in anderen Hauptausschüssen zu prüfen, um sie auch dort für die heute so wichtige Leistungssteigerung nutzbar zu machen.

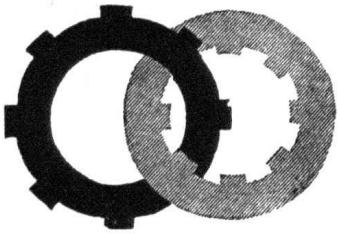
Die vom Führer für Ende 1944 geforderte Höchstzahl der Lokomotivausbringung ist mit allen diesen Mitteln bereits im Juni 1943 erreicht worden, obwohl die Mehrzahl der Fachleute dies sogar für 1944 für unmöglich hielt: Die Verleihung des Ritterkreuzes zum Kriegsverdienstkreuz an Dir. G. Degenkolb durch den Führer stellt die wohlverdiente Anerkennung für eine Leistung dar, die für die deutsche Kriegsproduktion von größter Bedeutung ist.

St. M. Z.

Aus dem Inhalt:

Fünftes Kriegsjahr: Lagebericht von der Fabriken-Front 175
Lokomotiv - Lager aus Stahlstützschale mit dünner Auskleidung aus Lagerbronze 177
Diesel- gegen Dampflokomotiven 179
Rangier-Lokomotiven der Rhätischen Bahn 180
Die ersten 100 Lokomotiven der Hessischen Ludwigsbahn 181
Die Eisenbahnen Indochinas 185
Feldbahn-Lokomotiven 186
Generatorbetrieb in Frankreich 188
2D1 - Stromlinien - Lokomotive der Madrid—Zaragoza—Alicante-Bahn 189
100 Jahre Eisenbahn Stettin—Berlin 190
Personennahverkehr in der Kriegswirtschaft . . . 191
Kleine Nachrichten 192
Persönliches 192

Lamellen- u. Kupplungsbau



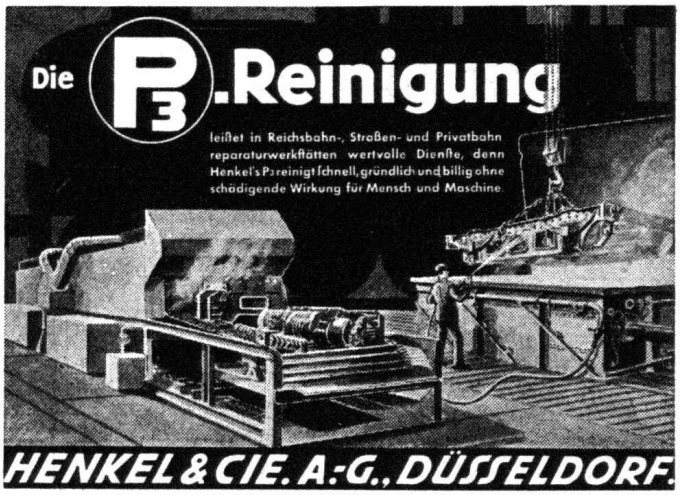
August Häussermann

Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität



Ein Frauenhaar

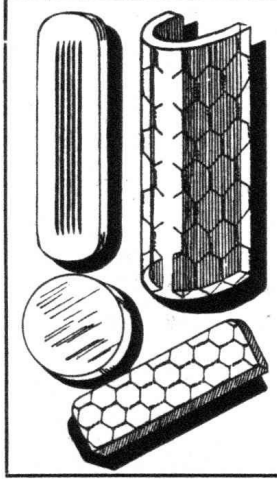
ist 4mal so dick wie der OSRAM-Leuchtdraht in einer 25-Watt-Lampe. Solche Feinstmaße meistert die OSRAM-Präzisionsarbeit.

Mit OSRAM wird auch Strom gespart!

Auch diese LEISTUNG bürgt dafür: **OSRAM**

Viel Licht für wenig Strom!

A10



Technische

Hartgläser

und Drahtgläser

für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co

Hartglasfabrik

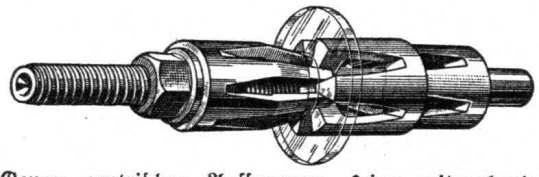
Hainsberg i. Sa.

Betonabbindung — eine langwierige Sache?

Keineswegs! Wenn man dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beimischt, dann vollzieht sich die Abbindung in kürzester Zeit. Paratect-Mörtelzusatz-Schnell ist besonders beim Bau von Maschinen-Fundamenten empfehlenswert, weil er die beschleunigte Inbetriebnahme der Maschinen und Motore ermöglicht. Überdies erzielt man mit Paratect-Mörtelzusatz-Schnell Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigungserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom

Paratect-Werk, Borsdorf b. Leipzig

Spann-Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.

Firck & Werner, Bad Reichenhall – B 74

1 große automatische Universal-Schmaltz-Büchsen- und Zylinder-Schleifmaschine mit vollkommen elektrischer Einrichtung, 220/380 Drehstrom, für Innenschleifdurchmesser von 330–600 mm und 1800 mm Schleiflänge, Gewicht 22 t, wenig gebraucht, sehr gut erhalten, bei 56 280,— RM Neupreis zu 22 500,— RM ab Standort zu verkaufen. Anfragen erbeten unter Fr. 27021 an Ala, Berlin W 35.

Härtetöpfe und Härtekästen

sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt

PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)

Alte Hefte der Zeitschrift **„Die Lokomotive" zu kaufen gesucht:** Jg. 1939, Nr. 3–5. Jg. 1940, Nr. 1–4, 7–12. Jg. 1941, Nr. 1–8. Günther Hoffmann, Langenbielau, Hindenburgstraße 52.

Eine Dampflokomotive dreiachsig, für Werkspersonen- und Güterverkehr geeignet, Normalspur, mindestens 200 PS in neuem oder guterhaltenem Zustand, sofort zu kaufen gesucht. — Angebote unter U 261 an Ala, Stettin I.

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.

Otto Windgassen, Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

Fritz Wagner & Co.

BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig

seit Jahren erprobt
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit
geringes Gewicht

DÜRMOL

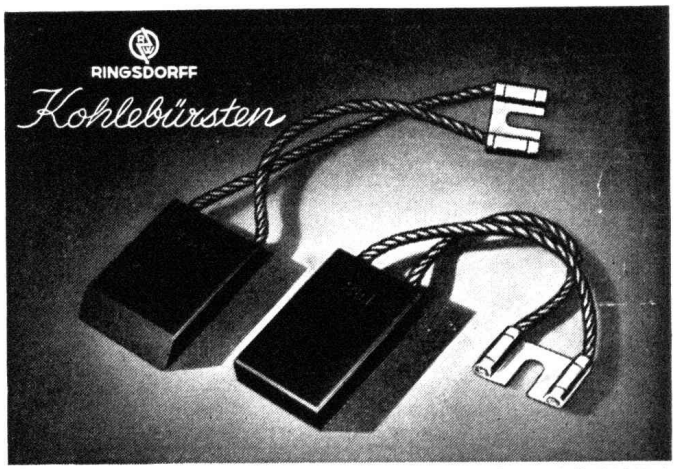
DÜRMOL
Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48

„GRIESHEIM"
der Begriff für neuzeitliche
Autogen-Geräte
zum Schweißen von
SCHWERMETALLEN
LEICHTMETALLEN u.
AUSTAUSCHSTOFFEN
Fragen Sie uns!
Wir beraten Sie bereitwilligst.

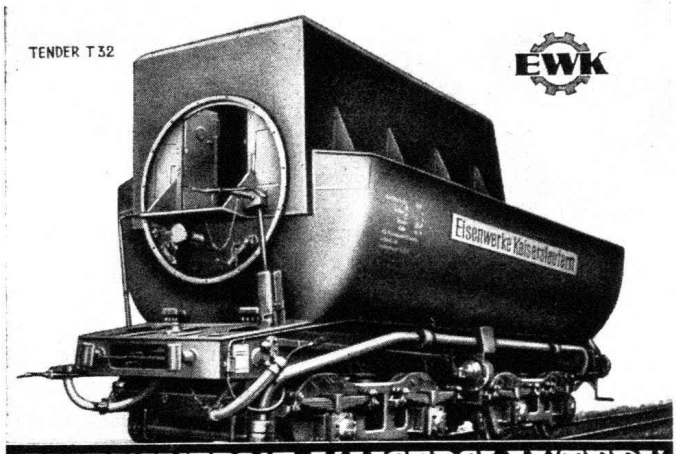
›GRIESOGEN‹
FRANKFURT (MAIN)

Peddinghaus
Oberflächenhärtung
im Lokomotivbau
vielseitig bewährt!
PAUL FERD. PEDDINGHAUS

Die Wartung von
Voith-Turbogetrieben
in Motorlokomotiven
. . . . . ist so einfach wie die Wartung eines gewöhnlichen Automobilgetriebes. Man braucht nur von Zeit zu Zeit den Ölstand nachzusehen und wenn nötig Öl nachzufüllen.
J. M. VOITH · MASCHINENFABRIK



Zweigniederlassung: Berlin-Charlottenburg 9, Halmstraße 10a, Ruf: 990468, Drahtanschrift: Kohlebürste



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

TEMPEROL GR LACK
Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen
GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

Mehrleistung und vollkommene Unfallschutz an Drehbänken
mit **SSM** Sia-Sicherheits-Mitnehmer D.R.G.M.
zu jeder Mitnehmerscheibe passend
Selbsttätig genau mittig laufend und spannend
Geringes Gewicht . Kleine Abmessungen . Spannbereich 6—20 mm und weiter 20 mm je Größe bis 160 mm . Zum Spannen genügt geringe Drehung einer Schraube. **10000 fach bewährt!**
RP
RUDOLF P. HÄCKER · DRESDEN 16
RUF 39550 u. 45050 WALDERSEEPLATZ 10

GRAFENSTADEN
Lokomotiven
GRAFENSTADEN MASCHINENBAU AG., STRASSBURG i/Els.

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

Gegen-GEWICHTE

aus Spezial-Beton
(Spez. Gew. 3,3 – 3,5)
als Austauschmaterial
für Eisen

Für alle Industriezweige
In jeder beliebigen Form
und Abmessung

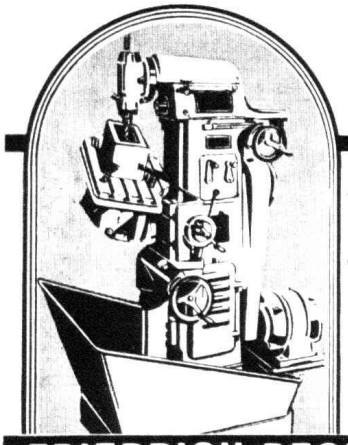
GÜNTHER-WERKE DRESDEN-N. 15

SCHMIDT-Überhitzer-Elemente

nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit **verstärkten Umkehrstellen.**

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G. M. B. H. KASSEL.

SHG 2537

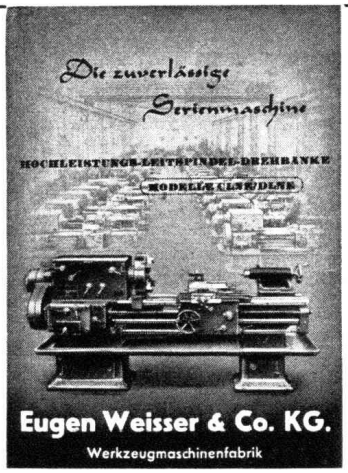


FP1

Die **UNIVERSAL WERKZEUG-FRÄSMASCHINE**

für höchste Anforderungen auf allen Arbeitsgebieten

FRIEDRICH DECKEL MÜNCHEN



Eugen Weisser & Co. KG.
Werkzeugmaschinenfabrik

Anfragen durch „Die Lokomotive"

Vitrulan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

Die neue Knorr-Mischvorwärmanlage

saugt Kaltwasser aus dem Tender an, drückt es in den Mischkasten, wo es vom Maschinen- und Pumpenabdampf durchtränkt und auf 100° C schnell vorgewärmt wird.
Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen. Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt zu werden.

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

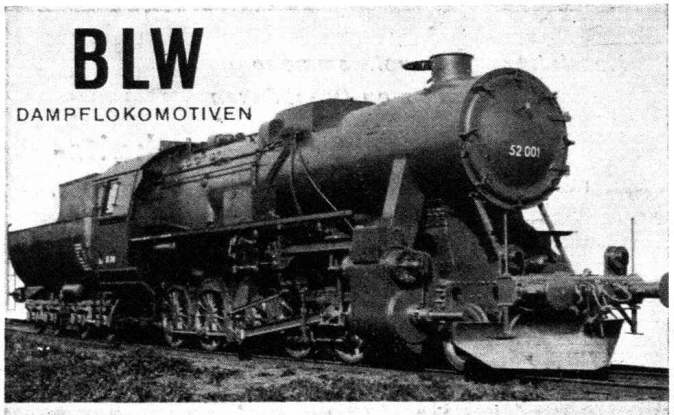
MARS-LUMOGRAPH D.R.P.

ZEICHEN-STIFTE

In der Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in der Qualität unverändert

J.S.STAEDTLER
MARS-BLEISTIFTFABRIK · NÜRNBERG

BLW
DAMPFLOKOMOTIVEN



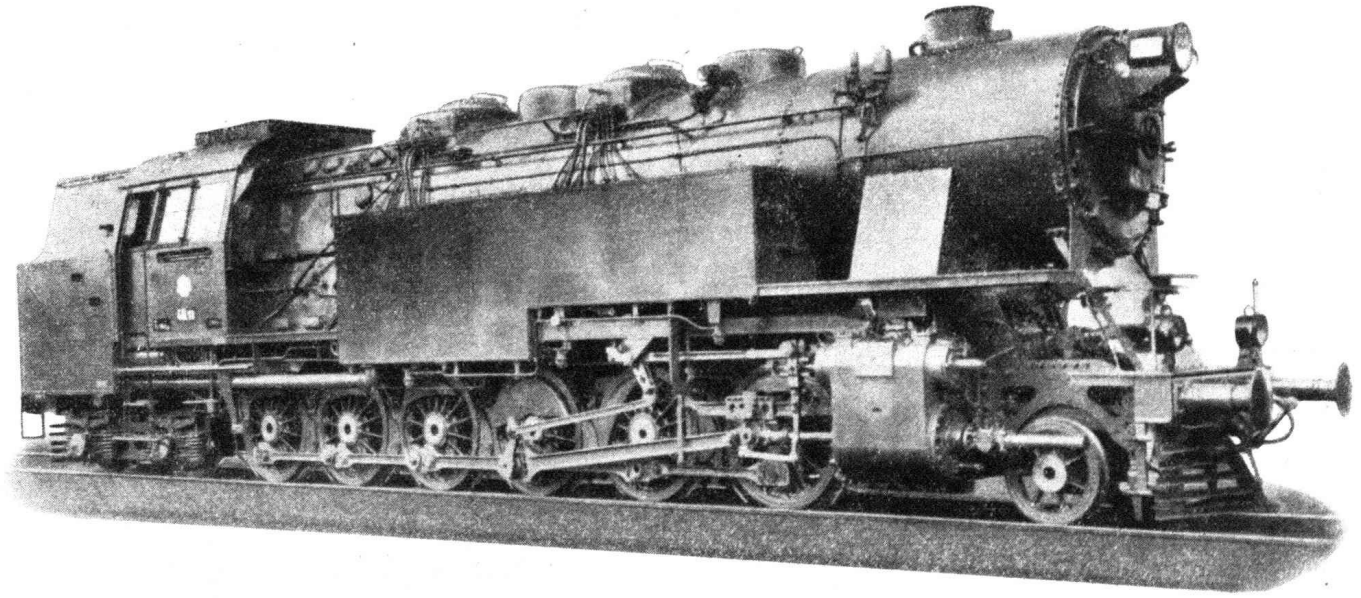
BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | NOVEMBER 1943 | NUMMER 11



Die 1'F2'-Drilling-Heißdampf-Tenderlokomotive, Reihe 46, der Bulgarischen Staatsbahnen

Von Dipl.-Ing. Walter Zimmermann, Wildau

Die auf den bulgarischen Eisenbahnen vorhandenen starken Steigungen machten von jeher besonders leistungsfähige Güterzug-Lokomotiven erforderlich. 1922 wurde erstmalig von Hanomag hierfür eine F-Tenderlokomotive [1]) entwickelt, die entsprechend der damaligen Gepflogenheit noch ohne Überhitzer als Zweizylinder-Verbundlokomotive ausgeführt war. Sie ist wohl auch heute noch die Lokomotive mit dem größten Zylinder (900 mm Durchmesser) (Bild 2).

Als dann im Jahre 1929 die Bulgarischen Staatsbahnen daran gingen, entsprechend dem Vorbild der Deutschen Reichsbahn eine vereinheitlichte Typenreihe aufzustellen, war darunter wieder eine sechsfach gekuppelte Tenderlokomotive, die jedoch mit Rücksicht auf die gesteigerten Anforderungen an Leistung, Geschwindigkeit und Aktionsradius nun einen Überhitzer und drei Laufachsen in der Achsanordnung 1F2 erhielt und als Zwillingslokomotive durchgebildet war [2]) (Tafel 1).

Diese seit 1931 im Betrieb befindliche Lokomotive bildete den Ausgangspunkt für eine Neuausschreibung im Jahre 1940, wobei jedoch folgende Änderungen zu berücksichtigen waren:

1. Die bisherige Zwillingslokomotive sollte durch Einschaltung eines dritten Zylinders in eine Drillingslokomotive umgebaut werden.
2. Der Kessel sollte nach Möglichkeit nicht höher als bei der Zwillingslokomotive liegen, wo dieses Maß 3000 mm beträgt.
3. Das hintere Drehgestell, das bisher in der Einheitsausführung der Reichsbahn durchgebildet war, sollte Außenrahmen mit Achslagern der Bauart Friedmann erhalten.

Namentlich die Verwirklichung der Forderungen 1 und 2 machte wegen des mittleren Zylinders und der Zugänglichkeit zu dem Innentriebwerk erhebliche Schwierigkeiten. Es ist jedoch gelungen, mit einer Erhöhung der Kesselmitte um 60 mm auszukommen, ohne daß eine Abflachung der Rauchkammer im unteren Teil erforderlich war, und trotzdem einen Aschkasten mit ausreichender Neigung der seitlichen Flächen zu erhalten.

Die Lokomotive soll Kohlenzüge aus zweiachsigen Güterwagen im Gewicht von 420 t auf einer Steigung

von 25 ‰ mit Kurven von 275 m Halbmesser auch bei mittelstarkem Gegenwind mit einer Mindestgeschwindigkeit von 20 km/h befördern; außerdem wird sie als Schublokomotive verwendet. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt in beiden Fahrtrichtungen 65 km/h. Als mit der ersten Kuppelachse zu einem Drehgestell der Bauart Krauß-Helmholtz vereinigt, während die dritte und vierte Kuppelachse ohne Spurkränze ausgeführt sind und die sechste Kuppelachse Seitenspiel besitzt. In Verbindung mit einem ausreichend bemessenen

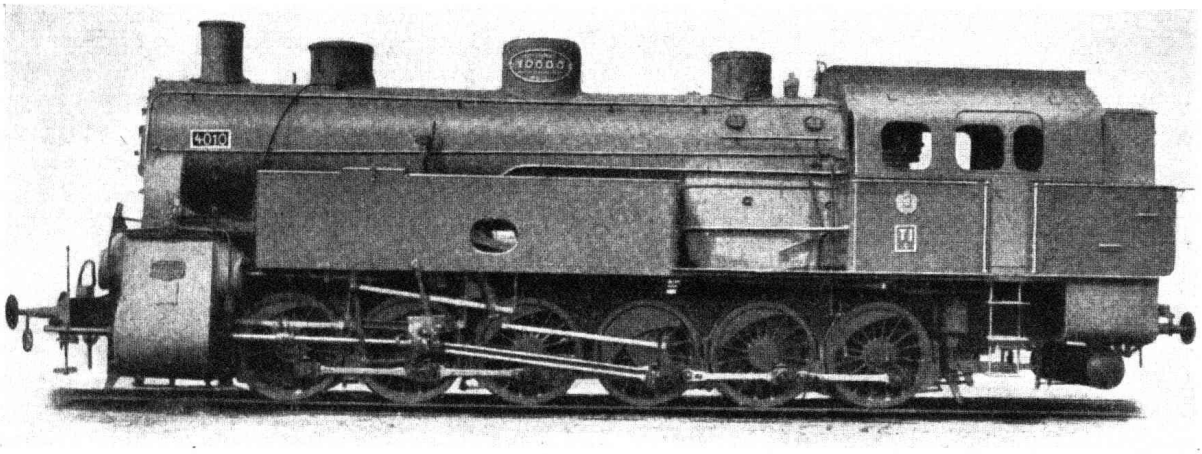


Bild 2: F-Zweizylinder-Naßdampf-Verbund-Güterzug-Tenderlokomotive, geliefert für die bulgarischen Staatsbahnen. Als Fabrik-Nr. 10 000 abgeliefert am 15. Juli 1922 von Hanomag

Hauptabmessungen:

Spurweite	*1435 mm*
Zylinderdurchmesser, Hochdruck	*620 mm*
„ Niederdruck	*900 mm*
Kolbenhub	*700 mm*
Raddurchmesser	*1340 mm*
Dampfdruck	*15 kg/cm*
Rostfläche	*4,6 m²*
Heizfläche fb	*252,5 m²*
Wasservorrat	*12 m³*
Kohlenvorrat	*5 t*
Leergewicht	*rd. 76,5 t*
Dienstgewicht	*rd. 101 t*
Fester Achsstand	*4335 mm*
Gesamt-Achsstand	*7225 mm*
Gesamtlänge über Puffer	*14400 mm*

Brennstoff findet die in den Gruben von Pernik geförderte Braunkohle von etwa 4000 WE Verwendung, die bis zu 30 % Asche enthält, sehr feinstückig ist, mit mittellanger Flamme verbrennt und stark rußt.

Um das Durchfahren kleinster Kurven von 180 m Halbmesser zu ermöglichen, ist die vordere Laufachse

Tafel 1:

Sechsfach gekuppelte Tenderlokomotiven der Bulgarischen Staatsbahnen

Achsanordnung	F—n2v	1'F2'—h2	1'F2'—h3	
Baujahr	1922	1931	1943	
Lieferwerk	Hanomag	Cegielski	Schwartzkopff	
Zylinder-Durchmesser	620/900	700	3 × 550	mm
Kolbenhub	700	700	650	„
Laufrad-Durchmesser vorn	—	850	850	„
Treibrad-Durchmesser	1340	1340	1340	„
Laufrad-Durchmesser hint.	—	850	850	„
Fester Achsstand	4335	4800	4650	„
Gesamtachsstand	7225	14500	14450	„
Kesseldruck	15	16	16	at
Rostfläche	4,6	4,87	4,87	m²
Heizfläche der Feuerbüchse	—	17,4	17,4	„
Heizfläche der Rohre	—	206,6	206,2	„
Gesamtheizfläche	252,5	224,0	223,6	„
Überhitzerheizfläche	—	83,9	79,9	„
Leergewicht	78,1	111	119,62	t
Dienstgewicht	100,7	149	155,8	„
Reibungsgewicht	100,7	101,7	108	„
Wasservorrat	12	18	18	m³
Kohlenvorrat	5	10	10	t
Länge über Puffer	14400	18205	18155	mm
Größte Höhe	4650	4280	4345	„
Größte Breite	3100	3100	3100	„
Höchstgeschwindigkeit	45	65	65	km/h
Kleinst. Krümmungshalbmesser	120	180	180	m
Größter Achsdruck	17	17	18,45	t

Seitenspiel am Drehzapfen des hinteren zweiachsigen Drehgestells wird so das Durchfahren der Kurven ermöglicht. Der feste Radstand der Lokomotive konnte auf diese Weise auf 4650 mm bemessen werden. Die geführte Länge beträgt jedoch bei 14 450 mm Gesamtradstand 12 240 mm und erreicht somit den günstigen Wert von 0,85.

Als Kessel hat der Einheitskessel von 1780 mm Durchmesser der Bulgarischen Staatsbahnen Verwendung gefunden, der in seiner Ausführung den Einheitskesseln der Deutschen Reichsbahn nachgebildet, jedoch der besonderen Eigenschaft der Perniker Kohle angepaßt ist und seit 1930 mit geringen Änderungen bei den Einheitslokomotiven der Achsanordnung 1E und 1D1 sowie den hieraus entstandenen Typen 2E und 2D1 verwendet wird. Der Kessel hat bei 223,6 m² Verdampfungsheizfläche eine Rostfläche von 4,87 m², so daß sich ein Verhältnis H : R = 46 ergibt.

Die Eigenart der Kohle erfordert einen Schüttelrost, der zur Erleichterung der Arbeit des Heizers mit Dampf betätigt wird; daneben ist zur Vereinfachung des Abschlackens ein normaler Spindelkipprost vorhanden. Um die Belästigung des Lokomotivpersonals durch die stark rauchende Kohle in den langen Tunnels zu verringern, ist auf der rechten Seite der Lokomotive unter dem Führerstand ein kleiner Ventilator angebracht, der Frischluft aus tiefen Lagen, wo diese erfahrungsgemäß verhältnismäßig sauber ist, ansaugt und über ein Zweigrohr in Kopfhöhe auf Führer- und Heizerseite in den Führerstand drückt. Auf diese Weise sollen gesundheitliche Störungen beim Lokomotivpersonal, die teilweise zu Ohnmachten führten, vermieden werden.

Der 90 mm starke Barrenrahmen der Lokomotive ist trotz der großen Länge von fast 17 m in einem Stück ausgeführt und nur am hinteren Ende auf 60 mm abgearbeitet, um für das zweiachsige Drehgestell ausreichendes Spiel zu schaffen. Die konstruktive Durchbildung lehnt sich im übrigen eng an die Normalausführung der Reichsbahn-Einheitslokomotiven an und zeigt insbesondere auch die lange Horizontalversteifung über der zweiten, dritten und vierten Kuppelachse.

Da sich bei den im Jahre 1932 in Betrieb genommenen Lokomotiven beim Anheben Schwierigkeiten ergaben — die Hebebalken mußten unter den vorderen und hinteren Pufferbohlen angesetzt werden, wodurch bei der großen Länge der Lokomotive bleibende Formänderungen am hinteren Rahmenende auftraten —, ist bei der jetzigen Lieferung der Abstand zwischen der sechsten Kuppelachse und der ersten Drehgestellachse auf 1800 mm vergrößert worden, so daß hier der Hebebalken durchgeführt werden kann, während für den vorderen Hebebalken die bisherige Lage beibehalten wurde. Bei der Montage der Lokomotive hat sich diese Änderung als einwandfrei bewährt, so daß zu erwarten steht, daß auch im Betriebe keine Schwierigkeiten auftreten werden.

Die Lokomotive besitzt wie alle neuzeitlichen Drillingslokomotiven einen Zweiachsenantrieb, wobei der schräg liegende Mittelzylinder die zweite Kuppelachse, die waagerecht mit geringer Überhöhung von 25 mm angeordneten Außenzylinder die dritte Kuppelachse antreiben. Um auch für das Innentriebwerk eine möglichst günstige Treibstangenlänge zu erreichen, ist der Abstand zwischen den Kuppelachsen, der sonst einheitlich 1550 mm beträgt, bei der ersten und zweiten Kuppelachse um 100 mm auf 1650 mm vergrößert: Dadurch konnte für die Treibstange eine Länge von 1900 mm erreicht werden, so daß das Verhältnis zwischen Kurbelradius und Treibstangenlänge noch 1:5,9 beträgt. Mit Rücksicht auf die Profilfreiheit des mittleren Treibstangenkopfes wurde der Kolbenhub, der sonst bei den neuen bulgarischen Einheitslokomotiven einheitlich 700 mm beträgt, auf 650 mm verringert und, um den gleichen Durchmesser von 550 mm für alle drei Zylinder zu erreichen, auch für die äußeren Treibwerke eingeführt.

Bemerkenswert ist die Anordnung der seitlichen Wasserbehälter, die so getroffen ist, daß der Stehkessel frei-

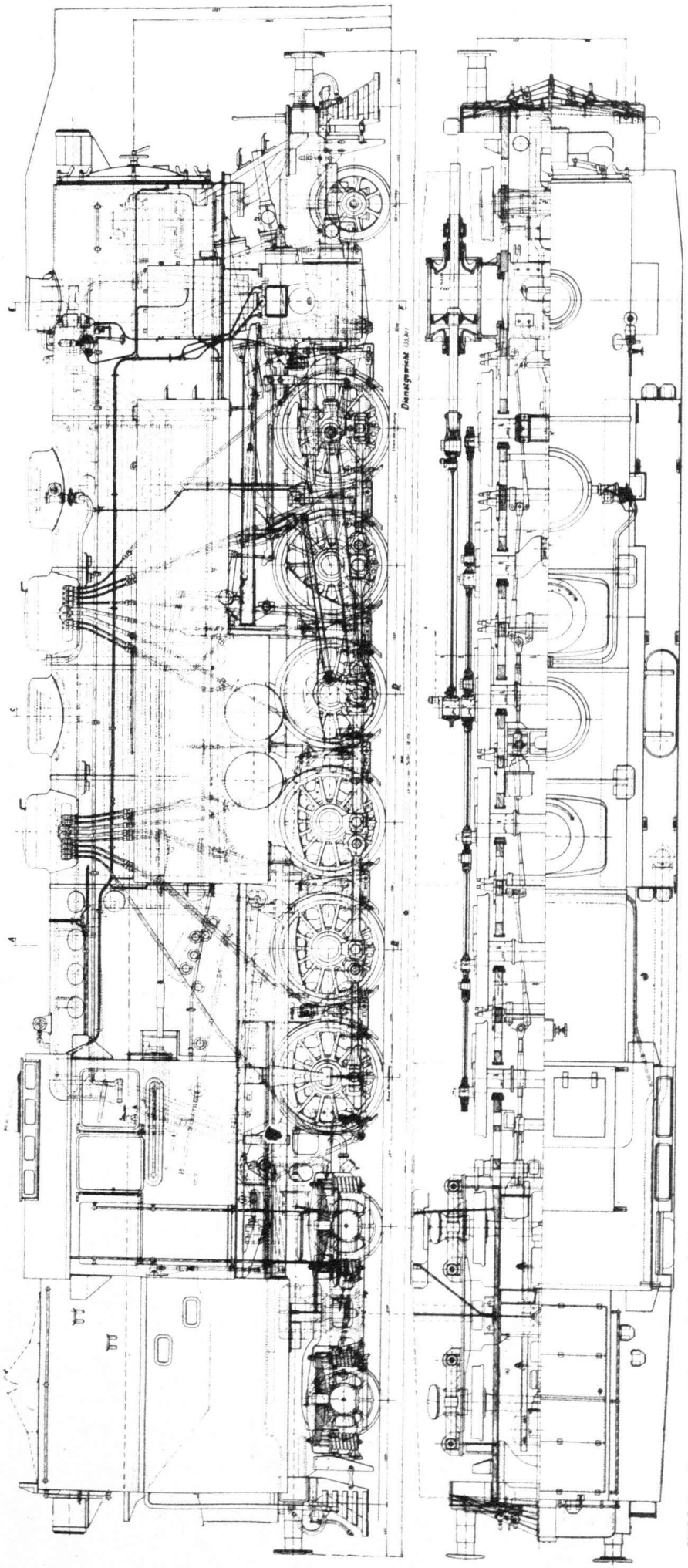


Bild 3: Längsansicht und Grundriß

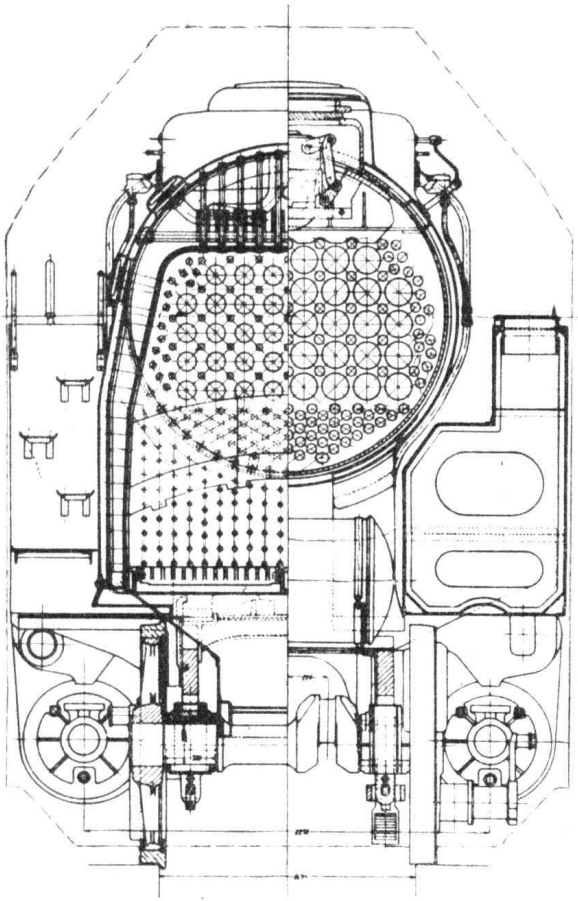


Bild 4: Querschnitt, links A-B, rechts C-D

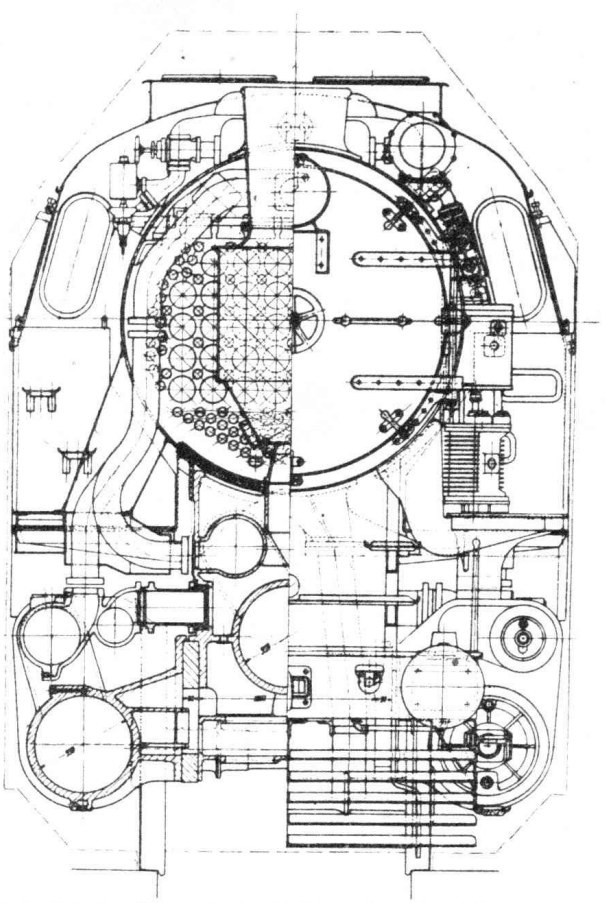


Bild 5: Links Querschnitt E-F, rechts Ansicht von vorn

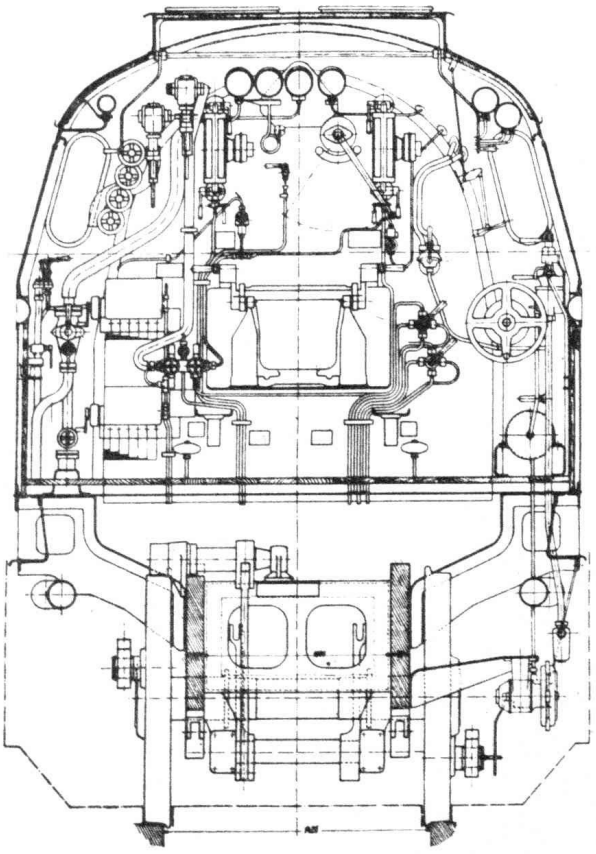


Bild 6: Schnitt G. H.

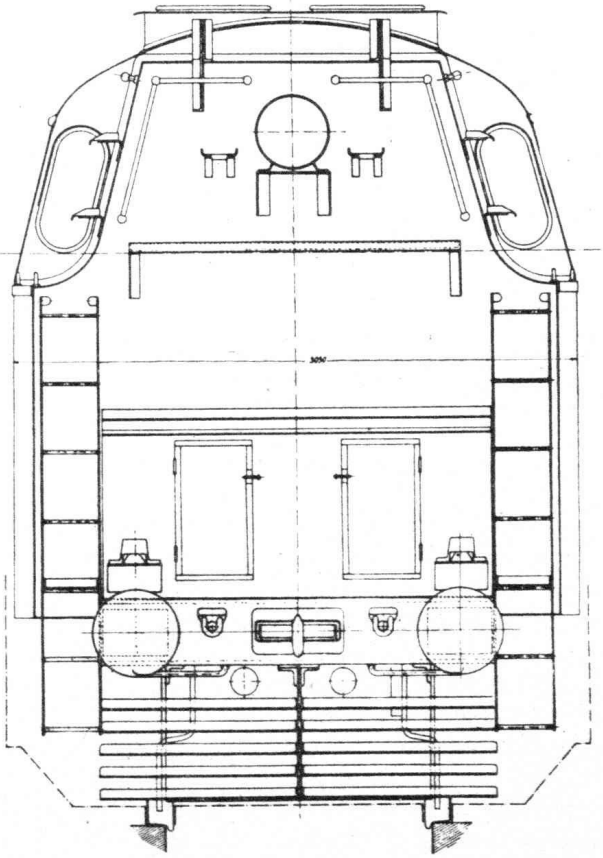


Bild 7: Ansicht von hinten

Hauptabmessungen:

Spurweite	1435 mm	Rostfläche	4,87 m²	Gesamtachsstand	14 450 mm
Zylinderdurchmesser	3×550 mm	Heizfläche der Feuerbüchse	17,42 m²	Länge über Puffer	18 155 mm
Kolbenhub	650 mm	Heizfläche der Rohre	206,20 m²	Leergewicht	119 62 t
Treibraddurchmesser	1340 mm	Gesamtheizfläche	223,62 m²	Dienstgewicht	155,80 t
Laufraddurchmesser	850 mm	Überhitzerheizfläche	79,97 m²	Reibungsgewicht	108 t
Dampfdruck	16 kg/cm²	Fester Achsstand	4650 mm	Größte Geschwindigkeit	65 km/h

liegt. Die Anordnung stellt somit ein Mittelding zwischen einer Tenderlokomotive mit seitlichen Wasserkästen und der Ausführung bei der 2'C2'-Einheitslokomotive Reihe 62 der DR dar. Der restliche Wasservorrat, der insgesamt 18 m³ beträgt, ist hinter dem Führerhaus unter dem Kohlenbehälter untergebracht, der ein Fassungsvermögen für 10 t Kohle hat und in üblicher Weise zwischen den rückwärtigen Führerhausfenstern hochgezogen ist.

Trotz der durch die Achsanordnung bedingten Länge hat die Lokomotive eine Vierpunktaufhängung, da sämtliche Kuppelachsen mit der vorderen Laufachse durch Ausgleichhebel verbunden sind; die beiden weiteren Punkte liefert das hintere zweiachsige Drehgestell.

Die Druckluftbremse, die seit der Einführung der neuen Einheitslokomotiven an die Stelle der früher üblichen Vakuumbremse getreten ist, wurde in zwei unabhängige Gruppen aufgeteilt, von denen jede jeweils drei Kuppelachsen abbremst. Auf die hintere Kuppelachsgruppe wirkt außerdem die übliche Wurfhebelbremse. Auf die Abbremsung der Laufachsen ist verzichtet worden.

Von den Sondereinrichtungen der Lokomotive, die gleichfalls im allgemeinen den Reichsbahn-Normen entsprechen, ist der als zweite Speisevorrichtung zur Anwendung gekommene Friedmann-Abdampfinjektor erwähnenswert.

Inzwischen hat die erste Lokomotive bereits die Abnahmefahrten in Bulgarien erledigt und dabei gute Ergebnisse erreicht. Die vertragliche Mindestgeschwindigkeit von 20 km wurde bei dem vorgeschriebenen Zug auf der Steigung bis auf 23 bis 26 km/h überschritten. Die Dampferzeugung des Kessels war so reichlich, daß auch bei angestelltem Injektor auf der Steigung der Kesseldruck nicht abfiel, sondern noch etwas anstieg. Die Überhitzung wurde mit 340° C festgestellt, was in Ansehung der geringwertigen Kohle ein durchaus gutes Ergebnis darstellt.

Weitere Versuchsfahrten, die mit einer der letzten Lokomotiven unter Benutzung des Meßwagens des Lokomotiv-Versuchsamtes Grunewald durchgeführt wurden, haben dieses günstige Leistungsbild in jeder Weise bestätigt, so daß diese Weiterentwicklung einer vorhandenen Bauart als voller Erfolg bezeichnet werden kann. Auch diese Lokomotive ist ein Beweis dafür, daß in Deutschland auch noch im vierten Kriegsjahr Lokomotiven für das befreundete Ausland gebaut werden, bei denen von Entfeinerung nicht im entferntesten die Rede ist, die vielmehr infolge mancher Besonderheiten ganz und gar nicht in das Kriegslokomotiv-Bauprogramm hineinpassen, dieses sogar empfindlich stören: die wirksamen Maßnahmen zur Erhöhung der Kriegsproduktion im allgemeinen und des Lokomotivbaues im besonderen haben aber die Durchführung auch solcher Arbeiten möglich gemacht.

---

[1]) Hanomag-Nachrichten, Juli-Heft 1922.

[2]) Die Lokomotive, 1931, Heft 9, und Organ, 1931, Seite 411—417.

Die Ausnutzung der Vorwärmeranlagen im Betriebe und die dadurch erzielte Kohlenersparnis

Von Reichsbahnrat Dipl.-Ing. K. Koch, Berlin

Die Mehrzahl der deutschen Reichsbahnlokomotiven, die Einheitsbauarten praktisch alle, sind seit Jahrzehnten mit Oberflächenvorwärmern für das Speisewasser ausgerüstet. Erst mit dem Übergang auf die Reihe 52, die sogenannte Kriegslokomotive, wurde erstmalig von diesem Baugrundsatz in großem Umfange abgewichen. Dabei standen aber keineswegs wärmetechnische Erörterungen im Vordergrunde, sondern nur Überlegungen herstellungs- und betriebstechnischer Natur.

Über die Höhe der durch die Vorwärmer im Betriebe erzielten Kohlenersparnis war man bisher nur auf die Ergebnisse der statistischen Unterlagen angewiesen, die, wie alle solche Erhebungen, zahlreichen Unsicherheiten und nicht nachprüfbaren Schwankungen unterworfen waren, ganz abgesehen davon, daß für neuere Lokomotivbauarten eigentlich keine Vergleichsgrundlage mehr bestand, weil es vorwärmerlose Gattungen gleicher Leistungsfähigkeit und thermischer Wirtschaftlichkeit kaum noch gab.

Von systematischen Versuchsfahrten hingegen, bei denen allezeit, meist nebenher, auch die Vorwärmerwirkung mit beobachtet wurde, lagen genügend Anhaltszahlen zur thermischen Begutachtung dieser Zusatzeinrichtung vor, aber es fehlte eben an einem Faktor, der die im Versuch gewonnenen, mehr oder weniger optimalen Werte auf die tägliche Praxis umzurechnen gestattete. Dieser im folgenden als Ausnutzungsgrad der Vorwärmeranlage bezeichnete Faktor ist in neuerer Zeit meßtechnisch zu finden versucht worden.

Zuvor einige allgemeingültige Worte über die Speisewasservorwärmung an Lokomotiven. Die durch sie ermöglichte Kohlenersparnis, die neben anderen Vorteilen die wichtigste Eigenschaft jener Anlagen sein soll, findet ihren Ausdruck im Verhältnis der vom Speisewasser aus dem Abdampf entnommenen und in den Kessel zurückgeschafften Wärmemenge zu der durch die Kohle zugeführten, oder mit anderen Worten, im Verhältnis der je kg Speisewasser im Vorwärmer gewonnenen Temperaturerhöhung zum unteren Heizwert des Brennstoffes, vervielfacht mit dem Übertragungsfaktor der Heizfläche, also mit dem Kesselwirkungsgrad. Letzterer ist aus zahlreichen Versuchen für alle in Frage kommenden Lokomotivkesselbauarten ausreichend bekannt.

Da erfahrungsgemäß gut unterhaltene (Knorr-) Vorwärmer (vor allem an nicht zu großen Kesseln, die also nicht von unverhältnismäßig viel Wasser durchflossen werden) unabhängig von der Tenderwassertemperatur auf ~ 93 bis 97° vorwärmen, ist der Wärmerückgewinn, also die Kohlenersparnis bei tiefen Vorratswassertemperaturen, d. h. also im Winter größer als im Sommer, wo das Speisewasser auch nicht über diese angegebenen Grade hinauskommt, trotz der bis viel-

leicht ~ 20 bis 25° höheren Tendertemperatur. Bekanntlich fällt die Vorwärmung im Laufe der Zeit durch die zunehmende Verschmutzung der Wärmedurchgangsflächen ab und der Wert der Anlage wird dadurch allmählich geringer. Folgende Kohlenersparniszahlen sind rechnerisch zu erzielen:

	Wassertemperatur ° i. Tender	hint. Vorw	Kohlenersparnis %
Optimalwert	0	100	16,8
Sehr guter Durchschnitt im Winter	10	95	14,2
im Sommer	20	95	12,6
Schlechtester Betriebswert unter ungünstigsten Verhältnissen	25	60	5,9

Schon aus diesen wenigen Zahlen erkennt man die weiten Grenzen, in denen sich die Kohlenersparnis durch eine Vorwärmeranlage bewegen kann. Es ist aber noch nicht berücksichtigt, daß ein Gutteil Wasser in den Kessel gespeist wird zu Zeiten, wo überhaupt kein Abdampf zur Ausnutzung vorhanden ist (z. B. Ruhe im Feuer, Vorbereitung, Abrüstung, Ausläufe, Talfahrten usw.). Um die Auswirkung dieser Punkte, zu denen noch die Gewohnheiten des jeweiligen Heizers hinzukommen, aufzufinden, sind umfangreiche Beobachtungsfahrten vor Betriebszügen mit dem Meßwagen ausgeführt worden. Zu diesem Zweck wurde der Wagen mit einem Instrument ausgestattet, das auf einem proportional zur Zeit laufenden Papierband die Temperaturen des Speisewassers und dessen Menge aufschrieb. Die Geber für die Temperaturen waren elektrische Widerstandsthermometer, die Wassermenge wurde durch einen in die Druckleitung der Vorwärmeranlage eingeschalteten, mit elektrischem Kontaktwerk versehenen Taumelscheiben - Heißwassermesser erfaßt. Mit einer geeichten Tenderlatte wurde der Gesamtwasserverbrauch gemessen, der also auch die durch die Strahlpumpe eingespeiste Menge und den übrigen Wasserverbrauch (Schlabber- und Leckverluste sowie das Spritzwasser usw.) einschließt. Mit Hilfe jenes Wassertemperatur- und -verbrauchsschreibers kann die in den Kessel durch die Vorwärmeranlage eingeführte Wärmemenge ermittelt werden. Aus Beharrungsversuchen ist bekannt, was der Vorwärmer unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperaturverhältnisse usw. bringen kann (vergl. Tabelle). Es bezeichne

ε = thermischer Ausnutzungsgrad der Vorwärmeranlage,

Q = tatsächlich zurückgewonnene Wärmemenge, aus dem Registrierstreifen ermittelt,

Q' = günstigstenfalls rückgewinnbare Wärmemenge, wenn alles Wasser bei bestmöglicher Vorwärmung durch Kolbenpumpe eingespeist wird, bezogen

a) auf Gesamtwasser, b) auf Wasser zur reinen Fahrt,

dann ist

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q'} \cdot 100\ \%.$$

Bei besonders ungünstiger Betriebslage und bei ungeübtem oder eigensinnigem Lokomotivpersonal kann das Verhältnis der Gesamt- zur Zugfahrtwassermenge ein verstärkt mißliches werden. Deshalb sind jedesmal beide Wassermengen, wie oben beschrieben, meßtechnisch erfaßt worden. Nur von letzterer kann naturgemäß der bisher gebräuchliche Vorwärmer überhaupt etwas profitieren. Diese Tatsache mindert den Wert der Vorwärmeranlage im allgemeinen und den derjenigen ohne Warmwasserspeicher (wie z. B. der gewöhnliche Knorr-Oberflächenvorwärmer) im besonderen nicht unbedeutend herab. Man erhält also zwei Vorwärmerausnutzungsgrade, je nachdem, auf welche Wassermenge man bezieht.

Die gefundenen Ausnutzungsgrade lassen sich dann gleich zur Berechnung der Kohlenersparnisquote auf der betreffenden Fahrt unter den dabei herrschenden Temperaturverhältnissen usw. benutzen. Es bezeichne

k' = höchstmögliche Kohlenersparnis durch die Vorwärmeranlage,

t'_{Vorw} = bestmögliche Vorwärmung, aus Beharrungsversuchen bekannt (entspr. Q'),

t_{Tend} = Temperatur des Wassers im Tender,

η_{Kessel} = Wirkungsgrad des Kessels bei der mittleren HB der betr. Fahrt und Kohle mit H_u = 7000 kcal/kg (aus Vorversuchen bekannt),

dann ist

$$k' = \frac{t'_{Vorw} - t_{Tend}}{7000 \cdot \eta_{Kessel}} \cdot 100\ \%,$$

und die tatsächliche Ersparnis

$$k = \varepsilon \cdot k'.$$

Da der Charakter der Strecke, also ob Waagerechte, Hügelland oder Gebirge, die Zuggattung und die Eigenarten des Heizers von mindestens ebenso großer Bedeutung sind wie der technische Zustand der Vorwärmeranlage, wurden die Messungen und Beobachtungen auf möglichst vielen verschiedenen Strecken mit jeweils anderem Personal durchgeführt, ohne daß dieses vorher über den Zweck der Fahrten unterrichtet worden wäre. Die ausgerüstete Lokomotive mit Meßwagen und Besatzung wurde einfach dem betr. Betriebswerk zur Verfügung gestellt, das sie in seinen Dienst einreihte. Es wurden zwei Lokomotiven der Reihe 50 vermessen, eine mit einer fast fabrikneuen Anlage, und eine zweite, deren Vorwärmer ungefähr 18 Monate ohne Säuberung im Betriebe gestanden hatte. Während erstere in der Beharrung ~ 95° Vorwärmung erzeugte, kam letztere nur noch auf ~ 75 bis 80°.

Mit Rücksicht auf die gebotene Raum- und Papierersparnis kann das Ergebnis der Untersuchungen hier nicht in allen seinen Einzelheiten, etwa tabellarisch, sondern nur das Endresultat gebracht werden.

Zahl der Einzelfahrten	Ausnutzungsgrad ε d Vorwärmeranlage %						Tatsächliche Kohlenersparnis k dd Vorw %					
	auf Gesamtwasser			auf Zugfahrtwasser bezogen			auf Gesamtwasser			auf Zugfahrtwasser bezogen		
	Min	Max	Mittel	Min	Max	Mittel	Min	Max	Mittel	Min	Max	Mittel
A. Bestens unterhaltene Vorwärmeranlage												
22	26,0	85,5	54,1	29,3	89,2	60,0	4,7	14,3	9,3	5,3	14,9	10,7
B. Minder gut unterhaltene Anlage												
6	0,23*	62,7	38,8	0,25*	67,3	46,4	~0*	8,3	5,0	~0*	8,9	6,0

* = Lokomotive macht wegen unbrauchbarer Saugzuganlage sehr schlecht Dampf. Heizer fährt deshalb unter Ausnutzung des Kesselspeichervermögens mit der Strahlpumpe und dem Hilfsbläser von Halt zu Halt.

Für die Maximal- und Minimalwerte konnte jedesmal eine verständliche Erklärung abgegeben werden. Die Fußnote zu den an Null herangehenden Werten obiger Tabelle liefert ein Beispiel für einen Sonderfall, der aber in der Praxis vielleicht gar nicht einmal allzu selten vorkommen dürfte.

Der gut unterhaltene Oberflächenvorwärmer hat also doch immerhin in der Praxis 10,7 % Kohlen erspart, wenn man nur die Zugfahrt allein betrachtet; auf den Gesamtbetrieb bezogen, sind es aber auch noch 9,3%. Wird hingegen die Anlage vernachlässigt, geht die Quote allmählich zurück, im vorliegenden Falle auf im Mittel 6 %, in ungünstigen Sonderfällen sogar auf 0, d. h., die Anlage ist dann zwecklos.

Die außerordentlich lehrreichen Beobachtungen haben kurz zusammengefaßt folgendes Gesamtergebnis gezeitigt:

1. Die Kohlenersparnis beim normalen Oberflächenvorwärmer ist abhängig
   a) vom technischen Zustand der Anlage, also ob reines oder verschmutztes Rohrbündel, freier Durchgang für den Abdampf zum Vorwärmergehäuse (keine Drosselinse o. ä.);
   b) von der zufälligen, vorwiegend jahreszeitlich bedingten Wassertemperatur im Tender, da die Vorwärmer erfahrungsgemäß das Wasser maximal auf ~ 96° erwärmen.

Bei ideal guter Bedienung einer völlig intakten Anlage, d. h. bei einer der augenblicklichen Dampfleistung des Kessels entsprechenden Speisewassermenge (z. B. bei Beharrungsfahrten vor dem Mwg) beträgt dann die Kohlenersparnis im Winter ~ 14,2 %, im Sommer ~ 12,6%.

2. Diese Werte werden in der Praxis gemäß den durchgeführten Beobachtungsfahrten niemals voll erreicht; herabgedrückt werden sie
   a) durch unregelmäßigen Betrieb, da im Stillstand durch die Strahlpumpe gespeist werden muß;
   b) durch Kurzstreckenbetrieb infolge der Ausnutzung der Kesselreserve und ihrer Auffrischung durch die Strahlpumpe;
   c) durch Hügellandbetrieb, der sich ähnlich wie b) auswirkt;
   d) durch mangelhafte Dampferzeugungswilligkeit des Kessels, entweder infolge unsachlicher Bedienung des Feuers oder infolge technischer Mängel des Kessels, wie z. B. nicht gut wirkende Saugzuganlage, Undichtigkeiten aller Art o. ä., oder auch durch ungeeignete Kohle;
   e) durch ungenügende Ausbildung des Personals oder auch aus Nachlässigkeit;
   f) durch unzureichende Pflege und Unterhaltung der Vorwärmeranlage, hauptsächlich durch Verschmutzung (innen und außen) des Rohrbündels.

Durch die Auswirkung der Punkte 2 a) bis e) wird die Kohlenersparnis gemäß den umfassenden Untersuchungen auf i Mittel ~ 11 % (von 13 bis 14 %) vermindert; durch f) sinkt die Ersparnis weiter im Verhältnis der optimalen (96 — 10 bis 20° = 86 bis 76°) Temperaturzunahme zur tatsächlichen (z. B. im vorliegenden Falle bei der Lokomotive mit der minder gut unterhaltenen Vorwärmeranlage von 75 — 10 bis 20° = 65 bis 55°), d. h. im Verhältnis von 65 : 85 oder von 55 : 75, das sind 1 : 0,76 bzw. 1 : 0,73. Falls mit der Vorwärmerreinigung noch länger gewartet wird, geht die Ersparnisquote naturgemäß noch weiter zurück. So kann es letzten Endes durch die gleichzeitige Auswirkung der Punkte a) bis f) zu den laut Tabelle ermittelten (i M) nur ~ 6 % Kohlenersparnis kommen.

Aus den umfassend und folgerichtig durchgeführten Versuchs- und Beobachtungsfahrten sind für die Anwendung einer Vorwärmeranlage folgende Rückschlüsse zu ziehen:

A. Die zu erwartende Kohlenersparnis ist um so höher, je glatter und ungestörter der Betrieb der Lokomotive sich abwickelt; deshalb wird im allgemeinen der Gewinn bei Schnellzug- und Personenzug-Lokomotiven größer als bei Güterzug-Lokomotiven sein. Aber auch hier ist er unter einigermaßen günstigen Bedingungen nicht zu vernachlässigen.

B. Alle Untersuchungen weisen nachdrücklich auf eine Speiseanlage mit Heißwasserspeicher hin, da dann sofort fast sämtliche Einschränkungen unter a) bis f) ganz oder mindestens zum größten Teil entfallen oder stark an Bedeutung verlieren.

Neueste Versuche mit einer Mischvorwärmeranlage mit vorläufig nur geringem Speichervermögen berechtigten schon zu den besten Hoffnungen hinsichtlich weiterer Steigerung des thermischen Nutzens durch Wärme- und Abdampfrückgewinn, auch im Betriebe.

Arbeitsplätze für Schwerbeschädigte

Das Ziel aller Berufsfürsorge ist es, dem durch den Krieg oder durch einen Unfall verletzten Arbeitskameraden in jeder Weise zu helfen und ihn möglichst schnell wieder vollberechtigt und leistungsfähig in den Arbeitsprozeß einzugliedern, damit neue Freude an der Arbeit ihn auch über den Körperschaden hinwegbringt. Früher traf man auch in der Industrie viele Beschädigte an, die als Wärter, Boten, Schreiber und in ähnlichen Stellungen tätig waren, trotzdem sie sich zuvor in „rein praktischer Arbeit" befanden: Heute dagegen weist man ihnen „rein produktive Arbeit" zu. Richtschnur und Regel beim Einsatz ist heute optimale Leistung in produktiver Arbeit. Gewiß ist namentlich die erste Zeit der neuen Tätigkeit für den Beschädigten schwierig und stellt fast immer seelisch und körperlich erhöhte Anforderungen an ihn. Es ist daher Aufgabe der Betriebsführung, ihm die Umstellung möglichst zu erleichtern. Durch organisatorische Anpassung der Arbeitsvorgänge, durch entsprechende Arbeitsplatzgestaltung und durch besondere Gestaltung der Arbeitsmaschinen und Geräte können gerade in der Eisen- und Metallindustrie oft mangelnde Fähigkeiten der Verletzten ausgeglichen werden.

Beispielsweise lassen sich die Arbeitsvorrichtungen und auch der Transport mechanisieren. Arbeitsplätze können durch besondere Sitzgelegenheiten den Er-

fordernissen des Beschäftigten angepaßt und die Bedienung von Arbeitsmaschinen und Geräten kann durch Vereinfachungen aller Art ermöglicht werden. Richtschnur ist zunächst Weiterbeschäftigung im erlernten Beruf. Ein Schlosser kann sich auch als Prüfer, Werkzeugvorrichter, Werkzeugausgeber usw. bewähren, oder man kann ihm die Pflege und Instandhaltung von Werkzeugen und dergl. übertragen. Wo eine Umschulung nötig ist, hat auch sie sich in vielen Fällen bewährt.

So sind in der Eisen- und Metallindustrie Erblindete als Wieger, Kleinteilbearbeiter, Stanzer, Bohrer, Fräser usw. beschäftigt. Der Verlust der linken Hand hat die Tätigkeit als Schmied, Schlosser, Kranführer, Werkzeugmacher oder als Zeichner und Techniker nicht verhindert. Das gleiche gilt beim Verlust der rechten Hand. Verlust des linken oder rechten Armes haben den Beruf als Stanzer, Schlosser, Klempner, Werkzeugmacher, Elektroarbeiter, Werkzeugausgeber oder Telefonist keineswegs ausgeschaltet. Aber selbst bei schwersten Beschädigungen — Verlust verschiedener Glieder — ist es gelungen, den Verletzten wieder voll in den Arbeitsprozeß einzugliedern. Ein Schwerbeschädigter, der beide Beine verlor, arbeitet heute als Hobler, bedient drei Maschinen und bildet noch andere Arbeiter zu Hoblern aus. Ein Monteur, der den linken Arm und den rechten Unterschenkel verlor, verwaltet heute die Montagewerkzeuge und stellt auf Anfordern die für die Montagestellen erforderlichen Werkzeuge und Geräte zusammen.

Diese wenigen Beispiele erhärten, daß es in der Eisen- und Metallindustrie auch für Schwerbeschädigte genug Arbeitsplätze gibt, an denen nicht das Gefühl aufkommt, nur „irgendeine Tätigkeit" auszuüben. Die eigene Arbeitsleistung und der selbst verdiente Arbeitslohn steigern eben das Bewußtsein der Kraft und des Könnens und erhöhen die Freude am Schaffen und Leben. Und das sind letzten Endes Erfolge, die im Zeichen des totalen Krieges mit der wachsenden Zahl Schwerverletzter an der Front und in der Heimat ohne Zweifel erhöhte Bedeutung gewonnen haben.

Die Dampflokomotiven der ehemaligen Jugoslawischen Staatsbahnen im Fahrpark der Deutschen Reichsbahn

Nach dem Zusammenbruch des Königreiches Jugoslawien und der darauf folgenden Eingliederung der Südsteiermark und eines Teiles von Krain ins Deutsche Reich fielen der Deutschen Reichsbahn Dampflokomotiven zu, deren Herkunft zum allergrößten Teil bei den ehemaligen k. k. österreichischen Staatsbahnen und der österreichischen Südbahn-Gesellschaft zu suchen ist. Bei den Jugoslawischen Staatsbahnen (JDZ) erhielten diese Lokomotiven vom Jahre 1933 an eine neue Bezeichnung, deren Nummerungsplan auf folgenden Grundsätzen beruht:

Jede Lokomotive trägt eine Nummer, die sich aus der Reihenbezeichnung und der Ordnungsnummer zusammensetzt. Beide Zahlen sind durch einen horizontalen Strich voneinander getrennt. Außerdem hat jede Lokomotive nach deutschem Muster ein Gattungszeichen mit gleicher Bedeutung bezüglich Achskupplungsverhältnis und Achsdruck wie bei der Deutschen Reichsbahn. Die Reihenbezeichnung ist für Lokomotiven unter 25 Jahren und solchen, von welchen mehr als 5 Stück in einer Bauart vorhanden sind, zwei-, für ältere und weniger als 5 Stück zählende Lokomotiven dreistellig. Die Einteilung der Reihenbezeichnung ist folgende:

	Lokomotiven der 1. Gruppe	2. Gruppe
Schnell- und Personenzug-Lokomotiven mit Tender	01—14	101—114
Schnell- und Personenzug-Tenderlokomotiven	15—19	115—119
Güterzug-Lokomotiven mit Tender	20—49	120—149
Tenderlokomotiven für Güterzug- und Nebenbahndienst	50—59	150—159
Verschublokomotiven	60—69	160—169
Reibungslokomotiven für Schmalspur 76 cm	70—94	170—194
Zahnradlokomotiven für Schmalspur 76 cm	95—98	195—198
Lokomotiven für Schmalspur 60 cm	99	—

Tender tragen die Nummer ihrer Lokomotiven.

Als Beispiel diene die Bezeichnung der 1'D 1' S-Lokomotive Reihe 06 mit 18 t Achsdruck, deren Bestandsnummern ab Nr. 06—001 mit der Gattungsbezeichnung 46.18 laufen. Das jugoslawische Nummerungsschema ist nur bei Vorhandensein einer verhältnismäßig geringen Zahl von verschiedenen Lokomotivbauarten verwendbar.

Die folgende Tabelle zeigt den Umnummerungsplan auf die Bezeichnungsweise der Deutschen Reichsbahn.

JDZ Reihe	Frühere Reihe	Ehemalige Bahnzugehörigkeit	DR Reihe	Anmerkung
03	109	Österr. Südbahn Ges.	38^{41}	ÖBB R 209
06	—	Jugoslawische Staatsbahn	39^{4}	
17	342	Ungar. Staatsbahnen (M A V)	75^{14}	
24	170	Österr. Staatsbahnen	56$^{31-33}$	
24	170	Österr. Südbahn Ges.	56^{42}	
25	270	Österr. Staatsbahnen	56^{35}	
28	80	Österr. Staatsbahnen	57$^{1-3}$	Zwilling
28	80	Österr. Staatsbahnen	57^{4}	Verbund
51	375	Ungar. Staatsbahnen (M A V)	90^{11}	
52	178	Österr. Staatsbahnen	92$^{22-23}$	
106	429	Österr. Staatsbahnen	35$^{2-3}$	
109	32 f	Österr. Südbahn Ges.	38^{5}	
116	229	Österr. Staatsbahnen	75^{7}	
116	29	Österr. Staatsbahnen	75^{8}	
124	29	Österr. Südbahn Ges.	53^{71}	ÖBB R 49 ab 53 7151
128	G5	Preuß. Staatsbahnen	54^{6}	
131	60	Österr. Staatsbahnen	54^{0}	ab 54 041
131	60	Österr. Südbahn Ges.	54^{0}	ab 54 081
132	35a, 35c	Österr. Südbahn Ges.	55^{62}	
133	73	Österr. Staatsbahnen	55$^{57-58}$	
134	—	Serbische Staatsbahn	57^{8}	
151	32d	Österr. Südbahn Ges.	98^{70}	ab 98 7041
151	394	Österr. Staatsbahnen	98^{70}	ab 98 7051
153	99	Österr. Staatsbahnen	98^{13}	ab 98 1381
153	199	Österr. Staatsbahnen	98^{13}	ab 98 1391
162	4	Österr. Südbahn Ges.	98^{81}	
81	490	Ungar. Staatsbahnen (M A V)	99^{8}	Schmalsp.
188	U	Österr. Staatsbahnen	99^{782}	Schmalsp.

Die Geschichte der Saugluftbremse

Vor über 70 Jahren begann der Wettstreit zwischen den Druckluft- und den Saugluftbremsen, der bei den Vorteilen und Nachteilen beider Bauarten auf dem europäischen Festlande bis nach dem ersten Weltkrieg gedauert hat. Die nicht aus rein technischen Gründen damals unterlegene Saugluftbremse ist aber nicht verschwunden, sondern besteht bei vielen normal- und schmalspurigen Bahnen weiter, wie z. B. in Deutschland bei den meisten Lokalbahnen in der Ostmark, bei vielen Lokalbahnen im Altreich, im Protektorat und im Generalgouvernement, bei fast allen Schmalspurlinien in der Schweiz, Serbien, Kroatien und Bulgarien, in Spanien und Portugal auf fast allen Haupt- und Nebenbahnen sowie auch auf vielen Lokalbahnen der übrigen europäischen Länder. Außerhalb des Kontinents herrscht die Saugluftbremse in England, fast ganz Afrika, einschließlich der ehemaligen deutschen Kolonialbahnen, Vorderindien und den ehemaligen holländischen Kolonien fast ausschließlich vor. Ferner benutzen viele Bahnen in Südamerika, Australien und Indochina die selbsttätige Saugluftbremse.*)

Unter den verschiedenen Bauarten der Saugluftbremsen überragt diejenige von Hardy bei weitem alle anderen. Ihre Entwicklung sei daher nachstehend geschichtlich zusammengefaßt.

1870: Erfindung der nicht selbsttätigen Smith-Saugluftbremse und deren Einführung bei der Great Northern-Bahn in England. Der Bremszylinder war ein durch Eisenreifen verstärkter Kautschukzylinder (Bild 1).

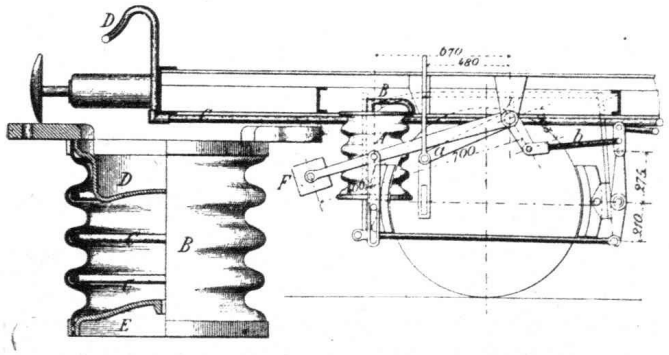


Bild 1: Bremszylinder der Smith-Saugluftbremse

1875, Juni: Vergleichsversuche der englischen Midland-Bahn mit 8 Bremsbauarten, darunter auch der Smith - Bremse, auf der Strecke Newark - Thurgaton (Organ, 1876, S. 64; 1877, S. 268).

1875: Auf Anforderung des Preußischen Ministers für Handel und Gewerbe stellt die Main-Weser-Bahn Vergleichsversuche auch mit der Smith-Bremse an, wie sie die Bergisch-Märkische Bahn verwendete (Organ, 1878, S. 207).

1877: Versuchszug mit der Smith - Bremse auf der Österreichischen Südbahn; keine befriedigenden Ergebnisse.

1877: John Hardy, damaliger Werkstätten-Chef der österreichischen Südbahn, verbesserte die Smith-Bremse, indem er die Kautschukzylinder durch gußeiserne Schalen nach Bild 2 ersetzte, in denen der durch ein Lederdiaphragma abgedichtete Bremskolben sich bewegt, und schaffte somit die einfache, nichtselbsttätige Hardy-Bremse.

1877: Grundlegendes deutsches Patent Nr. 1344 vom 24. Juli 1877 auf die nichtselbsttätige Hardysche Luftsaugebremse. Es erstreckt sich auf Ejektor, Bremszylinder mit Lederdiaphragma, Schlauchverbindung und Absperrhahn und ist eines der ältesten deutschen Patente auf Eisenbahnbremsen. Erfinder sind John Hardy und sein ältester Sohn John George Hardy.

1877: Gründung der „The Vacuum Brake Company Ltd." in London zur Auswertung der Hardyschen Patente.

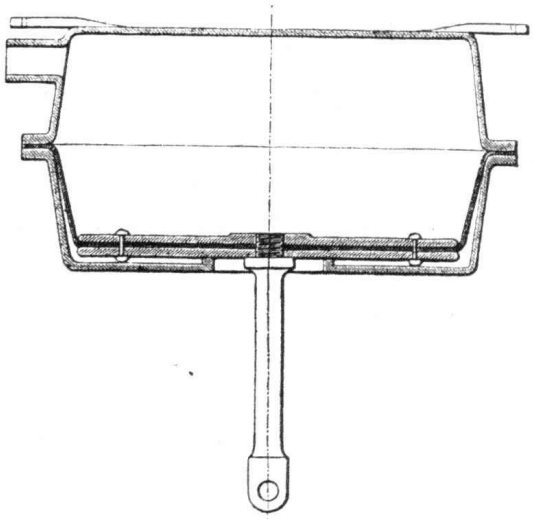


Bild 2: Bremszylinder von Hardy 1877 mit Lederdiaphragma

Einführung der nicht selbsttätigen Hardy-Bremse bei der österreichischen Südbahn, dann bei der Elisabeth-Westbahn, Karl-Ludwigs-Bahn, Rudolfs-Bahn, Leoben-Vordernberger-Bahn.

1877, 20. September: Die österreichische Eisenbahnbehörde empfiehlt die allgemeine Einführung der nichtselbsttätigen Hardy-Bremse. Zu erwähnen ist, daß seinerzeit auch die Berliner Stadtbahn die Hardy-Bremse anwendete.

1878: Amtliche Versuchsfahrten auf der österreichischen Südbahn und Westbahn sowie der englischen North-Eastern-Bahn; hier durch Douglas Galton, der dabei auch Reibungswerte ermittelte.

1879 bis 1882: Fortschreitende Einführung der Bremse bei den restlichen größeren österreichischen Eisenbahnen.

1882: Anfänge der selbsttätigen Saugluftbremsen: Aspinal-Bremse bei der Great Southern-Bahn (Irland) und Sanders-Bremse; bei letzterer wurde der Bremskolben durch abklappende Ledermanschette gedichtet. Sie führte später mit Verbesserungen zur Körting-Bremse (Organ, 1885, S. 145).

1882: Clayton entwirft den Rollring-Bremszylinder nach Bild 3.

*) Siehe z. B. v. Stockert, Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens, S. 640 u. f.

1883: In Zusammenarbeit Hardys mit der Vacuum Brake Co. wird unter Verwendung des Claytonschen Rollringes die selbsttätige Hardy-Saugluftbremse geschaffen.

1884: Einführung der Clayton-Hardy-Bremse bei 8 Bahnen in England.

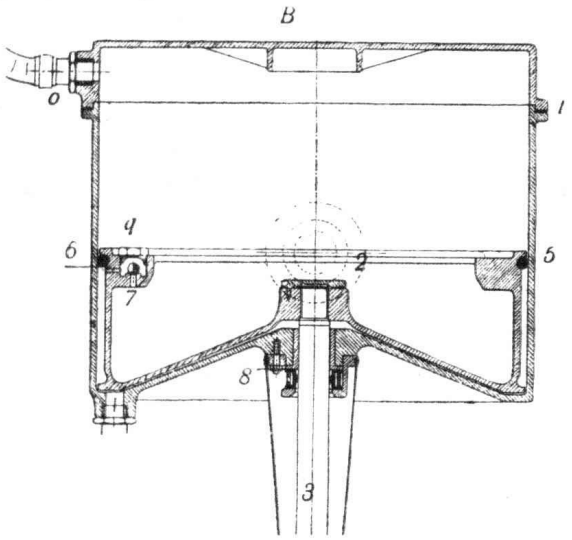


Bild 3: Bremszylinder der selbsttätigen Hardy-Bremse mit Claytonschem Rollring

1889: Gründung der Bremsenfabrik „Gebrüder Hardy Maschinenfabrik und Gießerei" in Wien durch die beiden jüngeren Söhne von Hardy, William Edward und Joseph Robert.

Erste Anwendung der selbsttätigen Bremse bei der Bosna-Bahn.

1890: 5 Probezüge der österreichischen Staatsbahn für den Lokalverkehr werden mit selbsttätigen Bremsen ausgerüstet.

Das Schnellbremsventil nach Bild 4 wird entwickelt.

1893: Die „Hardy-Umschalte-Saugluft-Schnellbremse" wird an einigen Schnellzügen in Österreich eingeführt.

1898: Desgl. auf der Wiener Stadtbahn (Staatsbahn mit Dampfbetrieb).

1901: Das Österreichische Eisenbahnministerium veranstaltet Vergleichsversuche zwischen der selbsttätigen Westinghouse-Bremse, Westinghouse-Henry-Doppelbremse, der Schleifer-Druckluftbremse und der Hardy-Saugluft-Schnellbremse am Arlberg.

1902, 3. Januar: Das Österreichische Eisenbahnministerium schreibt die Einführung der selbsttätigen Hardy-Saugluft-Schnellbremse bei personenführenden Zügen vor.

1905: Entwicklung der selbsttätigen Hardy-Saugluft-Güterzug-Schnellbremse unter Mitwirkung von Rihosek (Geschichte der Eisenbahnen der österreich-ungarischen Monarchie, VI. Band, S. 303).

1905: Erste Versuche mit der selbsttätigen Hardy-Saugluft-Güterzug-Schnellbremse an einem Zug von 140 Achsen auf der Franz-Josefs-Bahn mit Wagen der Wiener Stadtbahn.

1906/12: Mehrfache Erprobung der Hardyschen Güterzugbremse mit Zügen von 150 bis 200 Achsen und Vorführung vor der internationalen Kommission auf der Arlbergstrecke Langen—Bludenz (Zeitschr. Österr. Ing. u. Arch. V., 1909, Nr. 39—41). Der „äußerst günstige Eindruck" wird auch von gegnerischer Seite zugegeben (Glas. Ann., 1909, I, S. 97).

1909: Versuche von Glanz auf der Halberstadt-Blankenburger Bahn mit der Hardyschen Güterzug-Schnellbremse, die zur Einführung auch auf den dortigen Steilstrecken von 60 ‰ führen.

1912, 1. Oktober: Schlußsitzung der Internationalen Kommission in Wien: Anerkennung der Vorzüge der Bremse mit der Schlußfassung, daß die Bremse als internationale Güterzugbremse geeignet zu sein scheint.

1921/22: Die französische Regierung beabsichtigte, die Hardy-Saugluft-Güterzugbremse zur internationalen Einführung vorzuschlagen und veranstaltete zu diesem Zweck Versuchsfahrten unter besonders schwierigen Bedingungen, die die Überlegenheit der Hardy-Saugluft-Güterzugbremse gegenüber den damaligen Druckluftbremsen erwiesen.

Mit Rücksicht auf die auf dem europäischen Festlande bereits in erheblichem Umfange eingeführten Druckluftbremsen wurde später die Forderung aufgestellt, daß die Bremsen für den internationalen Güterzugverkehr mit Druckluft betrieben sein müssen, wodurch die Hardy-Bremse von diesem Verwendungsgebiet ausgeschlossen wurde. Dies zwang z. B. auch Österreich, zur Druckluftbremse überzugehen.

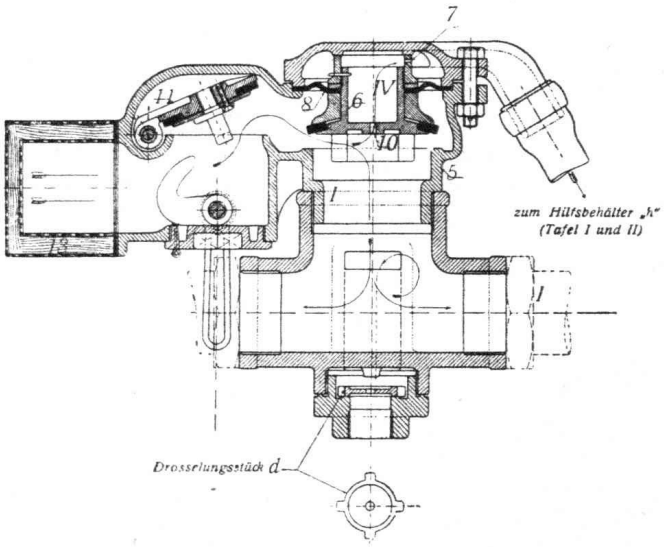


Bild 4: Schnellbremsventil zur selbsttätigen Hardy-Bremse. Es tritt nur in Gefahrfällen in Tätigkeit. Beim plötzlichen Einlassen einer größeren Luftmenge in die Hauptleitung öffnet sich schnell das Ventil IV und der Luftstoß läßt die Klappe II aufschlagen, die weitere Luftmengen zuführt

Die Saugluftbremse hat aber nach wie vor den Vorzug der größten Einfachheit. Sie hat anderseits den Nachteil, daß sie mit einem Druck von unter 1 atü arbeiten muß und daß daher die Bremszylinder bei den immer größer werdenden Wagengewichten und den Forderungen sehr hoher Bremsprozente für die besonders schnell fahrenden Züge viel zu groß werden oder vervielfacht werden müßten, also auch hohe Gewichte erfordern würden, wenn man nicht, wie in England, große Bremswege in Kauf nimmt.

Für einfachere Betriebsverhältnisse, namentlich wenn die Betriebsmittel nicht auf andere Bahnen übergehen, bleibt sie jedoch eine der besten Bremsen.

—Metzeltin—

Steuerungen ohne Geradführung der Schieberstange

Von Dipl.-Ing. J. Rihosek, Sektionschef und Professor i. R., Wien

Bei der 1'E h2-Kriegslokomotive Reihe 52 der Deutschen Reichsbahn wurde, abweichend von der bisherigen Ausführung bei den Einheitslokomotiven, der Voreilhebel der Heusinger-Steuerung auf ein Pendel aufgehängt und mit der Schieberstange durch ein Gelenk verbunden. Diese Änderung stellt eine weitgehende Vereinigung von Materialeinsparung und Fertigungsvereinfachung dar.

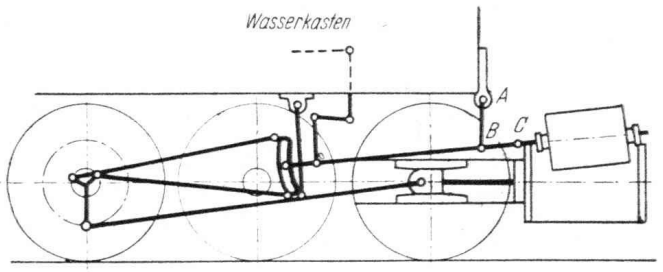


Bild 1: Gooch-Steuerung bei 26 Stück C 2'n2-Engerth-Lokomotiven, gebaut 1856/57 von W. Günther in Wiener-Neustadt für die österreichische südliche Staatsbahn

Es soll hier gezeigt werden, wie auch bei anderen Steuerungsarten ähnliche Lösungen, aber mehr konstruktiv bedingt, gefunden wurden. So zeigt Bild 1 eine Skizze der Gooch-Steuerung einer C2' n2-Engerth-Lokomotive, bei der das vordere Ende der Schieberschubstange auf dem Pendel AB aufgehängt ist und das Gelenk BC die Verbindung mit der nur in den Stopfbüchsen geführten Schieberstange besorgt. Das Pendel hat seinen Drehpunkt in einem am Wasserkasten befestigten Lager.

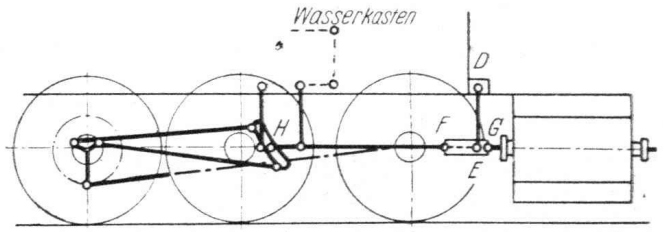


Bild 2: Allan-Trick-Steuerung bei 2 Stück C 2'n2-Engerth-Lokomotiven, gebaut 1855 von der Maschinenfabrik der St. E. G. Wien (Haswell) für die österreichische südliche Staatsbahn

Eine von der vorstehenden abweichende Lösung zeigt Bild 2 bei einer gleichen Steuerungsbauart, ebenfalls an einer aus einer anderen Fabrik stammenden C2' n2-Engerth-Lokomotive. Der Schieberkasten liegt hier außen in der Dampfzylinderachse. Die Schieberschubstange EH ist mit ihrem vorderen Ende E im Hängeisen DE angelenkt. Auf ihr liegt der Zapfen F, der mit der Schieberstange durch das in einer weiter außen gelegenen Ebene befindliche Gelenk FG (in der Skizze durch zwei Striche angedeutet) verbunden ist.

Bild 3 zeigt die Skizze einer anderen Gooch-Steuerung, abermals an einer in einer dritten Fabrik gebauten C2' n2 - Engerth - Lokomotive, bei der sich die Schieberschubstange JM auf das auf der oberen Kreuzkopfführung gelagerte Pendel JK stützt und das Gelenk JL die Verbindung mit der Schieberstange herstellt.

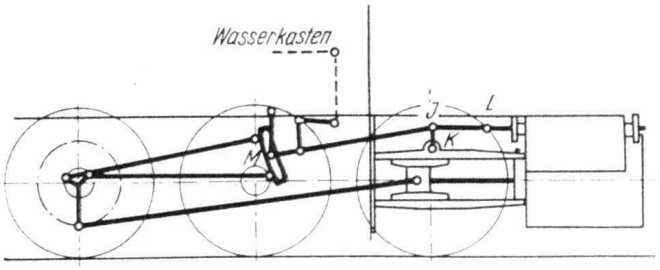


Bild 3: Gooch-Steuerung bei 8 Stück C 2'n2-Engerth-Lokomotiven, gebaut 1857 von E. Keßler in Eßlingen für die österreichische südliche Staatsbahn

Eine interessante Lösung des Antriebes des Niederdruck-Kolbenschiebers einer 1'E h4v-Lokomotive zeigt Bild 4. Der Voreilhebel OU einer gewöhnlichen Heusinger - Steuerung hängt auf dem Pendel NO. Die Stange OR führt zu der Umkehrwelle S, deren zwischen den Rahmenplatten liegender Arm ST den innen liegenden Hochdruck-Kolbenschieber antreibt. Vom Punkt P der Stange OR aus erfolgt die Bewegung des Niederdruck-Kolbenschiebers durch Vermittlung des Gelenkes PQ. Auch hier ist die Schieberstange nur in ihren Stopfbüchsen gerade geführt. Die sich aus der Bogenführung ergebenden Abweichungen gegenüber der Geradführung sind verschwindend klein.

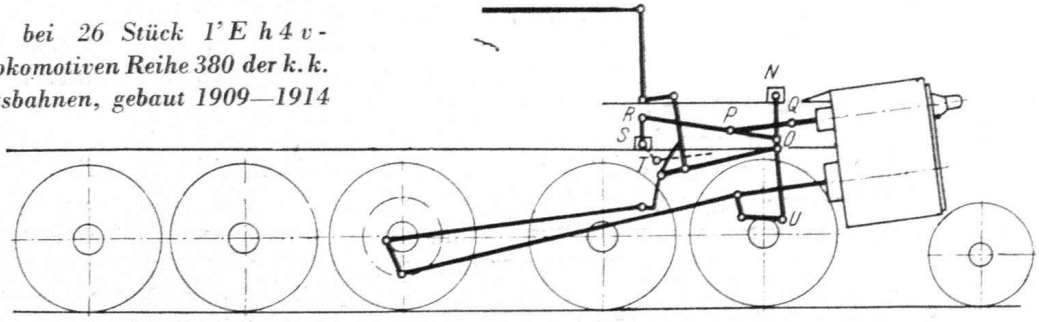


Bild 4: Heusinger-Steuerung bei 26 Stück 1'E h4v-Gebirgs-Schnellzug-Lokomotiven Reihe 380 der k. k. österreichischen Staatsbahnen, gebaut 1909—1914 von den Fabriken St.E.G. Wiener-Neustadt und Floridsdorf

Eine SANZIN-Gasse in Wien

Auf Vorschlag der Technischen Hochschule in Wien hat die Stadt Wien eine Gasse im X. Bezirk, Favoriten, zu Ehren von Ministerialrat und Professor Dr. techn. Dipl.-Ing. Rudolf Sanzin benannt (Bild 1). Dr. Sanzin, geboren in Mürzzuschlag (Steiermark) am 4. Juni 1874, gestorben in Triest am 3. Juni 1922, war

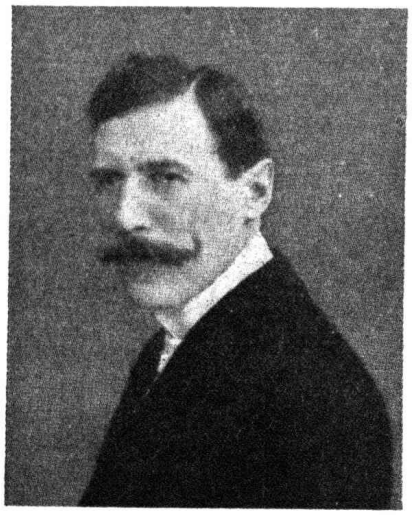


Bild 1: Dr. techn. Dipl.-Ing. Rudolf Sanzin

ein hervorragender Forscher auf dem Gebiete des Dampflokomotivbaues, dessen Arbeiten und Veröffentlichungen zum Teil auch in dieser Zeitschrift zum Abdruck gebracht wurden und dauernden Wert behalten werden.*)

Seine grundlegenden Arbeiten über den Fahrwiderstand von Lokomotiven und Wagen und besonders über die Leistungsermittlung der Dampflokomotiven haben hinsichtlich ihrer Systematik heute noch die gleiche Bedeutung wie zur Zeit ihres Erscheinens. Außer zahlreichen anderen Veröffentlichungen hat Dr. Sanzin im VDI-Forschungsheft Nr. 251 unter dem Titel „Versuchsergebnisse mit Dampflokomotiven" eine Leistungsübersicht der Lokomotiven der k. k. österreichischen Staatsbahnen gegeben. Diese im Vergleich zu ihrem Inhalt gar nicht sehr umfangreiche Schrift ist das Ergebnis jahrelanger mühevoller Forschungsarbeit und von einer Klarheit des Inhaltes, daß ihr kaum etwas Ähnliches zur Seite gestellt werden kann. Die nachgewiesenen Lokomotivleistungen sind allerdings heute weit überholt, denn sie standen damals stark unter dem Einfluß des nur geringen Achsdruckes von 14,5 t, der im ehemaligen Österreich vor dem Weltkriege zugelassen war. Gleich wertvoll geblieben ist aber die Art und Weise, Lokomotivleistungen vergleichend darzustellen, denn „die Anlehnung an bewährte Vorbilder ist und bleibt der sicherste Weg beim Entwurf einer Lokomotive", pflegte Dr. Sanzin in der Lokomotivbauvorlesung an der Technischen Hochschule Wien zu sagen. Es wäre vielleicht nicht völlig gerecht, die Arbeiten aus dieser Zeit nur nach ihrem wissenschaftlichen Inhalt zu werten; es ist auch notwendig, sich daran zu erinnern, wie wenige Hilfsmittel damals zur Verfügung standen. Die gegenwärtige Generation von Lokomotivkonstrukteuren und Zugförderungsfachleuten wird sich vielleicht nur selten vor Augen führen, daß beispielsweise die technische Vollkommenheit der Meßwagen und der Indikatoren zu Anfang des Jahrhunderts durchaus keine Selbstverständlichkeit war wie heute.

So erwähnte Dr. Sanzin in seinen Vorlesungen oft die Art, in der er die ersten Zugkraftmessungen durchführen mußte. An Stelle der Schraubenkupplung war zwischen Tender und einem als Meßwagen notdürftig eingerichteten alten zweiachsigen Salonwagen mit Stirntüren ein Dynamometer der Bauart Felsenstein eingehängt (Bild 2). Eine Bedienung der Schreibapparate des Dynamometers während der Fahrt war nur möglich, wenn sich der Bedienende in die offene Stirntür am Boden des Salonwagens legte.

Unerreicht war Dr. Sanzin als Lehrer. Wenngleich dem Inhalt seiner Vorlesungen zu entnehmen ist, daß das Versuchswesen sein Hauptarbeitsgebiet war, betonte er immer wieder die von Gölsdorf entwickelten und von Rihosek weitergeführten Konstruktionsgrundsätze des Leichtbaues beim Entwurf der Dampflokomotive. So oft es notwendig war, zitierte er in der Vorlesung den Ausspruch Gölsdorfs: „Bei einer Lokomotive kann man nicht an einer Stelle eine Tonne sparen, wohl aber an tausend Stellen ein Kilogramm." Sein ruhiger Vortrag — oft durchklungen von leiser Ironie, wenn es galt, Mißstände aufzudecken — war ebenso vollendet wie seine Art, die kompliziertesten Skizzen freihändig mit Kreide an die Tafel zu zeichnen, war er doch nebenbei ein ausgezeichneter Aquarellist.

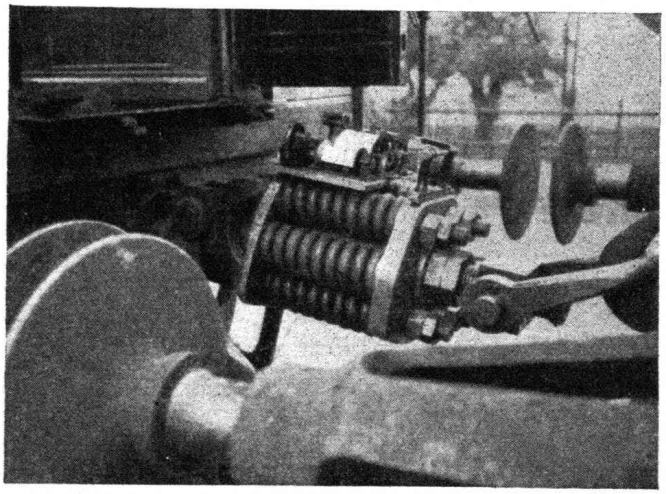


Bild 2: Ursprüngliche Ausführung des Dynamometers, Bauart Felsenstein

Sein Interesse an seinen Hörern des Lokomotivbaues erlosch nicht, wenn sie die Hochschule verlassen hatten: Er war bereit, ihnen entsprechende Stellungen zu vermitteln — eine in der Krisenzeit der ersten Nachkriegsjahre nicht immer dankenswerte und leichte Aufgabe. Dr. Sanzin ist allen unvergeßlich geblieben, die je mit ihm zu tun hatten. Pflanz — Rihosek.

*) Die Lokomotive 1922, Seite 90 und 157.

Die schmalspurige Dampflokomotive im Osten

Von F. Kemper, Wolfenbüttel

Rußland ist seit Beginn des Eisenbahnbaues mit der Verbindung seiner Großräume von Warschau bis Wladiwostok und von Archangelsk bis Baku beschäftigt gewesen. Die eigentliche Aufschließung des Siedlungsraumes im mitteleuropäischen Sinne war noch nicht erfolgt, als die deutschen Truppen im Weltkrieg 1914/18 in den Ostraum vorstießen: sie nahmen daher ein für unsere Begriffe unvorstellbar weitmaschiges Eisenbahnnetz in Besitz. Die Straßen des Ostens waren damals vielfach noch schlechter als heute, die uns in diesem zweiten Weltkrieg vertraute Motorisierung der Armee hingegen so gut wie unbekannt.

Hier hatte daher der deutsche Feldeisenbahner ausreichend Gelegenheit, die schon in Friedenszeiten geübte Verlegung von 600-mm-spurigen Bahnen zu verwirklichen, und es entstand ein Netz von Schmalspurbahnen hinter der damaligen Ostfront, das für die Versorgung der Truppe unschätzbare Dienste leistete. Da unsere österreichischen Verbündeten, aus dem Raum von Galizien vorstoßend, ähnlich verfuhren, konnte bei Kriegsschluß der polnische Staat, der alle diese Gebiete in Besitz nahm, ein ansehnliches Erbe in Form verkehrserschließender Kleinbahnnetze antreten. Heute sind, neben den Hauptbahnen, alle diese Schmalspurbahnen wieder unter deutscher Verwaltung. Wie Reichsbahnrat Dr. Peicher mitteilt [1]), wurde ein Schmalspuramt in Jedrzejow, Distrikt Radom, geschaffen, welches das geschlossene Kleinbahnnetz verwaltet, das während der deutsch - österreichischen Besetzung im Weltkrieg in jener Gegend entstand und von den Polen unverändert weitergeführt wurde. Auch die ehemalige Provinz Posen verfügt über zahlreiche Schmalspurbahnen von 600 mm und 750 mm Spurweite, deren Entstehung jedoch vielfach auf die Initiative der Kreise zurückzuführen ist, von denen sie auch heute noch verwaltet werden.

Auf der russischen Seite wurde von jeher für militärische Feldbahnen die 750-mm-Spur bevorzugt, so daß im östlichen Teil des späteren Polens auch in dieser Spurweite Kleinbahnen ausgeführt wurden. Auch bei unseren Feldbahnern machte sich eine Vorliebe für diese leistungsfähigere und doch noch genügend handliche Spur im Laufe des Krieges bemerkbar. Wenigstens läßt der Bau von 750-mm-spurigen E-Tenderlokomotiven gegen Ende des Krieges durch Henschel & Sohn darauf schließen. Diese Maschinen wären mit 8 t Achsdruck allerdings im Osten wohl kaum auf den vorhandenen 750-mm-spurigen Bahnen verwendbar gewesen, denn die zulässigen Achsdrücke liegen dort bei dieser Spur zwischen 6 bis 7 t, vielfach auch unter 6 t.

Wie schon erwähnt, fielen nach dem für uns unglücklichen Ausgang des ersten Weltkrieges auch alle Schmalspurnetze mit dem gesamten rollenden Material den neu gebildeten Staaten des Ostens, vornehmlich aber Polen, zu. Bei Betrachtung des zurückgelassenen Lokomotivmaterials finden wir, daß die deutschen Feldbahner während des Weltkrieges auch im Osten die bekannten Lokomotivtypen für die 600-mm-Spur in Betrieb gehabt hatten. Die C-Tenderlokomotiven, die, Führerhaus zu Führerhaus gekuppelt, auch als Doppellokomotiven verkehrten, gehörten schon lange zum Bestand der Eisenbahnbrigade, während die D-Tenderlokomotiven mit Klien-Lindner-Hohlachsen, die sogenannten Eisenbahn-Brigadelokomotiven von 12 t Dienstgewicht, erst einige Jahre vor Kriegsausbruch neu hinzugekommen waren. Diese vierachsigen Militär-Feldbahnlokomotiven wurden bis 1918 von verschiedenen deutschen Lokomotivfabriken in großer Anzahl zusammen mit vierachsigen Wasserhilfstendern von 5 m^3 Inhalt und 11,2 t Dienstgewicht gebaut. Die Tender hatten also im Dienstzustand fast das Gewicht der Lokomotive erreicht. Auf die große Bedeutung der Hilfstender für die Schmalspurbahnen des Ostens wird später noch ausführlicher einzugehen sein.

Mit diesem Lokomotivmaterial wurde der zum Teil recht umfangreiche Verkehr der Schmalspurnetze, die ja vielfach die einzige Verkehrsmöglichkeit darstellten, auch noch einige Jahre nach dem Kriege einwandfrei durchgeführt. Aber bereits 1923 machte sich doch das Bedürfnis nach Lokomotiven bemerkbar, die nach neuzeitlichen Gesichtspunkten entworfen und gebaut waren. Für eine Weiterbeschaffung der D-Klien-Lindner-Lokomotiven lag keine Veranlassung vor. Wenn diese Maschinen auch gut kurvenbeweglich sind, so ist doch der bei dieser Bauart notwendige Außenrahmen und das hohe Gewicht des Triebwerks, verbunden mit höheren Anschaffungskosten, nachteilig. Die erforderliche Kurvenbeweglichkeit konnte bei vierfacher Kupp-

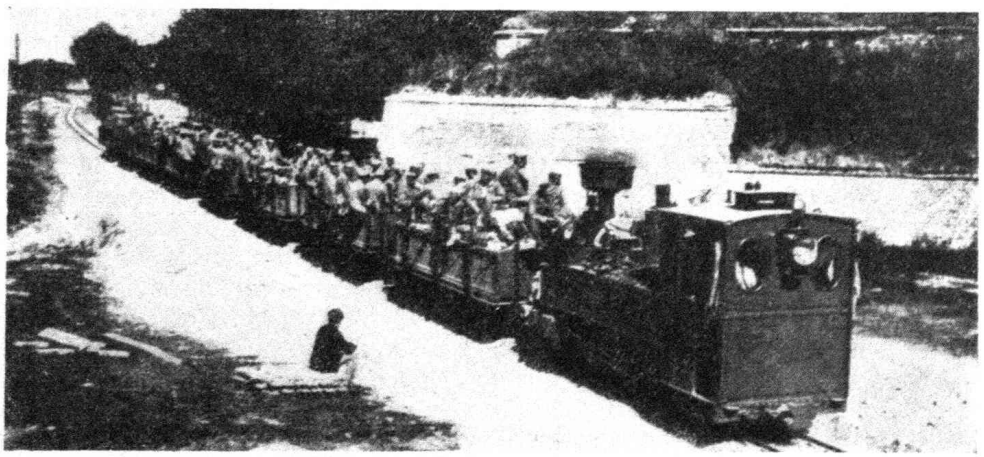


Bild 1: Weltkrieg 1914/18 im Osten. D-Klien-Lindner-Lokomotive mit Truppentransport

lung vielmehr auch durch die Seitenverschiebbarkeit einer Achse nach Gölsdorf billiger erreicht werden.

Für den inzwischen instandgesetzten Oberbau war ein Achsdruck von 4 bis 5 Tonnen zulässig; trotzdem wurde für den Neuentwurf an einer vierfach gekuppelten Lokomotive festgehalten. Diese Maßnahme war sehr zu begrüßen, denn die im Osten auf der 600-mm-Spur vorhandenen, dreifach gekuppelten Lokomotiven[2]) sind nirgends den noch dauernd steigenden Zug-

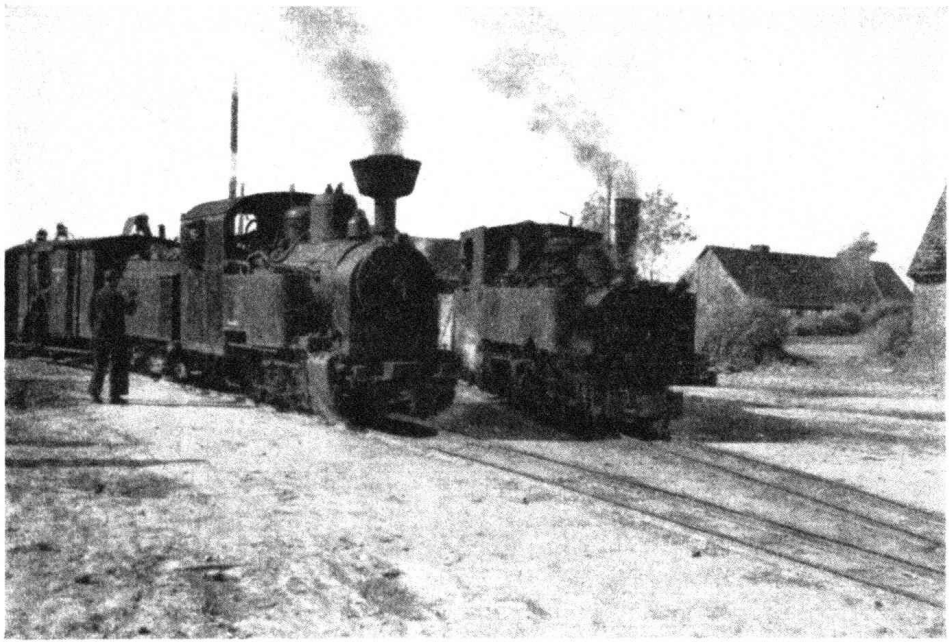


Bild 2: D-Halbtender-Lokomotive Typ Weichsel, gebaut von Krenau 1929; rechts B+B Günther-Meyer-Lokomotive, gebaut von Jung 1896, im Betriebe der 600-mm-spurigen Wirsitzer Kreisbahn

gewichten gewachsen. Vor allen Dingen ist dies damit zu erklären, daß der Osten nicht, wie es weitverbreitete Meinung ist, eine absolute Ebene darstellt, sondern in seiner Eigenschaft als Endmoränengebiet stark wellig ist. Beim Bau der militärischen Schmalspurbahnen und auch der sonstigen Kleinbahnen konnte aber ein umfangreicher Ausgleich der Massen durch tiefe Einschnitte und hohe Dämme aus Gründen der Schnelligkeit oder Billigkeit der Herstellung nicht erfolgen. Die sich hieraus zwangsläufig ergebenden Betriebsverhältnisse, nämlich starke Steigungen mit fast sofort sich daran anschließenden Gefällen, erfordern trotz des leichten Oberbaues leistungsfähige Lokomotiven.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden 1923 von der Hanomag 15 Stück D - Güterzug-Tenderlokomotiven für die Schmalspurnetze der damaligen polnischen Staatsbahnen gebaut, von denen 10 für die 600-mm-Spur bestimmt waren, während der Rest an die 750-mm-spurigen Bahnen des östlichen Polens geliefert wurde. Gegenüber den D-Klien-Lindner-Lokomotiven, wie sie den Feldbahnen während des Krieges zur Verfügung standen, weisen diese Maschinen einige bemerkenswerte Fortschritte des modernen Lokomotivbaues auf. In erster Linie interessant ist hier die Einführung des Barrenrahmens. Durch sein leichteres Baugewicht, verbunden mit dem etwas höheren zulässigen Achsdruck, wurde eine Vergrößerung der wasserber. Kesselheizfläche um mehr als das Doppelte, nämlich von 18,0 m² auf 37,6 m² erreicht. Die Dampfverteilung erfolgt durch eine moderne Heusinger-Steuerung, die Kolbenschieber betätigt. Diese haben allerdings äußere Einströmung, was aber keine Nachteile ergibt, da bei den vorherrschenden primitiven Werkstätten- und Betriebsverhältnissen eine Überhitzung des Dampfes kaum in Frage kommt. An Vorräten hatten die neuen Maschinen 1,6 cbm Wasser und 1 t Kohle, die das Dienstgewicht auf 19,1 t brachten. Leider hatten diese reinen Tenderlokomotiven die Kohlenkästen hinter dem Führerhaus, wodurch die später notwendig werdende Beifügung eines Hilfstenders zum Verkehr auf längeren Strecken Schwierigkeiten bereitete.

Bei der Weiterbeschaffung dieser bestens bewährten Lokomotive, die die Bezeichnung „Typ Weichsel" erhielt, wurde ausschließlich die inzwischen erstarkte polnische Lokomotiv-Industrie berücksichtigt. Hier war es besonders die Erste polnische Lokomotivfabrik in Chrzanow, jetzt Oberschlesische Lokomotivfabrik A.-G. in Krenau, die diese Lokomotive des öfteren nachbaute

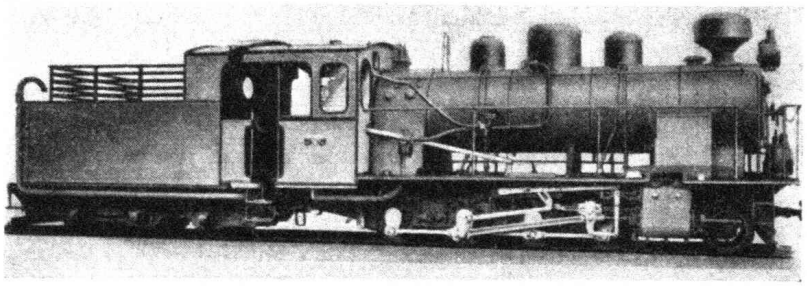


Bild 3: Lettländische Eisenbahn, 1 D-Heißdampf-Güterzug-Lokomotive, 750 mm Spurweite, 7 t Achsdruck

und sie den inzwischen gesammelten Betriebserfahrungen entsprechend zur Halbtenderlokomotive weiterentwickelte. Um das Reibungsgewicht der Lokomotive nicht zu stark zu vermindern, wurden die Wasservorräte auf der Maschine belassen, während der Kohlenvorrat von nunmehr 1,7 t und der zusätzliche Wasservorrat von 3,25 cbm auf einem zweiachsigen Hilfstender untergebracht sind. Eine Tür in der Führerhausrückwand und ein Brückenblech stellen die Verbindung zum Hilfstender her.

An dieser Stelle muß etwas ausführlicher auf die Bedeutung der Hilfstender für die örtlichen Schmalspurbahnen eingegangen werden. Sie stellen ohne Zweifel eine Notmaßnahme zur Überbrückung der Wasserknappheit der reinen Tenderlokomotiven dar. Diese Maschinen erhalten das zur Verdampfung bestimmte Wasser nicht, wie uns geläufig, aus einer Versorgungsanlage auf den Stationen, sondern sie sind vielfach gezwungen, das Wasser mit Hilfe von saugenden Dampfstrahlelevatoren aus Bächen, Teichen und Brunnen selbst zu entnehmen. Da eine kleine C-Tenderlokomotive beispielsweise 10 bis 15 Minuten gebraucht, um auf diese Weise ihre geringen Wasservorräte zu ergänzen, so ist einleuchtend, daß sich ein fahrplanmäßiger Betrieb so nicht erreichen läßt, zumal sich dieser Vorgang in verhältnismäßig geringem Abstand wiederholt. Wohl werden saugende Dampfstrahlelevatoren bis zur Leistung von 1600 Liter/Minute gebaut, aber ihr Dampfverbrauch ist so groß, daß ihre Anwendung nur in den kleinsten Ausführungen bei Schmalspurlokomotiven in Frage kommt.

Die Unterbringung des Kohlenvorrats tritt gegenüber den Wassersorgen zurück, denn 1 kg Kohle verdampft bekanntlich 7 kg Wasser, aber bei Holzfeuerung, wie sie in den Waldgebieten des Ostens üblich ist, wird auch die Unterbringung des Brennstoffes ein Problem.

Erwägungen dieser Art führten schon bald dazu, die im Osten nun einmal vorhandenen Tenderlokomotiven durch Hinzufügen eines Hilfstenders leistungsfähiger zu gestalten. Wie schon erwähnt, handelt es sich hierbei um eine reine Notmaßnahme, denn durch den Hilfstender wurde zwar der Wassermangel auf der Strecke, nicht aber die Umständlichkeit der Wasseraufnahme beseitigt. Der saugende Dampfstrahlelevator füllt nämlich zunächst die Wasserkästen der Lokomotive, von denen es durch die Verbindungsschläuche in den Wasserraum des Hilfstenders eindringt. Dieses Verfahren des Wasserfassens ist immer noch sehr langwierig und muß meistens auf offener Strecke an kreuzenden Bächen usw. erfolgen, da nicht jede Schmalspurbahn des Ostens die Bohrung von Brunnen auf den Stationen hat durchführen können. Trotzdem vorhandene Brunnen zeigen oft einen so niedrigen Grundwasserstand, daß die Lokomotive das Wasser mit dem Elevator nicht heben kann.

Die Halbtenderlokomotive, wie die Tenderlokomotive mit Hilfstender genannt wird, stellt also für viele Strecken der östlichen Schmalspurbahnen keine ganz befriedigende Lösung dar. Verständlich war noch die Entwicklung der Halbtenderlokomotive durch Hinzufügen des Hilfstenders im Laufe der Zeit auf Grund von Betriebserfahrungen, einigermaßen unverständlich aber die Beschaffung neuer Halbtenderlokomotiven. Es wird zwar gelegentlich erklärt, daß die Halbtenderlokomotive für die Bedienung von Nebenstrecken und für Verschiebedienst nach Abkuppeln des Hilfstenders besser geeignet sei, ich habe diesen Fall aber auch nicht ein einziges Mal während einer zweijährigen Beobachtungszeit im Osten eintreten sehen.

Die Baltenländer sind daher auch folgerichtig einen Schritt weitergegangen und haben bei der notwendig werdenden Beschaffung neuer Lokomotiven für ihre 750-mm-spurigen Bahnnetze von 2150 km Ausdehnung die Lokomotive mit Tender gewählt. Der Fortfall der Vorräte auf der Lokomotive ist bei den neuen Typen überall zum Entwurf eines möglichst großen Kessels benutzt worden, ein Vorteil, der bei den oft schwierigen Betriebsverhältnissen gar nicht hoch genug veranschlagt werden kann.

Beachtenswert unter den neuen Maschinen ist die 1D-Heißdampf-Güterzug-Lokomotive mit dreiachsigem

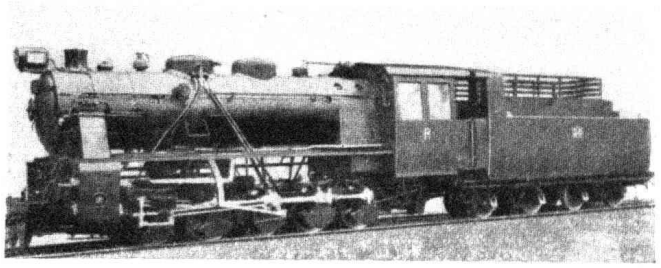


Bild 4: E-Zwillings-Heißdampf-Güterzug-Lokomotive für die Litauischen Staatsbahnen, Spurweite 750 mm

Tender für die Lettischen Schmalspurbahnen, gebaut von Linke-Hofmann [3]). Bei dieser Maschine, die 7 t Achsdruck aufweist, ist auch die Frage der Tenderfüllung durch den saugenden Dampfstrahlelevator glücklich gelöst. Dieser befindet sich auf dem Umlaufblech der Lokomotive und befördert das angesaugte Wasser zur Tenderrückwand, wo es durch ein Überfallrohr in die Luke des Tenders fällt. Das Wassernehmen wird durch diese Anordnung auch auf größeren Stationen nicht behindert, wo etwa durch Vorhanden-

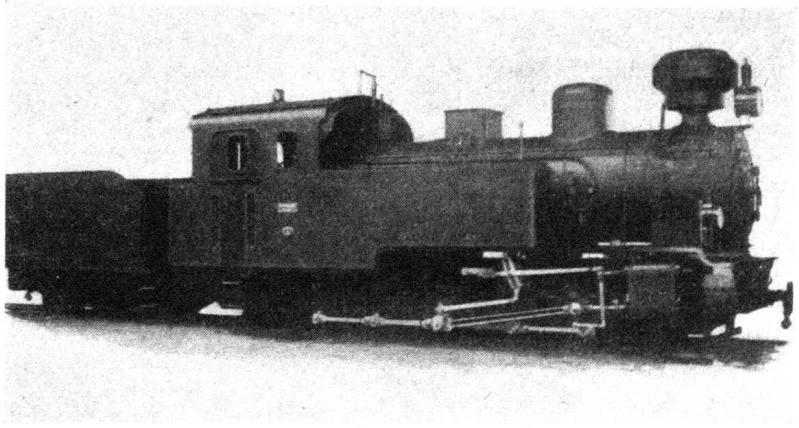


Bild 5: E-Naßdampf-Tender-Lokomotive für Rußland, 750 mm Spur, 7,4 t Achsdruck, mit 2achsigem Hilfstender *Werkfoto M.B.A.*

sein von Hochbehältern eine noch schnellere Füllung des Tenders durch die Luke möglich ist.

Wahrscheinlich die modernsten Lokomotiven für die 750-mm-Spur wurden von den Skodawerken für die Litauischen Schmalspurbahnen gebaut [4]). Dem Entwurf lag die Forderung der Bahnverwaltung zugrunde, mit den neuen Maschinen einen Zug von 300 t über Steigungen von 1 : 62 und Krümmungen von R = 200 noch mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h zu befördern. Da der zulässige Achsdruck 7,5 t nicht überschreiten durfte, andererseits infolge vorgesehener Gemischtfeuerung von Holz und Kohle ein großer Kessel nötig wurde, wählte man eine fünffach gekuppelte (E) Lokomotive mit vierachsigem Tender. Die Kurvenläufigkeit

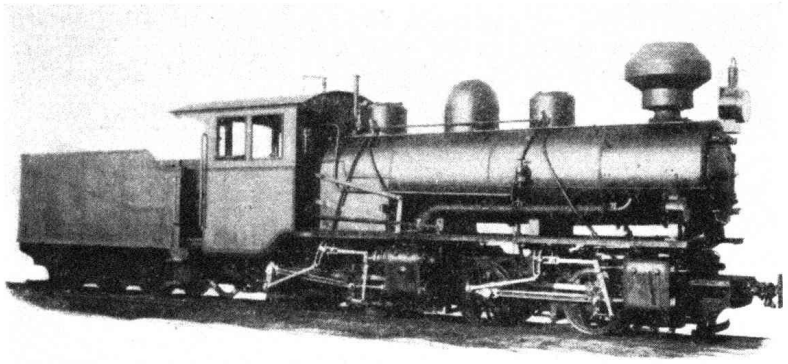


Bild 6: B + B-Heißdampf-Lokomotive für Rußland, 750 mm Spur, 7 t Achsdruck, mit 3achsigem Tender *Werkfoto M. B. A.*

der Lokomotive ist hier durch Seitenverschiebbarkeit der fünften Achse und durch Abdrehen der Radreifen des zweiten Radsatzes erreicht. Der feste Radstand ist daher 3150 mm, während der Gesamtradstand 4200 mm beträgt. Der Raddurchmesser von 900 mm begrenzt die Höchstgeschwindigkeit auf 40 km/h. Zur Sonderausrüstung der Lokomotiven gehören Dampfbremse, Friedmann - Abdampfinjektor, elektrische Beleuchtung und Dampfläutewerk. Der vierachsige Tender ist ganz geschweißt, auch die Drehgestelle. Die Vorräte betragen 11,3 cbm Wasser und 9 cbm Brennstoff (Bild 4).

Mit diesen neuen Lokomotiven wurden nach der Anlieferung auch Betriebsversuche unternommen, wobei ein Zug von 450 t über Steigungen von 1:200 mit 36 km/h befördert wurde, während eine bei der Bahn wohl allerdings nicht häufig vorkommende Steigung von 1:50 und 200 m Halbmesser mit einem Zuge von 300 t bei 19 km/h Geschwindigkeit durchfahren wurde.

Im erweiterten Ostraum, also im Gebiet der Sowjetunion, war neben der 750-mm-Spur (Bilder 5 und 6) auch noch die Spurweite von 3 Fuß engl. = 914 mm in Erscheinung getreten. Vornehmlich auf die Bergwerks- und Hüttenbezirke der Ukraine und des Ural beschränkt, ist diese Spurweite wohl auf die Tätigkeit der amerikanischen Spezialisten Anfang und Mitte des vorigen Jahrzehnts zurückzuführen. Henschel & Sohn lieferten einfache, aber sehr kräftige C-Lokomotiven von 16,1 t Achsdruck nebst zweiachsigen Tendern für eine dieser Bahnen (Bild 7). Die Sowjets versuchten auch die Eigenerzeugung von Schmalspurlokomotiven im Lokomotivwerk Nowotscherkask zu steigern. Über die gebauten Typen dieses für eine angebliche Leistungsfähigkeit von jährlich 400 Lokomotiven ausgestatteten Werkes ist allerdings nichts bekannt geworden [5]). Wir wissen nur, daß zum Beispiel allein in den Torfwerken Rußlands etwa 300 schmalspurige Dampflokomotiven tätig waren. Immerhin eine beachtliche Zahl.

Die schmalspurige Dampflokomotive wird in Zukunft im Osten ein bisher kaum für möglich gehaltene Verbreitung finden. Die Aufschließung der vorhandenen und noch zu schaffenden Siedlungsgebiete durch Verdichtung des bisherigen Bahnnetzes in Normalspur wird beim besten Willen nicht überall möglich sein. Der Straßenbau wiederum kann besonders die abseits des Verkehrs liegenden landwirtschaftlichen Großbetriebe mit ihren Massentransporten von Kohlen, Kalk, Kunstdünger, Hackfrüchten und Getreide erfahrungsgemäß nicht zufriedenstellen. Hier sind die im Osten bereits vielfach bewährten Schmalspurbahnen berufen, die empfindlichen Lücken im Verkehrsnetz zu schließen. Der deutschen Lokomotiv-Industrie aber wird die Aufgabe zufallen, für die neuen Schmalspurbahnen leistungsfähige und zweckentsprechende Lokomotiven zu schaffen.

---

[1]) Du Prel, Das deutsche Generalgouvernement Polen, Krakau 1940.

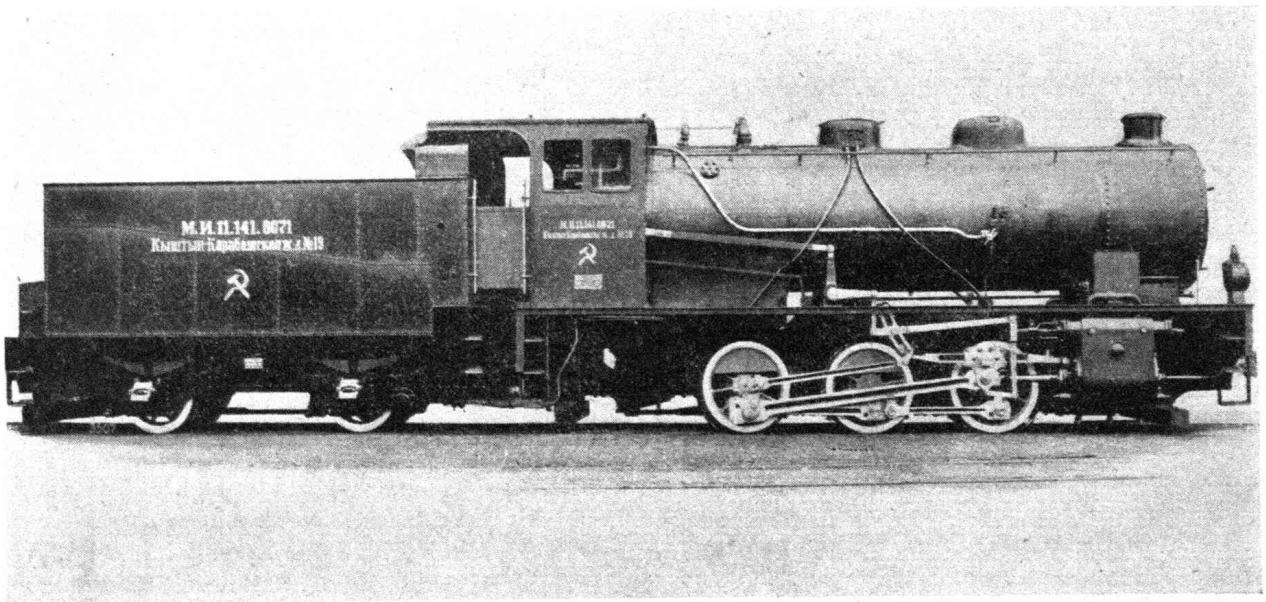
[2]) U. a. auch 2C-Tenderlokomotiven des amerikanischen Heeres, wie z. B. Nr. 8 der Bromberger Kreisbahn (Baldwin 1917), die auf der kurven- und steigungsreichen Strecke Nakel—Lindenwald (34 km) oft bis über die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ausgelastet ist. Die Maschine hat ebenfalls zweiachsigen Hilfstender erhalten.

[3]) Verkehrstechn. Woche, 1924, Seite 607.

[4]) Ry. Gazette, 1936, Seite 153.

[5]) Metzeltin, Russ. Lokomotivbau, Lokomotive 1942, S. 59.

Bild 7: C-Bergwerks-Lokomotive für Rußland, 914 mm Spur, 16,1 t Achsdruck und 2achsigem Tender mit 10 t Wasser und 4,7 t Kohle *Werkfoto Henschel*



KLEINE NACHRICHTEN

Die Lokomotive auf der Briefmarke

Die japanische Postverwaltung gab Ende des Jahres 1942 eine Gedenkmarke anläßlich der Siebzigjahrfeier der japanischen Eisenbahnen heraus. Die Briefmarke im Wert von 5 Sen in dunkelgrüner Farbe wurde als Heliogravüre von der Staatsdruckerei Tokio hergestellt und trägt das Bild einer Lokomotive mit Windleitblechen zu beiden Seiten der Rauchkammer samt Tender. S—r.

83 Dienstjahre

Die Notiz im Oktober-Heft über ungewöhnlich lange Lebensdauer von Cn2-Güterzug-Lokomotiven Reihe 29 der ehem. österr. Südbahn, später Reihe 49 der Bundesbahnen, möchte ich mit einigen Ergänzungen sowie 3 Bildern vervollständigen. Eine von ihnen, im Jahre 1860 von der Maschinenfabrik der österreichisch-ungarischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Wien erbaut,

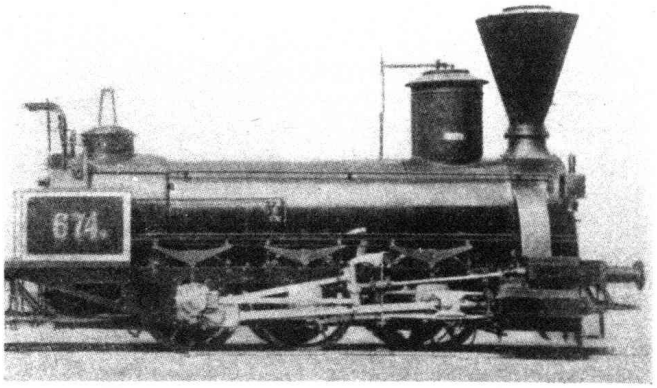


Bild 1: Cn2-Güterzug-Lokomotive, Bauart Hall, gebaut ab 1860 für die österreichische Südbahn als Reihe 29, später ÖBB. Reihe 49, im ursprünglichen Zustand

leistete z. B. noch 1936 Verschiebedienst auf dem Matzleinsdorfer Güterbahnhof in Wien, stand also damals im 76. Lebensjahr. Ursprünglich Bahn-Nr. 682, trug sie später die ÖBB Nr. 49.11. Doch noch heute befinden sich vier Lokomotiven dieses Typs mit den Nummern 671, 674, 677 und 685 im Besitz einer Privatbahn, alle 1860 von der oben genannten Lokomotivfabrik erbaut. Bis vor kurzem versahen diese einfachen, aber kräftigen und beim Personal beliebten Maschinen dort teilweise sogar noch Güterzugdienst. Das Aussehen dieser Veteranen hat sich seit dem Zeitpunkt ihrer Indienststellung, also vor nunmehr 83 Jahren, wenig geändert. Der Prüßmann-Rauchfang ist jetzt an Stelle des bei der Südbahn üblich gewesenen Kegelkamins nach Klein getreten, und in den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden geschlossene Führerhäuser statt der einfachen Schutzbrillen bzw. Schutzdächer angebracht. Auch der Kessel, obwohl mehrfach erneuert, behielt im allgemeinen seine Abmessungen und sein äußeres Aussehen. Der Sandkasten am Kesselrücken und die Saugluftbremse dagegen sind Zutaten neueren Datums.

Im ganzen beschaffte die Südbahn in den Jahren 1860 bis 1872 205 Stück dieses charakteristischen C-Typs

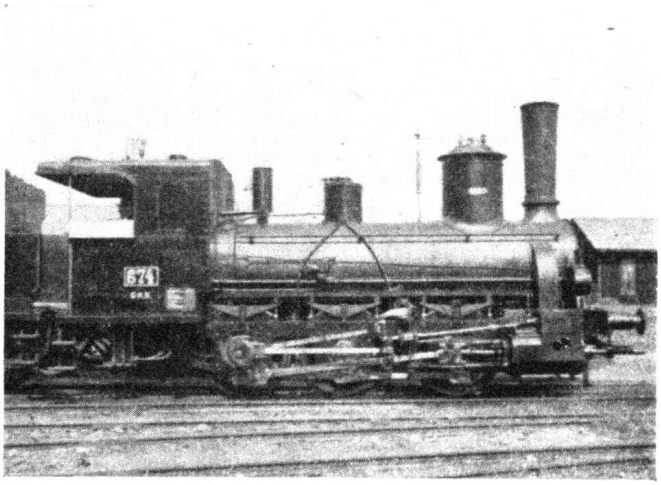


Bild 2: Cn2-Güterzug-Lokomotive, Bauart Hall, gebaut ab 1860 für die österreichische Südbahn als Reihe 29, später ÖBB. Reihe 49, im derzeitigen Zustand

mit Außenrahmen, Hallschen Lagerhalskurbeln, überhängendem Stehkessel, Außensteuerung und letzter Achse als Treibachse. Fast gleiche Lokomotiven beschaffte auch die Kaiser Ferdinand-Nordbahn, die Mährische Grenz-Bahn und die Mohacs-Fünfkirchner-Bahn. Auch eine zweite charakteristische Außenrahmenbauart, jedoch mit zweiter Achse als Treibachse und mit Innensteuerung, gelangte bei zahlreichen Bahnverwaltungen zu weiter Verbreitung.

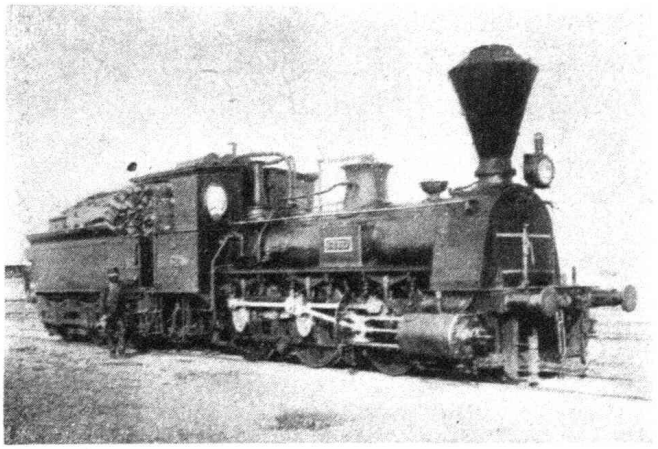


Bild 3: Cn2-Güterzug-Lokomotive, Bauart Hall, gebaut ab 1866 für die Lemberg—Czernowitz—Jassy-Bahn, später k. k. St.-B., Reihe 40

Bild 1 zeigt eine der für die Südbahn gebauten Lokomotiven der ersten Bauart im ursprünglichen, Bild 2 die gleiche Lokomotive im derzeitigen Zustand, während Bild 3 demgegenüber die zweite Bauart einer Lokomotive der ehemaligen Lemberg—Czernowitz—Jassy-Bahn wiedergibt, eine Bauart, die auch die galizische Carl-Ludwig-Bahn und die Böhmische Westbahn besaßen. Diese beiden Lokomotivtypen mit Hallschen Lagerhals- oder Aufsteckkurbeln bildeten jahrzehntelang das Rückgrat des Flach- und Hügelland-Güterverkehrs der alten Donau-Monarchie. — R. —

Die Eisenbahnen Albaniens

Das alte Albanien vor dem Kriege mit einem Flächeninhalt von 27 540 qkm (fast so groß wie Belgien) und rd. 1 Mill. Einwohnern besaß eine regelspurige Eisenbahn von 83 km Länge von Durazzo nach der Hauptstadt Tirana. Die Bahn ist eingleisig und weist 6 Tunnels von 2210 m Gesamtlänge auf. Durch die früher griechischen und jugoslawischen Gebiete, die Albanien während des Krieges angegliedert sind, ist der Flächeninhalt des Landes auf 42 400 kkm (etwa die Größe der Schweiz), Karte Bild 1, und die Einwohnerzahl auf 1,75 Mill. gestiegen. Dadurch kam Albanien in den Besitz der regelspurigen Bahnen Gorliza—Priluzje, 63 km auf der Strecke

Bild 1: Eisenbahnen in Albanien und umliegenden Gebieten

Skoplje—Kraljewo—Belgrad, und Pristina—Pec, 85 km, sowie der 610 mm-spurigen Bahn Skoplje—Tetovo —Struga und Ochrid, 365 km, wobei Skoplje und Ochrid in dem gegenwärtig von Bulgarien besetzten Gebiet liegen. Die Pläne für folgende weitere regelspurige Bahnen sind in Bearbeitung: Tirana—Dibra, Elbasan—Struga, Durazzo—Valona und als wichtigste Linie Valona—Florina. Die letztere Bahn soll eine schnelle Verbindung zwischen Rom und Athen bzw. Istanbul über Brindisi und Valona herstellen. Beabsichtigt ist ferner der regelspurige Anschluß von Pec über Podgoriza an die 760 mm-spurige Eisenbahn Podgoriza—Virpazar—Bar und die Verbindung von Podgoriza über eine neu zu erbauende Strecke mit Kotor in Montenegro. Dr. Schn.

Die Salta-Antofagasta-Bahn

Die argentinische Regierung hat den Finanzierungsplan für den Bau der Bahn von Salta nach Socompa (Grenze) genehmigt und die Strecke geht ihrer Vollendung entgegen. Nun ist Chile an der Reihe, die Fortsetzung dieser Cordilleren-Querbahn auf seinem Gebiet weiter zu betreiben. Die ganze Linie Salta—Antofagasta wird eine Länge von 905 km aufweisen, davon 570 km in Argentinien und 335 km in Chile. Es ist vorgeschlagen worden, die bestehende Schmalspurstrecke von Antofagasta nach der Salpeterfabrik von Augusta Victoria (154 km) unter Auswechslung der Schienen gegen schwerere und mit kleinen Streckenverlegungen zu benutzen. Von den fehlenden 179 km sind 93 km bis Imilac schon fertig, ferner der Unterbau für weitere 64 km bis Monturaque, so daß nur 22 km ganz neu zu erstellen sind. Der Bau auf chilenischer Seite erfordert 40 Millionen Pesos und man hofft, die ganze Bahnstrecke bis zum in Aussicht genommenen Zeitpunkt, Dezember 1946, vollendet zu haben. S—r.

Liliput-Lokomotive

Eine ausländische Firma baute für ihren eigenen Betrieb eine B-Lokomotive mit zweiachsigem Tender, welche wohl die kleinste Lokomotive der Welt für Nutzzwecke darstellt. Die Abmessungen dieses Zwerges sind:

Spurweite	241,3 mm
Zylinder	57/102 mm
Steuerung	Heusinger
Treibraddurchmesser	228,6 mm
Kesseldruck	11,25 kg/qcm
Rostfläche	0,116 qm
Kesseldurchmesser	355,6 mm
Zahl der Heizrohre	32
Durchmesser der Heizrohre	19 mm
Länge der Lokomotive samt Tender	3505 mm
Breite der Lokomotive	610 mm
Höhe der Lokomotive	812,8 mm

Die kupferne Feuerbüchse hat 7,9 mm Wandstärke. Die Kesselmitte liegt 547,7 mm über Schienenoberkante. Die Lokomotive kann 6 t am Tenderzughaken in der Ebene, 3 t auf 15 vT. und 2 t auf 20 vT. befördern und ist mit Dampfbremse ausgerüstet. S—r.

Höhenlage englischer Eisenbahnen

Großbritannien besitzt nur eine einzige Bergbahn, nämlich die auf den 1085 m hohen Mt. Snowdon in Wales; es ist dies eine Abtsche Zahnradbahn von 762 mm Spurweite, deren Endpunkt bisher auf 955 m lag. Die Bahn scheint aber inzwischen verlängert worden zu sein, denn es wird neuerdings die Höhe des Endpunktes mit etwa 1080 m angegeben.

Dies ist übrigens die einzige englische Bahn, die keine englische Lokomotive besitzt. Sämtliche Lokomotiven sind von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur geliefert, die ersten 5 in den Jahren 1895/96 und drei weitere 1922/23.

Die nächstgrößte Höhe, die eine englische Bahn erreicht, beträgt nur 457 m, und zwar an zwei Stellen: Die eine liegt an der Hauptstrecke Perth—Inverness der früheren Highland-Bahn beim Überschreiten der Grampian Berge in Nordschottland zwischen Dalnaspidal und Dalwhinnie, die zweite in Südschottland in der Gegend des Mt. Lowther (724 m) an einer Stichbahn der Strecke Carlisle—Glasgow der Caledonian-Bahn zwischen Leadhills und Wanlockhead. Nur zehnmal wird in ganz Großbritannien von den Eisenbahnen die Höhe von 400 m überschritten.

In Deutschland ersteigt die Zugspitzbahn eine Höhe von 2951 m und abgesehen von den Alpenbahnen liegen zahlreiche Punkte der Hauptbahnen auf 500 bis 700 m und mehr Höhe. Schon München liegt ja auf 520 m. —Me—

Mehrfacher Spurumbau der gleichen Strecke

Oft hat ein Spurumbau namentlich kleinerer Schmalspurbahnen auf Regelspur stattgefunden, aber auch das Umgekehrte ist häufig, sogar bei größeren Netzen, der Fall gewesen. So hat die Siamesische Staatsbahn 1924 bis 1926 ihr gesamtes 1044 km umfassendes Nordnetz von 1435 auf 1000 mm umgebaut, aber nicht aus wirtschaftlichem, sondern aus politischem Zwang, weil die englischen Malay-Staatsbahnen und die französischen Bahnen in Indochina diese schmalere Spur besaßen.

Im Weltkriege 1914 haben russische Eisenbahnstrecken mit dem wechselnden Kriegsglück oft mehrfach ihre Spurweite zwischen 1524 und 1435 mm geändert.

Ein dreimaliger Spurumbau im Frieden dürfte aber eine Seltenheit sein. Die kanadischen Bahnen begannen mit 5'6"-Spur, und der St. Lawrence—Atlantic-Bahn, die an den Staat Maine heranführte und wegen des zu erwartenden späteren Durchgangsverkehrs nach den Vereinigten Staaten 1435 mm anwenden wollte, wurde durch militärische Einflüsse 5'6" vorgeschrieben, um im Kriegsfall eine Benutzung des Rollmaterials durch die Vereinigten Staaten zu verhindern. Aber die Amerikaner bauten nun im Staate Maine, der an Kanada angrenzt, ihre Bahnen ebenfalls mit 5'6" Spurweite, und so erhielt auch die 1874 gebaute Bahn von Bangor nach dem etwa 30 km entfernten Hafen Buchsport ebenfalls diese Spur. Bei dem wenige Jahre später einsetzenden Umbau der Bahnen in Maine auf Regelspur wurde auch die Spur der Buchsport & Bangor-Bahn so geändert, doch zwangen sie wirtschaftliche Verhältnisse sehr bald, auf 1067-mm-Spur zurückzugehen. Als aber 1883 die Maine Central-Bahn diese kleine Bahn übernahm, ließ sie alsbald wieder die Regelspur einbauen, so daß die Linie innerhalb von etwa 10 Jahren 4 Spurweiten besessen hat. —Me—

600 Bahnen in Amerika um 1860

Nach dem amerikanischen Railroad Journal bestanden im Jahr 1860 in den Vereinigten Staaten rund 600 Bahnunternehmungen, von denen 412 schon ganz, 102 teilweise vollendet waren. In der Mehrzahl waren es natürlich kleine und kleinste Bahnen, aber 6 Bahnen besaßen schon damals über 100 Lokomotiven, und zwar

die Baltimore & Ohio-Bahn . . .	235	Stück
New York und Erie-Bahn	219	„
New York Central-Bahn	214	„
Pennsylvania-Bahn	213	„
Philadelphia & Reading-Bahn . .	149	„
Illinois Central-Bahn	113	„

—Me—

Kohlenexpreßzüge im Jahr 1861!

Die Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen von 1861 (S. 280) schreibt: „Die Kohlenexpreßzüge aus Westphalen in der Richtung Magdeburg sind auch für die zweite Hälfte des Monats bereits fest bestimmt. Dieselben werden folgendermaßen expedirt: nach Vechelde am 16. und 24., nach Halberstadt am 17., ... Außerdem werden 13 Kohlenzüge nach Bremen expedirt." —Me—

Persönliches

Oberingenieur Ernst Meyer †

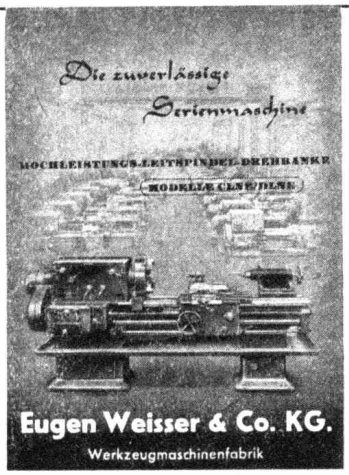
Am 16. Oktober 1943 verstarb unerwartet infolge einer Herzlähmung der Oberingenieur Ernst Meyer der Fried. Krupp A.-G., Lokomotivfabrik, der vielen Lesern dieser Zeitschrift durch sein berufliches Wirken wie durch seine mehrfachen Veröffentlichungen in der „Lokomotive" bekannt ist.

Ernst Meyer wurde am 25. Februar 1877 in München als Sohn eines Reichsbankbeamten geboren, erreichte somit ein Alter von 66½ Jahren. Schon früh erwachte in ihm das Interesse für die Maschinentechnik. Am 15. Mai 1892 trat er als Lehrling in das technische Büro der Lokomotivfabrik Hohenzollern A.-G. in Düsseldorf ein, der er bis zu ihrer Übernahme durch die Fried. Krupp A.-G. die Treue hielt. Im Laufe der Jahre rückte er dort bis zum Oberingenieur auf. Es war die Zeit, wo der Lokomotivbau eine rasche Entwicklung durchmachte. Sein Fleiß, seine gute Auffassungsgabe und das Glück, in den damaligen führenden Männern seiner Firma, besonders in Direktor King und Chefkonstrukteur Bethke, hervorragende Lehrer zu finden, ersetzten ihm den Besuch von Schulen. Wir haben im Juni-Heft 1942 der „Lokomotive", Seite 105, gelegentlich seines fünfzigjährigen Berufsjubiläums bereits auf die günstigen Begleitumstände seiner Laufbahn hingewiesen und veröffentlichten dort auch sein Bild. Am 1. November 1929 trat Ernst Meyer in die Dienste der Lokomotivfabrik der Fried. Krupp A.-G. in Essen, wo ihn seine Tätigkeit als Verkaufsingenieur besonders in Nord- und Mitteldeutschland in weiten Verbraucherkreisen, bei Kleinbahnen, Hafen-, Bergwerks- und Industrieanlagen als geschätzten Berater bekannt gemacht hat. Neben seinem gediegenen Fachwissen, unterstützt von einem vorzüglichen Gedächtnis, waren es wertvolle charakterliche Eigenschaften, die ihn besonders auszeichneten. Er verstand es, sich rasch treue Freunde zu erwerben, Gegensätze persönlicher Natur auszugleichen und erfolgreich zu vermitteln, wo unvermeidliche sachliche Schwierigkeiten auftauchten. Seine jederzeit wohlgemute, offene und konziliante Art darf vorbildlich genannt werden. In 15jähriger, kinderloser Ehe war Oberingenieur Ernst Meyer seiner treusorgenden Gattin in ungetrübtem Glücke zugetan. Ein Herzleiden machte sich die letzten Jahre bei ihm bemerkbar, ohne jedoch auf das nahe Ende dieses arbeitsreichen Lebens schließen zu lassen. Alle, die mit diesem erfahrenen Ingenieur und prächtigen Menschen zu tun hatten, werden ihm ein gutes Andenken bewahren.

Dr. Schn.

Aus dem Inhalt:

1 F 2-Drilling-Heißdampf-Tenderlokomotive, Reihe 46, der Bulgarischen Staatsbahnen, Baureihe 1943 195
Die Ausnutzung der Vorwärmeranlagen im Betriebe und die dadurch erzielte Kohlenersparnis 199
Arbeitsplätze für Schwerbeschädigte 201
Die Dampflokomotiven der ehemaligen Jugoslawischen Staatsbahnen im Fahrpark der Deutschen Reichsbahn . . 202
Die Geschichte der Saugluftbremse 203
Steuerungen ohne Geradführung der Schieberstange 205
Eine Sanzin-Gasse in Wien 206
Die schmalspurige Dampflokomotive im Osten 207
Kleine Nachrichten 211
Persönliches 213


Die zuverlässige Serienmaschine
HOCHLEISTUNGS-LEITSPINDEL-DREHBANKE
MODELLE CLNE/DLNE
Eugen Weisser & Co. KG.
Werkzeugmaschinenfabrik

Anfragen durch „Die Lokomotive"

Peddinghaus

Oberflächenhärtung

im Lokomotivbau
vielseitig bewährt!

PAUL FERD. PEDDINGHAUS

Vitrulan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

Die Chemie macht Ihren Bleistift besser!

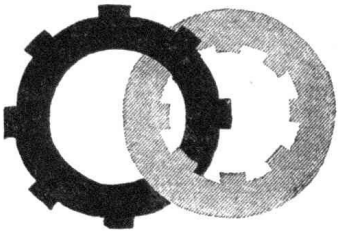
Ein chemisches Zerkleinerungsverfahren ist die Grundlage für die Kolloidfeinheit und die Grafitdichte der Van Dyke-Mine. Scharfe Lichtpausen sind das Ergebnis.

Van Dyke ist der einzige Bleistift mit chemisch zerkleinertem Grafit.

(Van Dyke D.R.P. Nr. 534 178)

VAN DYKE
EBERHARD FABER

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann
Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

Rostschutz-A.

überzieht die Metalle, gibt eine vollkommen abschließende Decke und verhindert das Rosten. Sowohl für Streich-, als auch für Tauchverfahren verwendbar. — Verlangen Sie bitte Prospekt R.

Alfred Jacobi, Chemnitz-Rok, Schließfach 304

„Warum arbeitet die neue Maschine noch nicht?"

So fragte der Betriebsführer bei einem Rundgang durchs Werk. „Das Betonfundament ist noch nicht abgebunden", erklärte man ihm. Man mußte also geduldig warten ... Dieser Stillstand der Maschine wäre zu vermeiden gewesen, wenn man dem Beton gleich beim Anmachen Paratect-Mörtelzusatz-Schnell beigemischt hätte. Durch Paratect-Mörtelzusatz-Schnell wird die Abbindezeit von Maschinen-Fundamenten erheblich verkürzt. Außerdem gewährleistet Paratect-Mörtelzusatz-Schnell Härtung und Dichtung des Betons, Druck- und Zugfestigkeitserhöhung sowie Immunisierung gegen Zerstörungseinflüsse. Prospekt auf Wunsch vom **Paratect-Werk, Borsdorf F 15 b. Leipzig**

1 große automatische Universal-Schmaltz-Büchsen- und Zylinder-Schleifmaschine mit vollkommen elektrischer Einrichtung, 220/380 Drehstrom, für Innenschleifdurchmesser von 330—600 mm und 1800 mm Schleiflänge, Gewicht 22 t, wenig gebraucht, sehr gut erhalten, bei 56 280,— RM Neupreis zu 22 500,— RM ab Standort zu verkaufen. Anfragen erbeten unter Fr. 27021 an Ala, Berlin W 35.

1 Benzol- bzw. Treibgas-Lokomotive

mit 25 PS Leistung für Normalspur, mit Bruttozuglast auf gerader Strecke bei 4 km Geschwindigkeit = 200 t, bei 10 km Geschwindigkeit = 70 t, zu kaufen gesucht. Angebote unter F. B. 449 an WEFRA-Werbegesellschaft, Frankfurt a. M., Kaiserstr. 23.

Filz wie Sie ihn brauchen **Georg Walde**

Filzwarenfabrik **Halle-S. 2**

Ich suche zu kaufen:
(Ersatz für Bombenschaden)

Helmholtz-Staby; „Entwickelung der Lokomotive" I. Band. Straus: „Von eisernen Pferden und Pfaden"; „Liliput-Eisenbahnen". Jahrgänge: „The Locomotive" (London); „Railway Magazine"; „Die Lokomotive" (Wien). „Das deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart" I. Auflage 1911, II. Auflage 1923, (mit Firmenanhang). „Fachliteratur zur Lokomotivgeschichte". Angebote an E. J. WOLFF, Schwelm in Westfalen, Grafweg 92.

Härtetöpfe und Härtekästen

sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt

PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)

ROBSA
Kisten-Schoner
nur von
RUDOLPH NEIDER, DÖBELN, Sa.

Fritz Wagner & Co.

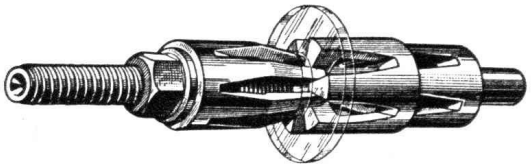
BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

HOCHLEISTUNGS-WERKZEUGMASCHINEN
INDUSTRIE-LLOYD GMBH
BERLIN CHEMNITZ WIEN

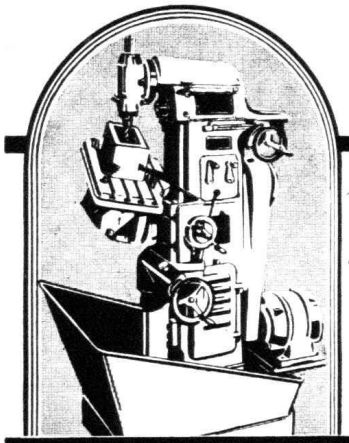
Gmeinder
Motor-Lokomotiven
für alle Spurweiten von 10 — 500 PS
Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe
Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden
Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

Spann=Dorne



Genau zentrisches Aufspannen, keine zeitraubende Herstellung von Dornen mehr, keine Gefahr des Verquetschens von Bohrungen beim Dornauftreiben, rasche und einfache Handhabung, universelle Verwendbarkeit auf Drehbank, Fräs- und Rundschleifmaschine. Ausführlichen Prospekt gerne kostenlos.
Firck & Werner, Bad Reichenhall — B 74

Die Wärmespannungen
So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer dreitägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt für Schweißer, Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeug-, Kessel- und Behälter-, Maschinen-, Schiff-, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Die Teilnahme ist kostenlos! Programm und Zeitplan auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben!
Kjellberg
K 8/5
Kjellberg hilft die Leistung steigern!
Vertretung: Ingenieurbüro Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30



FP1
Die UNIVERSAL
WERKZEUG-FRÄSMASCHINE
für höchste Anforderungen
auf allen Arbeitsgebieten
FRIEDRICH DECKEL MÜNCHEN

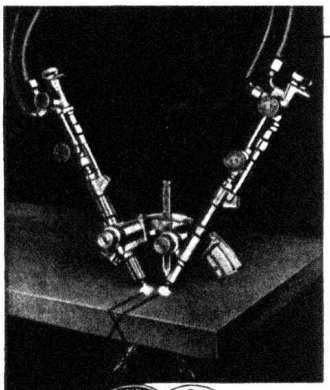
SHG
An der Feuerseite durch abgestuftes Ziehen der Rohre nach innen verstärkte Rohrwand
Übergang
normale Rohrwand
SCHMIDT-
Überhitzer-Elemente
nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit verstärkten Umkehrstellen.
SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G.M.B.H. KASSEL.
SHG 2537

Gegen-
GEWICHTE
aus Spezial-Beton
(Spez. Gew. 3,3 — 3,5)
als Austauschmaterial
für Eisen
Für alle Industriezweige
In jeder beliebigen Form
und Abmessung
GÜNTHER-WERKE
DRESDEN-N. 15

Die P3-Reinigung
leistet in Reichsbahn-, Straßen- und Privatbahn reparaturwerkstätten wertvolle Dienste, denn Henkel's P3 reinigt schnell, gründlich und billig ohne schädigende Wirkung für Mensch und Maschine.

HENKEL & CIE. A.-G., DÜSSELDORF

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.



Schweißgerecht

vorbereitete Nähte mit

„GRIESHEIM"

Schneidmaschinen

bei Anwendung des Spezial-Brennerhalters mit Segmentverstellung DRP. und DRGM. für V- und X-Naht-Schnitte.

Fragen Sie uns!
Wir beraten Sie bereitwilligst.

›GRIESOGEN‹
FRANKFURT (MAIN)

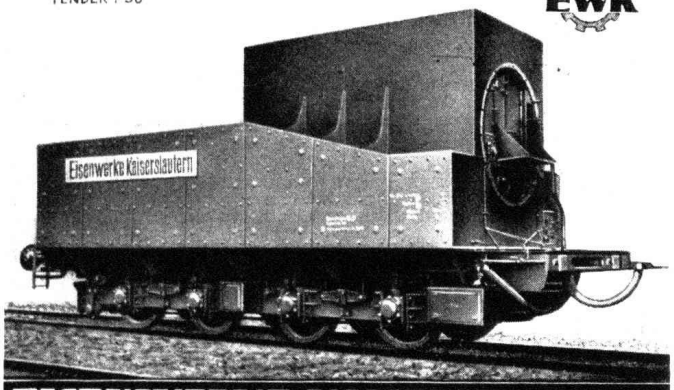
Die neue Knorr-Mischvorwärmanlage

saugt Kaltwasser aus dem Tender an, drückt es in den Mischkasten, wo es vom Maschinen- und Pumpenabdampf durchtränkt und auf 100 °C schnell vorgewärmt wird.
Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen. Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt zu werden.

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

TENDER T 30

EWK



EISENWERKE KAISERSLAUTERN

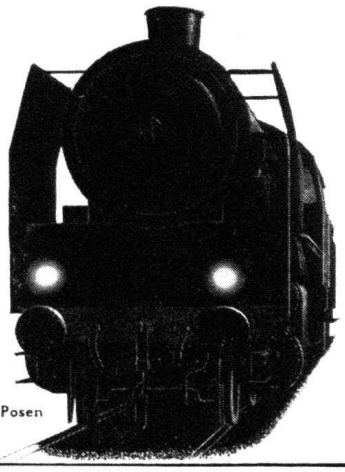
TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG

DWM

LOKOMOTIVEN



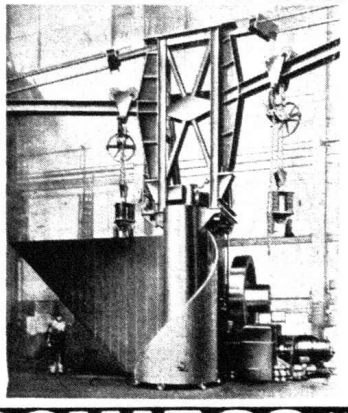
Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken A.G. Werk Posen

KUGELLAGER ROLLENLAGER

SKF F&S

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

SENKRECHTE BIEGEPRESSEN



Mit elektrischem Antrieb, für zylindrische und konische Blechschüsse Modell SKP für Material von 20 bis 80 mm Stärke und bis 5000 mm Breite.

6949

SCHIESS AKTIENGESELLSCHAFT

GRAFENSTADEN
Lokomotiven

GRAFENSTADEN MASCHINENBAU AG., STRASSBURG i/Els.

Die Lokomotive

ZEITSCHRIFT FÜR LOKOMOTIVBAU

Hauptschriftleiter Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem · Druck und Verlag E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld
Fernruf Bielefeld 4970-4973 · Postscheck-Konto Hannover 13 310 · Telegramm-Adresse Gundlachverlag, Bielefeld
Bezugspreis vierteljährlich: Deutschland Postbezug RM 2.50 · Drucksachen-Versand Inland und Ausland RM 3.50

40. JAHRGANG | DEZEMBER 1943 | NUMMER 12

Hervorragende Leistungen der deutschen Eisenbahner

Ritterkreuz zum Kriegsverdienstkreuz mit Schwertern an sechs besonders verdiente Männer, darunter zwei Lokomotivführer, verliehen

Am 7. Dezember wurde — gleichzeitig zur Erinnerung an die Inbetriebnahme der ersten deutschen Eisenbahn und an jene vielen Hunderttausende arbeitsamer, selbstloser und tapferer Männer, die als Eisenbahner in der deutschen Kampfgemeinschaft für den Sieg mitkämpfen — erstmals der „Tag des deutschen Eisenbahners" in Berlin festlich begangen. Den Höhepunkt der Feier bildete die Verleihung des Ritterkreuzes zum Kriegsverdienstkreuz mit Schwertern an sechs besonders verdiente Eisenbahner, die der Führer auf Vorschlag des Reichsverkehrsministers und Generaldirektors der Deutschen Reichsbahn verfügte. Es wurden weiter durch Reichsverkehrsminister Dr.-Ing. Dorpmüller und Staatssekretär Dr.-Ing. Ganzenmüller 74 Eisenbahnern das Eiserne Kreuz II. Klasse, 95 das Kriegsverdienstkreuz I. Klasse mit Schwertern und 66 das Kriegsverdienstkreuz I. Klasse ohne Schwerter überreicht — Auszeichnungen, wie sie im allgemeinen nur der Soldat sich erringt.

Reichsverkehrsminister Dr.-Ing. Dorpmüller erinnerte bei der Feier daran, daß aus den wenigen Männern, die vor 108 Jahren die erste Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth fuhren, heute ein Millionenheer geworden sei, das eng verbunden sei mit der Gemeinschaft des gesamten deutschen Volkes. Mehrere Milliarden Menschen befördere die Reichsbahn jährlich; hunderte Millionen Tonnen betrage das Volumen der Güter, die sie verteile, und hinzu kämen in dieser Kriegszeit die gewaltigen Wehrmachtstransporte. Eine Organisation, die derartige Leistungen aufweise, habe wohl ein Anrecht, einmal im Jahre vor die Öffentlichkeit zu treten und sich ihrer Erfolge zu freuen. Wenn man allen Schwierigkeiten zum Trotz den ersten Tag des deutschen Eisenbahners in das fünfte Kriegsjahr gelegt habe, so solle dies der Dank sein an alle Eisenbahner für ihre Leistungen in dieser Kriegszeit.

„Unsere Schlagfertigkeit, unsere Elastizität in der Betriebsführung, die Meisterung der vielen und oft wechselnden Transportaufgaben", so fuhr der Minister fort, „verdankt das deutsche Volk diesem zusammengeschweißten Personalkörper der Reichsbahn und ihrer einheitlichen Gliederung." Die Anerkennung des Führers und der Wehrmacht sei auch nicht ausgeblieben. Daß mancher tapfere Eisenbahner bereits das Eiserne Kreuz erhalten habe, Hunderte das Kriegsverdienstkreuz I. Klasse trügen und Zehntausende bereits das Kriegsverdienstkreuz II. Klasse, sei ein Beweis dafür, daß die Führung des Deutschen Reiches den Eisenbahnern die öffentliche Anerkennung nicht versagt habe. Der Minister betonte dann, daß mit den neuen Auszeichnungen, die heute verliehen würden, die ganze Kameradschaft der deutschen Eisenbahner geehrt werde. „Denken Sie daran, daß es viele sein werden, die der gleichen Auszeichnung würdig sind, und daß Sie für diese Ihre Ehrenkreuze mittragen."

Dann traten die Männer vor, um aus der Hand des Ministers und des Staatssekretärs ihre Auszeichnung zu empfangen. Der Weichenwärter stand neben dem Direktionspräsidenten, der Bahnschutzmann neben dem Zugführer, Inspektoren und Sekretäre aus der Verwaltung neben den Technikern, Schaffnern und Rottenmeistern. Besonders groß aber war die Zahl der Lokomotivführer, Reservelokomotivführer und Oberlokomotivführer, die sich bewährt haben.

Nach der Führerehrung durch den Minister marschierten die Ausgezeichneten geschlossen zum „Theater des Volkes", um an einer Großkundgebung teilzunehmen.

Im großen Rund des Theaters hatten sich Tausende von Männern und Frauen der Deutschen Reichsbahn in ihren dunkelblauen Uniformen und dem Graublau des Bahnschutzes eingefunden, die Zeuge sein wollten dieser denkwürdigen Stunde der Verleihung von Ritterkreuzen an eine Reihe hervorragend bewährter Arbeitskameraden.

Staatssekretär Ganzenmüller hielt folgende Ansprache:

Es ist für uns Eisenbahner und die Männer und Frauen des Verkehrswesens eine stolze Genugtuung, daß wir trotz allen Luftterrors unserer Gegner heute mitten in der Reichshauptstadt und unter der Teilnahme der höchsten Spitzen von Partei, Staat, Wehrmacht und Wirtschaft diese Kundgebung begehen dürfen.

Zwei Daten in der Geschichte der deutschen Eisenbahnen geben diesem Tag das besondere Gepräge:

der 7. Dezember 1835, an dem die erste Eisenbahnstrecke von Nürnberg nach Fürth in Betrieb genommen wurde,

der 7. Dezember 1935, jener Tag, an dem unser Führer anläßlich der Hundertjahr-Feier in Nürnberg jene geschichtlich denkwürdige Rede hielt, die sowohl für die Vergangenheit als auch für die Zukunft die klassische Bedeutung und Aufgaben der Eisenbahnen umriß.

Der Führer sagte damals: „Was auch moderne Erfindungen geschaffen haben, die Bedeutung der Eisenbahn bleibt, insbesondere als Träger des Massenverkehrs. Der Kraftwagen ist ein individuelles Transportmittel. Das Flugzeug ist das schnellere Transportmittel. Das unbedingt sichere Massentransportmittel ist und bleibt für absehbare Zeit nach wie vor die Eisenbahn. Wir können uns das heutige Leben nicht vorstellen ohne Eisenbahn!"

Niemand außer dem Führer selbst wird damals geahnt haben, daß diese prophetischen Worte nach wenigen Jahren schon ihre Erfüllung finden würden. Denn es wäre gerade dieser weiträumigste Kampf in der modernen Kriegsgeschichte unseres Kontinents ohne Eisenbahn völlig undenkbar. Möge der Beginn dieses Krieges mit seinen schnellen Feldzügen durch Länder mit engmaschigen Straßennetzen und dem dadurch möglichen Einsatz großer Lastkraftwagenkolonnen die Bedeutung der Eisenbahn auch für die neuzeitliche Strategie noch nicht so erkennbar gemacht haben, so hat sich dieser Zustand nach dem Antreten des deutschen Volksheeres gegen unseren erbittertsten Feind im Osten schnell und gründlich gewandelt:

In diesen unermeßlich weiten Räumen und Steppen war und ist ein Kampf ohne Eisenbahn nicht vorstellbar. Sie ist dort das einzige Verkehrsmittel, das der Unberechenbarkeit dieses dämonischen Landes mit seinen plötzlichen Kälteeinbrüchen, Schneestürmen, elementaren Hochwasserkatastrophen und sonstigen Naturgewalten einigermaßen Herr wird.

Aber auch ein dem Fachmann wohlbekannter Vorteil hat manchen Freund anderer Verkehrsmittel gezwungen, reumütig zur Eisenbahn zurückzukehren. Sie ist sowohl hinsichtlich des Materials als auch des Treibstoffes nahezu völlig autark. Denn Eisen und Kohle birgt unsere Muttererde in so unermeßlicher Menge, daß der Eisenbahnbetrieb von dieser Seite her als völlig gesichert anzusehen ist.

Aus den Tatsachen der ungeheuren Raumausweitung einerseits, der Verlagerung von Aufgaben anderer Verkehrsmittel auf die Eisenbahn und der gewaltigen Steigerung unserer Rüstungsproduktion andererseits ergaben sich Leistungsanforderungen in erster Linie an die Eisenbahn, die sich am besten durch folgende Zahlen darstellen lassen:

Die Größe des Netzes der Deutschen Reichsbahn und der von ihr überwachten Unternehmungen betrug in den Jahren 1942/43 das Dreifache von dem des Jahres 1938.

Es ist selbstverständlich, daß die gewaltigen Räume besonders im Osten Aufbauarbeiten erforderten, wie sie bisher in der Eisenbahngeschichte sowohl hinsichtlich des Umfanges als auch der gestellten Fristen unbekannt waren. Zusammen mit der OT., die sich damit auch auf dem Gebiete des Kriegseisenbahnwesens geschichtliche Verdienste erworben hat, und mit den Eisenbahnpionieren haben blaue Eisenbahner und Feldeisenbahner im Osten in den Jahren 1941/42 und 43

28 700 km Gleise umgespurt,
5 500 km Gleise wiederhergestellt und neu gebaut,
1 200 Brücken gebaut und
450 Lokomotivschuppen errichtet.

Diese Leistungen verdienen deshalb ganz besondere Anerkennung, weil sie zum Teil unter klimatisch uns Mitteleuropäern bisher völlig ungewohnten Verhältnissen, tiefsten Kältegraden, Eis- und Schneestürmen, hauptsächlich in dem harten Winter 1941/42, erfüllt werden mußten und bei diesen Arbeiten der Anteil deutscher Kräfte nur einen Bruchteil der Gesamtarbeitskräfte betrug.

Die besondere Aufgabe bestand auch darin, diese großen Räume mit rollendem Material zu füllen. Hier ist es das geschichtliche Verdienst des Parteigenossen Reichsministers Speer, durch die entschlossene Aufnahme der Lokomotiv- und Güterwagenfertigung in die Rüstungsproduktion, und seines Sonderbeauftragten Pg. Degenkolb, des Leiters des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge, einen entscheidenden Beitrag für die Stabilisierung unseres Eisenbahntransportwesens geleistet zu haben. Nicht nur die Deutsche Reichsbahn, sondern auch die uns verbündeten und befreundeten Nationen werden aus diesem Programm beliefert. Es muß uns dabei mit besonderer Genugtuung erfüllen, daß auch die ausländischen Bahnverwaltungen diesen Erzeugnissen das höchste Lob ausstellen und ihnen gegenüber Kriegserzeugnissen amerikanischen Ursprungs weitaus den Vorzug geben.

Diesen Aufbauleistungen in den neubesetzten Gebieten steht eine ebenso beachtliche Leistungssteigerung auf dem Netz innerhalb der alten Reichsgrenzen gegenüber. So steigerte sich in den Jahren von 1938 bis 1942 der Güterverkehr:

nach Zugkilometern um	52 %
nach Achskilometern um	65 %
nach Nettotonnenkilometern um . .	73,5%

Die Gesamtwagenstellung in demselben Raum stieg von 1932 bis 1942 ebenfalls um rund 50 % und wird im Jahre 1943 noch um weitere drei Millionen Wagen über der Zahl des Jahres 1942 liegen. Dieses Ergebnis ist vor allen Dingen auch auf die im Jahre 1943 erstmals durchgeführte Bevorratungsaktion zurückzuführen, die zu einem vollen Erfolg geführt hat und deshalb im kommenden Jahre weiter ausgebaut werden muß.

Im Personenverkehr sind ohne Wehrmacht im Jahre 1942 rund eine Milliarde Personen mehr als im Jahre 1938 befördert worden. In Personenkilometern ausgedrückt ergibt dies eine Steigerung von 187 % gegenüber 1932, und von 53 % gegenüber 1938. Im Jahre 1943 werden diese Zahlen durch die Evakuierung der großen Städte noch eine weitere erhebliche Erhöhung erfahren.

Sie können daraus erkennen, meine Parteigenossen, daß alle Maßnahmen, die wir von Zeit zu Zeit zur Einschränkung des Reiseverkehrs treffen müssen, nicht etwa auf ein geringeres Leistungsvermögen der Deut-

schen Reichsbahn zurückzuführen sind, sondern lediglich die allzu ungebührlichen und unnötigen Reisen auf ein halbwegs normales Maß zurückführen sollen. Bei diesem Leistungsergebnis muß auch der treuen Helfer der Reichsbahn, der Binnenschiffahrt und des Straßenverkehrs, gedacht werden, die in engster Verbindung ihrer großen Schwester Reichsbahn geholfen haben.

Wir vermerken mit Genugtuung, daß unsere Zentralstellen trotz räumlicher Verdreifachung ihres Aufgabenbereiches ihre Kopfzahl nicht nur nicht erhöht, sondern sogar noch erheblich vermindert haben. Während z. B. das britische Kriegstransportministerium nach neuesten Angaben über 17 300 Beamte und Angestellte zählt, beschäftigt das damit vergleichbare Reichsverkehrsministerium nicht einmal den zwanzigsten Teil von Beamten und Angestellten.

Manche unerfüllbar erscheinende Anforderungen sind ohne allzu große Schwierigkeiten dadurch gemeistert worden, daß sie in eine Planung auf weite Sicht einbezogen wurden. So war z. B. die seinerzeitige Teilevakuierung Berlins nur dadurch möglich, daß sie vom Reichsverteidigungskommissar Groß-Berlins, Reichsminister Dr. Goebbels, in einer Zeit durchgeführt wurde, in der die Reichsbahn vom Herbstverkehr noch nicht belastet war. Diesem Umstand ist es auch zu danken, daß die durch die letzten Terrorangriffe verursachten Obdachlosentransporte für uns ein Problem überhaupt nicht darstellten.

In gleicher Weise, wie der Strom der Menschenmassen aus den luftgefährdeten Gebieten gelenkt wird, die selbst die größten Völkerwanderungen der Geschichte an Zahl weit übertreffen, wird der Strom ungeheurer Mengen an Rüstungs- und sonstigen Gütern des täglichen lebensnotwendigen Bedarfs (abgesehen vom Wehrmachtbedarf) gesteuert.

So erfüllen viele tausend Eisenbahner, gleichwohl ob sie nun in den Frontgebieten unentwegt mit der Waffe in der Hand ihren Dienst versehen, auf ihren Lokomotiven über Minenfelder fahren oder in der Heimat unbeirrt vom Luftterror und Bombenkrieg bis zum letzten ihre Pflicht. Hier muß vor allen Dingen auch der vielen Tausende der deutschen Frauen im Reichsbahneinsatz mit Worten höchster Anerkennung gedacht werden. Es wird einer späteren Geschichtsschreibung vorbehalten bleiben, wie viel an stillem Heldentum der Gefolgschaft im Kampf gegen den tückischen Feind in den frontnahen Gebieten, aber auch im Ausharren auf dem Posten bis zum letzten Augenblick in der Heimat geleistet wurde. Denn wenn die große Masse der Volksgenossen während der Luftalarme längst den schützenden Luftschutzkeller aufsuchen kann, müssen die Züge unentwegt weiterrollen bis zum Angriff, weil Front, Rüstung und Ernährung des Volkes dies verlangen. Das wissen unsere Eisenbahner und Eisenbahnerinnen. Wir können deshalb nicht nur unter den Männern, sondern vor allen Dingen auch unter den Frauen unserer Gefolgschaft eine Opferbereitschaft ohnegleichen erleben.

Es ist deshalb nicht einfach, aus einer solchen Gemeinschaft den einen oder den anderen hervorzuheben und auszuzeichnen.

Es erfüllt uns mit Dankbarkeit dem Führer gegenüber, daß heute einige von diesen Männern mit höchsten Auszeichnungen geehrt werden. Mit ganz besonderem Stolz erfüllt es uns, daß darunter sich nicht nur Männer der Führung, sondern auch Männer unserer Außenfront befinden, und mit ihnen auch symbolisch viele Tausende und aber Tausende Lokomotivführer und Eisenbahner auf den Stellwerken und einsamen Blockstellen ausgezeichnet werden.

Diese Ehrung wird uns bestärken in unserem Bekenntnis zu Führer und Volk. Die Zahl der Züge, die wir durch Hinterhalt und Bombenhagel fahren werden, soll unsere Antwort sein, der Rhythmus der Tag und Nacht rollenden Räder unser Kampflied, und unsere Parole: „Wir fahren dennoch!"

Die Verleihung der Ritterkreuze erfolgte nach diesem von starken Beifallsäußerungen unterstrichenen stolzen Leistungsbericht. Der Eisenbahner Pg. Hunger verkündete, daß der Führer auf Vorschlag des Reichsverkehrsministers und Generaldirektors der Deutschen Reichsbahn sechs deutschen Eisenbahnern für ihre beispielhafte Tapferkeit unter kriegsmäßigen Verhältnissen sowie für ihren vorbildlichen Einsatz bei der Bewältigung der großen Verkehrsaufgaben unserer Zeit das Ritterkreuz zum Kriegsverdienstkreuz mit Schwertern verliehen habe, und zwar an den technischen Reichsbahn-Oberinspektor Remigius Hellenthal, Reichsbahndirektionspräsidenten Fritz Grimm, Lokomotivführer August Kindervater, Reichsbahndirektionspräsidenten Maximilian Lamertz, Lokomotivführer Ernst Bierschenk sowie Reichsbahndirektionspräsidenten Dr. Erich Goudefroy.

Ritterkreuzträger der Wehrmacht, die selbst Eisenbahner oder Söhne von Eisenbahnern sind, unter ihnen der mit der höchsten deutschen Tapferkeitsauszeichnung geschmückte Träger der Brillanten, Hauptmann Nowotny, überreichten den verdienten Männern der Deutschen Reichsbahn unter begeisterten Beifallskundgebungen der Tausende von Kundgebungsteilnehmern die hohe Auszeichnung und gratulierten ihnen. Darauf beglückwünschten Reichsverkehrsminister Dr. Dorpmüller, Reichspropagandaminister Dr. Goebbels sowie Staatssekretär Dr. Ganzenmüller jeden einzelnen der Ausgezeichneten persönlich.

Damit haben höchste Pflichterfüllung, soldatische Einsatzbereitschaft und der heldenhafte Mut dieser Männer, die unter rücksichtslosem Einsatz ihres Lebens die Versorgung der kämpfenden Truppe mit Munition und Nachschub und die Wiederherstellung lebenswichtiger Schienenwege an der Front oder in den Heimatluftkriegsgebieten gesichert haben, ihre Anerkennung und verdiente Ehrung gefunden. Darin, daß Ritterkreuzträger der Wehrmacht die hohen Auszeichnungen überreichen durften, kommt der Dank der kämpfenden Front und die im kämpferischen Einsatz tausendfach bewährte kameradschaftliche Verbundenheit zwischen Front, Soldaten und Eisenbahnern zum Ausdruck.

Darauf nahm Reichsminister Dr. Goebbels, von den Tausenden mit ungewöhnlich starkem und langanhaltendem Beifall begeistert und stürmisch begrüßt, das Wort zu seiner Rede. Er sprach den Eisenbahnern für ihre ungeheuren Leistungen der letzten vier Jahre den Dank und die Anerkennung des ganzen deutschen Volkes, insbesondere der Front und der Luftnotgebiete aus.

Der Minister würdigte den soldatischen Einsatz der Männer vom Flügelrad in der Frontnähe und im Hei-

matkriegsgebiet und vor allem die glänzende Meisterung der in den letzten Jahren ins Unermeßliche gesteigerten Verkehrsaufgaben durch die Eisenbahner, die er als die Weichensteller in der Kriegführung bezeichnete. Dr. Goebbels sprach, indem er auf die Bluff-Agitation der Kriegsverbrecher einging, von dem unerschütterlichen Glauben an den deutschen Sieg und meinte unter dem stürmischen Beifall der Massen, daß wir nicht nur nicht bedingungslos, sondern überhaupt nicht kapitulieren, wohl aber den Feinden die Gewehrläufe zeigen würden.

Als der Minister auf den Bombenterror einging und diesen Frauen- und Kindermord als die schreiendste Anklage der modernen Kriegsgeschichte kennzeichnete, und erklärte, daß niemand daran denke, sich diesem Terror, der uns nur gehärtet habe, zu beugen, scholl Dr. Goebbels langanhaltende begeisterte Zustimmung entgegen. Das deutsche Volk von 1943 sei nicht mehr das von 1918, und vor allem habe es nicht mehr die schlappe Führung von damals.

Die Worte des Ministers, daß, wer heute unser Volk, dieses Heldenvolk, beim Kampf und bei der Arbeit sehe, wisse, daß ihm der Sieg sicher sei, und daß sich ein 1918 nicht wiederholen könne, daß kein Terror, keine Gewalt und keine Bedrohung uns auf die Knie zwingen könnten, und daß sich das deutsche Volk fest und unerschütterlich mit einem eisernen unzerbrechbaren Ring um den Führer schare, bekräftigten die Massen mit tosenden Zustimmungskundgebungen.

Zum Abschluß der Kundgebung verlas Staatssekretär Dr. Ganzenmüller ein Telegramm an den Führer mit dem Dank für die Ritterkreuzverleihungen, worin die deutschen Eisenbahner nicht nur eine Auszeichnung, sondern ebenso den Ansporn erblickten, noch mehr als bisher für die Front, die Rüstung und das unerschütterlich kämpfende deutsche Volk zu sorgen.

In seinem Danktelegramm für das Gelöbnis bestimmt der Führer in Anerkennung der einmaligen Leistungen der Eisenbahner in diesem Krieg den 7. 12. zum „Tag des deutschen Eisenbahners".

Fried. Krupp AG. wird Familienunternehmen

Ein im Reichsgesetzblatt veröffentlichter Erlaß des Führers über das Familienunternehmen der Firma Fried. Krupp A.-G. vom 12. November 1943 hat folgenden Wortlaut:

Die Firma Fried. Krupp hat sich als Familienunternehmen in 132 Jahren überragende, in ihrer Art einzige Verdienste um die Wehrkraft des deutschen Volkes erworben. Es ist daher mein Wille, daß sie als Familienunternehmen erhalten bleibt. Zu diesem Zweck bestimme ich:

I. Der Inhaber des Kruppschen Familienvermögens wird ermächtigt, mit diesem Vermögen ein Familienunternehmen mit besonders geregelter Nachfolge zu errichten.

II. Die Errichtung des Familienunternehmens und seine Satzung sind gerichtlich oder notarisch zu beurkunden. Die Satzung bedarf meiner Genehmigung, die durch den Reichsminister und Chef der Reichskanzlei einzuholen ist.

III. Der jeweilige Inhaber des Unternehmens führt den Namen Krupp vor seinem Familiennamen.

IV. Der Reichsminister der Finanzen wird ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Reichsminister und Chef der Reichskanzlei die mit der Gründung des Familienunternehmens zusammenhängenden Abgaben sowie die künftige Besteuerung des Unternehmens und die durch den Tod eines Inhabers oder den Übergang der Inhaberschaft auf einen anderen Inhaber entstehende Erbschafts- (Schenkungs-) Steuer im Sinne dieses Erlasses zu regeln.

V. Der Reichsminister der Justiz und der Reichswirtschaftsminister können — jeder für seinen Geschäftsbereich, soweit erforderlich, gemeinsam — im Einvernehmen mit dem Reichsminister und Chef der Reichskanzlei die zur Durchführung und Ergänzung erforderlichen Vorschriften im Verwaltungswege erlassen.

Seit der Gründung des Unternehmens durch Friedrich Krupp im Jahre 1811 fühlten sich seine Besitzer als Treuhänder eines deutschen Familienunternehmens. Alle Schwierigkeiten späterer Jahre haben die nunmehr in der fünften Generation an der Spitze der Firma stehenden Mitglieder der Familie Krupp von diesem Grundsatz nicht abbringen können. Auch der Übergang zur Rechtsform der Aktiengesellschaft im Jahre 1903, rund sieben Monate nach dem Tode von Friedrich Alfred Krupp, dem Dritten in der Unternehmergeneration der Krupps, hat darin nichts geändert. Immer wurde die alte Tradition des Familienunternehmens aufrechterhalten; sie kam nicht zuletzt auch in der Geschäftspolitik der Krupps zum Ausdruck. Jahrelang hat die Familie nach dem ersten Weltkrieg auf jede Rente verzichtet und alle Gewinne für die Erhaltung der Substanz des Unternehmens und damit der Arbeitsplätze der Gefolgschaft zur Verfügung gestellt. Während des wirtschaftlichen Zusammenbruchs des Jahres 1926 wurde es seitens der Familie Krupp strikte abgelehnt, das Krupp - Unternehmen in einer anderen Betriebsgemeinschaft aufgehen zu lassen; man ergriff vielmehr die Initiative, um dem Werk durch entsprechenden Ausbau eine festere Produktionsgrundlage zu geben. Der Erfolg dieser Geschäftspolitik hat sich nicht zuletzt im gegenwärtigen Kriege erwiesen.

Dr. Krupp von Bohlen und Halbach hat vor kurzem die Leitung des Unternehmens in die Hände seines ältesten Sohnes Alfred von Bohlen und Halbach gelegt. Durch den Erlaß des Führers findet nun die Werkstradition der Familie Krupp besondere Anerkennung und Sicherung für die Zukunft.

Turbinenlokomotiven mit Auspuffbetrieb

Von Dr.-Ing. L. Schneider, München

Die Einführung der Dampfturbine in die Kraftwirtschaft war anfänglich so sehr mit der Dampfkondensation verknüpft, daß eine Turbine mit Auspuffbetrieb fast als eine contradictio in se erscheinen mußte. Man war lange Zeit gewohnt, die Überlegenheit der Dampfturbine gegenüber der Kolbenmaschine gerade mit ihrem günstigen Verhalten im Gebiet des Unterdruckes zu begründen, und dies zunächst mit vollem Recht, denn der indizierte thermodynamische Wirkungsgrad der Niederdruckbeschaufelung war ein wesentlich besserer als der im Hochdruckgebiet arbeitenden Schaufelkränze [1]). Da dem Lokomotivfachmann der Begriff des indizierten thermodynamischen Wirkungsgrades in der Regel wenig geläufig ist, sei daran erinnert, daß man darunter eine Größe, nennen wir sie w, versteht, die der Gleichung genügt:

$$w = \frac{632\ Ni}{G \cdot F}.$$

Darin ist Ni die indizierte (innere) Leistung einer Maschine (Zylinder, Turbinenstufe) in PS, G das arbeitende Dampfgewicht in kg und F das adiabatische Wärmegefälle, gemessen in kcal/kg vom Dampfzustand unmittelbar vor der Maschine bis zum Druck unmittelbar hinter der Maschine. Der Wert F entspricht also einer isentropen Expansion und kann auf einfache Weise dem Entropie-Wärmeinhalt-(i-s)-Diagramm für Wasserdampf entnommen werden. In der Frühzeit der Dampfturbine bis vor etwa 20 bis 25 Jahren lagen die Verhältnisse so, daß der indizierte thermodynamische Wirkungsgrad im Niederdruckteil bei der Turbine 70 bis 80 v. H., bei der Kolbenmaschine 50 bis 65 v. H. erreichte, während umgekehrt im Hochdruckteil die Turbine mit 50 bis 60 v. H., die Kolbenmaschine aber mit 70 bis 85 v. H. arbeitete. Der indizierte thermodynamische Wirkungsgrad einer Auspuff-Kolbenmaschine für Heißdampfbetrieb beläuft sich auf 70 bis 80 v. H. und sogar darüber, während die Turbine im Druckgebiet bis herab zu 1 ata anfangs nur etwa 60 v. H. erreichte. Rein vom Standpunkt des Wirkungsgrades spricht allerdings zugunsten der Turbine, daß ihr mechanischer Wirkungsgrad — sogar einschließlich des Zahnrad-Übersetzungsgetriebes — höher liegt als der mechanische Wirkungsgrad der Kolbenmaschine. Diese Verhältnisse der thermodynamischen Wirkungsgrade führten dazu, daß man die Kolbenmaschine mehrfach unterteilte, indem man zur drei-, ja sogar vierstufigen Dampfdehnung schritt; dies bedingt aber eine starke Verwicklung und Verteuerung der Anlage.

Im Laufe der Jahre ist es sorgfältiger Erforschung der Strömungsvorgänge in der Turbine gelungen, den thermodynamischen Wirkungsgrad des Hochdruckteils der Turbinen erheblich zu verbessern, so daß er jenem der Kolbenmaschinen kaum mehr nachsteht. Die andauernde Erhöhung der Kesseldrücke und der Anreiz, Vorschaltmaschinen bei technologischer Verwertung von Dampf niedriger Spannung für Heiz- und Kochzwecke zu bauen, begleiteten die erfolgreiche Vervollkommnung der Dampfturbine. Heute erscheint eine reine Hochdruck- oder eine Auspuffturbine durchaus nicht mehr abwegig.

Für den Lokomotivbetrieb sind der Turbine mit Kondensation verschiedene Vorteile eigen, so u. a. die

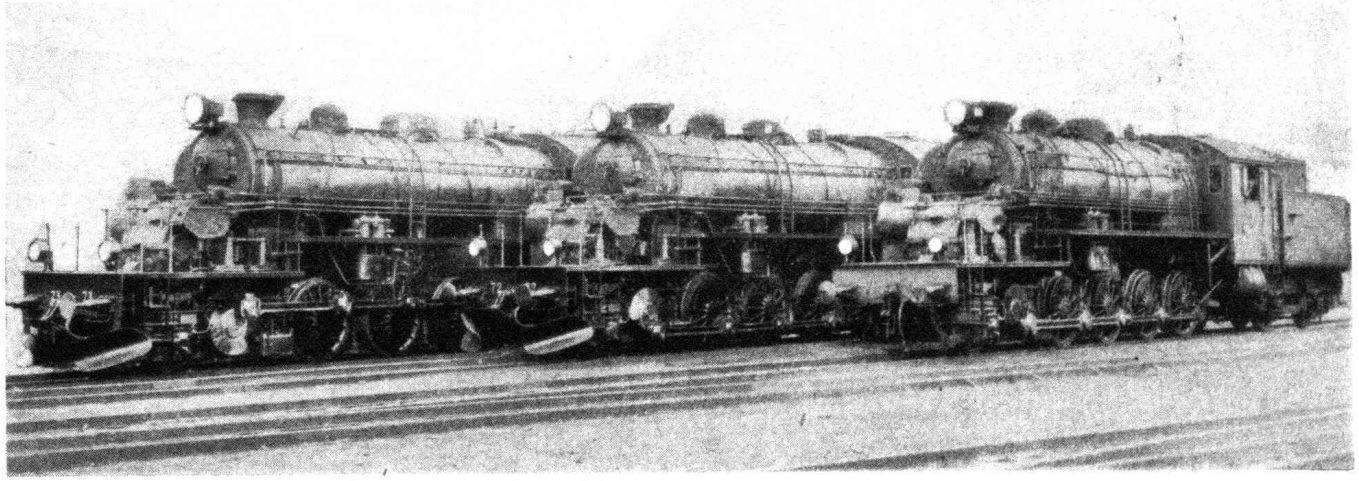


Bild 1: Drei Auspuff-Turbo-Lokomotiven Bauart Ljungström, der Grängesberg-Oxelösund-Eisenbahn, Schweden
Werkfoto: Ljungström Angturbin A.B.

Hauptabmessungen:

Achsanordnung	*1 D*
Turbinenleistung	*1500 PS*
Kesselspannung	*13 atü*
Rostfläche	*3 qm*
Verdampfungsheizfläche	*149 qm*
Überhitzer	*100 qm*
Treibraddurchmesser	*1350 mm*
Turbinendrehzahl max.	*10 000 u/min*
Höchstgeschwindigkeit	*60 km/h*
Reibungsgewicht	*72 t*
Tender	*2 achsig*
Wasservorrat	*15 cbm*
Kohlenvorrat	*5 t*
Dienstgewicht Lok. + Tender	*117,5 t*

Rückgewinnung des Speisewassers mit der damit verknüpften Schonung des Kessels und einfachen Lösung der Wasserbeschaffung, da Wasser eigentlich nur mehr für die Verdunstungs-Rückkühlung des Kondensator-Kühlwassers verbraucht wird. Andere Vorteile des Turbinenantriebes werden auch bei Auspuffbetrieb erreicht; dies sind: Gleichmäßiges Drehmoment, Erhöhung der Laufruhe, gleichmäßige Zugerzeugung, gute Dampfausnutzung infolge Zulässigkeit hoher Überhitzung und Verminderung der Drosselverluste sowie der Verluste durch unvollständige Expansion, guter mechanischer Wirkungsgrad, vereinfachte Schmierung und Unterhaltung der Turbine, Zulässigkeit kleinerer Treib- und Kuppelräder, dadurch Vereinfachung ihrer Herstellung, kürzere Achsstände, Erleichterungen in der Anbringung der Bremse und Verringerung der ungefederten Massen.

Leider fiel die Entwicklung der Turbolokomotive in eine ungünstige Zeit, da zuerst die allgemeine Wirtschaftskrise der Jahre 1929 bis 1934, dann eine politisch unruhige Zeit und endlich der zweite Weltkrieg sich sehr störend auswirkten. Ohne diese Hemmungen der letzten 15 Jahre wäre der Turbinenantrieb im Lokomotivbau heute zweifellos schon viel weiter gediehen. Die Schweiz, England, Deutschland und Schweden, besonders die beiden letzteren Länder, haben bisher der Turbolokomotive das meiste Augenmerk gewidmet. In Schweden hat die Ljungström Angturbin A. B. wertvolle Pionierarbeit geleistet durch Lieferungen von Turbolokomotiven an die Schwedischen und die Argentinischen Staatsbahnen, die London, Midland and Scottish Railway und zuletzt an die Grängesberg—Oxelösund-Bahn in Schweden. Bild 1 zeigt die drei an diese Bahn gelieferten Auspuff-Turbolokomotiven. Lokomotive Nr. 71 ist seit 1932 in Betrieb [2]); ihr folgten zwei weitere, gleiche Lokomotiven Nr. 72 und Nr. 73 im Jahre 1936. Die Lokomotiven dienen zur Beförderung schwerer, durchgehender Erzzüge mit wenigen Zwischenhalten auf einer Strecke mit zahlreichen Gefällwechseln von 6 bis 10 v. T. Über Vergleichsversuche mit einer D-Kolbenlokomotive berichtet ausführlich Dr.-Ing. W. Lübsen in seiner Dissertation T. H. München, 1934 [3]). Die beiden Lokomotiven stimmen in der Rost- und Verdampfungsheizfläche, in der Kesselspannung und im Reibungsgewicht überein, nicht aber in der Überhitzergröße, die bei der Turbolokomotive im Frühjahr 1933 wesentlich vergrößert wurde. Bei noch angenähert gleicher Überhitzergröße (rd. 50 qm) erzielte die Turbolokomotive eine Kohlenersparnis von etwas über 10 v. H., mit 100 qm Überhitzerfläche eine solche von über 17 v. H. bis fast 24 v. H.; dabei waren allerdings beide Lokomotivgattungen stark überlastet und die Kolbenlokomotive dadurch besonders im Nachteil. Lübsen weist gebührend hierauf hin und regt planmäßige Versuche mit kleineren Belastungen an.

Die Turbine samt dem Übersetzungs- und Fahrtwechselgetriebe ist vor der Rauchkammer angeordnet, abweichend von den Ljungström-Kondensations-Lokomotiven, bei welchen Turbine und Getriebe auf dem Tender angeordnet waren und der Kessel von diesem Triebtender geschoben wurde. Die Übersetzung beträgt 50,4 : 1. Von der hinter der Laufachse liegenden Blindwelle werden mittels Stangen die gekuppelten Räder angetrieben, ähnlich wie bei den deutschen Turbinenkomotiven, Bauart Kruppe-Zoelly und Maffei-Zoelly. Der Querschnitt des Blasrohres paßt sich automatisch der Abdampfmenge an und beeinflußt dadurch die Kesselleistung im Sinne der jeweiligen Belastung der Lokomotive. Im übrigen weicht die Bauart der Lokomotive nicht von der üblichen Kolbenlokomotive ab.

Die Auspuff-Turbolokomotiven der Grängesberg—Oxelösund-Eisenbahn haben ihre starke wirtschaftliche Überlastbarkeit erwiesen und stellen sehr bemerkenswerte Ausführungen dar.

---

[1]) S. auch: L. Schneider, Die Abwärmeverwertung im Kraftmaschinenbetrieb, 4. Aufl. Berlin. Jul. Springer.

[2]) Die Lok., 1932, S. 72.

[3]) W. Lübsen, Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotive. Berlin, Jul. Springer.

Lob des Eisenbahners

Der Führer hat — wie an anderer Stelle der Zeitschrift mitgeteilt wird — den 7. 12. jeden Jahres zum „Tag des Eisenbahners" bestimmt als dauernde Erinnerung an die glänzenden Beispiele von Einsatzbereitschaft, Entschlußfreudigkeit und Tatkraft, die die deutschen Eisenbahner in diesem Kriege wieder gegeben haben. Diese Leistungen haben die deutschen Eisenbahner aber auch schon in anderen Kriegen vollbracht und sie sind auch anerkannt worden. Als Beweis diene das folgende Gedicht von Ad. Ey, das im „Kladderadatsch" Nr. 1 von 1915 veröffentlicht und dann in die Kriegs-Beilage der Hanomag-Nachrichten (Heft 8, August 1915) übernommen wurde.

Der Lokomotivführer

O die eiserne Kavallerie!
Wilder biß keiner in die Kandare,
Wilder kein Gaul wie unserer schrie
In dem heiligen Kriegesjahre.
Wilder keinem die Mähne floß,
Schwarz wie Wolken in Sturm und Regen,
Feurige Funken schnaubt mein Roß,
Prescht es dem Feinde, dem Feind entgegen.

Wie der Dragoner, der Kürassier
Patsch' ich ihm zärtlich Hals und Flanken.
Auf einen einzigen Druck von mir
Rührt es fauchend die mächtigen Pranken.
Durch die Heide und bis an das Meer
Jagt mein Renner, den Krieg zu tragen,
Ohne ihn hätte das deutsche Heer
Nimmer solche Schlachten geschlagen.

Wohin auch immer der Wind uns weht
Heut oder morgen, West oder Osten,
Mit mir mein tapferes Rößlein steht
Noch die halbe Nacht durch auf Posten.
Ohne Ruhe und Rast sind wir;
Aber tönt es von Friedensklängen,
Dann, mein gutes, wackeres Tier,
Werd' ich mit Rosen dich überhängen.

Vorschlag für eine neue Verschiebe-Lokomotive

Sind unsere Verschiebe-Lokomotiven zeitgemäß?

Von Baurat Dr. Metzeltin, Hannover

Als um etwa 1870 der Güterzugdienst in Deutschland allgemein eine C-Lokomotive fordern mußte, versetzte man die älteren 1B- und B1-Güterzug-Lokomotiven in den Verschiebedienst, in dem sie vereinzelt noch bis beinahe 1900 Dienst taten; ein Vergnügen war allerdings das fortwährende Anziehen der Tender-Spindelbremse für den Heizer nicht. Ende der 70er Jahre entstanden dann in den preußischen Normalien eine B-Tenderlokomotive von 20 bis 22 t und eine C-Tenderlokomotive von 30 bis 32 t, die bekannten Typen T2 und T3, die sowohl für den Streckendienst auf Nebenbahnen als auch für den Verschiebedienst bestimmt waren. Auch heute noch kann man T3-Lokomotiven mit über 50jähriger Dienstzeit im leichten Verschiebedienst antreffen. Dazu kam schon 1883 für den schweren Verschiebedienst im Ruhrgebiet eine 42 t-Lokomotive, die T7 mit 1330 mm Raddurchmesser. Im Jahre 1910 wurde für den schweren Verschiebedienst von der Preußischen Staatsbahn eine D-Tenderlokomotive, die Gattung T13 mit 60 t Dienstgewicht, geschaffen. Neben ihr sieht man auf den großen Güterbahnhöfen seit Jahren sehr viel die E-Tenderlokomotiven T16 und T16¹ Verschiebedienst tun, meist wohl, weil man sie im Streckendienst durch andere Typen ersetzt hat. Die Reichsbahn hat dann im Jahr 1928 für Verschiebezwecke eine C-Tenderlokomotive, Reihe 80, von 54 t und eine D-Tenderlokomotive, Reihe 81, von 67,5 t Dienstgewicht geschaffen, die aber nur in verhältnismäßig geringer Stückzahl gebaut worden sind. Zusammenstellung 1 zeigt die Größenentwicklung der vorerwähnten Lokomotiven.

Zusammenstellung 1

Verschiebe-Lokomotiven der Preußischen Staatsbahn und Deutschen Reichsbahn

Jahr	Bauart	Reihe	Triebwerk mm	Rostfläche m²	Verd. Heizfläche m²	Überh. Heizfläche m²	Leer-Gewicht t	Dienst-Gewicht t
1870	1B, B1	G1	432/610/1372	1,5	100	—	29	33
1878	BT	T2	330/550/1080	1,0	55	—	21	28
1878	CT	T3	350/550/1080	1,3	55	—	25	32
1883	CT	T7	430/630/1330	1,3	90	—	31	42
1910	ET	T13	500/600/1250	1,75	108	—	47	61
1905	ET	T16	610/660/1350	2,3	137	41	60	76
1914	ET	T16¹	610/660/1350	2,3	129	45	68	85
1928	CT	80	450/550/1100	1,5	70	25	44	54
1928	DT	81	500/550/1100	1,8	96	33	52	68

Wenn man früher im Streckendienst zu schwach gewordene Lokomotiven in den Verschiebedienst abschob, so hatte das eine gewisse Berechtigung, denn hier taten sie noch recht und schlecht ihren Dienst; versetzt man aber im Streckendienst noch gut verwertbare Lokomotiven in den Verschiebedienst, so ist das unwirtschaftlich, denn auf diese Weise werden sie nur ganz unvollkommen ausgenutzt. Diese geringe Ausnutzung wird durch folgendes Beispiel beleuchtet: Im Bereich eines Betriebswerkes waren vom 1. 4. 1933 bis 30. 3. 1934 6 Stück T16¹ im Verschiebedienst eingesetzt, von denen die eine 11 Monate in Reserve stand. Verbraucht wurden in dieser Zeit 2567 t Kohle. Rechnete man einen Kohlenverbrauch von 1,4 kg je PSh, so wären von diesen 6 Lokomotiven in einem Jahr 1 834 000 PSh geleistet worden. Da die T16¹ bei voller Ausnutzung rd. 900 PS leisten könnte, hätten obige 6 T16¹ theoretisch

$$6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 900 = 47\,304\,000 \text{ PSh}$$

leisten können. Der Ausnutzungsgrad betrug also nur

$$1\,834\,000 \cdot 100 : 47\,304\,000 = 3{,}9\ \%,$$

oder andersherum gerechnet: es hätte der Kohlenverbrauch von 2567 t im Jahr bei Dauerbetrieb nur eine Verbrennung von 21,6 kg je m² Rostfläche und Stunde ergeben.

Drückt eine T16¹ über den Eselsrücken Züge von 1000 t in 6 Minuten mit V = 6 km/h ab, so leistet sie dabei nur rd. 100 PS und während der Vorfahrt an den nächsten Zug in 4 min höchstens 50 PS; daraus ergibt sich eine mittlere Leistung von 80 PS. Rechnet man für die unvermeidlichen Stillstände, Abwarten des nächsten Zuges, Auswaschtage und Ausbesserungszeit usw. 50 v.H. der Dienstzeit, so kommt man auf eine mittlere Ausnutzung von 40 PS, was ungefähr dem oben errechneten Ausnutzungsgrad von 3,9 % entspricht.

Ebenso leistet die T9³, die vielfach auf Personenbahnhöfen Verschiebedienst leistet, beim Umsetzen von Zügen oder beim Abstoßen von Wagen einschließlich des Kraftaufwandes für Beschleunigungen nur etwa 100 bis gelegentlich höchstens 150 PS: Sie könnte aber rd. 500 PS leisten. Bei den vielfachen Leerläufen und den meist recht erheblichen Stillständen wird der Ausnutzungsgrad kaum ein höherer werden, als oben für die T16¹ errechnet. Genauere Aufschlüsse über die tatsächlichen Leistungen von Verschiebe-Lokomotiven würde die Ankupplung eines Meßwagens für 24 Stunden erbringen.

Im Verschiebedienst wird — wenigstens zeitweilig — einigermaßen wirtschaftlich nur das Reibungsgewicht ausgenutzt, aber das der T16 mit 85 t (bei halben Vorräten 79,5) auch kaum jemals voll. Den ungefähr gleichen Dienst verrichtet vielfach auch die T13 mit nur 61 t Reibungsgewicht. Viel zu groß ist stets der Kessel. Die erforderliche Dampfmenge läßt sich bequem in einem Kessel von ⅓ der Größe erzeugen. Der große Kessel beansprucht aber teures Kesselbaumaterial und gibt unnötige Wärmeverluste durch seine großen Ausstrahlungsflächen.

Günstigere Verhältnisse zwischen Krafterzeuger und Reibungsgewicht geben z. B. die Diesellokomotiven. Die normale amerikanische 600 - PS - Diesellokomotive wiegt etwa 90 t, also je PS 150 kg, die T16¹ bei 900 PS und 85 t aber nur 94 kg. Dabei ist in Amerika eine höhere Leistung der Verschiebe-Lokomotive notwendig, weil die zu zerlegenden Güterzüge oft das Zwei- bis Dreifache unserer deutschen Güterzüge wiegen. Selbst die amerikanische 900-PS-Diesellokomotive wiegt bei rd. 112 t Dienstgewicht noch 125 kg/PS.

Ebenso weisen die T16¹, weil sie ja als Streckenmaschinen gebaut sind, für Verschiebedienst reichlich große Radurchmesser (1350 mm) auf. Das bedingt wieder große Zylinder, die mit ihren Flächen unnötig

große Abkühlungsverluste bringen, die bei dem langsamen Arbeiten prozentual größer sein dürften als im Streckenbetrieb. Ebenso dürften die Dampflässigkeitsverluste bei der geringen Kolbengeschwindigkeit ins Gewicht fallen. Die ältesten Verschiebe-Tenderlokomotiven der Preußischen Staatsbahn hatten auch nur 1080 mm Raddurchmesser, die T13 1250 mm, doch ist die Reichsbahn bei den Reihen 80 und 81 richtigerweise wieder zu 1100 mm zurückgekehrt. Auch die Privatindustrie hat, abgesehen von ganz wenigen früher beschafften T7 stets kleine Raddurchmesser gewählt. Außerordentlich verbreitet war und ist noch heute die C-Tenderlokomotive von 42 t mit Rädern von 1100 mm.

Unter vorstehend ausgeführten Gesichtspunkten erscheint es nicht unangebracht, eine für Verschiebedienst besonders geeignete Lokomotivbauart zu studieren. Diese muß zwar hohes Reibungsgewicht, aber kleinen Kessel und kleine Räder aufweisen. Ein Dienstgewicht von 75 t bei vollen Vorräten dürfte für alle Zwecke ausreichen, da sich bei $\mu = 1/7$ eine Zugkraft von 10700 kg erzielen läßt, was dem Widerstand eines Zuges von rd. 1800 t über die auf Verschiebebahnhöfen meist übliche Steigung von 1 : 400 entspricht. Es dürfte unbedenklich sein, für diese Lokomotive einen Achsdruck von 25 t zuzulassen, der noch dazu nur bei vollen Vorräten eintritt. Die bis 15 v. H. zulässigen Mehrbelastungen durch die überschüssigen Fliehkräfte kommen ja bei der langsamen Bewegung sowieso in Fortfall, so daß die Mehrbelastung gegenüber einer schnell fahrenden Lokomotive mit 20 t Achsdruck nur noch 2 t je Achse beträgt. Den Achsdruck von 25 t verträgt der Oberbau bei der langsamen Fahrt auf jeden Fall. Bezüglich der Brückenbelastung sei erwähnt, daß der Lastenzug N 5 Achsen von 25 t in je 1,6 m Abstand voneinander zuläßt. Aber selbst der Lastenzug E weist für den Tender drei Achsen von 25 t bei 3,2 m Gesamtachsstand auf. Die vorzuschlagende Lokomotive würde aber einen Achsstand von etwa 4,5 m erhalten.

Die Beschränkung der durch den Achsdruck von 25 t erforderlichen Achsenzahl auf nur 3 gibt eine wesentliche Ersparnis an Baustoffen und vereinfacht Bau, Wartung und Unterhaltung nicht unwesentlich.

Für den Kessel würden 1 m² Rostfläche und 50 m² verdampfende Heizfläche nebst 18 m² Überhitzerfläche völlig ausreichen. Ein solcher Kessel kann bequem bis 2000 kg/h Dampf entwickeln. Bei einem Dampfverbrauch von 8 kg/PSh würde die Maschine bis 250 PS auf die Dauer leisten können, kurzzeitig auch mehr. 250 PS sind nach obigen Ausführungen überreichlich. Ein solcher Kessel würde aber mit Ausrüstung nur etwa 9 t wiegen gegenüber 21 t des Kessels der T16[1], also rd. 12 t an Kesselbaumaterial ersparen.

Den Raddurchmesser wird man zweckmäßig mit 1100 mm wählen. Erwünscht wäre noch weniger, aber das stößt auf Schwierigkeiten, weil dann die Stangenköpfe in das Profil kommen. Für die nur selten erforderliche Zugkraft von 10700 kg kann man große Füllungen zulassen. Rechnet man mit einem Beiwert der Zugkraft von 0,7, was noch Spiel für gelegentliche Erhöhung der Zugkraft zuläßt, so ergeben sich bei 14 atü Kesseldruck Zylinder von 470 mm Durchmesser und 550 mm Hub. Diese Zylinder haben zusammen nur 2,3 m² Abkühlungsfläche gegenüber 3,7 m² bei der T16[1], also 38 v. H. weniger; auch die Schieberkastenflächen verkleinern sich in etwa gleichem Maße.

Über die Ersparnisse an Abkühlungsverlusten kann man sich ungefähr folgendes Bild machen: Nach Brückmann (S. 634) kann man für einen Lokomotivkessel im ruhigen Raum 0,5 v. H., für die fahrende Lokomotive wegen der Kühlung durch die Luftbewegung 1 v. H. der Dampferzeugung als Abkühlungsverlust rechnen. Dieser Vomhundertsatz ist wohl auf den angestrengten Kessel zu beziehen. Er tritt in gleicher Höhe ein, auch wenn der Kessel nur wenig oder gar keinen Dampf erzeugt. Für die Verschiebe-Lokomotive soll, da sie sich nur langsam bewegt, mit 0,75 v. H. gerechnet werden. Der Kessel der T16 hat etwa 40 m² Abkühlungsfläche. Die Dampferzeugung im Streckendienst sei zu 6000 kg/h angenommen, was einem Verbrauch von 860 kg Kohle entspricht. Der Abkühlungsverlust im Verschiebedienst benötigt also 6,5 kg Kohle je Stunde = 156 kg je Tag. Da der vorgeschlagene kleine Kessel nur etwa 20 m² Oberfläche hat, wird die Ersparnis also je Tag rd. 80 kg betragen können. Nimmt man den gleich starken Abkühlungsverlust je m² Fläche für Zylinder und Schieberkasten an, so werden bei etwa 12stündiger Arbeit unter Dampf täglich weitere 5 kg Kohle gespart. Das ergibt für 5 Lokomotiven auf 12 Monate und eine Lokomotive auf einen Monat rd. 158 t im Jahr, also bei dem Kohlenverbrauch des obigen Beispiels von 2567 t immerhin über 6 v. H. Ersparnis an Brennstoff.

Der kleine Kessel würde nur etwa 9 t wiegen, während der der T16 20,8 t wiegt. Das Mindergewicht der dreiachsigen Maschine ohne Kessel sei um etwa 7 t geringer geschätzt als das der fünfachsigen T 16. Dann ist nach Zusammenstellung 2 zur Erreichung des erwünschten Dienstgewichtes von 75 t ein bestimmter Zusatz an Ballast erforderlich. Der billigste und am bequemsten zu handhabende Ballast ist immer Wasser, in zweiter Linie auch Kohle.

Zusammenstellung 2

	Gewichte T16[1]	Neuentwurf
Maschine ohne Kessel	47,3 t	40,3 t
Kessel leer	20,8 t	9,1 t
Leergewicht	68,1 t	49,4 t
Kohle auf Rost	0,4 t	0,2 t
Wasser im Kessel	5,4 t	2,4 t
Dienstgewicht ohne Vorräte	73,9 t	52,0 t
Wasser	8,0 t	20,0 t
Kohle	3,0 t	3,0 t
Dienstgewicht mit vollen Vorräten	84,9 t	75,0 t

Legt man die Kesselmitte auf 3100 mm über S. O., so kann man einen quer unter dem Kessel durchgehenden Wasserbehälter von 4,1 m² Querschnitt unterbringen, der vorn bis über die Rauchkammer reichen kann und bei 5 m Länge 20,5 m³ Wasser fassen würde. Dabei ist mit einer Höhe der Einlauföffnungen von 2,75 m über S. O. gerechnet — ein Maß, das unter Umständen nach § 36.8 der Eisenbahn-Bau- und -Betriebs-Ordnung auf 3000 mm erhöht werden darf. Nach Abzug der Durchbrechungen für die Rauchkammerstützen und für die Zugänglichkeit der Stehkesselvorderwand und des Abschlammschiebers kann dieser große Behälter mindestens 16 m³ fassen. Die restlichen 4 m³ lassen sich bequem hinten unter dem Kohlenkasten oder vorn im Rahmen zwischen den Zylindern unterbringen.

Die Verwendung von Wasser als Ballast hat verschiedene Vorteile. Die Lokomotive braucht seltener zum Wasserkran zu fahren, und bei weniger schwerem Dienst kann sie mit geringen Wasservorräten Dienst tun und weist dann geringeren Eigenwiderstand auf. Man kann sie ferner nach Ablassen von 15 m³ Wasser mit nur 5 m³ Wasser über die Strecke schicken, da sie dann nur noch 20 t Achsdruck aufweist. Leer bleibt der Achsdruck noch unter 16,5 t.

Bild 1 zeigt die vorgeschlagene Lokomotive nach einem von Dipl.-Ing. Ad. Wolff aufgestellten Entwurf.

Man könnte nun, um ein noch kleineres Triebwerk zu erhalten, noch einen Schritt weitergehen und zwischen Zylinder und Räder eine Übersetzung einschalten. Äußerlich scheint eine gute Lösung dieser Art die ab 1874 vom Stettiner Vulcan und der kurzlebigen Lokomotivfabrik in Mödling mehrfach gebaute Bauart Grund*) zu sein, die für langsamen Industriebetrieb gedacht war. Bei ihr wurden über den Rädern liegende Blindwellen angetrieben, die mit Reibrädern auf die Laufflächen der Tragräder wirkten. Diese Bauart ist aber bald wieder aufgegeben worden, vermutlich weil die Reibungsverhältnisse auf den ihre Form ändernden Laufflächen der Lokomotivräder nicht genügten. Nun ist aber die Herstellung von Zahnrädern heute auf einem derart hohen Stand angelangt, daß man bei bester Ausführung und reichlicher Schmierung mit einem Wirkungsgrad von 98 bis 99 v. H. rechnen kann. Hängt man eine Dampfmaschine in der Art der Tatzenmotoren der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen und des Dampfmotors der Stoltzschen Lastwagen an der Treibachse auf und treibt diese mit Zahnradübersetzung von 1:2 an, so erhält man eine kleine Maschine mit Zylindern von etwa 380/420 mm gegen 470/550 mm bei der Lokomotive nach Bild 1. Diese Maschine gießt man möglichst mit ihrem Rahmen aus einem Stück und läßt die Zahnräder auf die Mitte der Treibachswelle arbeiten. Lagert man die Maschine in der Nähe des Schwerpunktes, so werden die Tatzenlager fast völlig entlastet. Damit die Maschine allen Schrägstellungen der Treibachse folgen kann, lagert man sie mit einem kugligen Zapfen, dessen Gegenlager etwas Längs-

*) Org., 1874, S. 52, und Lok. 1941, S. 196.

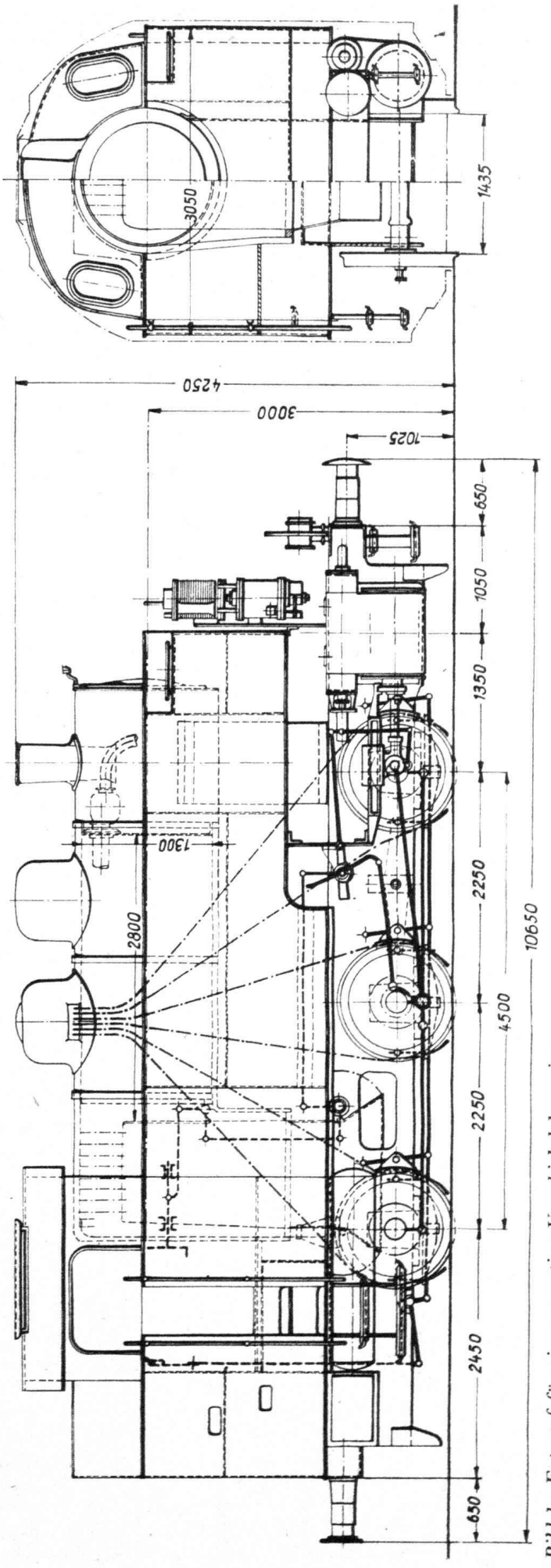


Bild 1: Entwurf für eine neuartige Verschiebelokomotive

Hauptabmessungen:

Zylinderdurchmesser	470 mm	*Gesamtheizfläche*	68 m^2	*Kohlenvorrat*	3 t
Kolbenhub	550 mm	*Dampfdruck*	14 kg/cm^2	*Leergewicht*	etwa 49,4 t
Treibraddurchmesser	1100 mm	*Rostfläche*	1,1 m^2	*Reibungsgewicht*	„ 75,0 t
Kesselheizfläche	50 m^2	*Wasservorrat vorn*	16 m^3	*Dienstgewicht*	„ 75,0 t
Überhitzerheizfläche	18 m^2	„ *hinten*	4 m^3	*Spurweite*	1435 mm
			20 m^3		

verschiebbarkeit erhält, um den Wärmeausdehnungen folgen zu können. Die ganze Maschine wird mit dem Getriebe eingekapselt und läuft staubfrei im Ölbad. Nur noch die Lager der außen verbleibenden Kuppelstangen werden die Strecke durch abtropfendes Öl verunreinigen.

Eine solche Bauart würde gegenüber der Regelausführung eine Reihe von Vorteilen aufweisen: sie erfordert weniger Baustoff, sie ergibt wegen der gedrängten Anordnung und der geschützten Lage weniger Abkühlungsverluste, sie zeigt bei der höheren Kolbengeschwindigkeit weniger Dampflässigkeitsverluste (die man durch eine Ventilsteuerung noch weiter vermindern könnte), sie verschmutzt viel weniger, zeigt daher nur geringe Abnutzungsverluste, man kann die Maschine bei Schadhaftwerden nach Lösung weniger Verbindungen leicht ausbauen, und die ganze Lokomotive wird auch weniger leicht schleudern. Denn die Wellen des Ungleichförmigkeitsgrades sind zwar doppelt so zahlreich, aber der Energieinhalt der einzelnen Welle ist wegen der nur halben Zeitdauer auch nur halb so groß, und ehe sie durch Beschleunigung der Massen der Radsätze eine nennenswerte Vermehrung der Umdrehungszahl erzielt hat, ist schon wieder ein Wellental erreicht.

Das alles sind Vorteile, die wohl den geringen Arbeitsverlust im Zahnradgetriebe mehr als ausgleichen würden.

Englischer Lokomotivbau im Jahre 1942

Der englische Lokomotivbau hat im Jahre 1942 große Anstrengungen machen müssen, um den Anforderungen zu genügen, die an ihn gestellt wurden. Die englischen Eisenbahnen brauchten selber mehr Lokomotiven als in anderen Jahren, und England mußte überdies Lokomotiven für die Kriegsschauplätze bereitstellen, auf denen seine Verbündeten kämpften; so sind z. B. eine ganze Anzahl Lokomotiven und Eisenbahnwagen nach Iran geliefert worden, um auf der iranischen Querbahn Kriegsbedarf nach Sowjetrußland zu schaffen. Zahlenangaben über diese Lieferungen sind, wie man sich leicht denken kann, nicht veröffentlicht worden, aber es wurde z. B. bekanntgegeben, daß schon im Jahre 1941 die englischen Eisenbahnen 143 schwere Güterzug-Lokomotiven abgeben mußten, die nach gründlicher Instandsetzung und einigen Änderungen nunmehr russischen Zwecken dienen. Die englischen Lokomotivwerke sind stark auf die Anfertigung von Kriegsbedarf umgestellt worden und haben daher dem Lokomotivbau nicht ihre volle Tätigkeit widmen können. Es mußten daher Lokomotiven aus den Vereinigten Staaten eingeführt werden, und auch die britischen Truppen in Nord-Afrika arbeiten mit amerikanischen Lokomotiven. Die ersten acht Lokomotiven aus den Vereinigten Staaten sind im Dezember 1942 geliefert worden; sie haben das Achsbild 1D und wiegen 130,5 t; ihre Zugkraft beträgt 14 300 kg. Sie sind dazu bestimmt, schwere Kohlen- und andere Güterzüge bis zu einem Gewicht von 1500 t zu befördern.

Um Rohstoffe und Arbeitskräfte zu sparen und den Bau von Lokomotiven zu beschleunigen, ist die Bauart der Lokomotiven in England sehr erheblich vereinfacht worden, und es wird behauptet, daß der Bau einer Lokomotive jetzt nur die Hälfte der früheren Zeit in Anspruch nehme. Die Eisenbahnwerkstätten, in denen die englischen Eisenbahnen bekanntlich nicht nur ihre Lokomotiven instandhalten, sondern auch neu bauen, haben die „Modernisierung" der Lokomotiven besonders entwickelt und widmen sich in vermehrtem Umfang den Instandsetzungsarbeiten, weil es sich herausgestellt hat, daß auf diese Art dem Betrieb schneller dienstfähige Lokomotiven zur Verfügung gestellt werden können, als wenn sie neu gebaut werden.

Seit Ende des Jahres 1942 hat das Lieferungsministerium eine Anzahl Kriegslokomotiven bestellt, die in ihrer Bauart erheblich vereinfacht sind. Sie werden khakifarbig gestrichen, erhalten keinen Namen, was sonst bei den Lokomotiven in England noch üblich ist, sondern werden mit den Buchstaben „WD" (vermutlich War Department) und einer Nummer bezeichnet. Sie haben die Achsanordnung 1D. Die Lokomotiven haben zwei Zylinder, der Druck des überhitzten Dampfes ist 16,4 at. Ihr Dienstgewicht ist 72 t, wovon 62 t auf die Triebräder entfallen. Die Zugkraft beträgt 15 530 kg. Die Lokomotiven sind mit Druckluft- und Vakuumbremse ausgerüstet, auch eine Dampfbremse ist vorhanden. Ihre Feuerung kann schnell von Kohle auf Öl umgestellt werden. Der vierachsige Tender ist besonders groß, weil die Lokomotiven möglicherweise in Ländern Dienst tun sollen, in denen die Anlagen zur Versorgung mit Kohle und Wasser in größerer Entfernung voneinander liegen; der Tender faßt 9 t Kohle und 22,7 m^3 Wasser und wiegt dienstbereit mit diesen Vorräten 56 t. Ende 1942 sollten die ersten derartigen Lokomotiven in Dienst gestellt werden. Sie sind dazu bestimmt, Züge von 500 bis 700 t Gewicht mit Geschwindigkeiten von 50 bis 65 km/h zu ziehen.

Die Umstellung der Lokomotivwerkstätten auf die Anfertigung von Kriegsbedarf, wie Flugzeuge, Panzer usw., und die vermehrte Herstellung von Lokomotiven, die eine Zeitlang eingeschränkt worden war, hat zu Schwierigkeiten mit den Arbeitern geführt, die bei der Anfertigung von Rüstungsbedarf höhere Löhne erhielten als beim Lokomotivbau, zu dem sie zurückgeholt wurden.

Um die Lokomotiven besser auszunutzen, wurden ihnen höhere Zuglasten zugemutet. So ziehen neuere Lokomotiven der Süd-Eisenbahn, die im Frieden vor Züge mit elf Drehgestellwagen vorgespannt wurden, jetzt Züge mit 16 bis 17 solcher Wagen. Eine für alle Zwecke geeignete Lokomotive der London & Nordost-Eisenbahn brachte einen Zug von 26 Wagen, besetzt mit 1300 Reisenden, nach London. Auch die Güterzüge sind verstärkt worden. Mit Eisenerz beladene Züge wiegen 1700 t, und bei Kohlenzügen der London, Midland & Schottischen Eisenbahn, die von Beyer-Garrat-Lokomotiven gezogen werden, geht man bis zu 86 13 t-Wagen, wobei der Zug mit ihnen und dem Zugführerwagen 1400 t wiegt.

Der Zeitraum zwischen den Hauptinstandsetzungen der Lokomotiven ist verlängert worden. Die Lokomotiven laufen zuweilen 160 000 km oder sogar gegen 200 000 km, ehe sie wieder zu größeren Arbeiten in die Werkstatt kommen. —rn—

Die Entwicklung der Franco-Lokomotive

Von Baurat Dr. Metzeltin, Hannover

Den größten Wärmeverlust am Lokomotivkessel verursachen die mit rd. 350° abziehenden Heizgase. Der Versuch, diese Abwärme auszunutzen, hat seit Jahrzehnten die Erfinder gereizt: Es seien hier nur die Bauarten der Abgasvorwärmer von Trevithick, Borsig, Wehrle und Rihosek genannt. Alle bisherigen Bauarten waren aber zu klein oder sonstwie nicht betriebstüchtig und sind daher nicht in größerem Umfange verwendet worden. In der üblichen Rauchkammer einen genügend großen Abgasvorwärmer unterzubringen, erscheint aussichtslos. Erst vor etwa 10 Jahren gelang es dem italienischen Ingenieur Franco (* 1873, † 1936), einen ausreichend großen und dauerhaften Abgasvorwärmer für Lokomotiven zu entwerfen. Er legte einen großen zylindrischen, von den Abgasen beheizten Röhrenkessel auf den Tender. Dieser Kessel steht in dauernder, natürlich absperrbarer Verbindung mit dem Lokomotivkessel, und sein höchster Punkt liegt tiefer als der niedrigste Wasserstand des Kessels, so daß sich im Vorwärmer kein Dampf oder Dampfkissen bilden können. Ein solcher Röhrenkessel, der innerhalb gewisser Grenzen beliebig groß gemacht werden kann, ist ein einfacher, dauerhafter, betriebssicherer und billiger Vorwärmer.

Eine dreiteilige C1-1C1C1-1C-Überlokomotive nach den Vorschlägen von Franco bzw. der Società Anonima Locomotive a Vapore Franco in Mailand [1]) wurde 1933 von den Ateliers Metallurgiques in Tubize gebaut und auf den Strecken der Belgischen Staatsbahn versucht. Es wurden bei Vollbelastung Abgastemperaturen von 200° bei Speisewasservorwärmung auf 160° erreicht.

Die Überleitung der Abgase zum Vorwärmer gestaltet sich sehr einfach bei den rückwärts laufenden C2 - Schnellzug - Lokomotiven Gruppe 670 der Italienischen Staatsbahn. Diese ließ dann auch 1935 eine solche Lokomotive entsprechend umbauen. Bild 1 zeigt die Lokomotive im alten Zustand, Bild 2 nach dem Umbau und Bild 3 betriebsfertig verkleidet.

Die umgebaute, nunmehr als Gruppe 672 bezeichnete Lokomotive arbeitete so einwandfrei, daß sie 1936 in den Schnellzugdienst Pisa—Florenz eingestellt wurde.

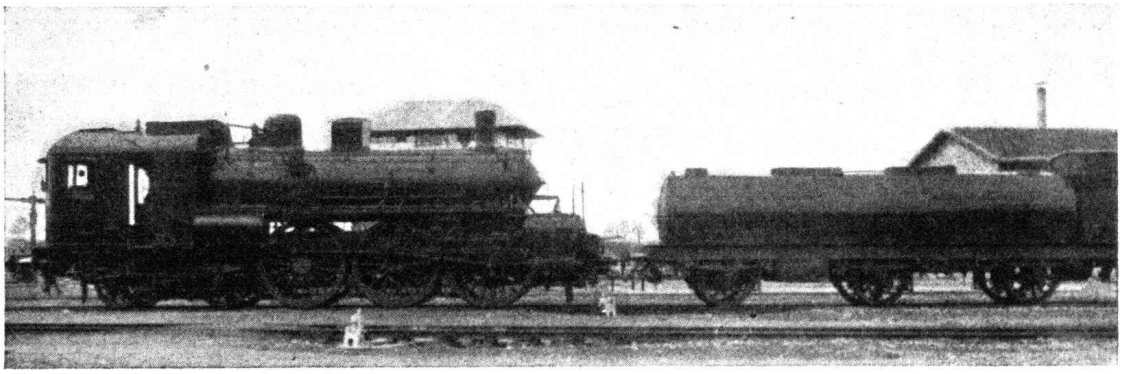


Bild 1: C 2 n 4 v - Schnellzuglokomotive Gruppe 670 der Italienischen Staatsbahn

Abmessungen:

Triebwerk	$\frac{2.360}{2.590}$/650/1980 mm
Dampfdruck	14 atü
246 Rohre 45/50 mm	4000 mm
Rostfläche	3 m²
fb. Heizfläche 11,2 + 139,1	= 150,3 m²
Dienstgewicht Lokomotive	69,9 t
„ Tender	37,2 t
Wasserraum	20 m³

[1]) Z. VDI, Bd. 78 (1934), S. 1291.

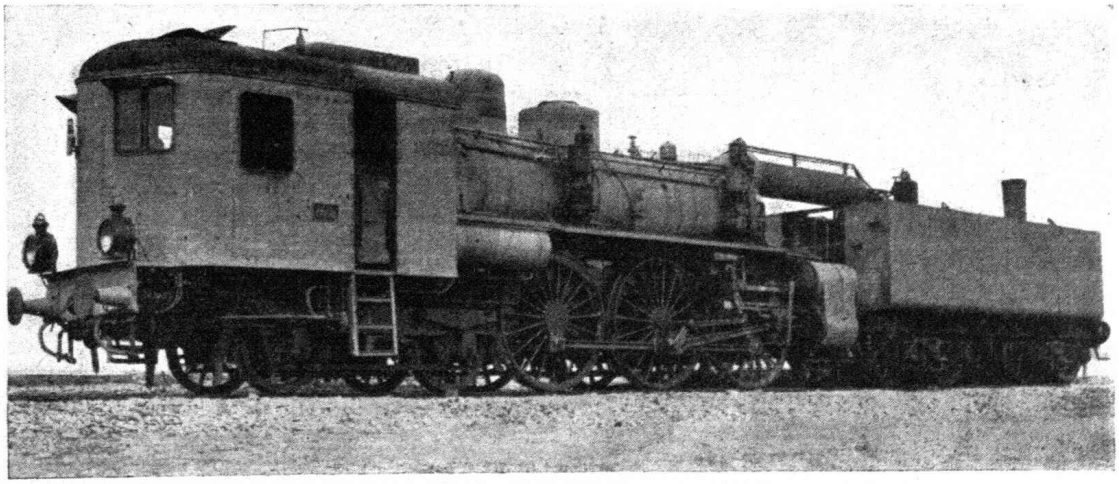


Bild 2: Lokomotive nach Umbau mit Franco-Vorwärmer

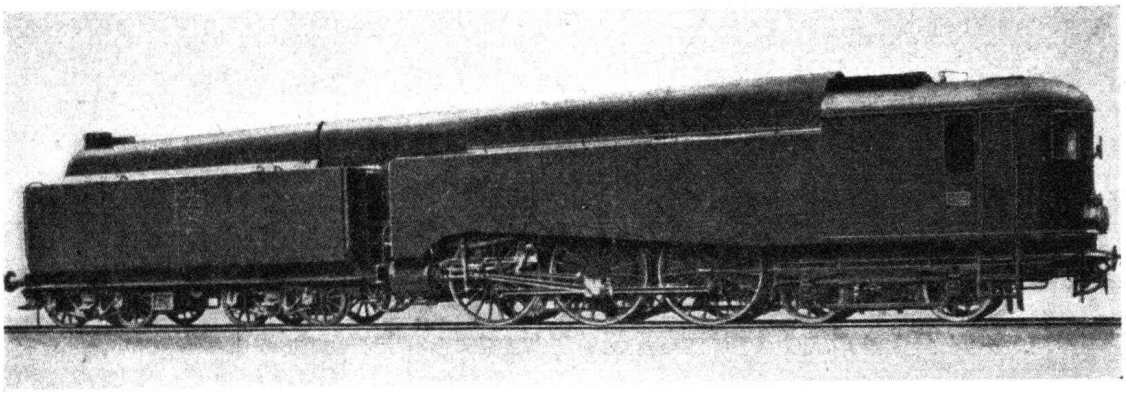


Bild 3: Lokomotive, nun Gruppe 672, betriebsfähig

Abmessungen (soweit von Bild 1 abweichend):

79 Heizrohre 45/50 mm		*4000 mm*
28 Rauchrohre 125/133 mm		*4000 mm*
verd. Heizfläche 11,3 + 88,7	=	*100 m²*
Überhitzerheizfläche		*48 m²*
Dienstgew. Lokomotive		*70,7 t*
„ Tender		*58,0 t*
Wasserraum		*22 m³*

Abgasvorwärmer:

Durchmesser	*1035 mm*
206 Rohre 45/50 mm	*3800 mm*
Heizfläche	*110 m²*
Wasserinhalt	*2,35 m³*

Abdampfvorwärmer:

Heizfläche	*10 m²*

Die umgebaute Lokomotive wurde von der Staatlichen Prüfungskommission (Commissione Centrale per l'Esame delle Invenzione del Consiglio Nazionale delle Ricerche) eingehenden Versuchen unterzogen, und zwar im Vergleich mit einer ebenfalls zur Heißdampf-Lokomotive umgebauten Maschine der Gruppe 670. Dabei ergab sich als Mittel aus zahlreichen Fahrten mit 70 km Geschwindigkeit bei gleicher Zugleistung eine Verbesserung des Kesselwirkungsgrades von 71 auf 86 %, wovon allerdings 4,5 % dem zusätzlichen Abdampfvorwärmer gutzuschreiben sind. Der Kohlenverbrauch je PSh ging von 1,18 auf 0,97 kg zurück, was einer Ersparnis von 17,8 % entspricht. Bei Versuchen mit beschleunigten Personenzügen stieg diese Ersparnis auf 22,2 %. Einen geringen Beitrag zu diesen Ersparnissen leistet der bessere Wirkungsgrad des Kessels wegen seiner geringeren Beanspruchung.

Auf Grund dieser Ergebnisse hat die Italienische Staatsbahn eine Anzahl weiterer Lokomotiven der Gruppe 670 umbauen lassen.

Bei Lokomotiven mit dem üblicherweise hinten laufenden Tender würde die Überleitung der Gase wesentliche Schwierigkeiten machen. Inzwischen hat aber Ingenieur Crosti der Franco-Gesellschaft auch für solche Lokomotiven Lösungen für die Bauweise ausgearbeitet. Er teilt z. B. nach Bild 4 den Vorwärmer auf und ordnet je eine Hälfte rechts und links des Kessels an. Die Gase werden aus der Hauptrauchkammer in die hintere Rauchkammer des Vorwärmers umgelenkt, durchstreichen diesen und treten aus seiner vorderen Rauchkammer durch zwei kleine Schornsteine vor dem Führerhause aus. Diese Schornsteine fallen klein aus, da das Volumen der Abgase mit der stark absinkenden Temperatur wesentlich zusammenschrumpft. Die Vorwärmer liegen geneigt, so daß das sich anwärmende Wasser schon an und für sich das

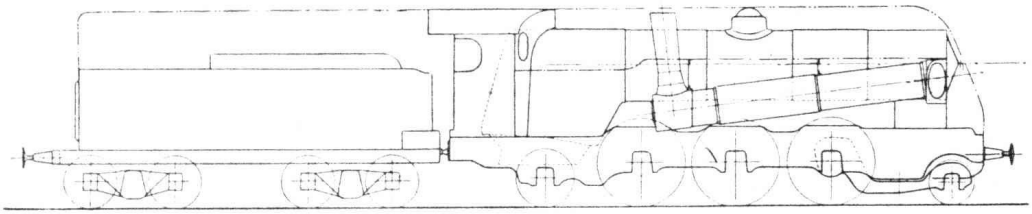


Bild 4: Anordnung der Abgasvorwärmer nach Crosti neben dem Kessel

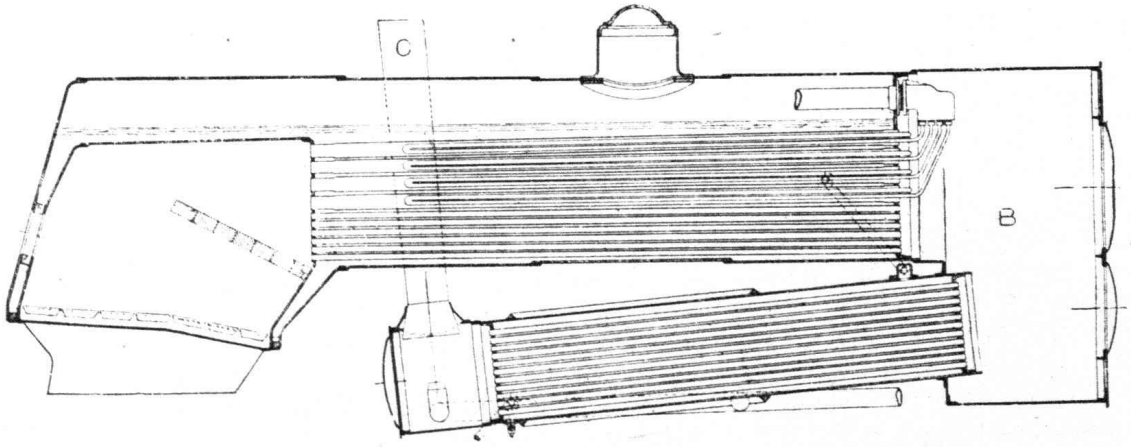


Bild 5: Anordnung des Abgasvorwärmers Crosti-Franco unterhalb des Kessels

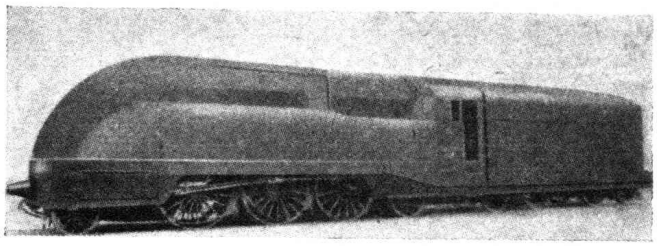


Bild 6: 1C1-Lokomotive der Gruppe 685 der Italienischen Staatsbahn mit Vorwärmern Crosti-Franco.

Bestreben hat, den Vorwärmer im Gegenstrom zu durchlaufen. Am vorderen kältesten Teil des Vorwärmers wird auch die Abdampfwärme mit nutzbar gemacht.

Durchgearbeitete Entwürfe haben auch die Möglichkeit anderer Unterbringung der Vorwärmer ergeben, so z. B. nach Bild 5 unter dem Kessel. Einfach gestaltet sich die Ausbildung des Vorwärmers besonders für Gelenk- und Doppellokomotiven. Er wird dann auf dem einen Triebgestell gelagert, das dem Schornstein benachbart ist.

Da die in Dienst gestellten 10 Lokomotiven der Gruppe 672 sich bewährten, hat die Italienische Staatsbahn weitere Lokomotiven mit Vorwärmern Crosti-Franco nach Bild 4 ausrüsten lassen, und zwar 1C1-Lokomotiven der Gruppe 685 (Bild 6) und 1D1-Lokomotiven der Gruppe 740 (Bild 7).

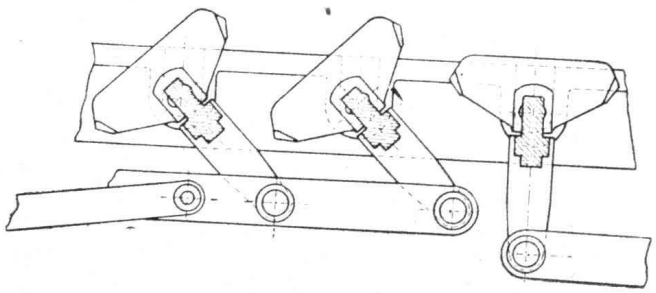


Bild 8: Rüttelrost-Schlackenbrecher für Lignitfeuerung der Italienischen Staatsbahn

Im Frühjahr 1943 bestellten auch die Calabro-Lucanischen Bahnen Lokomotiven mit Vorwärmern, und zwar drei Garratt-Lokomotiven.

Für Italien bildet bekanntlich die Kohlenfrage ein schwieriges Problem. Italien hat wohl einige Lignitvorkommen, aber bei Verfeuerung dieses Lignites mit sehr viel Schlacke und 15 bis 20 % Asche geht die Leistung der Lokomotive um etwa 20 % zurück und der Funkenflug wird unerträglich. Auch häufiges Entschlacken ist nötig. Die Franco-Gesellschaft schlägt nun die Ausrüstung von Lokomotiven, die mit Lignit gefeuert werden sollen, mit Abgasvorwärmern vor. Der dadurch erzielte Leistungsgewinn gleicht den oben erwähnten Leistungsverlust ungefähr aus, so daß die

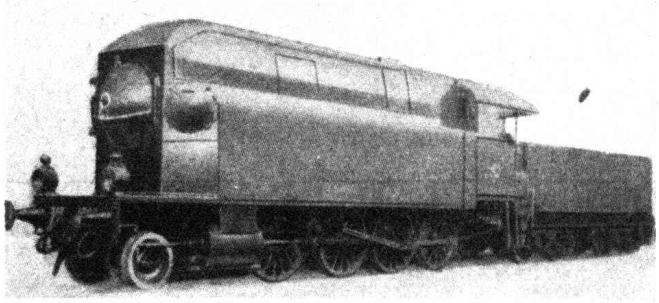
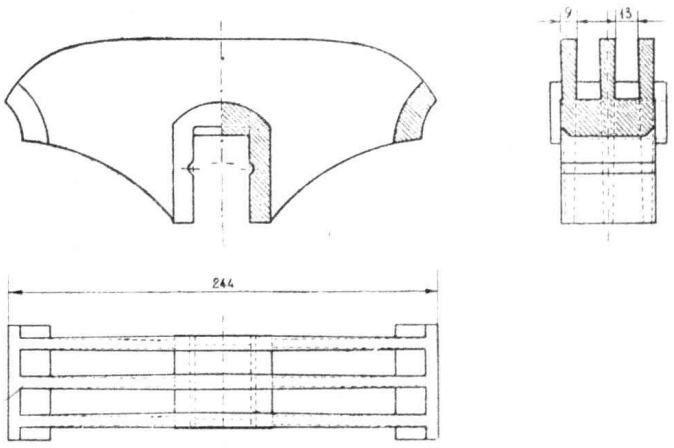


Bild 7: 1D1-Lokomotive Gruppe 740 der Italienischen Staatsbahn mit Vorwärmern Crosti-Franco

betreffenden Lokomotiven, mit Lignit gefeuert, etwa die gleichen Leistungen wie vorher mit Steinkohlenfeuerung aufweisen würden. Der Funkenflug verschwindet fast ganz, da die Funken auf dem langen Wege durch drei Rauchkammern und den Vorwärmer



Bilder 9—11: Einzelheiten zum Rüttelrost

zurückgehalten werden bzw. völlig ausbrennen. Lediglich der Rost bedarf, wie Versuche gezeigt haben, gewisser Änderungen. Es sind vorn und hinten Rüttelroste nötig, die auch als Schlackenbrecher dienen. Die Franco-Gesellschaft hat sie nach den Bildern 8 bis 12 zur Ausführung gebracht.

Elektrifizierung bulgarischer Bahnen

Ende 1942 wurde durch den bulgarischen Verkehrsminister ein Ausschuß ins Leben gerufen, der sich mit der Untersuchung der Möglichkeit des elektrischen Betriebes der Staatsbahnen zu befassen hat. In einer der letzten Ausschußsitzungen wurde ein Bericht über die Tätigkeit und die Vorschläge des Ausschusses vorgelegt. Es ist eine Elektrifizierung eines Teiles des Bahnnetzes in zwei Stufen vorgesehen. Der erste Teil umfaßt die Umstellung auf den Strecken Sofia—Mesdra, Sofia—Pernik und Sofia—Pirot und Sarajewo mit einer Gesamtlänge von 350 km. Im zweiten Ausbau sind inbegriffen die Strecken von Sofia nach Gorna Orechowitza, Plovdiv, Stara Sagora und Swilengrad, ferner Zweigstrecken der Linien nach Pernik und Pirot. Den Strom sollen Wasserkraftwerke und mit geringwertiger Kohle betriebene Dampfkraftwerke liefern, wodurch die Beförderung von jährlich 50 000 bis 60 000 Kohlenwagen oder eine Kohlenmenge von 1,1 Millionen Tonnen eingespart wird. Der Rechnung für beide Stufen der Umstellung auf elektrischen Betrieb ist ein Verkehrsvolumen von insgesamt 7 Millionen Brutto-Tonnenkilometern zugrunde gelegt. Dr. Schn.

Die Anden-Querbahn

Der in Madrid erscheinenden Zeitung „Pueblo" entnehmen wir mit einigen Ergänzungen die folgenden Angaben über die neuere Geschichte der Transandino-Bahn. Diese meterspurige Bahn, die sich nunmehr im Besitz der Argentinischen Staatsbahnen befindet, führt von Mendoza über die Cordillera de los Andes nach Chile und ist bis jetzt die einzige Querbahn, welche die ganzen Anden überschreitet *) Nachdem die Bahn ein

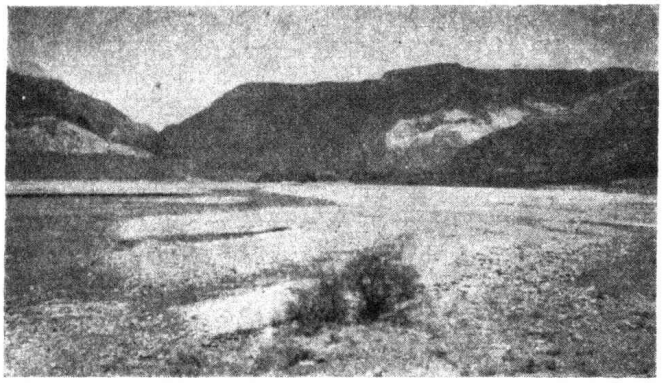


Bild 1: Tal des Rio Mendoza nach der Überschwemmung bei Station Rio Blanco der Transandino

volles Jahrzehnt unterbrochen war, besteht Aussicht, daß sie im Jahre 1944 den Betrieb wieder auf der ganzen Länge aufnehmen kann. Die Bahn folgt von Mendoza ausgehend zunächst dem Tal des Rio Mendoza und steigt von 765 m ü. M. bis zum Scheiteltunnel auf 3170 m ü. M., um in Santa Rosa de los Andes auf chilenischem Gebiet in 810 m Seehöhe zu enden; dort hat sie Anschluß an die chilenische Staatsbahn.

Der Rio Tupungato, ein Nebenfluß des Rio Mendoza, schwoll infolge wolkenbruchartiger Regenfälle am 11. Januar 1934 außerordentlich stark an. Mitgeführte Gesteinstrümmer und Geröll stauten den Rio Mendoza gewaltig auf; schließlich bahnten sich seine ebenfalls hochgehenden Wassermassen einen Weg durch die Gesteinsmauer, alles mit sich reißend, was ihnen im Wege stand. Bilder 1 und 2 zeigen das Flußbett nach dem Ablaufen des Stauwassers. Die Bahnstrecke, die das Tal knapp unterhalb der Einmündung des Rio Tupungato querte, wurde mitsamt mehreren Brücken vollständig weggerissen. In der Folge mußte der Verkehr von Mendoza bis Punta de Vacas, 2385 m ü. M. (Bild 3), mittels Kraftwagen aufrechterhalten werden; von dort über Puente del Inca war die Bahn wieder in Betrieb.

Es muß überraschen, daß eine für den ganzen südamerikanischen Kontinent so wichtige Bahn volle zehn Jahre unterbrochen war, und daß man fast in der ganzen Zeit keine ernstlichen Anstalten traf, die Instandsetzungsarbeiten überhaupt aufzunehmen. Außer den rein technischen Schwierigkeiten sind dafür Gründe wirtschaftlicher und politischer Art maßgebend. Wirtschaftliche Differenzen zwischen Argentinien und Chile, deren Produktionsgrundlagen voneinander grundverschieden sind, gibt es eigentlich kaum, doch war infolge eines Zollkrieges zwischen den beiden Republiken der Eisenbahnverkehr auf der Anden-Querbahn schon einmal unterbrochen, nämlich zwei Jahre vor dem erwähnten Naturereignis. Die Ursache dieses Zwischenfalls von 1932 lag in dem Protest der chilenischen Bauern gegen die Einfuhr argentinischen Fleisches, das infolge der Absatzstockung nach den europäischen Märkten wegen der dort herrschenden Wirtschaftskrise außerordentlich billig war. Diese Unterbrechung dauerte jedoch nur einige Monate.

Nach der Überschwemmung wurde von den mit der Untersuchung beauftragten Ingenieuren vorgeschlagen, die Trasse der Bahn zu verlegen, um die gefährliche Nachbarschaft der Flüsse zu meiden. Die neue Planung stieß aber auf große Schwierigkeiten, da die steilen Berghänge der engen Täler dem Bahnkörper keinen Platz boten. Eine andere Schwierigkeit lag in der Verschiedenartigkeit der Bahneigentümer zu beiden Seiten der Grenze begründet: Auf chilenischer Seite gehört die Anden-Querbahn (71 km) den chilenischen Staatsbahnen, während der argentinische Teil (180 km) im Besitz einer englischen Gesellschaft war, die sich Argentine Transandine Railway Co. Ltd. nannte, tatsächlich aber identisch mit der Buenos Ayres and Pacific Railway Co. Ltd. war, welche die Strecke Buenos Aires—Mendoza sowie einige Parallel- und Seitenstrecken von insgesamt 4500 km Länge betreibt. Diese, auch Ferrocarril del Pacifico genannten Bahnen, rentierten sich gut, während die Transandino trotz hoher Tarife immer ein finanzielles Sorgenkind war. Die

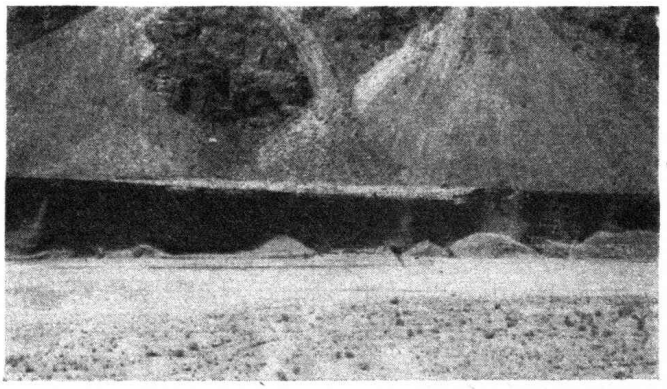


Bild 2: Abgeschwemmte Bahntrasse. Ferrocarril Transandino zwischen Rio Blanco und Punta de Vacas

englische Gesellschaft beeilte sich verständlicherweise nicht, große Summen für die Bahninstandsetzung auszugeben, um so mehr, als sie an dem die Bahn ersetzenden Kraftwagen- und Luftverkehr beteiligt war und der letztere einen Teil des Fahrgastverkehrs über die Anden unwiederbringlich an sich gerissen hatte. Die Flugzeit Buenos Aires—Santiago betrug etwa sechs Stunden einschließlich der Zwischenlandungen, während die Bahnfahrt, wenn sie auch viel Interessantes bot und mit allen Bequemlichkeiten ausgestattet war, immerhin 38 Stunden erforderte. Verhandlungen zwischen den beiden beteiligten Republiken wurden durch neue wirtschaftliche Meinungsverschiedenheiten gestört, bis die beiden Regierungen im Jahre 1937 die sofortige Aufnahme der Instandsetzungsarbeiten verlangten, die innerhalb zweier Jahre beendet sein

*) Außerdem besteht die teilweise Längsverbindung Buenos Aires—Uyuni—Antofagasta, rd. 2800 km.

sollten. Es geschah indessen seitens der englischen Gesellschaft nichts, und im Jahre 1939 ging das argentinische Stück der Transandino-Bahn durch Kauf in den Besitz der argentinischen Staatsbahnen über.

Der Ausbruch des gegenwärtigen Krieges in Europa behinderte die nun mit großer Hingabe begonnenen Arbeiten sehr stark, insbesondere wegen der Knappheit an Baustahl und der Unmöglichkeit, solchen einzuführen. Der namhafte Rückgang des Verkehrs zur See zwischen Argentinien und Chile und die Verknappung der Kraftwagentreibstoffe forderten jedoch immer gebieterischer die Wiederaufnahme des Eisenbahnbetriebes. Die neue Streckenführung unterscheidet sich nicht sehr von der alten. Ein ernstliches Hindernis, das sich den Instandsetzungsarbeiten in den Weg stellte, war der notwendige Bau dreier Brücken über den Rio Mendoza von 65, 140 und 210 m Länge: Der hierzu nötige Baustahl konnte nur dadurch beschafft werden, daß die Santa Fe-Bahn die erforderliche Menge abtrat aus einem Bestand, den sie für die Erneuerung verschiedener Brücken ihres Netzes bereits lagern hatte. Nach amtlicher Mitteilung wird die 251 km lange Anden - Querbahn den behelfsmäßigen Betrieb im Februar 1944 und den endgültigen noch vor Einbruch des südamerikanischen Winters im Juli des gleichen Jahres aufnehmen. Bei Gelegenheit dieser Arbeiten werden größere Änderungen der Trasse untersucht, besonders durch die Anlage neuer Tunnels, welche die zur Durchquerung der Anden erforderliche Zeit beträchtlich herabsetzen sollen. Gegenwärtig ist die Bahn so steinschlaggefährdet, daß die Züge nur tagsüber fahren können, und fast jeden Winter sind mehr oder minder lange Unterbrechungen des Verkehrs unvermeidbar.

Die Aufnahme der Arbeiten an der Anden-Querbahn ist ein deutliches Zeichen des neuen Geistes, der gegenwärtig ganz Südamerika belebt. Auch die verstärkte

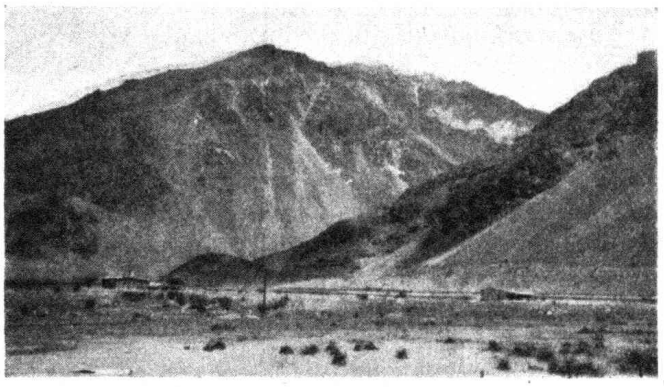


Bild 3: Die Station Punta de Vacas der Transandino, 2385 m. ü. M. *(3 Aufn. Dr. Schneider)*

Förderung der Arbeiten an der mehr nördlich verlaufenden Straße, die ein Teil der panamerikanischen Autobahn sein wird, beweist den entschiedenen Willen der hispano - amerikanischen Länder, den zwischenstaatlichen Verkehr zu erleichtern, damit in der auf die gegenwärtige Kriegszeit folgenden Zukunft ein abgerundeter und fest geeinigter Block entsteht, der nicht nur auf einer geistigen und rassischen Gemeinschaft beruht, sondern auch in der Welt der Wirtschaft verankert ist.

Dr. L. Schneider.

Die französischen Staatsbahnen

Materialersparnis — Neue Werkstoffe — Neuer Lokomotivtyp

Die französischen Staatsbahnen in ihrer heutigen Form, die Société Nationale des Chemins de Fer Français (S. N. C. F.), die zur Zeit von dem ehemaligen Gouverneur der Banque de France, Pierre Fournier, geleitet werden, wurden durch ein Gesetz vom 31. 8. 1937 geschaffen. Damit wurde eine einheitliche Linie in der Eisenbahnpolitik und der Unterstellung der Verkehrseinrichtungen unter den Einfluß des Staates eingeschlagen, nachdem bis dahin eine Reihe von mehr oder weniger großen selbständigen Eisenbahngesellschaften das vorhandene Verkehrsnetz bewirtschaftet hatten. Nach den Bestimmungen der Vereinbarung vom 31. 8. 1937 wurden die bis dahin bestehenden fünf großen Eisenbahngesellschaften von der S. N. C. F. übernommen, und zwar mit Wirkung vom 1. 1. 1938 mit dem Recht der Fortführung bis zum 31. 8. 1982. Es handelt sich hierbei um ein Verkehrsnetz mit einer Länge von 42 450 km, das vom Beginn des Jahres 1938 unter einheitliche Leitung und Verwaltung kam.

Das Kapital der S. N. C. F. wurde zu 1,419 412 Milliarden Franken festgelegt; es teilt sich in 2 838 824 A- und B-Aktien zu 500 Fr. und umfaßt 1 391 024 A-Aktien, die den Compagnies de l'Est, du Midi, du Nord, du P.-L.-M. und der P.-O. als Entschädigung für ihre eingebrachten Werte und Anlagen übergeben wurden; ferner 1 447 800 B-Aktien (51 % des Aktienkapitals), die dem Staate als Entschädigung für die eingebrachten Anlagen, Werte und für seine den großen Gesellschaften gewährten Vorschüsse übergeben wurden. Seit 1938 beziehen die früheren Gesellschaften ihre Einkünfte aus der Verwaltung der Aktien und aus einzelnen kleineren privaten Anlagen. Bei Schaffung der Staatsbahnen war deren finanzielle Lage nicht besonders gut. Das erste Geschäftsjahr schloß mit einem Defizit von mehr als 2,5 Milliarden Fr. ab. Bereits 1939 konnte jedoch ein Überschuß von 304 Mill. Fr. erzielt werden, der sich im Jahr 1940 auf 2,190 Mill. Fr. erhöhte. Die Ergebnisse der Jahre 1941 und 1942 waren so günstig, daß der Staatskasse alle seit 1938 gewährten Vorschüsse zurückgezahlt werden konnten. Seit dem 1. 10. 1940 ist die Staatskasse in keinerlei Form mehr von den Staatsbahnen in Anspruch genommen worden, obwohl theoretisch das Recht dazu besteht.

Die Kasse der Staatsbahnen verschaffte sich die erforderlichen Mittel durch kurzfristige Anleihen. Aus der Senkung der Zinssätze wurde sofort jeder mögliche Nutzen gezogen, und es wurden vor allem die vorhandenen Schulden konvertiert. Es fanden mehrfach derartige Konversionen mit dem Ziele einer weiteren Gesundung der Finanzen statt; alle diese Konversionen fanden eine sehr rasche Aufnahme und gestalteten die finanzielle Lage der Staatsbahnen wesentlich günstiger. Psychologisch sind diese Konversionen sehr interessant, da ein großer Teil der französischen Sparer durch die

Zeichnungen ihr Vertrauen in die Zukunft und die gesunde finanzielle Lage der Staatsbahnen bewies.

Neben der finanziellen Konsolidierung der französischen Staatsbahnen ergab sich für sie aber auch eine Reihe ernster Belastungen, die besonders in der Form von Kriegsfolgen große Lasten für Wiederaufbau und Reparaturen beanspruchten. Hierher gehört neben den direkten Kriegseinwirkungen auch der Mangel an Treib- und Brennstoffen und Schmierölen sowie die Verringerung des Waggonparks, der für die verschiedensten Zwecke in Anspruch genommen werden mußte, z. T. aber auch infolge fehlender Ersatzmöglichkeit ausfiel. Trotzdem konnten die infolge der Kriegsereignisse eingetretenen Beschädigungen und Zerstörungen am Verkehrsnetz bis Ende März 1943 wieder völlig beseitigt werden. Es ist mit allen Mitteln versucht worden, Einsparungen an Material und Rohstoffen zu erzielen durch die Verwendung neuer Methoden und Werkstoffe, wie z. B. erhöhten Einsatz von Leichtmetallen, vermehrte Verwendung des Gasgenerators, Verbrauch von regenerierten Schmierölen, Anbauverträge mit Landwirten für ölhaltige Pflanzen, technische Studien, Laboratoriumsarbeiten usw.

Von weitreichender Bedeutung ist das in verstärktem Maße in Angriff genommene Elektrifizierungsprogramm, das u. a. die Elektrifizierung der Linie Lyon—Paris vorsieht, wodurch große Mengen an Kohle eingespart werden können. Die soeben fertiggestellte elektrische Verbindung von Brive nach Montauban, auf welcher der Personenverkehr gegen Ende des Vorjahres eingesetzt hat, erbringt eine jährliche Kohlenersparnis von 60 000 t. Außer dem Einsatz von Gasgeneratoren sind andere Möglichkeiten im Laufe des letzten Jahres erprobt worden, die allerdings vorerst noch keinen Anspruch auf Durchführung auf breitester Basis erheben können und Einzellösungen bleiben. Es soll nur der Einsatz eines Auto-Schienenfahrzeuges auf der Strecke von Carcassone nach Quillan erwähnt werden, ferner die neue Micheline, die mit vier elektrischen Motoren von 194 PS ausgerüstet und im Stadtrandverkehr eingesetzt ist. Schließlich soll noch die Inbetriebnahme der neuen Lokomotive P 141, Typ Mikado, erwähnt werden, die von der S. N. C. F. im Serienbau hergestellt wird.

Für die nächste Zukunft wurde ein umfassendes Bauprogramm aufgestellt, um sämtliches Material instandzusetzen und den neuzeitlichen Anforderungen anzupassen. Nach einem im Journal Officiel vom 17. September veröffentlichten Gesetz sieht der Fünfjahresplan der Staatsbahnen, zu dessen Durchführung sie staatlich ermächtigt worden sind, einen Betrag von 8,058 Milliarden Franken und der Spezialausrüstungsplan einen solchen von 9,04 Milliarden Franken vor. Hiervon kann ein großer Teil für bereits laufende Aufträge verwendet werden. Eine Erweiterung und Erneuerung des Waggon- und Lokomotivparks wird schon in naher Zukunft durchgeführt werden. —D—

Die ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven

(Ergänzung)

Zu den interessanten Ausführungen des Herrn Reichsbahnrat Matthes im September-Heft dieser Zeitschrift bin ich in der Lage, einige ergänzende Ausführungen zu geben. Die „Chemins de fer d'Alsace" waren mit den 135 km der Hauptstrecke Straßburg—Basel, zu denen noch die zuerst eröffnete 19 km lange Strecke Mülhausen—Tann hinzukam, die erste große Überlandbahn des europäischen Festlandes und gleichzeitig auch die erste Eisenbahn überhaupt, die zwei Länder (Frankreich und die Schweiz) miteinander verband. Im Gegensatz zu den vorhergegangenen französischen Bahnen war die Strecke sehr großzügig entworfen und ausgeführt worden. Leider entsprachen die gehegten Erwartungen später nicht der Wirklichkeit, und die Strecken wurden dann im Zuge der Bildung der großen Gesellschaften von der Ostbahn übernommen. Nach dem Kriege 1870/71 waren die elsässischen Strecken bekanntlich die erste reichseigene Bahn.

Ein in Paris 1845 verlegter schöner Tafelband von Bazaine und Chaperon (im Reichspatentamt befindlich) enthält genaue Abbildungen der Bauwerke und Eisenbahnwagen, leider aber nichts über die Lokomotiven. Im Bande „Les chemins de fer" der Reihe „Histoire de la locomotion terrestre" (Verlag L'Jllustration, Paris 1935) befindet sich die Wiedergabe einer Ansicht aus einem Werk „Panorama des Vosges et du chemin de fer de Strasbourg à Bâle".

Bemerkenswert sind die Elsässischen Bahnen insofern, als sie den Anlaß zu einer frühen Lokomotivbau-Industrie im Elsaß abgaben. Über die Lokomotiven findet sich eine Tabelle mit Triebwerks- und Kesselabmessungen im „Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse", Bd. XIX, S. 191. In Ergänzung der im Aufsatz angegebenen Namen der Koechlin-Lokomotiven seien hier die der anderen angeführt, die bis auf die „Thann" alle als 1A1-Lokomotiven gebaut waren:

Stehelin & Huber: Thann, Hércule, Atlas,
J. J. Meyer: Espérance, Succés,
Creusot: Strasbourg,
Sharp: Manchester, Albion, Liverpool, Venus, Juno, Minerva.

Nach einer anderen Quelle soll Sharp noch drei Stück in 1B-Anordnung geliefert haben, mit größeren Kesseln als seine 1A1, doch konnte darüber nichts bestätigt gefunden werden.

Die Koechlinschen Maschinen waren ganz nach Sharpschem Muster gebaut (vergl. „La Rapide", u. a. Han.-Nachr. 1918, S. 89). Im Gegensatz zu der vom Verfasser geäußerten Ansicht war ihr geschwungener Rahmen, der aus einem einzigen Stück Blech geschnitten war, ein großer Fortschritt gegenüber dem geraden Rahmen mit aufgenieteten Achsgabeln, wie er von Stephenson von seinen „Planets" ab eingeführt worden war. Die aufgesetzten Achsgabeln wurden trotz der Unterzüge leicht lose. In beiden Fällen bestanden die Rahmen aus Doppelplatten mit dazwischenliegendem Holzfutter.

Die Creusot-Lokomotive dürfte den 1838 für Paris—St. Germain und Paris—Versailles (Rechtes Ufer) ge-

lieferten Maschinen geglichen haben, die sich eng an die Stephensonschen „Patentees" anlehnten, aber vorn, dicht am Schornstein, einen besonderen kleinen Dom für den waagerecht angeordneten Regler mit außenliegender Zugstange aufwiesen, einen Vorläufer des späteren Crampton-Reglerаufsatzes. Die Triebwerksabmessungen der „Strasbourg" waren 355×520/1524. Die Stehelin & Huber-Maschinen hatten folgende Triebwerksabmessungen: Thann: 330×460/1372; Hércule und Atlas: 355×520/1524. Bild 3 des besprochenen Aufsatzes zeigt für die „Thann" eine Lokomotive, die in allen Einzelheiten mit der „La Victorieuse" der Paris—Versailles- (linkes Ufer) Bahn übereinstimmt (s. u. a. Jahn), nur ist der Rahmen vorn etwas kürzer, die Puffer anders und an der Rauchkammerstirnwand ist eine Laterne hinzugefügt. Abweichungen in den Verschalungen des Domes und der beiden Sicherheitsventile sind wohl auf zeichnerische Ungenauigkeiten zurückzuführen, da diese Teile sonst ebenfalls genau wie bei der „Victorieuse" sind. Auch Bild 4 einer 1A1 entspricht, wenn man von offensichtlichen Verzerrungen absieht, völlig den 6 Stück von Tayleur & Co. an die Paris—St. Germain gelieferten Maschinen (s. u. a. Han.-Nachr. 1918, S. 88). Der vom hinteren Dom abströmende Dampf ist allerdings auffallend, da die Tayleur-Lokomotiven dort kein Sicherheitsventil besaßen. Möglicherweise dienten dem Zeichner als Unterlagen für die Abbildungen die diesbezüglichen Tafeln in Armengauds bekanntem Werk „L'Industrie des chemins de fer", so daß wir hier keine Lokomotiven der Elsässischen Bahn vor uns haben. Andererseits waren von der „Victorieuse" zu jener Zeit im „Atlas du mineur metalurgique" ausführliche Pläne veröffentlicht, die Stehelin & Huber als Vorlage für die „Thann" gedient haben mögen. Allerdings hatte die „Victorieuse" größere Zylinder (380×460/1380) gegenüber der „Thann" (s. o.) und eine größere Heizfläche (59,15 m² gegenüber 47,66 m²). Über die 1A1 Stehelin & Hubers konnte ich bislang keine weitere Angaben finden. Mit 60,92 m² bzw. 60,50 m² wiesen die „Hércule" und „Atlas" die größten Heizflächen aller auf der Bahn vorhandenen Lokomotiven auf. Die „Hércule" erhielt später eine Steuerung mit veränderlicher Füllung.

J. J. Meyers-Lokomotiven hatten, wie im besprochenen Aufsatz bereits bemerkt, Expansionsschieber-Steuerung. Obwohl die „Mulhouse", die auf der Paris—Versailles (linkes Ufer) sowie auch auf anderen, darunter auch österreichischen Bahnen, Versuchsfahrten unternahm, allgemein als erste Lokomotive mit dieser neuen Steuerung bezeichnet wird, könnte man aus den Namen der beiden elsässischen Maschinen entnehmen, daß zunächst die „Espérance" (= Hoffnung) gebaut und versucht worden ist. Auf Grund der befriedigenden Ergebnisse wäre dann die „Succés" (= Erfolg) geliefert und nunmehr ging die „Mulhouse" mit dem Namen ihrer Vaterstadt als Werbung in die Welt hinaus. Da die Versuche mit der letzteren erst 1845 auf der Orléans-Bahn und kurz vorher in Paris stattfanden, spricht dieser Zeitunterschied zwischen 1842 sehr für meine Annahme. Über die Ergebnisse der „Espérance" im Vergleich mit der Koechlinschen „Cométe" sind nähere Angaben in der „Publication Industrielle des machines outils", Bd. III, 1843, S. 141, zu finden.

Diese ersten drei Meyerschen Lokomotiven werden sich kaum viel voneinander unterschieden haben. Eine Schnittzeichnung, die zweifellos eine dieser drei Lokomotiven darstellt, findet sich in „Jullien, Construction des machines à vapeur". Es waren typische „Patentees" mit großem Dom in der Mitte. Da die Achsgabeln der Treibachse genau so tief herabreichten wie die der beiden Laufachsen, kann sich Bild 4 des besprochenen Aufsatzes nicht auf die Meyerschen Lokomotiven beziehen. Die Triebwerksmaße waren bei den elsässischen Maschinen gleich (380×460/1829), doch hatte die „Espérance" 5 atü, die „Succés" 6 atü Kesseldruck, ein damals unerhört hoher Wert. Mit dem höheren Druck und den größeren Zylindern glich Meyer die durch die Dampfdehnung kleinere mittlere Spannung im Zylinder gegenüber den mit voller Dehnung arbeitenden anderen Lokomotiven aus. Die „Mulhouse" hatte ähnliche Triebwerksverhältnisse (380×466/1877).

Die Gründe für die verschiedenen Abmessungen der elsässischen Lokomotiven sind aus einem ausführlichen Bericht über Versuchsfahrten und Betriebsergebnisse im „Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse", Jahrg. 1847, zu entnehmen. Am April 1842 hatte Polonceau, der später den Lokomotivbetrieb der Orléans-Bahn pachtete, die Leitung der Elsässischen Bahnen übernommen und führte zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit folgendes Programm durch:

1. Die besten Verhältnisse für Kesselheizfläche, Zylinder- und Raddurchmesser zu ermitteln;
2. Den Betriebszustand der Maschinen zu verbessern;
3. Ein- und Auslaß des Dampfes so vorzunehmen, daß er am wirtschaftlichsten ausgenutzt werden konnte.

Allen diesen Maßnahmen sind die im Aufsatz kurz berührten Erfolge in der Herabsetzung des Koksverbrauches zu verdanken. Es entstanden ferner hierbei mehrere konstruktive Verbesserungen, wie die bekannte, heute auch bei der deutschen Kriegslokomotive eingeführte Schornsteinklappe, ein sog. „Luftschieber" in der Rauchkammer, durch den Luft zur Dämpfung der Blasrohrwirkung eintreten konnte, und das erste brauchbare, veränderliche Blasrohr. Außer der Meyerschen Expansionssteuerung verdanken wir den Elsässischen Bahnen eine ähnliche von Gonzenbach 1843, der damals auf der Bahn tätig war. Seine Steuerung wurde erstmalig in einer Lokomotive „Le Véloce" eingebaut, die ähnlich wie die „Mulhouse" als Versuchsmaschine gedacht, bei keiner Bahn beheimatet war. Leider konnte der Erbauer derselben nicht ermittelt werden, es liegt aber nahe, anzunehmen, daß sie ebenfalls im Elsaß entstand, um so mehr, als sie am 25. und 26. November 1844 dort versucht wurde. Ihre Triebwerksabmessungen waren 360×460/1680, der Kesseldruck betrug aber nur 4,5 atü. Auch Polonceau hat bekanntlich selber noch später eine Expansionsschieber-Steuerung entworfen und mehrfach ausgeführt. Da die Stephensonsche Schwingensteuerung erst später als die Expansionssteuerungen im Elsaß aufkamen, wurde auf den dortigen Bahnen der erste Schritt zur Anwendung der veränderlichen Dampfdehnung im Lokomotivbau getan.

Der für damalige Zeiten große Raddurchmesser von über 1800 mm verschiedener elsässischen Maschinen war wohl bewußt gewählt worden, da man den Ehrgeiz hatte, schnell zu fahren. Im oben erwähnten Bericht

Polonceaus sind darüber Angaben gemacht, die folgendes Bild ergeben:

	Länge km	Aufenthalte	abs. Fahrzeit	mittl. Geschwindigk. mit Aufenthalte	ohne Aufenthalte
Elsäss. Bahnen	135	12	3 h 50 min	35	50,20 km/h
Paris—Rouen	136	4	3 h 50 min	35,5	47,64 km/h
Paris—Orléans	121	12	4 h 30 min	26,8	44,52 km/h

Es wäre zu wünschen, daß auch andere Leser dieser Zeitschrift, die über den altelsässischen Lokomotivbau weitere Unterlagen besitzen, mit ihren Angaben dazu beisteuern würden, die noch bestehenden Lücken in der Lokomotivgeschichte gerade dieses Gebietes, eines der frühesten Mittelpunkte des Lokomotivbaues, auszufüllen. Ing. G. Reder VDI, WVV.

KLEINE NACHRICHTEN

Lokomotiven zur Kur verschickt

Der Bahnhof Hannover hatte von jeher schlechtes Speisewasser für die Lokomotiven. Darunter litten besonders die Verschiebelokomotiven, die kein anderes Wasser bekommen konnten; starke Kesselsteinbildung und chronisches Rohrlecken waren die Folge. Aber man fand in den 80er Jahren ein Mittel dagegen. Man schickte, wenn es gar zu schlimm wurde, die Lokomotiven auf kurze Zeit zur Kur in den Harz, und zwar nach Scharzfeld, und ließ sie auf der Strecke Scharzfeld—Lauterberg Dienst tun. Der Kesselstein löste sich und das Rohrlecken verschwand.

Des Rätsels Lösung lag darin, daß die Flüßchen des Westharzes ganz vorzügliches Kesselspeisewasser mit teilweise nur 2° Härte liefern. Das ist in Lokomotivführerkreisen auch heute noch wohlbekannt, und die die Strecken am Westharz durchfahrenden Lokomotiven nehmen mit Vorliebe Wasser in den hier liegenden verschiedenen Wasserstationen. Leider können bei dem großen Fassungsvermögen der heutigen Tender die älteren Wasserleitungsanlagen manchmal nicht alle Wünsche voll befriedigen. —Me—

100 Jahre Köln—Mindener Eisenbahn

Am 18. Dezember 1843 wurde die Konzession zum Bau der Köln—Mindener Eisenbahn erteilt, die jedoch erst am 15. Oktober 1847 auf der ganzen Strecke in Betrieb genommen werden konnte (eine ausführliche Würdigung ist daher erst bei der Wiederkehr dieses Tages am Platze). Das Projekt einer Eisenbahnverbindung zwischen Rhein und Weser bestand damals schon längere Zeit: es war insbesondere von der Rhein—Weser-Bahn gefördert worden, die jedoch schon bald nach der Gründung infolge finanzieller Schwierigkeiten wieder einging. Anders als die Rhein—Weser-Bahn, die von Köln durch das Tal der Wupper nach Dortmund und von dort nach Minden führen sollte, wurde die Streckenführung bei der Köln—Mindener Bahn von Deutz über Düsseldorf, Duisburg—Oberhausen nach Dortmund und weiter nach Minden festgelegt. Im Jahre 1839 gewann dieser Plan, der bald auch die Unterstützung der preußischen Staatsregierung fand, festere Gestalt, indem in Köln und Düsseldorf Ausschüsse eingesetzt wurden, die die Ausführung in die Wege leiten sollten. Als deren Bemühungen nicht recht vorwärts kamen, schaltete sich die Regierung ein und vereinigte mehrere der vorhandenen Projekte zu eben der Unternehmung der Köln—Mindener Eisenbahngesellschaft. Da eine Rheinbrücke für die Eisenbahn noch nicht vorhanden war — die erste kam erst im Jahre 1857 in Betrieb — begann die Strecke in Deutz: am 20. September 1845 wurde der Betrieb auf dem ersten Teilstück Deutz—Düsseldorf eröffnet. Am 9. Februar 1846 wurde die Strecke Düsseldorf—Duisburg und am 15. Oktober 1847 die ganze Strecke bis Minden in Betrieb genommen. Gleichzeitig wurde am 15. Oktober 1847 die Linie Minden—Hannover dem Betrieb übergeben, die als Weiterführung der schon länger betriebenen Strecke Berlin—Hannover gebaut worden war. Da die Rheinische Eisenbahngesellschaft in Köln bereits seit 1843 die Linie Köln—Aachen—Herbesthal betrieb und auf belgischer Seite eine Verlängerung bis Antwerpen vorhanden war, schuf die Eröffnung der Köln—Mindener zusammen mit der Strecke Minden—Hannover eine Eisenbahnverbindung von Berlin bis Antwerpen.

Die ersten 100 Lokomotiven der Hess. Ludwigsbahn

Zu der im Oktober-Heft veröffentlichten Tafel 1 des unter obiger Überschrift veröffentlichten Beitrages möchte ich folgende Ergänzungen bzw. Berichtigungen geben:

Betriebsnummer:	ME-Fabriknummer:
7 u. 8	240 u. 241
23 u. 24	500 u. 502
51 u. 52	1028 u. 1029 (Umbau Norris 1870)
82—85	897—900
Ersatz 82	1030
88	1031
89, 92, 93	1106, 1104, 1105

Mit dem Keßlerschen Patentkessel wurden versehen die Betriebsnummern 1—13. Dr.-Ing. Max Mayer.

Dynamische Raddrucke auf die Schiene

In der im Juni-Heft, S. 103 ff, veröffentlichten Arbeit von Prof. W. Farmakowsky „Dynamische Raddrucke auf die Schiene infolge der Schwingungen der gefederten Lokomotivmassen" sind einige Fehler unterlaufen, deren Aufklärung sich infolge starker Verzögerungen in der Postzustellung leider sehr lange hinzog. Es ist zu setzen

1. anstatt Mx jetzt $M\ddot{x}$ (Erläuterung: $M \frac{d^2x}{dt^2}$),
2. anstatt $w = x$ jetzt $w = \dot{x}$ (Erläuterung: $\frac{dx}{dt}$),
3. anstatt kx jetzt $k\dot{x}$ (Erläuterung: $k \frac{dx}{dt}$),
4. auf S. 104, Zahlenbeispiel, anstatt $0{,}009^3$ m $\approx$ 0,001 m oder 1 mm jetzt $0{,}0009 \approx 0{,}001$ m oder 1 mm.

Persönliches

Rudolf Kreutzer †

Dem schweren Luftangriff, der am Abend des 22. Oktober 1943 die Stadt Kassel heimsuchte, fiel auch Rudolf Kreutzer zum Opfer. Mit ihm ist ein Mann allzu früh dahingegangen, der — obwohl keineswegs Lokomotivtechniker — in weiten Kreisen der Lokomotiv-Fachwelt des In- und Auslandes wohlbekannt ist. Er war einer jener begeisterten und für ihre Überzeugung eintretenden Lokomotiv- und Eisenbahnfreunde, wie sie heutzutage immer seltener werden. Sein Lebenswerk galt der Lokomotivgeschichte, die in ihm einen ihrer besten Kenner und unermüdlichsten Forscher gefunden hatte.

Rudolf Kreutzer wurde am 14. Oktober 1884 zu Dresden als Sohn eines Schuhmachermeisters geboren. Schon frühzeitig regte sich bei ihm das Interesse für das Lokomotivwesen: Der Schulknabe bereits verbrachte zusammen mit Gleichgesinnten, mit denen ihn trotz der beruflichen Unterschiede das Leben lang engste Freundschaft verband, jede freie Stunde auf den Bahnhöfen der Unterstadt oder der engeren und weiteren Umgebung. Dort wurden die ein- und ausfahrenden Züge verfolgt und Name, Betriebsnummer, Type, Hauptabmessungen, Eigentumsverwaltung, Alter, Herkunft und andere interessante statistische Angaben über die beobachteten Lokomotiven sorgfältig in ein Merkbuch eingetragen. Diese Notizen (eine Zeitlang in gleicher Weise für die Elbdampfer aufgezeichnet) bildeten die Grundlage zu der Forschungsarbeit, die Kreutzer in ständigem Austausch mit namhaften Gelehrten wie auf Grund eigener Beobachtungen für die Geschichte der Lokomotive geleistet hat.

Als Ergebnis dieser Arbeit lagen Lieferlisten auch inzwischen eingegangener Lokomotivbauanstalten, Aufstellungen über den Lokomotivbestand vieler, insbesondere der deutschen und österreichischen Bahnverwaltungen, sowie Aufzeichnungen über die oft wechselvollen Schicksale einzelner Lokomotiven oder die von verschiedenen Lokomotivbauarten erreichten Stückzahlen vor, wie sie vollkommener an anderer Stelle kaum zu finden gewesen sind. Bei Rudolf Kreutzer holten sich amtliche und private Stellen, Firmen und Einzelpersonen Auskunft oft selbst über Lokomotiven ihres eigenen Zuständigkeitsbereiches ein. Alle diese Unterlagen dürften jetzt durch Brand vernichtet sein; es ist aber zu hoffen, daß sie inhaltlich auf dem Austauschwege zu befreundeten Forschern gelangt sind und somit im wesentlichen nicht als verloren angesehen zu werden brauchen. Es würde eine verdienstvolle Aufgabe des deutschen Lokomotivbaues sein, nach dem Kriege das wertvolle Forschungsmaterial in handliche Form zu bringen und für die Zukunft sicherzustellen.

Als gelernter Kaufmann trat Kreutzer schon in jungen Jahren in die Dienste der Hannoverschen Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Georg Egestorff (Hanomag), Hannover-Linden, wo ihn der damalige Direktor, jetzige Baurat Dr. Metzeltin „entdeckte" und mit der Bearbeitung der Lokomotivstatistik und Lokomotivgeschichte der Firma betraute. Diese Arbeiten fanden ihren Niederschlag in den „Hanomag-Nachrichten". Weithin bekannt wurde Kreutzer durch seine Veröffentlichungen über den russischen Lokomotivbau, die in den Jahren 1919/21 ebenfalls in den „Hanomag - Nachrichten" als Auswertung der in russischer Kriegsgefangenschaft gemachten Beobachtungen erschienen. Ausgangs des dritten Lebensjahrzehnts begann er noch, sich mit der Kunst des Photographierens zu befassen; er zählte bald zu den bekanntesten Eisenbahnphotographen.

Seit Herbst 1929 gehörte Rudolf Kreutzer der Lokomotivfabrik Henschel & Sohn in Kassel an, bei der er sich als Leiter der technischen Bücherei, Betreuer des Werkmuseums, offener und stiller Mitarbeiter der Zeitschrift „Henschel-Hefte" und der Werbeschriften der Firma, aber auch in der weiteren Durchforschung der Geschichte des Hauses Henschel sowie des Kasseler Lokomotivbaues ein reiches, seinen Neigungen und Fähigkeiten entsprechendes Arbeitsfeld schuf. Sein zum Teil noch unveröffentlichtes Material über die geplante Veröffentlichung „Die ersten tausend Henschel-Lokomotiven" ist jetzt bedauerlicherweise ebenfalls ein Raub der Flammen geworden.

Rudolf Kreutzer hatte ein glücklicheres Los erwartet und verdient! Wir trauern aufrichtig um ihn!

Aus dem Schrifttum

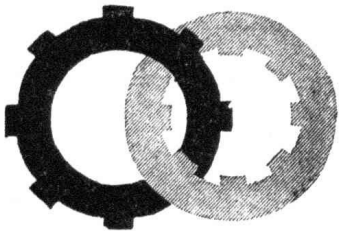
Schleudergießen von Gußeisen, Stahl und Nichteisenmetallen. Von W. A. Geisler. Techn. Mitteil. Krupp, Techn. Berichte, Heft 3, 1943. Verlag Fried. Krupp A.-G., Essen.

Das Schleudergießen hat in den letzten 20 Jahren eine starke Entwicklung erfahren. Bei ihm werden Trichter, Steiger und verlorene Köpfe, bei Hohlkörpern auch die Kerne eingespart. Neben der Verbilligung der Herstellung wird meist auch eine Verbesserung der Güte des Gußstückes angestrebt und erreicht. Nächst dem Gießen langer Rohre aus Gußeisen hat das Schleudergußverfahren für die Herstellung von Zylinder- und Schieberbüchsen, Kolbenring- und Schieberringbüchsen, Bremstrommeln usw. erhebliche Bedeutung erlangt. Diese müssen nicht nur dicht, sondern auch äußerst verschleißfest sein. Es wird in Eisenkokillen vergossen, die, um genügend langsame Abkühlung zu gewährleisten, auf entsprechend hohen Temperaturen gehalten werden. Große Stückzahlen solcher Büchsen gestatten den Bau geeigneter Gießkarusselle, von denen einige Beispiele gezeigt werden. An der Entwicklung der Centrit-Schleuderguß-Bremstrommeln hatte der Verfasser wesentlichen Anteil. Die Entwicklung der Schleudergußverfahren für Stahlguß war nicht so stürmisch wie diejenige für Gußeisen; immerhin wurden in England schon im Jahr 1865 Radreifen und heute werden dort Eisenbahnräder nach dem Davies-Verfahren in großen Mengen geschleudert. Hierbei wird beim Angießen in die sich drehende Form dem Stahl etwas gepulvertes Ferromangan zugefügt; infolge der Fliehkraft bildet der Stahl mit dem höheren Mangangehalt dann die Lauffläche des Rades. Bei einem amerikanischen Verfahren des Gießens von Radreifen wird das Metall während des Erstarrens mittels einer hydraulischen Presse mit 35 kg/qcm zusammengedrückt, wodurch vermutlich etwa auftretende Schrumpfrisse vermieden werden sollen. In den letzten Jahren hat sich ein Verfahren zum Schleudergießen von Zahnrädern mit Erfolg eingeführt; dabei wird mit senkrechter Achse geschleudert. Räder aus Schleuderguß zeigen dieselbe Festigkeit wie geschmiedete Räder und bewähren sich auch genau wie geschmiedete Stücke. Es besteht heute kein Zweifel mehr darüber, daß man alle vergießbaren Stahlsorten auch schleudern kann. Erhebliche Fortschritte wurden beim Schleudern von Nichteisenmetallen erzielt. Es ergeben sich beträchtliche Festigkeitssteigerungen; so z. B. besitzt Schleuderguß Rg 5 ungefähr die dreifache Verschleißfestigkeit von Sandguß Rg 5. Vielfältige Schleudergußverfahren zur Herstellung verschiedenster Gußstücke aus Nichteisenmetallen, wie Zahnradkörper, Ringe, Platten usw. sind ausgearbeitet worden. Geisler gibt in seiner Arbeit einen geschichtlichen Überblick über das Schleudergußverfahren, schildert den Stand, den es heute im Ausland erreichte, und geht des näheren auf die Herstellung verschiedener Gußstücke ein, so z. B. von Rohren, Büchsen, Trommeln, Rädern und auf das Gießen und Ausgießen von Lagerschalen. Dr. Schn.

Aus dem Inhalt:

Hervorragende Leistungen d. deutschen Eisenbahner 215
Fried. Krupp A.-G. wird Familienunternehmen . . 218
Turbinenlokomotiven mit Auspuffbetrieb 219
„Lob des Eisenbahners" 220
Vorschlag für eine neue Verschiebe-Lokomotive . 221
Englischer Lokomotivbau im Jahre 1942 224
Die Entwicklung der Franco-Lokomotive 225
Elektrifizierung bulgarischer Bahnen 227
Die Anden-Querbahn 228
Die französischen Staatsbahnen 229
Die ersten Bahnen im Elsaß und ihre Lokomotiven 230
Kleine Nachrichten 232
Persönliches 233
Aus dem Schrifttum 233

Lamellen- u. Kupplungsbau



August Häussermann

Stuttgart-Obertürkheim

Ruf 3 09 20
Schließfach 89

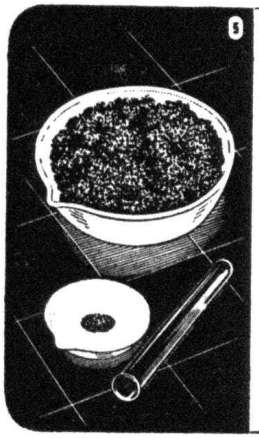
Spezialität: **Automobil-, Motorrad-, Lokomotiv- und Werkzeugmaschinen-Kupplungslamellen**

Höchste Gewähr für Ausführung und Qualität

TEMPEROL GR LACK

Anstrichmaterial auf deutscher Rohstoffbasis für den kriegsbedingten Rohstoffeinsatz. Verantwortungsbewußte Beratung in allen Anstrichfragen

GUSTAV RUTH
Temperol-Werke . Chemische- und Lackfabriken
HAMBURG



Brodie'sche Reaktion und Bleistift! Wieso?-

Bei der Brodie'schen Reaktion wächst 1/4 ccm Grafit volumenmäßig zu etwa 25 ccm feinster Grafitteilchen an.

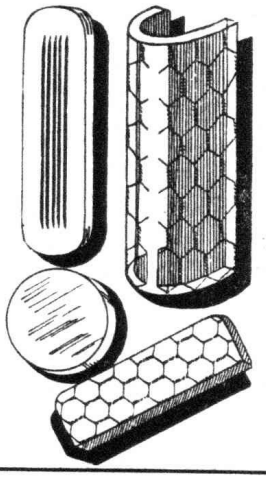
Ähnlich geht die chemische Zerkleinerung des Van Dyke-Grafits vor sich.

Das gibt der Van Dyke-Mine ihre Kolloidfeinheit und einzigartige Grafitdichte.

Van Dyke ist der einzige Bleistift mit chemisch zerkleinertem Grafit.

(Van Dyke D.R.P. Nr. 534 178)

VAN DYKE
EBERHARD FABER



Technische
Hartgläser
und Drahtgläser

für Wasserstände, Schmierapparate und alle anderen Zwecke.

Gebr. Sander & Co
Hartglasfabrik
Hainsberg i. Sa.

Fritz Wagner & Co.
BERLIN SW 11

Lokomotiv-Ventilregler
Lokomotiv-Speisewasserreiniger
Abschlammventile
Druckentspanner
Hoch- und Niederdruck-Kompressoren

Kurzfristig ab Werk gegen Eisenscheine lieferbar:

Richt- und Anreißplatten

in den Größen von 200×200×40 bis 4000×1500×200 mm, aus Gußeisen mit Stahlzusatz, in Rippenkonstruktion und massiv, Oberfläche und die beiden Längsseiten fein gehobelt, Auflagefläche plan gehobelt.

Auflagetische

für Richt- und Anreißplatten in den verschiedensten Größen.

Otto Windgassen, Düsseldorf
Werkzeugmaschinen
Telefon 35651, 37950 Fischerstr. 47

Baufachliche Ratschläge:

1. Von oben her abdichten

Einen plötzlichen Wassereinbruch bei Tiefbauarbeiten kann man sofort und dauerhaft mit Paratect-Mörtelzusatz-Schnell abdichten. Wenn das Wasser an mehreren Stellen zugleich durchdringt, beginnt man mit der Abdichtung am besten von oben her, wobei man zuerst die kleinen und dann die größeren Stellen vornimmt. Wer in umgekehrter Richtung arbeitet, wird durch den oberen Wasserzufluß erheblich gestört, der außerdem die untere Abdichtung wegzuspülen droht.

Paratect-Werk, Borsdorf F 15 b. Leipzig

Rostschutz-A.

überzieht die Metalle, gibt eine vollkommen abschließende Decke und verhindert das Rosten. Sowohl für Streich-, als auch für Tauchverfahren verwendbar. — Verlangen Sie bitte Prospekt R.

Alfred Jacobi, Chemnitz-Rok, Schließfach 304

Wir suchen
1 Dampflokomotive,
ca. 35 to Betriebsgewicht, ca. 100 PS Leistung, für Reichsbahnnormalspur, **sofort zu kaufen.** Angebote über neue oder gebrauchte Maschinen sofort erbeten unter I 55292 an Ala, Innsbruck, Museumstraße 16

Eine gebrauchte normalspurige
Dampflokomotive
(auch reparaturbedürftig) gegen Barzahlung
zu kaufen gesucht.

Eisenscheine stehen zur Verfügung. Angebote unter AD 2098 an „Die Lokomotive", Bielefeld, erbeten.

Alte Hefte
„Die Lokomotive"
zu kaufen gesucht
(ab Jg. 1910) gebunden od. lose.

Angebote an **Walther Brandt, Berlin-Tempelhof, Rothariweg 16a**

Lokomotivkessel
mit 58 qm Heizfläche, auch reparaturbedürftig, **sofort zu kaufen gesucht.**

Angebote erbeten unter E S 52713 an **Schatz-Annoncen, Duisburg,** Düsseldorfer Str. 1-3

Härtetöpfe und Härtekästen
sowie sämtliche Konstruktionen aus hochhitzebeständigen Edelstahlblechen liefert prompt

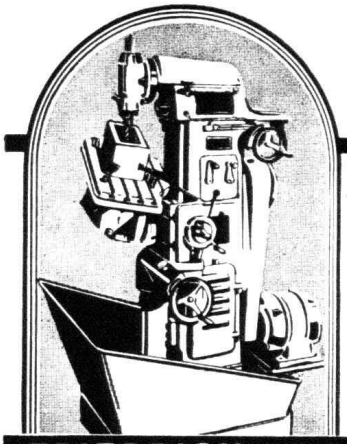
PASS & CO.
Weidenau-Sieg (25)

Filz
wie Sie ihn brauchen
Georg
Walde
Filzwarenfabrik **Halle-S. 2**

Rollenlager im Kunstharzspezialkäfig
seit Jahren erprobt
beste Gleiteigenschaften und Dauerhaftigkeit
geringes Gewicht

DÜRMOL

DÜRMOL
Kunstharzpresserei und Spritzerei
BERLIN N 20, Grüntaler Str. 48



FP1

Die **UNIVERSAL WERKZEUG-FRÄSMASCHINE**

für höchste Anforderungen auf allen Arbeitsgebieten

FRIEDRICH DECKEL MÜNCHEN

Gmeinder

Motor-Lokomotiven

für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

Vitrülan

Glasgespinst-Wärmeschutz-Matratzen und -Streifen

werden von der DEUTSCHEN REICHSBAHN für die Isolierung der Lokomotiv-Kessel, -Zylinder und -Einströmrohre sowie der Heizleitungen an Lokomotiven und Wagen seit Jahren regelmäßig verwendet.

Thüringische Glaswollindustrie vorm. S. Koch G.m.b.H.
Hamburg 1, Chilehaus A.
Fabriken in Steinach (Thüringen)

SHG

An der Feuerseite durch abgesetztes Ziehen der Rohre nach innen **verstärkte Rohrwand**

Übergang

normale Rohrwand

SCHMIDT-Überhitzer-Elemente

nach dem SHG.-Schmiedeverfahren ohne Stumpfschweißung mit **verstärkten Umkehrstellen.**

SCHMIDT'SCHE HEISSDAMPF G.M.B.H. KASSEL.

SHG 2537

Gegen-GEWICHTE

aus Spezial-Beton (Spez. Gew. 3,3 — 3,5) als Ausgleichsmaterial für Eisen

Für alle Industriezweige
In jeder beliebigen Form und Abmessung

GÜNTHER-WERKE DRESDEN-N. 15

Mehrleistung und vollkommener Unfallschutz an Drehbänken

mit **SSM** **Sia-Sicherheits-Mitnehmer** D.R.G.M.

zu jeder Mitnehmerscheibe passend

Selbsttätig genau mittig laufend und spannend

Geringes Gewicht . Kleine Abmessungen . Spannbereich 6—20 mm und weiter 20 mm je Größe bis 160 mm . Zum Spannen genügt geringe Drehung einer Schraube **10000 fach bewährt!**

RP

RUDOLF P. HÄCKER · DRESDEN 16
RUF 39550 u. 45050 WALDERSEEPLATZ 10

MARS-CHROMA

Der klimafeste, wasserunlösliche Schreibfarbstift in 18 Farben.

Die charakteristischen STAEDTLER-Kappchenstifte in Ausstattung vorübergehend vereinfacht, in Qualität unverändert.

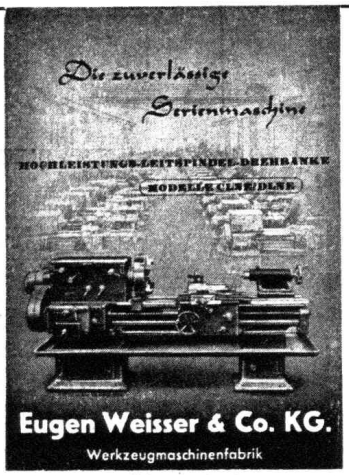
STAEDTLER

GRAFENSTADEN
Lokomotiven

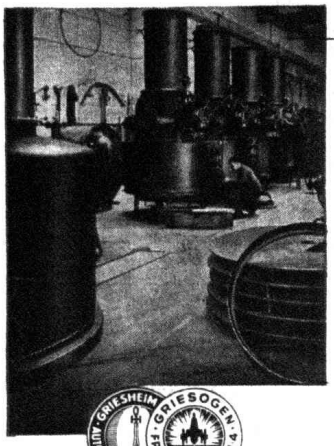
GRAFENSTADEN MASCHINENBAU AG., STRASSBURG i/Els.

Verlagsleiter: Ewald Darkow, z. Z. Wehrmacht. **Hauptschriftleiter:** Obering. St. M. Zentzytzki, Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4. **Verantwortlich für den Anzeigenteil:** Otto Hild, Bielefeld. **Druck und Verlag:** E. Gundlach Aktiengesellschaft, Bielefeld-Berlin, Fernruf Bielefeld 4970—4973. **Einsendungen für die Schriftleitung** sind zu richten an: Schriftleitung „Die Lokomotive", Berlin-Dahlem, Selchowstr. 4, Fernruf 896418. Bezugspreis vierteljährlich: RM. 2.50. Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 1 gültig.

EISENWERKE KAISERSLAUTERN



Anfragen durch „Die Lokomotive"



Für jetzt und später
arbeitet auch
„GRIESHEIM"
wie stets mit an den großen Aufgaben der Gegenwart für den Fortschritt durch neuzeitliche
autogene Arbeitsverfahren.

›GRIESOGEN‹
FRANKFURT (MAIN)

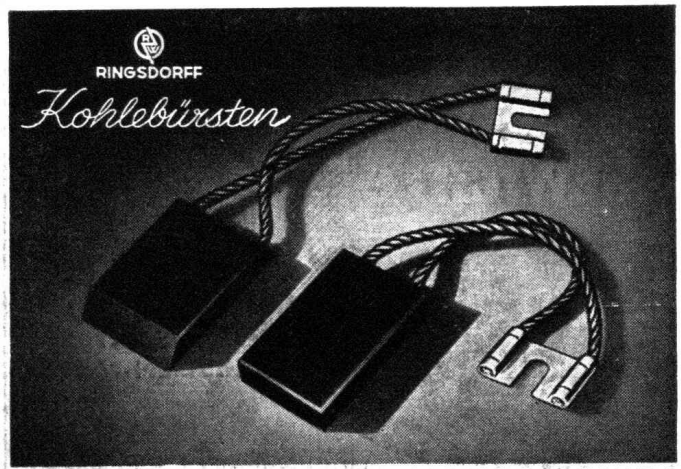
Warum Strömungsgetriebe für Motorlokomotiven?

Weil eine Motorlokomotive mit
Voith-Turbogetriebe
eine Zugkraftlinie fährt, die der idealen Zugkraftlinie sehr nahe kommt.

J. M. VOITH · MASCHINENFABRIK

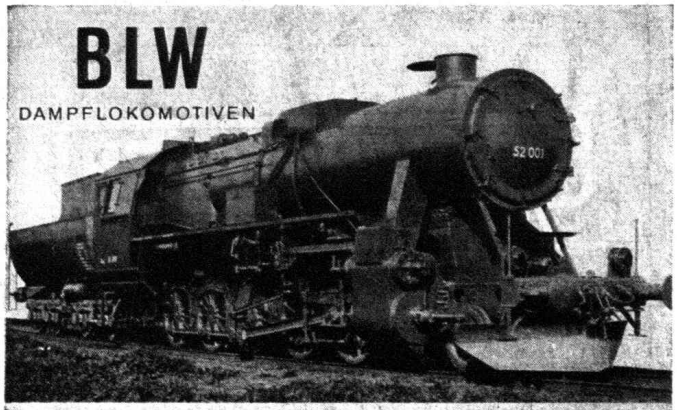
Peddinghaus
Oberflächenhärtung
im Lokomotivbau
vielseitig bewährt!

PAUL FERD. PEDDINGHAUS



Zweigniederlassung: Berlin-Charlottenburg 9, Halmstraße 10a, Ruf: 990468, Drahtanschrift: Kohlebürste

BLW
DAMPFLOKOMOTIVEN



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

Wer Elektroden spart, spart Strom!

Wichtig ist nicht nur die Wahl der für den Verwendungszweck richtigen Elektrode, sondern es kommt auch darauf an, das wertvolle Elektrodenmaterial gut auszunützen, indem die Elektrode jedesmal bis auf einen winzigen Rest verschweißt wird. — Die Elektroden-Erneuerung wird dadurch seltener, die Leerlaufzeit also herabgesetzt und auch Strom eingespart. Alle normalen Mantelelektroden lassen sich bei der selbsttätigen Lichtbogenschweißung mit Hilfe des Kjellberg-Automaten bis auf einen kleinen Rest gleichmäßig verschweißen.

Kjellberg

SA 6

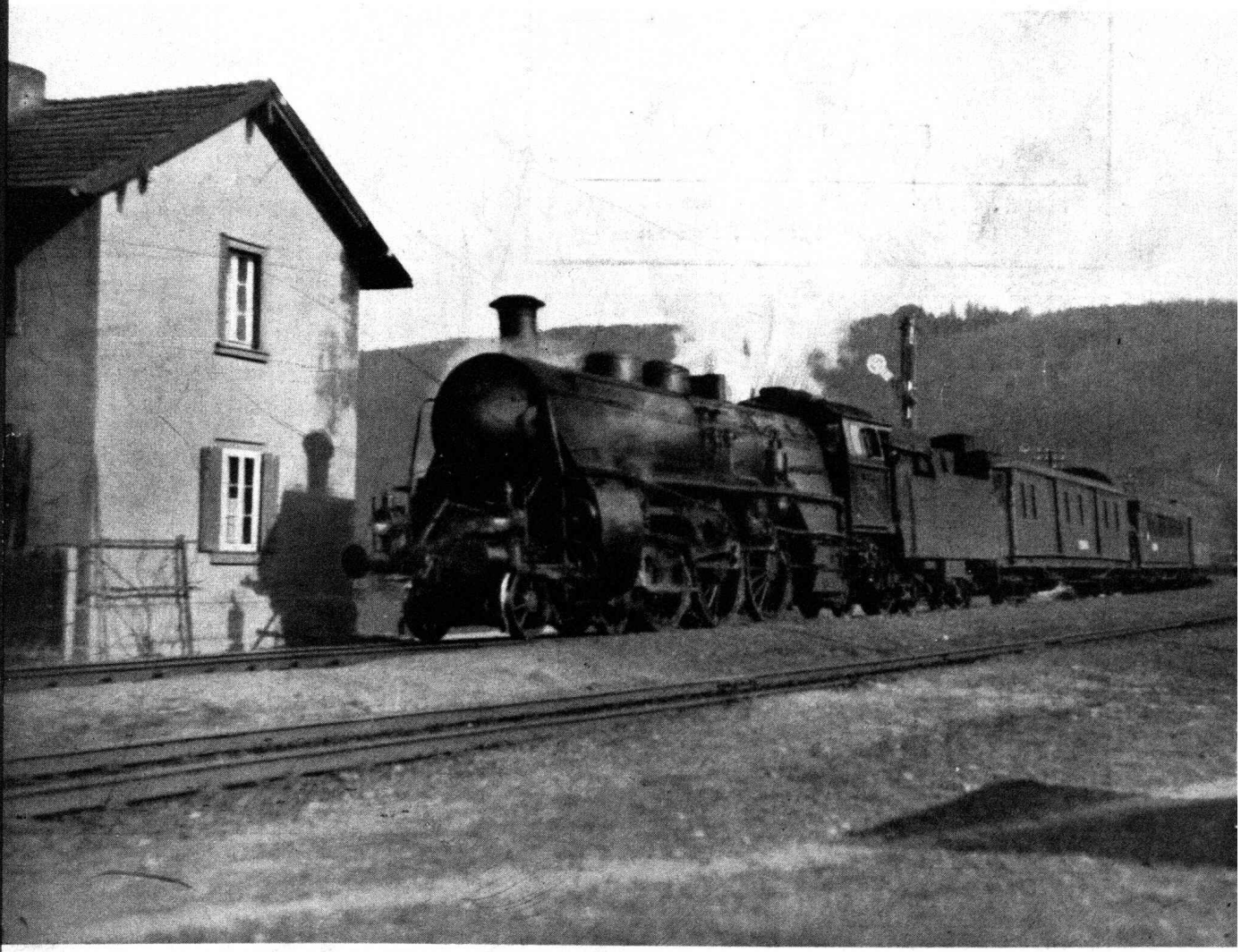
447.735 - C Per

Die Lokomotive

DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG

AUSGABE JANUAR 1943

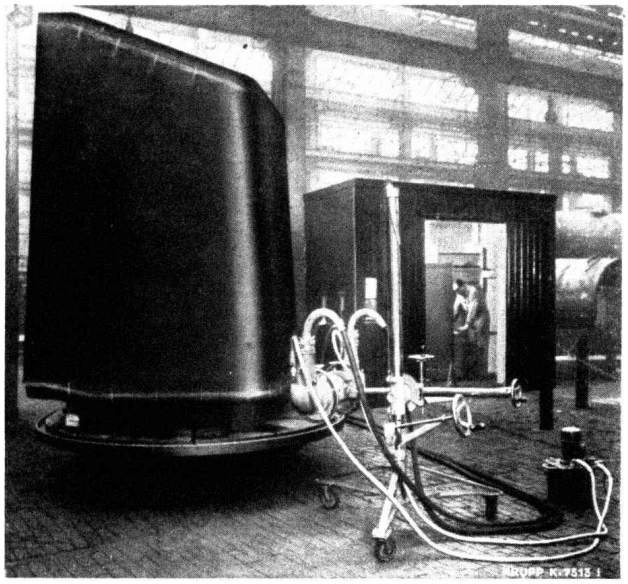


Ostende - Wien - Expreß der Vorkriegszeit mit Schnellzug-Lokomotive der Baureihe 184 (bayerische S 3/6) im Maintal

Aufn. Hermann Ott

NATIONAL-BIBLIOTHEK WIEN

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 1 S. 1 BIS 18 · BIELEFELD u. BERLIN, JAN. 1943



Röntgen der Schweißnaht einer Lokomotiv-Feuerbüchse

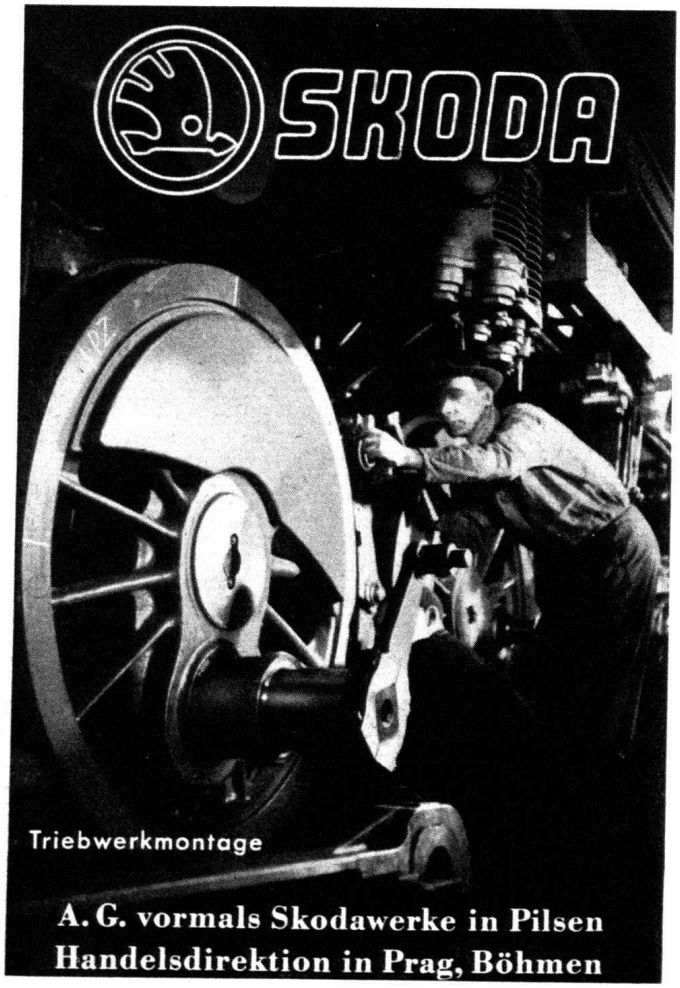
KRUPP

3042

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik, Essen

JUNG
JUNGENTHAL
DAMPFLOKOMOTIVEN
DIESELLOKOMOTIVEN
DIESELMOTOREN
Arn. Jung Lokomotivfabrik G. m. b. H.
Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg

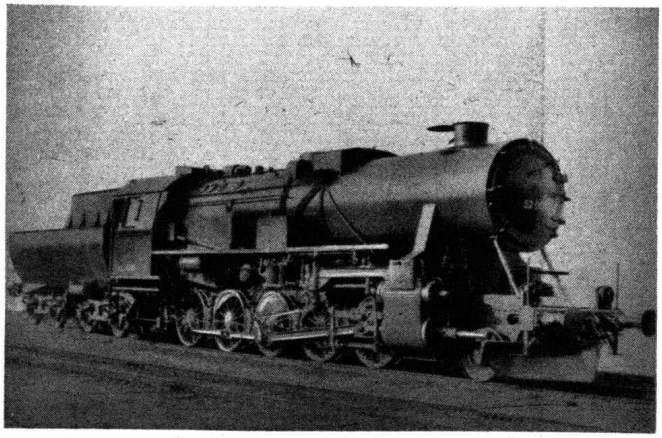
SKODA



Triebwerkmontage

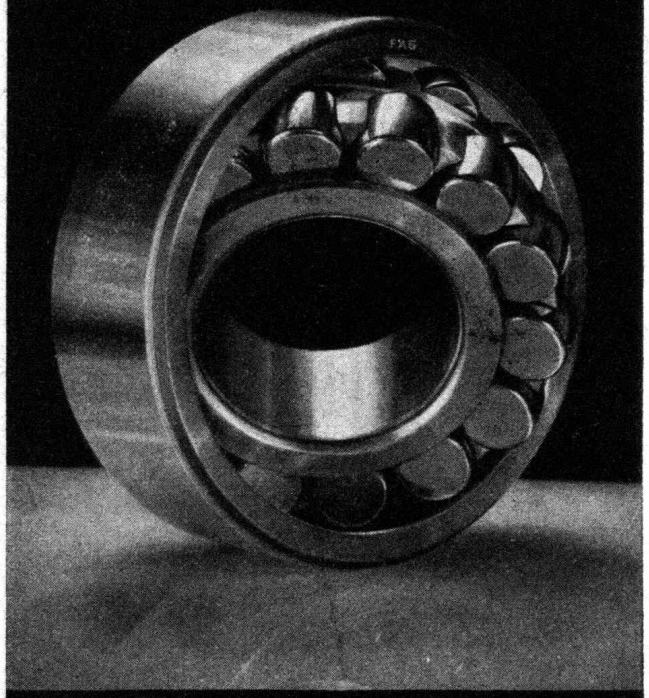
A. G. vormals Skodawerke in Pilsen
Handelsdirektion in Prag, Böhmen

Lokomotiven



F · SCHICHAU
A · G
ELBING

FAG PENDELROLLENLAGER
für schwerste Beanspruchungen



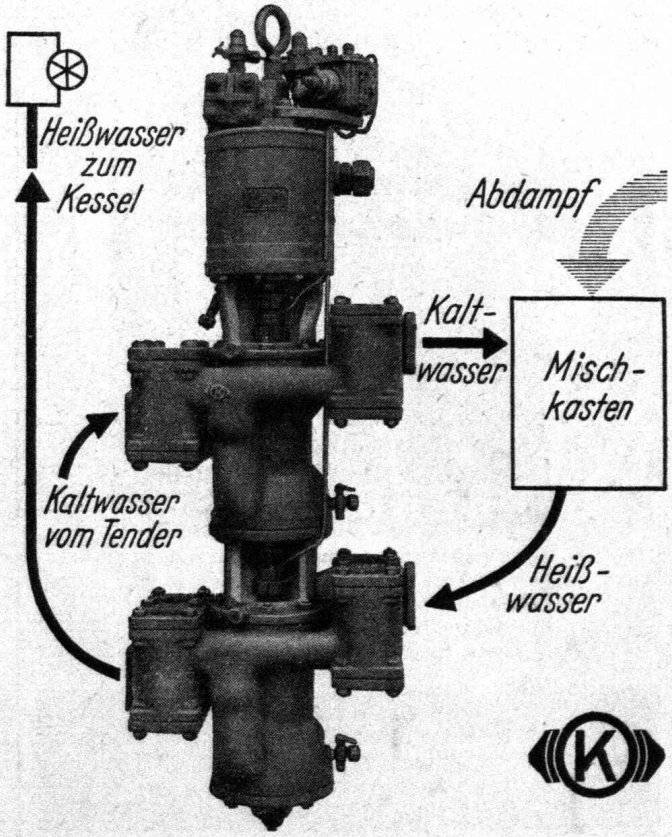
KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.
SCHWEINFURT · GEGRÜNDET 1883

Wählen Sie jetzt
was Sie nach dem Kriege kaufen
„GRIESHEIM"
AUTOGEN-GERÄTE
sind auch bei der schwierigsten Arbeit stets brauchbare, zuverlässige und gute Helfer!
Für den friedensmäßigen Aufbau werden nach dem Kriege unsere Geräte wieder uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

GRIESHEIM · AUTOGEN-TECHNIK · GRIESOGEN · FRANKFURT · MAIN 4

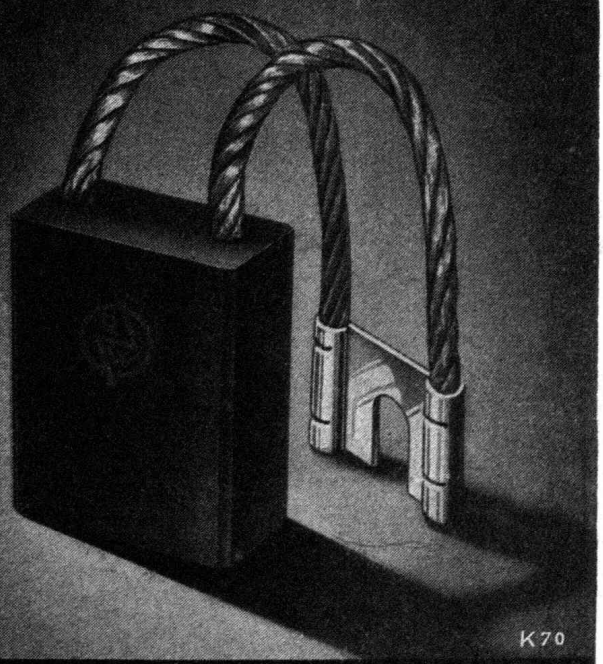
»GRIESOGEN«
GRIESHEIMER AUTOGEN VERKAUFS-G.M.B.H.
FRANKFURT (MAIN) · FEUERBACHSTR. 50

Die neue
Knorr Mischvorwärm-Anlage



KNORR-BREMSE A-G BERLIN

RINGSDORFF
Kohlebürsten



K 70

RINGSDORFF-WERKE K.G. MEHLEM-RHEIN

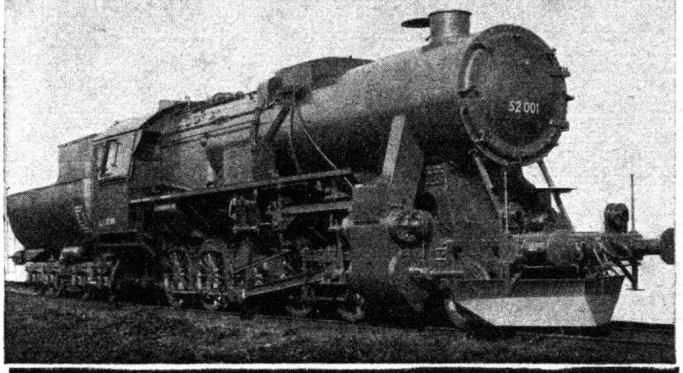
An der Entwicklung des Verkehrswesens hat die Firma Henschel seit über hundert Jahren entscheidenden Anteil. Heute umfaßt die Erzeugung der Henschel-Werke sämtliche Zweige des Verkehrs.

LASTWAGEN
LOKOMOTIVEN
LUFTFAHRZEUGE

künden in aller Welt von der Arbeit des Hauses Henschel und seiner bewährten fortschrittlichen Überlieferung.

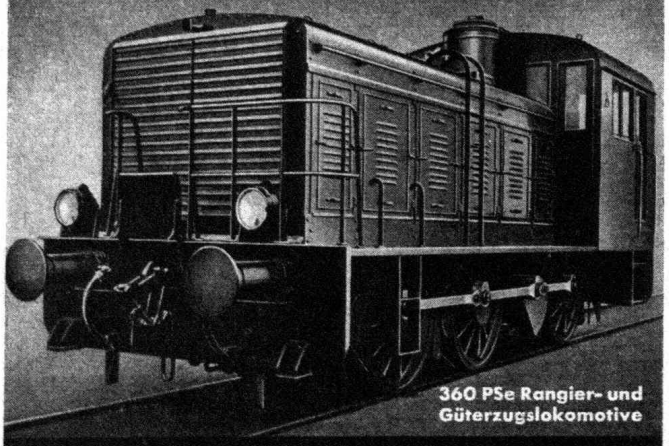
HENSCHEL
KASSEL

Borsig
Die erste Lokomotive Baureihe 52 der Deutschen Reichsbahn



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE
HENNIGSDORF

DIESEL LOKOMOTIVEN
für Rangier-, Güter- und Personendienst
von 100 bis 360 PSe als Einzelloks
von 320 bis 720 PSe als Doppelloks



360 PSe Rangier- und Güterzugslokomotive

Deutsche Werke Kiel A.G. Kiel

Für Schiene und Straße Im Wasser und in der Luft

MBA
ERZEUGNISSE

DAMPF- UND MOTORLOKOMOTIVEN • MOTOREN
TRIEBWAGEN • PERSONEN- UND GÜTERWAGEN
KESSELWAGEN • SELBSTENTLADER • GROSSRAUM-
FÖRDERWAGEN • MULDENKIPPER • SCHLEPPER
LASTANHÄNGER • BAGGER • ABSETZER • SCHIFFE
FLUGZEUGE

DER MBA KONZERN
MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF AG · BERLIN
DESSAUER WAGGONFABRIK AG · GOTHAER WAGGONFABRIK AG
LÜBECKER MASCHINENBAU GESELLSCHAFT

Die Lokomotive

NATIONALBIBLIOTHEK
Zeitschriftenstelle

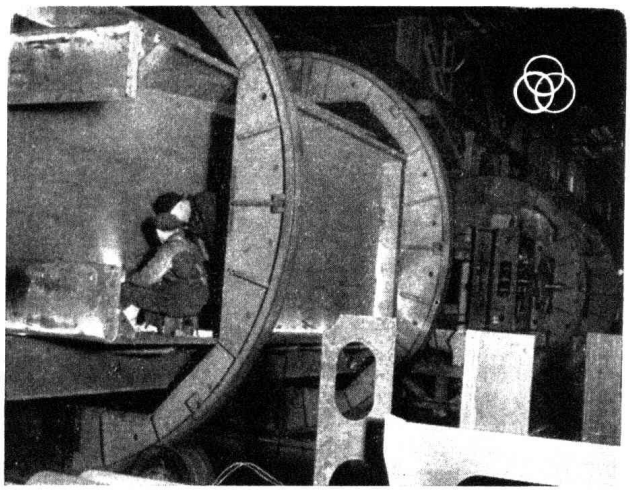
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG AUSGABE FEBRUAR 1943

1 E 1-Tenderlokomotive mit 23 t Achsdruck im Sandversatzbetriebe

Aufn. Borsig-Lokomotiv-Werke

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 2 S. 19 BIS 36 · BIELEFELD u. BERLIN, FEBR. 1943



Beim Schweißen eines Tenders

Krupp-Lokomotiven

aller heute vorkommenden Bauarten und Leistungen, in zeitgemäßer Ausführung und vollkommener Werkarbeit, sind das Erzeugnis der mit neuzeitlichen Hilfsmitteln ausgerüsteten Bearbeitungs- und Aufbauwerkstätten unserer Lokomotivfabrik.

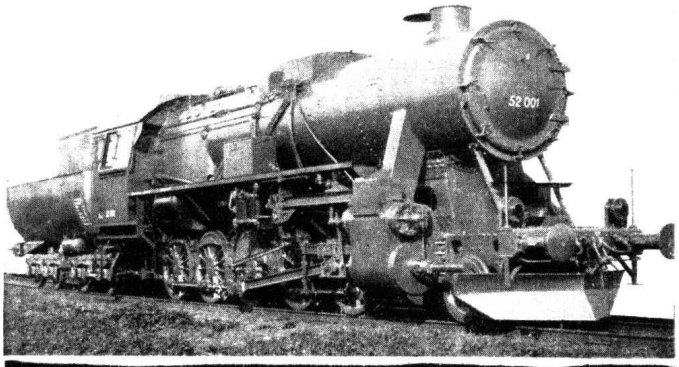
KRUPP

3012a

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik, Essen

Borsig

Die erste Lokomotive Baureihe 52
der Deutschen Reichsbahn



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE
HENNIGSDORF

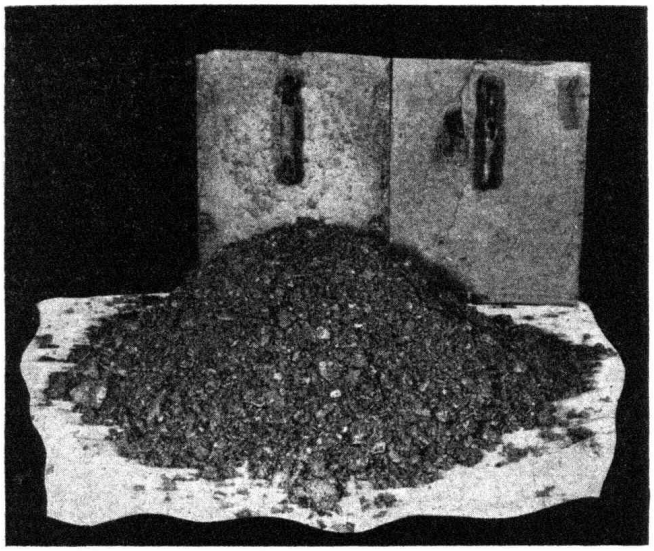
VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN
AKTIENGESELLSCHAFT · SCHWEINFURT

Für Schiene und Straße
Im Wasser und in der Luft

MBA
ERZEUGNISSE

DAMPF- UND MOTORLOKOMOTIVEN · MOTOREN
TRIEBWAGEN · PERSONEN- UND GÜTERWAGEN
KESSELWAGEN · SELBSTENTLADER · GROSSRAUM-
FÖRDERWAGEN · MULDENKIPPER · SCHLEPPER
LASTANHÄNGER · BAGGER · ABSETZER · SCHIFFE
FLUGZEUGE

DER MBA KONZERN
MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF AG · BERLIN
DESSAUER WAGGONFABRIK AG · GOTHAER WAGGONFABRIK AG
LÜBECKER MASCHINENBAU GESELLSCHAFT

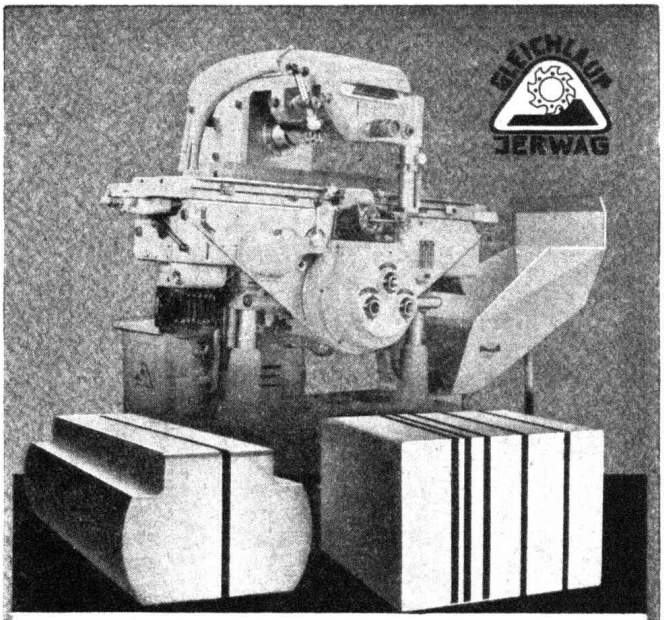


Kesselstein

aus der Knorr-Mischvorwärmanlage

Beim Mischvorwärmen, d. h. beim unmittelbaren Mischen von Abdampf und kaltem Tenderwasser, kann sich der Kesselstein an großen Flächen im Mischkasten ansetzen. Außerdem wird das Heißwasser durch einen Schlammabscheider geleitet, der kleine Kesselsteinteilchen auffängt. Nirgends kann Kesselstein die Abdampfverwertung beeinträchtigen, die Vorwärm-Endtemperatur bleibt immer gleich. Und außerdem läßt sich der Kesselstein bequem entfernen.

KNORR-BREMSE AG BERLIN

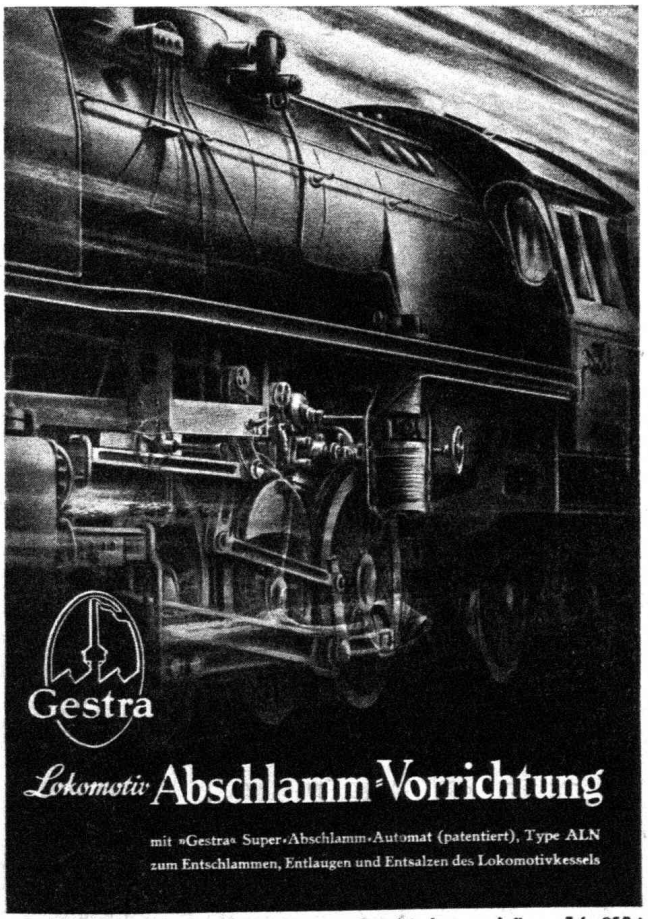


Diese Schlitze sind in einem Durchgang gefräst

	Werkstoff: Sonderbaustahl 130 kg/mm² Fstgkt.	Werkstoff: Aluminium-Legierung 45 kg/mm² Fstgkt.
Werkzeug:	Kreissäge, grob gezahnt, mit Spezialschliff, Durchmesser 200 × 3 × 50 mm Bohrung	Kreissäge, grob gezahnt, mit Spezialschliff, Durchmesser 200 × 3 × 50 mm Bohrung
Fräsarbeit:	Schnittgeschwindigkeit 13 m/min	Schnittgeschwindigkeit 120 m/min
	Schlitztiefe 52 mm	Schlitztiefe 62 mm
	Schlitzbreite 3 mm	Schlitzbreite 3 mm
	Breitentoleranz + 0,03 mm − 0	Breitentoleranz + 0,04 mm − 0
	Vorschub 19 mm/min	Vorschub 67 mm/min

Beide Leistungen auf der gleichen Maschine JERWAG N_1 – 1250 × 400 mm

AWG ALLGEMEINE WERKZEUGMASCHINEN AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN FERNRUF: 56 42 76



Lokomotiv **Abschlamm-Vorrichtung**

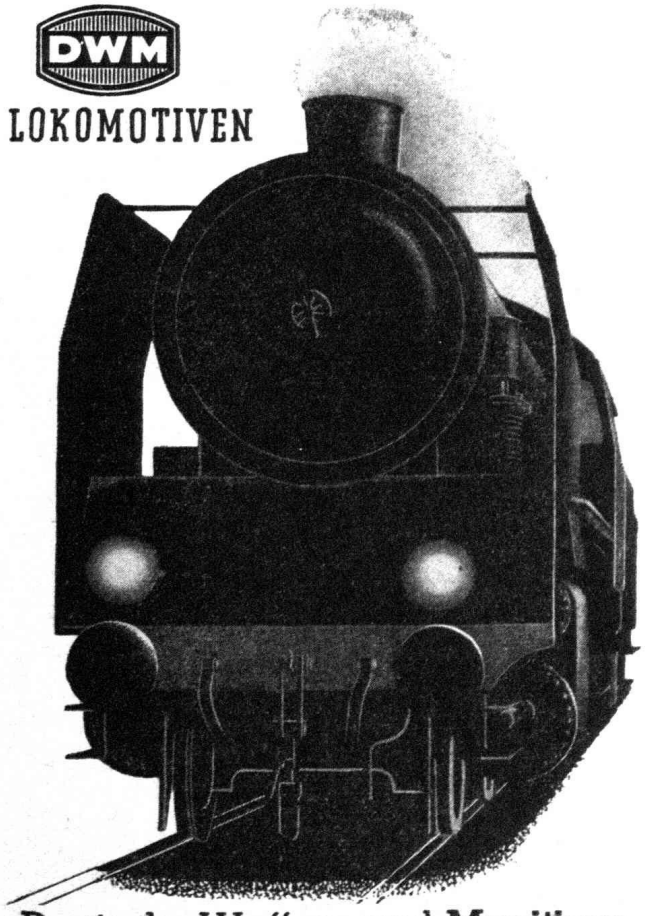
mit »Gestra« Super-Abschlamm-Automat (patentiert), Type ALN
zum Entschlammen, Entlaugen und Entsalzen des Lokomotivkessels

Verlangen Sie ausführliche Gratisbroschüre AL 258 !

GUSTAV F. GERDTS . BREMEN

DWM

LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken Akt.-Ges. / Werk Posen

An der Entwicklung des Verkehrswesens hat die Firma Henschel seit über hundert Jahren entscheidenden Anteil. Heute umfaßt die Erzeugung der Henschel-Werke sämtliche Zweige des Verkehrs.

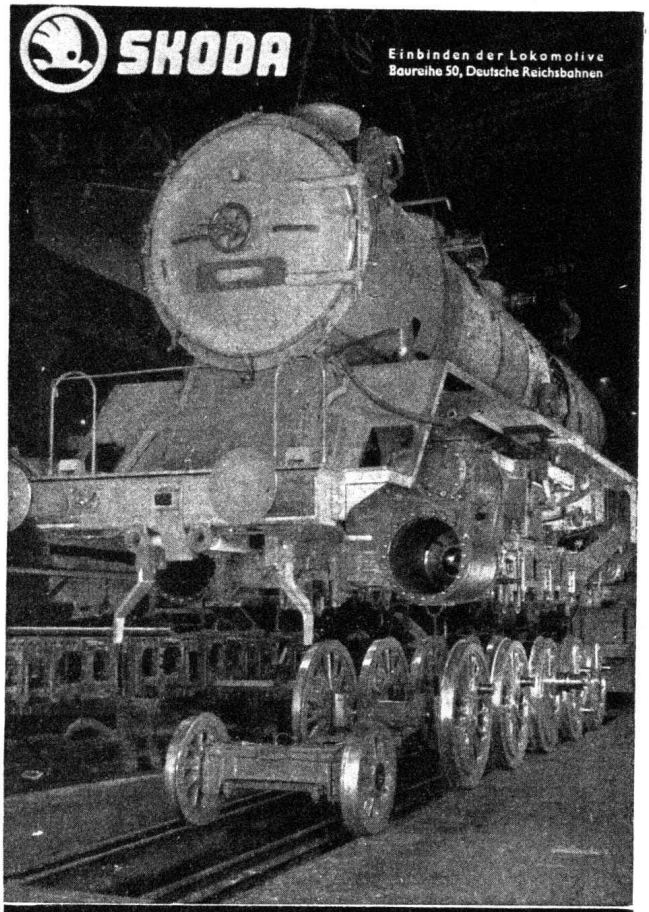
LASTWAGEN
LOKOMOTIVEN
LUFTFAHRZEUGE

künden in aller Welt von der Arbeit des Hauses Henschel und seiner bewährten fortschrittlichen Überlieferung.

HENSCHEL

KASSEL

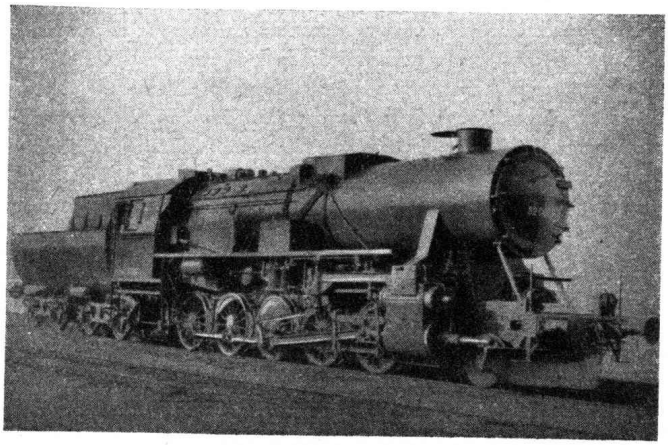
SKODA



Aktiengesellschaft vormals Skodawerke in Pilsen
General- und kommerzielle Direktion Prag

JUNG
JUNGENTHAL
DAMPFLOKOMOTIVEN
DIESELLOKOMOTIVEN
DIESELMOTOREN
Arn. Jung Lokomotivfabrik G. m. b. H.
Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg

Lokomotiven



F·SCHICHAU
A·G
ELBING

Die Lokomotive

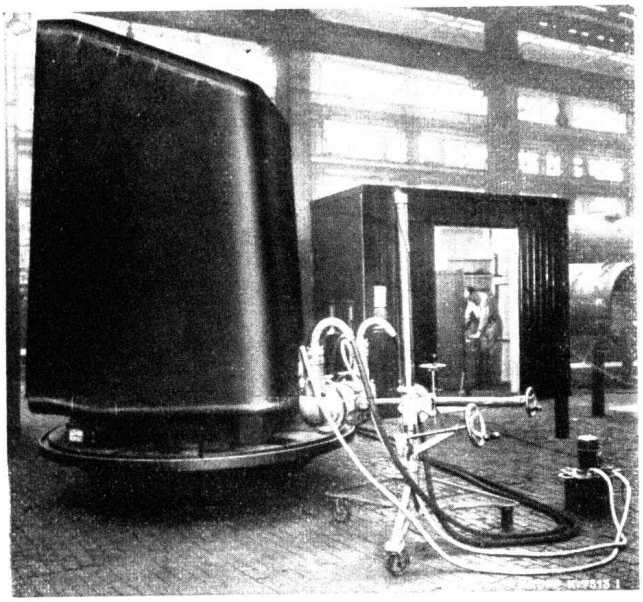
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG AUSGABE MÄRZ 1943

Die Heimat schafft! Schweißarbeiten am Stehkessel der Kriegslokomotive

Aufn. Henschel

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 3 S. 37 BIS 54 · BIELEFELD u. BERLIN, MÄRZ 1943

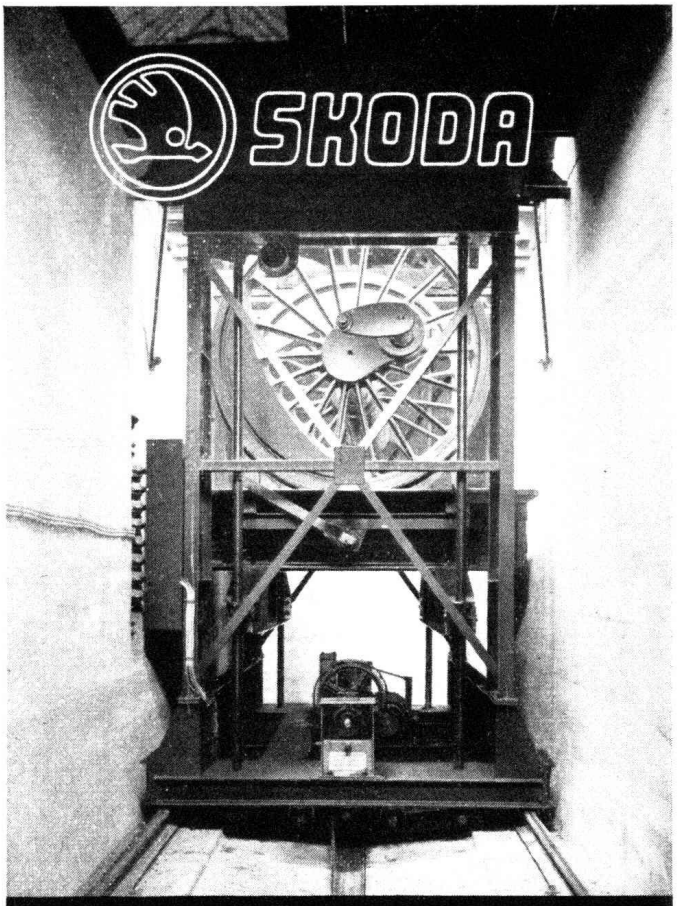


Röntgen der Schweißnaht einer Lokomotiv-Feuerbüchse

KRUPP

3042

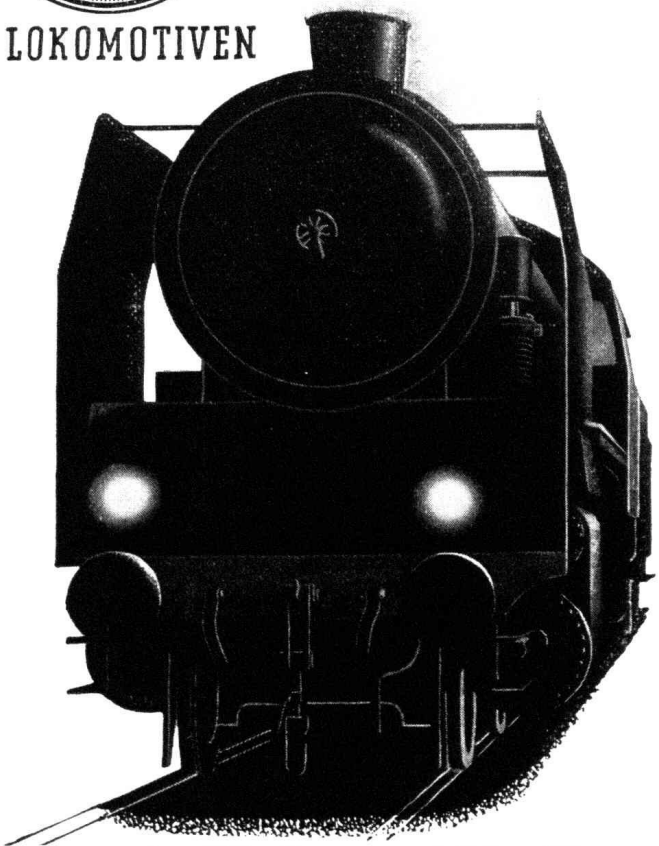
Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik, Essen



A.G. vormals Skodawerke in Pilsen
Handelsdirektion Prag

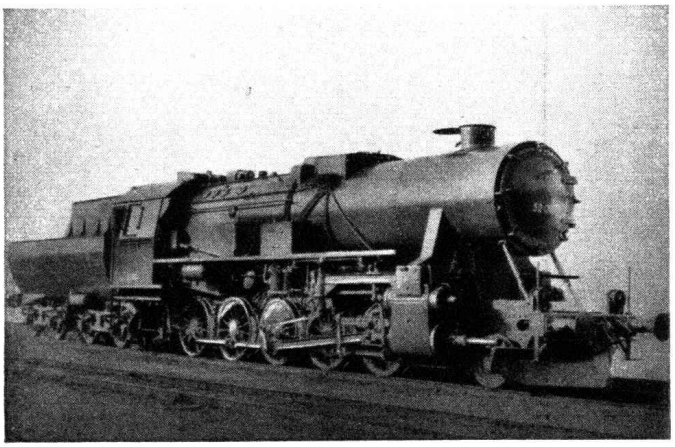
DWM

LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken Akt.-Ges. / Werk Posen

Lokomotiven



F·SCHICHAU
A·G
ELBING

Elektroden für Verbindungsschweißungen an Eisen und Stahl

So heißt ein Vortrag unter vielen anderen, die im Rahmen einer dreitägigen Kjellberg-Sonderveranstaltung über Lichtbogenschweißung in Finsterwalde behandelt werden. Kjellberg-Veranstaltungen werden durchgeführt sowohl für Schweißer als auch für Ingenieure und leitende Persönlichkeiten aus dem Fahrzeugbau, Kessel- und Behälterbau, Maschinenbau, Schiffbau, Stahlhochbau, den Reparaturbetrieben usw. Die Teilnahme ist kostenlos! Programm und Zeitplan auf Wunsch! Branche und Firma bitte angeben.

Kjellberg

K 4/6

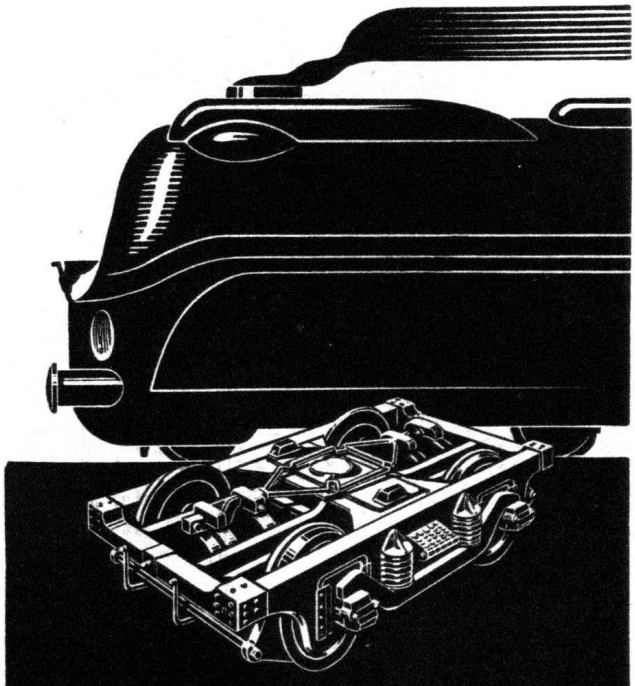
Kjellberg hilft die Leistung *steigern!*

Ingenieurbüro Berlin SW 61, Kreuzbergstr. 30

FAG

Rollenachslager

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.



Für die Reinigung in Verkehrsbetrieben

P3

Verlangen Sie ausführliche Druckschriften.

P/538 b

HENKEL & CIE. A-G · DÜSSELDORF

Gegen- **GEWICHTE**

aus Spezial-Beton (Spez. Gew. 3,3-3,5 als Austauschmaterial für Eisen

Für alle Industriezweige In jeder beliebigen Form und Abmessung

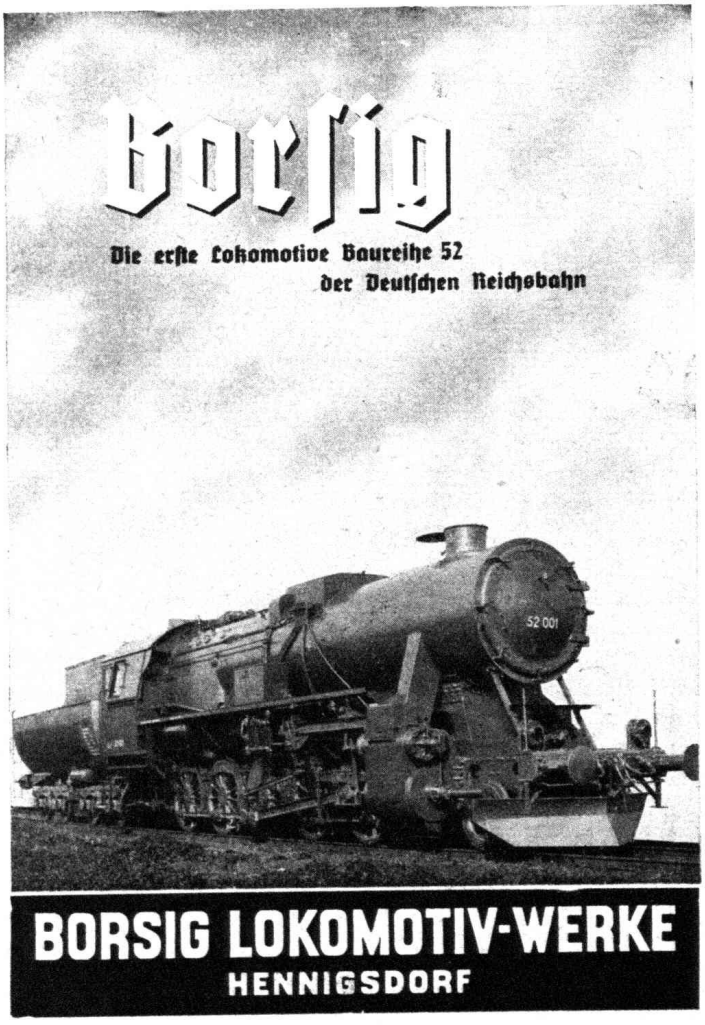
GUNTHER-WERKE, DRESDEN-N. 15

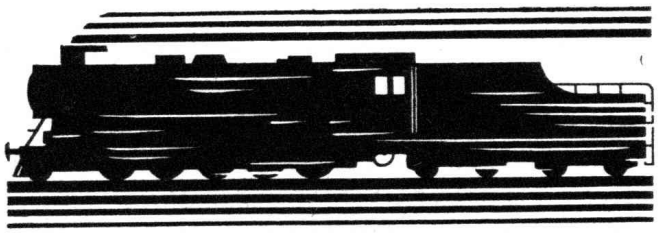
An der Entwicklung des Verkehrswesens hat die Firma Henschel seit über hundert Jahren entscheidenden Anteil. Heute umfaßt die Erzeugung der Henschel-Werke sämtliche Zweige des Verkehrs.

LASTWAGEN
LOKOMOTIVEN
LUFTFAHRZEUGE

künden in aller Welt von der Arbeit des Hauses Henschel und seiner bewährten fortschrittlichen Überlieferung.

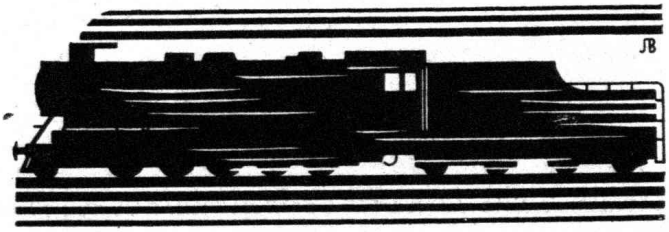
HENSCHEL
KASSEL





MBA
LOKOMOTIVEN

MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A. G.
BERLIN



Die Lokomotive

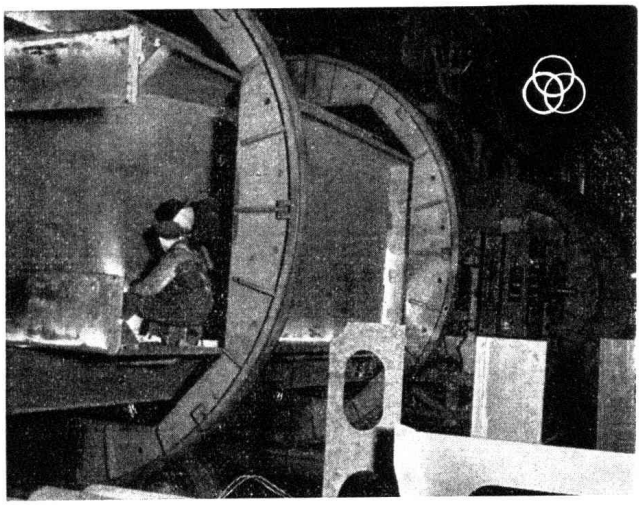
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG

AUSGABE APRIL 1943

Der Führer bei einer Vorführung neuer Waffen im Gespräch mit dem Reichsminister für Bewaffnung und Munition Speer. Links vom Führer Hauptdienstleiter Saur vom Reichsministerium für Bewaffnung und Munition, rechts vom Führer Ritterkreuzträger Oberstleutnant Holzhäuer. Aufn. Presse-Hoffmann

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 4 S. 55 BIS 73 · BIELEFELD u. BERLIN, APRIL 1943



Beim Schweißen eines Tenders

Krupp-Lokomotiven

aller heute vorkommenden Bauarten und Leistungen, in zeitgemäßer Ausführung und vollkommener Werkarbeit, sind das Erzeugnis der mit neuzeitlichen Hilfsmitteln ausgerüsteten Bearbeitungs- und Aufbauwerkstätten unserer Lokomotivfabrik.

KRUPP 3042a

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik, Essen

An der Entwicklung des Verkehrswesens hat die Firma Henschel seit über hundert Jahren entscheidenden Anteil. Heute umfaßt die Erzeugung der Henschel-Werke sämtliche Zweige des Verkehrs.

LASTWAGEN
LOKOMOTIVEN
LUFTFAHRZEUGE

künden in aller Welt von der Arbeit des Hauses Henschel und seiner bewährten fortschrittlichen Überlieferung.

HENSCHEL

KASSEL

JUNG

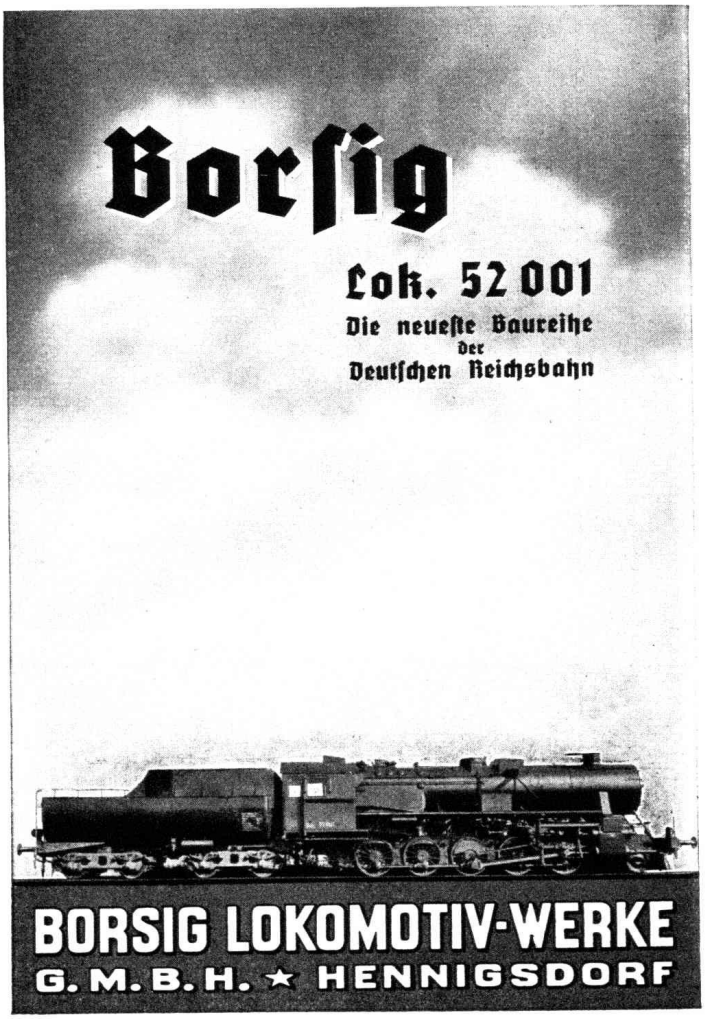
JUNGENTHAL

DAMPFLOKOMOTIVEN
DIESELLOKOMOTIVEN
DIESELMOTOREN

Arn. Jung Lokomotivfabrik G. m. b. H.
Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg

Borsig

Lok. 52 001
Die neueste Baureihe
der
Deutschen Reichsbahn

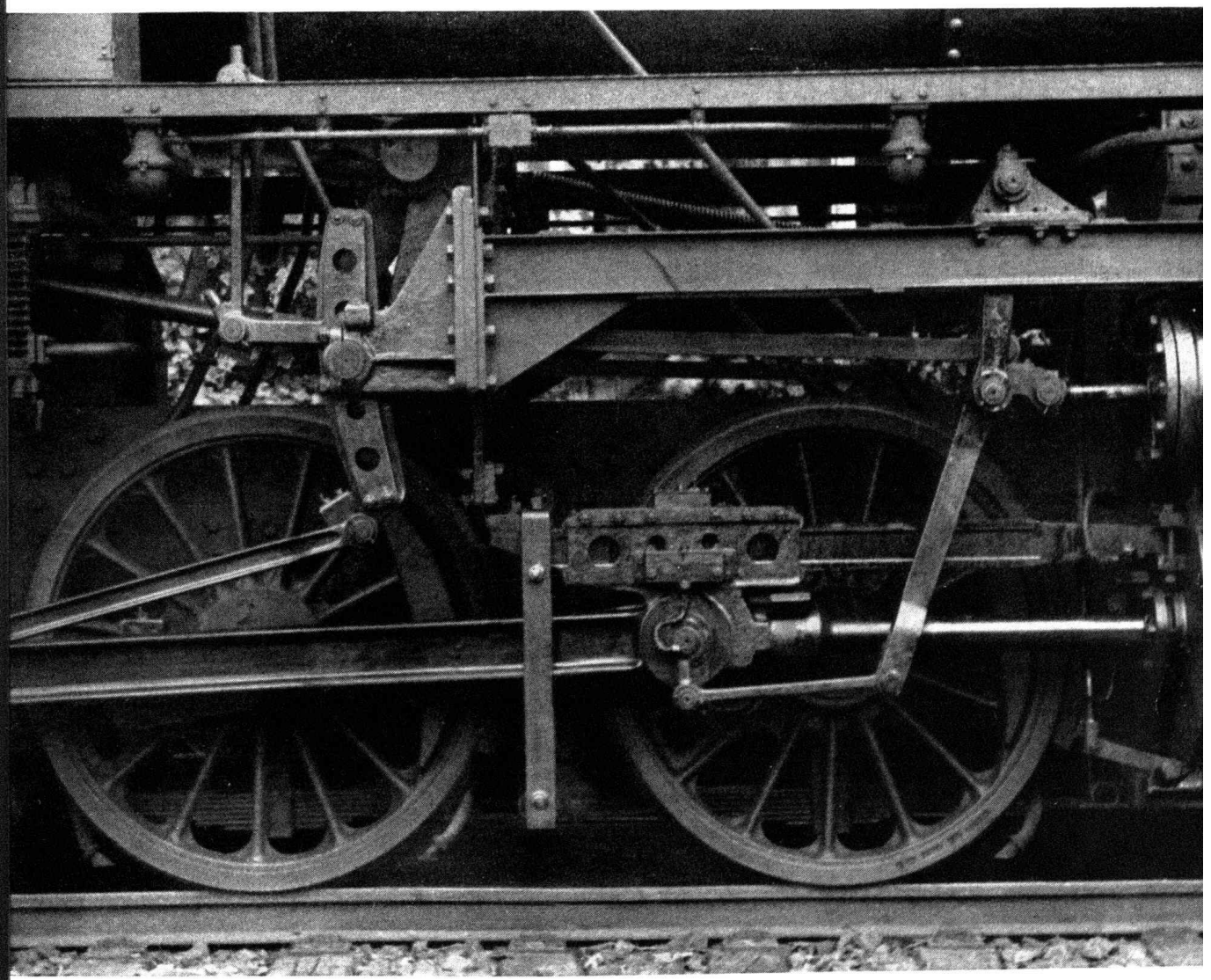


BORSIG LOKOMOTIV-WERKE
G. M. B. H. ★ HENNIGSDORF

Die Lokomotive

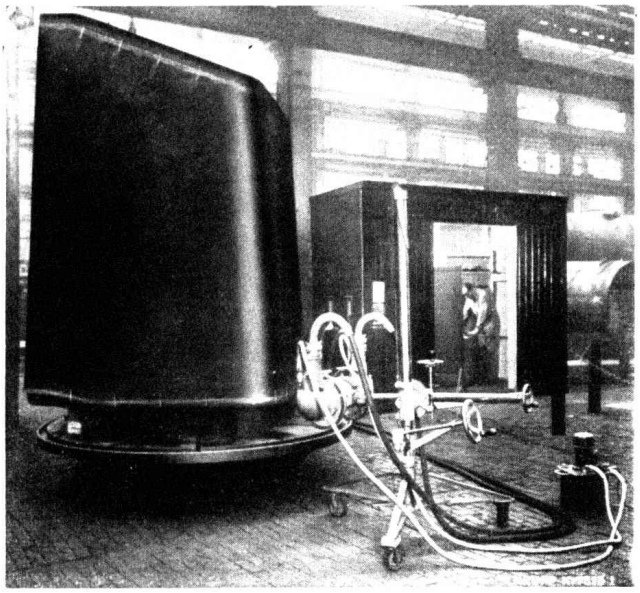
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG AUSGABE MAI 1943



Die pendelnd aufgehängte Steuerung der Kriegslokomotive Baureihe 52 stellt gegenüber der bisherigen Ausführung eine weitgehende Vereinigung von Materialeinsparung und Fertigungsvereinfachung dar. Aufn. Werkfoto

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 5 S. 75 BIS 93 · BIELEFELD u. BERLIN, MAI 1943

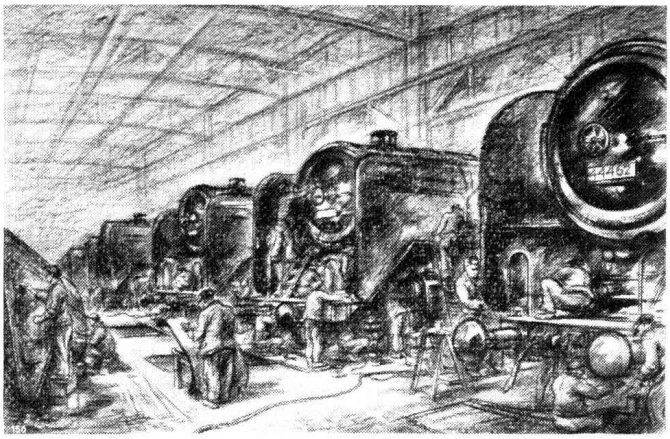


Röntgen der Schweißnaht einer Lokomotiv-Feuerbüchse

KRUPP

3042

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik, Essen



Lokomotivmontage bei Henschel & Sohn in Kassel

Peddinghaus

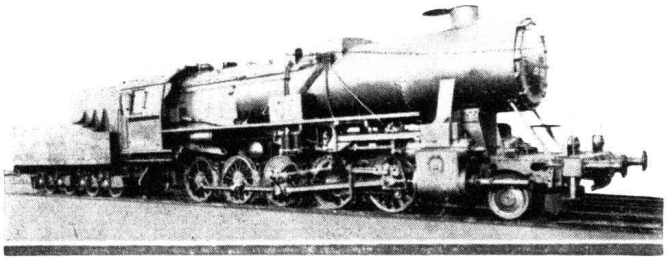
Oberflächenhärtung

im Lokomotivbau
vielseitig bewährt!

PAUL FERD. PEDDINGHAUS

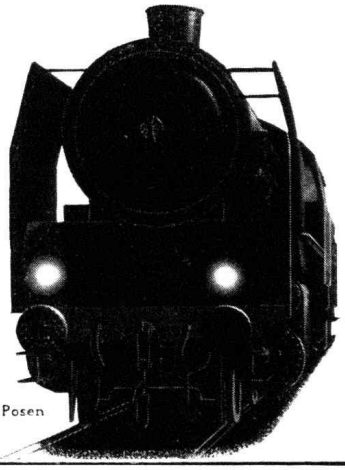
F. SCHICHAU A.G.

ELBING



DWM

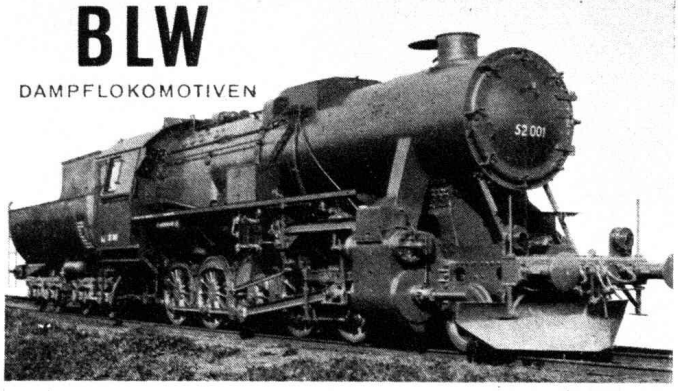
LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- u.
Munitionsfabriken A.G. Werk Posen

BLW

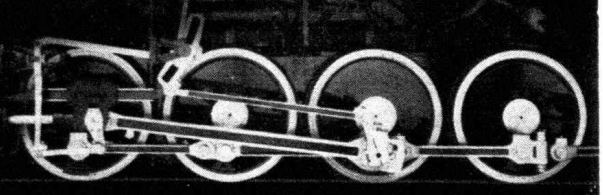
DAMPFLOKOMOTIVEN



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

ŠKODA

Lokomotiven

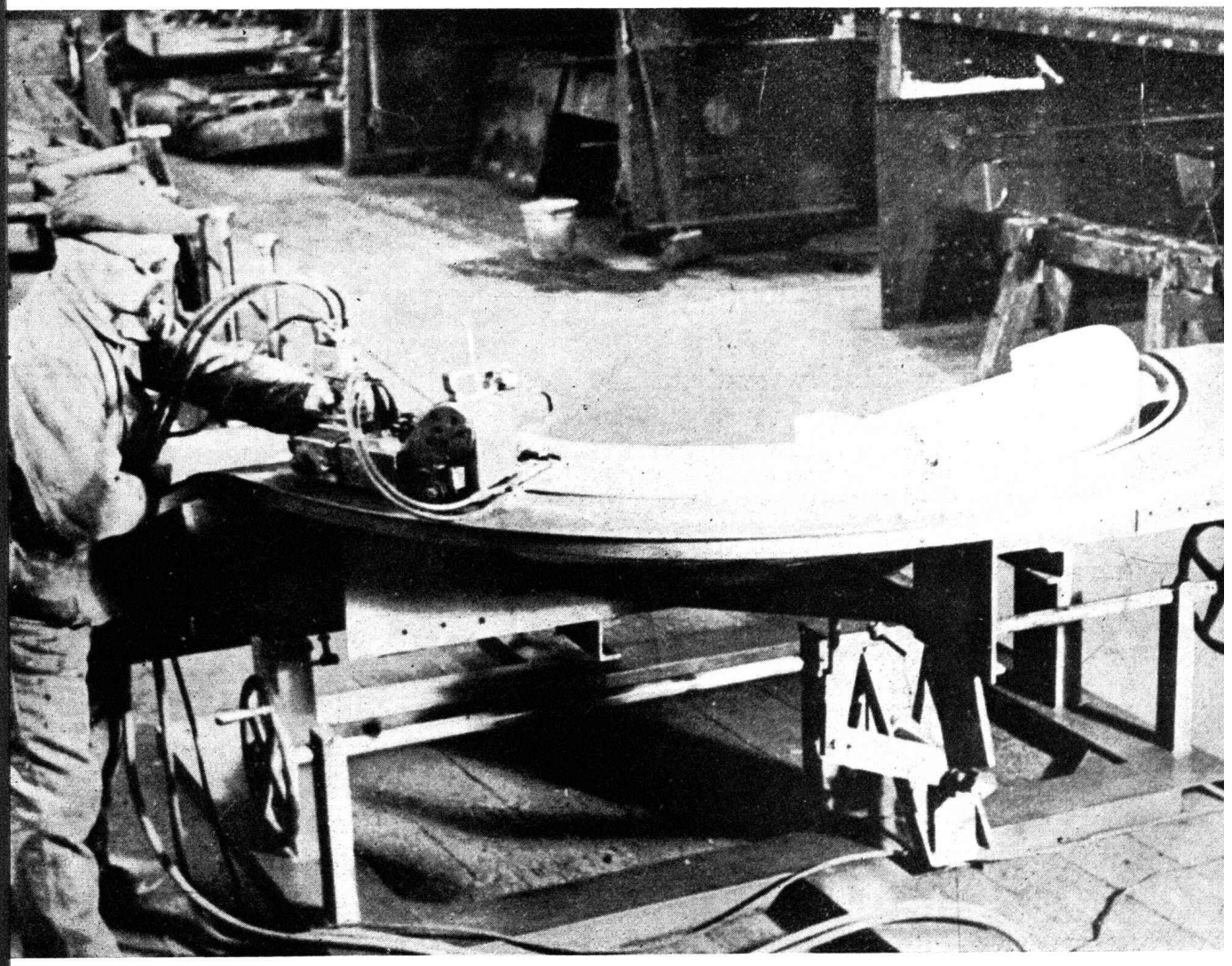


A.G. vormals Skodawerke in Pilsen, Handelsdirektion in Prag

Die Lokomotive

DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

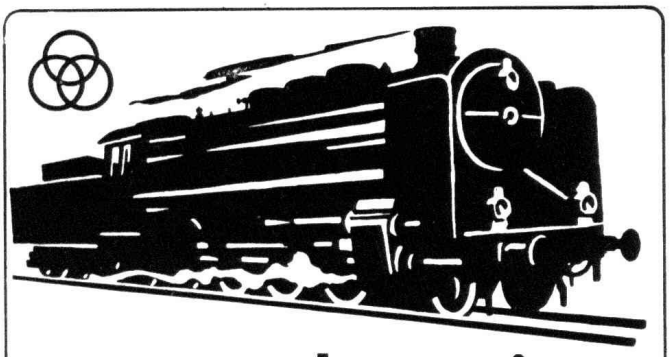
40. JAHRGANG AUSGABE JUNI 1943



Bei der Herstellung der Kriegslokomotive werden viele Fertigungsvereinfachungen angewendet: Hier Brennschneiden einer Stehkesselrückwand nach Laufschablone (s. Mitteilung auf Seite 110)

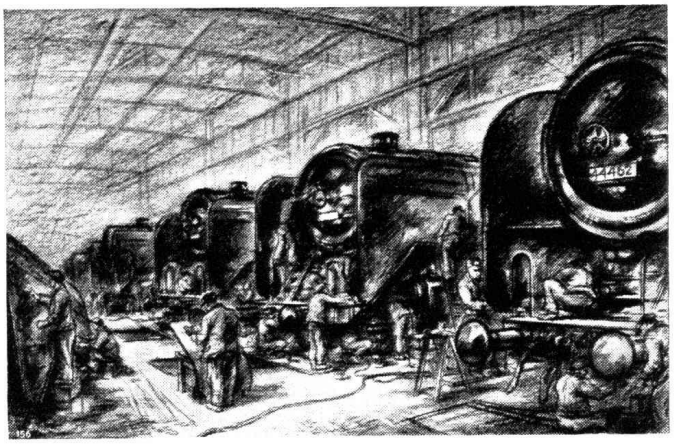
Aufn. Werkfoto

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 6 S. 95 BIS 113 · BIELEFELD u. BERLIN, JUNI 1943



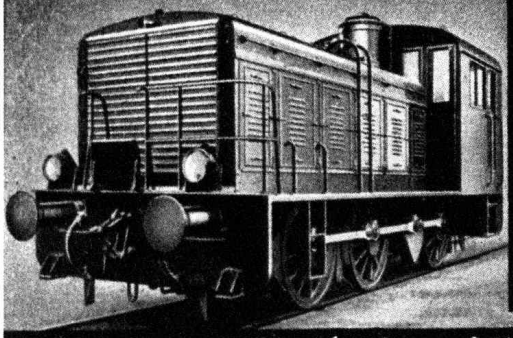
Krupp-Lokomotiven

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen
Lokomotivfabrik 11



Lokomotivmontage bei Henschel & Sohn in Kassel

DIESEL-LOKOMOTIVEN



Für Rangier-, Güter- und Personendienst

Von 100 bis 360 PSe als Einzelloks

Von 320 bis 720 PSe als Doppelloks

Bild: 360 PSe Rangier- und Güterzugslokomotive

Deutsche Werke Kiel Aktiengesellschaft-Kiel

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

LOKOMOTIVEN

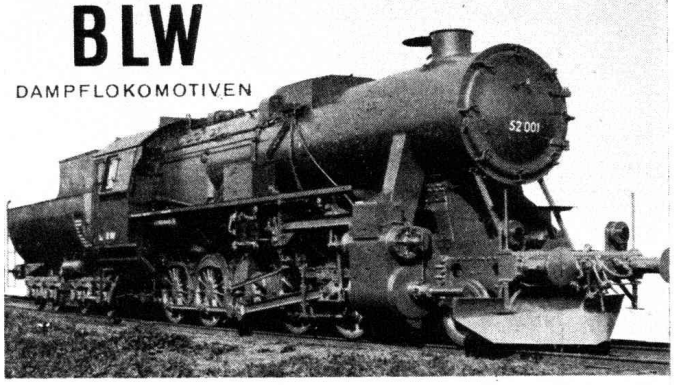
Bergbahnen, Trieb- und Eisenbahnwagen, Eisenbahnsicherungsanlagen, Elektrofahrzeuge, Kompressoren, Kolben- und Preßpumpen, Kohlensäuregewinnungs- und Trockeneisanlagen, Dampfkesselanlagen, Stahl-, Hoch- und Brückenbauten, Grauguß

Kesselstein
aus der Knorr-Mischvorwärmanlage

Beim Mischvorwärmen, d. h. beim unmittelbaren Mischen von Abdampf und kaltem Tenderwasser, kann sich der Kesselstein an großen Flächen im Mischkasten ansetzen. Außerdem wird das Heißwasser durch einen Schlammabscheider geleitet, der kleine Kesselsteinteilchen auffängt. Nirgends kann Kesselstein die Abdampfverwertung beeinträchtigen, die Vorwärm-Endtemperatur bleibt immer gleich. Und außerdem läßt sich der Kesselstein bequem entfernen.

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

BLW
DAMPFLOKOMOTIVEN

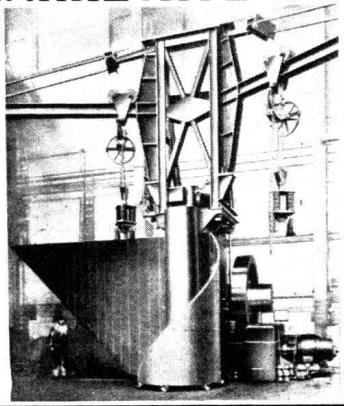


BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15 der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

SENKRECHTE BIEGEPRESSEN



Mit elektrischem Antrieb, für zylindrische und konische Blechschüsse Modell SKP für Material von 20 bis 80 mm Stärke und bis 5000 mm Breite.

6949

SCHIESS AKTIEN-GESELLSCHAFT **DÜSSELDORF**

Die Lokomotive

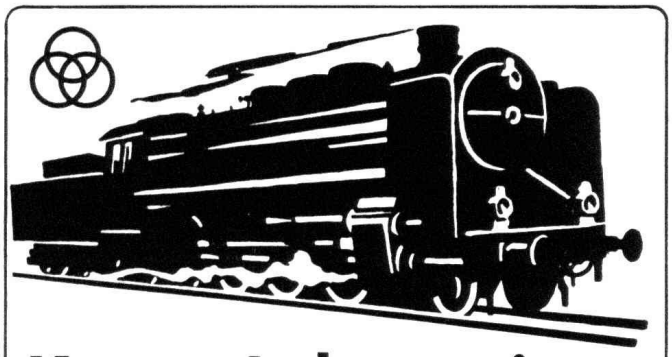
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG AUSGABE JULI 1943

Photo Weltbild

Anläßlich der Erfüllung des vom Führer geforderten Lokomotiv-Neubau-Programms fand Anfang Juli in einem Lokomotiv-Werk ein Betriebsappell statt. Die Reichsminister Speer und Dr. Dorpmüller und der Leiter des Hauptausschusses Schienenfahrzeuge beim Reichsminister für Bewaffnung und Munition, Direktor Degenkolb, im Gespräch.

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 7 S. 115 BIS 133 · BIELEFELD u. BERLIN, JULI 1943



Krupp-Lokomotiven

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen
Lokomotivfabrik 11

Die neue Knorr-Mischvorwärmanlage

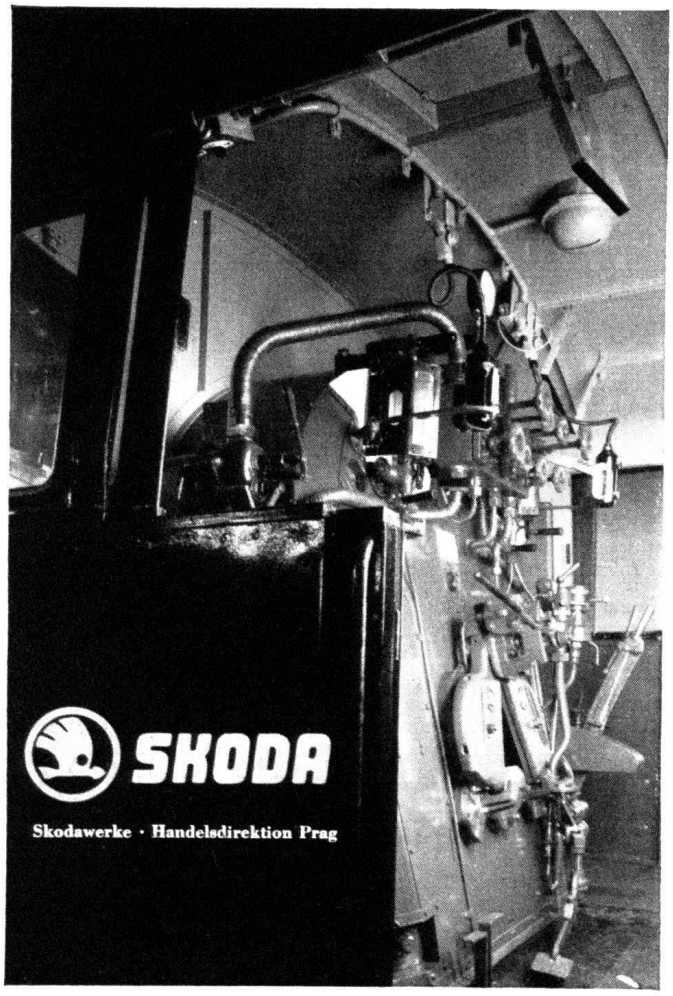
mischt unmittelbar das Kaltwasser aus dem Tender mit dem Abdampf der Lok und erwärmt es so ständig und zuverlässig auf 100° C.

Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen.

Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt werden, um den Kesselstein zu entfernen.

Die Mischpumpe hat im Kalt- und Heißwasserteil neue kesselsteinunempfindliche Lenkfederventile DRP. Die Einheits-P-Steuerung lenkt den Dampfstrom im Volldruckzylinder.

KNORR-BREMSE A-G BERLIN



Aus diesem alten Gießhaus von 1837 entwickelten sich die heutigen Henschel-Werke.

HENSCHEL

160

JUNG
JUNGENTHAL
LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

FAG

Rollenlager und Tonnenlager
in Lokomotivachsen und -stangen sowie im Tender

sparen

Kraft • Material
und Schmierstoff

KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.

Die Lokomotive

DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG

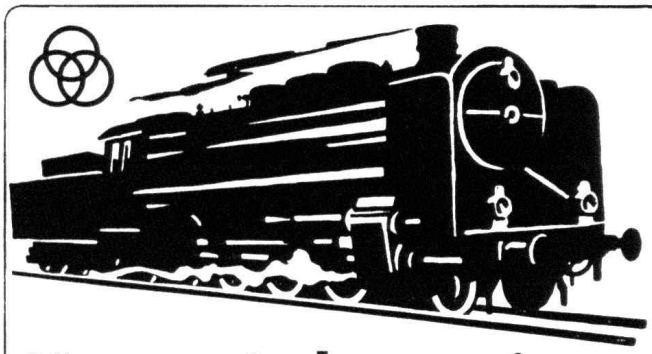
AUSGABE AUGUST 1943

NATIONAL-BIBLIOTHEK

5 Lokomotivzüge mit je 10 Kriegslokomotiven der Baureihe 52 auf einem deutschen Verschiebebahnhof bereit zur Abfahrt für den Ost-Einsatz

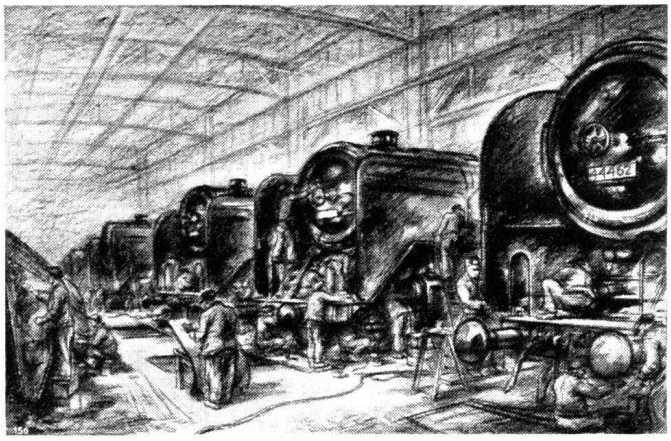
Photo Weltbild

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 8 S. 135—153 · BIELEFELD u. BERLIN, AUGUST 1943



Krupp-Lokomotiven

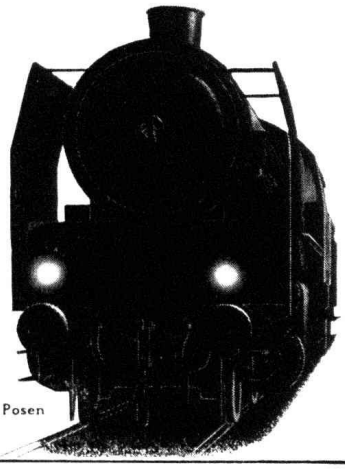
Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen
Lokomotivfabrik 11



Lokomotivmontage bei Henschel & Sohn in Kassel

DWM

LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken A.G. Werk Posen

Mehrleistung und vollkommener Unfallschutz an Drehbänken

mit **SSM** Sia-Sicherheits-Mitnehmer D.R.G.M.

zu jeder Mitnehmerscheibe passend

Selbsttätig genau mittig laufend und spannend

Geringes Gewicht . Kleine Abmessungen . Spannbereich 6—20 mm und weiter 20 mm je Größe bis 160 mm . Zum Spannen genügt geringe Drehung einer Schraube **10000fach bewährt!**

RP

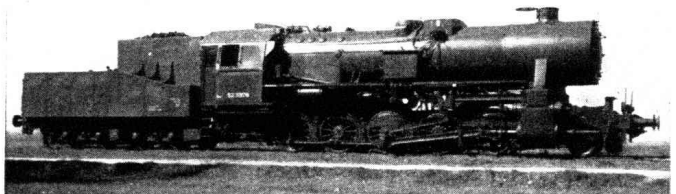
RUDOLF P. HÄCKER · DRESDEN 16
RUF 39550 u. 45050 WALDERSEEPLATZ 10

KUGELLAGER ROLLENLAGER

SKF F&S

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN A.-G.

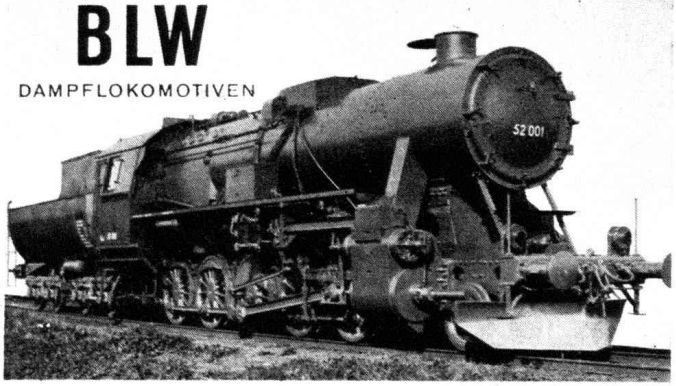
1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15. der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender



KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

BLW

DAMPFLOKOMOTIVEN



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

TISCH-FRÄSMASCHINEN

mit senkrechten Fräs(„Bohr")spindeln am Querbalken und mit waagerechten Spindeln an den Seitenständern, Mod. 4 LF, mit 2200 bis 4500 mm lichter Ständerweite und bis 15000 mm Fräslänge und mehr.

Schiess 6952

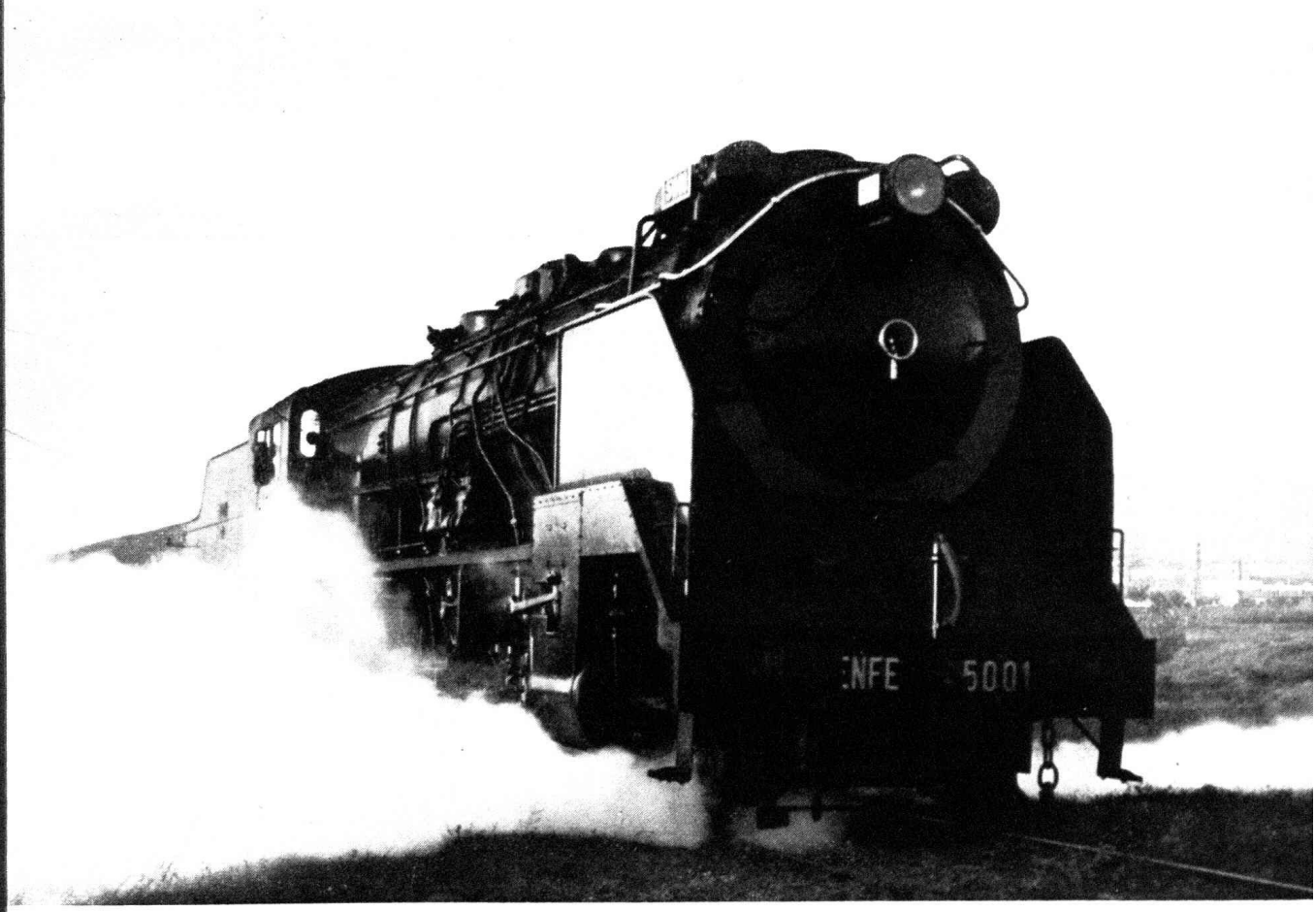
AKTIENGESELLSCHAFT

Die Lokomotive

DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

NATIONAL-BIBLIOTHEK
Zeitschriftenstelle

40. JAHRGANG AUSGABE SEPTEMBER 1943



1' E 1'-Drillings-Güterzug-Lokomotive 5001 der spanischen Staatsbahnen (s. Heft 1 v. Jan. 1943). Werkfoto

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 9 S. 155 BIS 173 · BIELEFELD u. BERLIN, SEPT. 1943

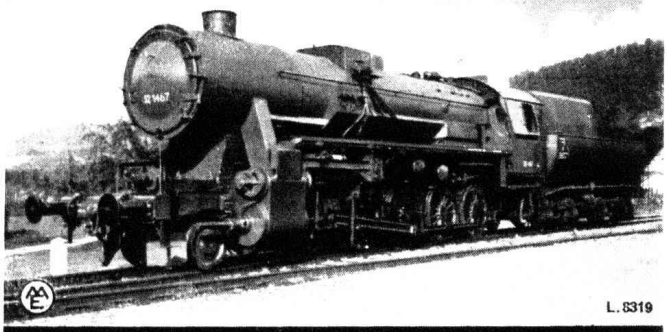
Krupp-Lokomotiven

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik

1'E HEISSDAMPF-GÜTERZUGLOKOMOTIVE
DER DEUTSCHEN REICHSBAHN BAUREIHE 42

HENSCHEL & SOHN G.m.b.H.

LOKOMOTIVEN



L. 8319

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

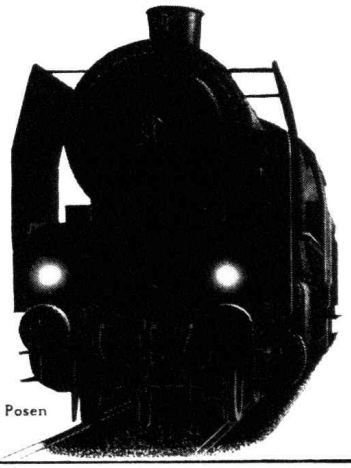
JUNG
JUNGENTHAL
LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

Die neue Knorr-Mischvorwärmanlage

saugt Kaltwasser aus dem Tender an, drückt es in den Mischkasten, wo es vom Maschinen- und Pumpenabdampf durchtränkt und auf 100 °C schnell vorgewärmt wird.
Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen. Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt zu werden.

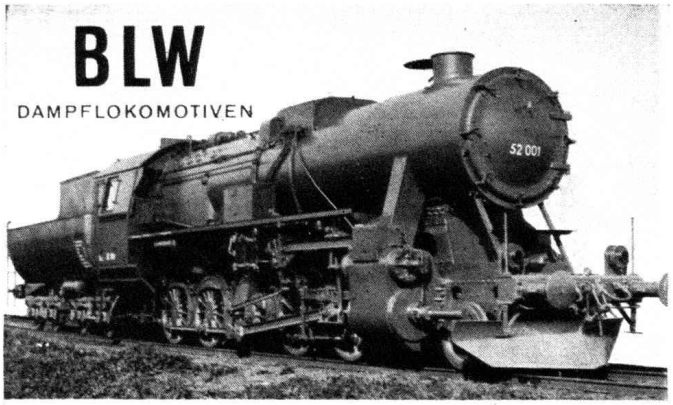
KNORR-BREMSE A-G BERLIN

DWM
LOKOMOTIVEN



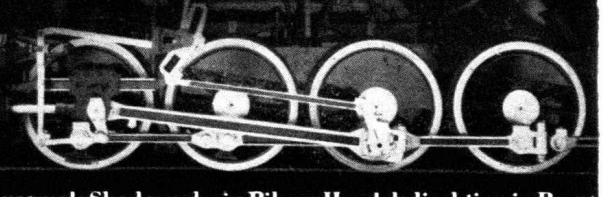
Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken A.-G. Werk Posen

BLW
DAMPFLOKOMOTIVEN



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

SKODA
Lokomotiven

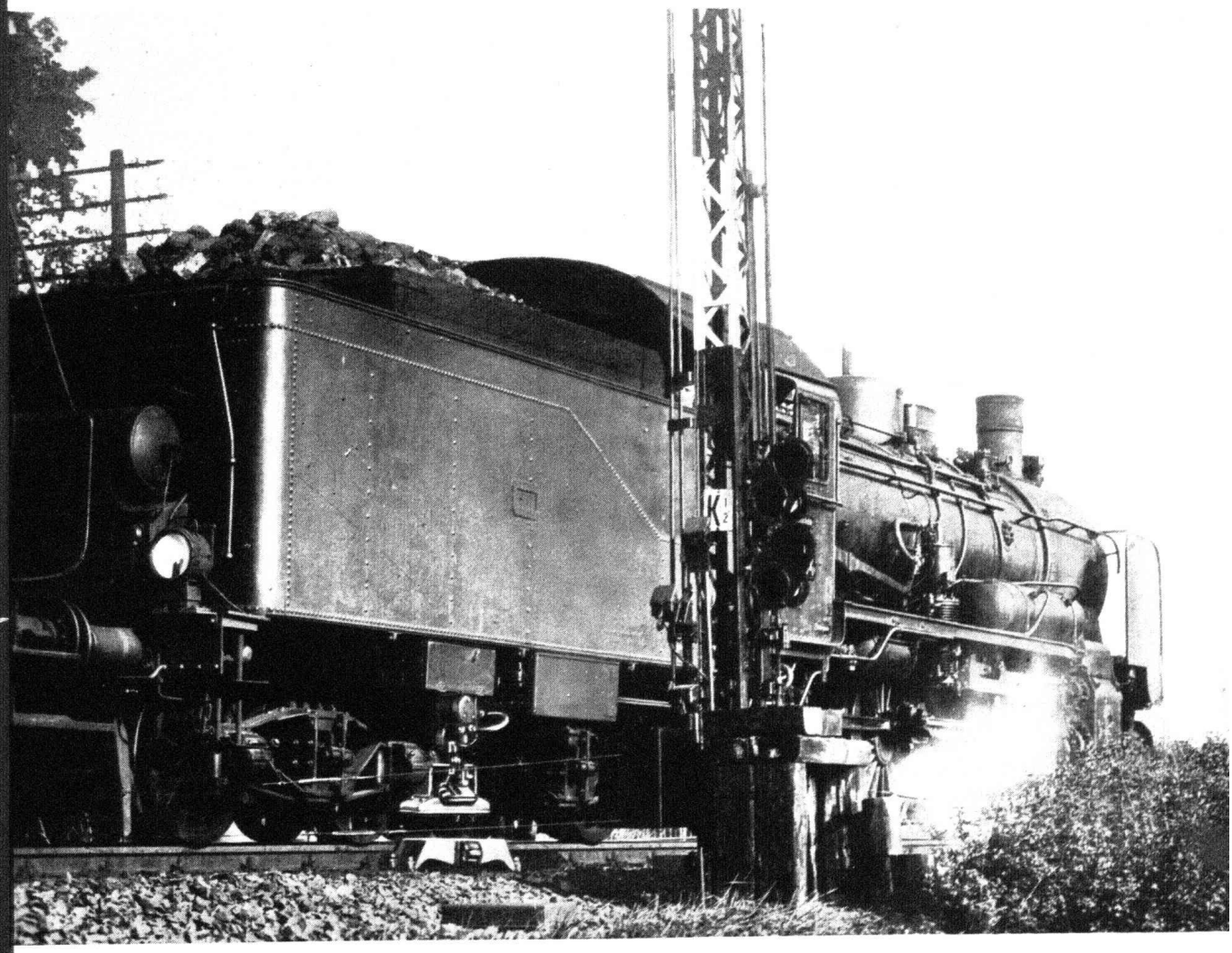


A.G. vormals Skodawerke in Pilsen, Handelsdirektion in Prag

Die Lokomotive

DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

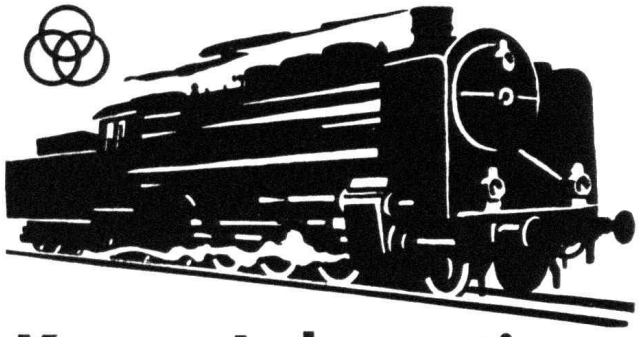
40. JAHRGANG AUSGABE OKTOBER 1943



Überfahren des Gleismagneten am Hauptsignal einer mit induktiver Zugsicherung ausgerüsteten Strecke: Die Bremsung ist eingeleitet! Der Fahrzeugmagnet ist bei diesem Lokomotivtyp entgegen der sonstigen Ausführung am Tender angebracht.

Werkfoto C. Lorenz A.-G.

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 10 S. 175 BIS 193 · BIELEFELD u. BERLIN, OKT. 1943



Krupp-Lokomotiven

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik 11

1'E HEISSDAMPF-GÜTERZUGLOKOMOTIVE
DER DEUTSCHEN REICHSBAHN BAUREIHE 42
162
HENSCHEL & SOHN G.m.b.H.

JUNG
LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

Gmeinder

Motor-Lokomotiven

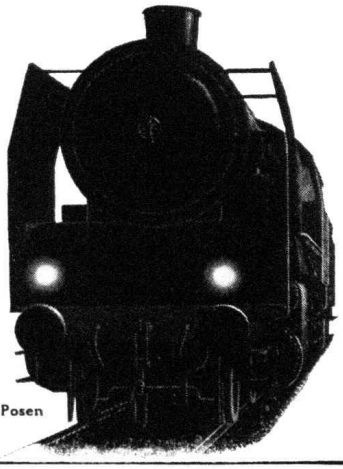
für alle Spurweiten von 10 — 500 PS

Gruben- und Tunnel-Lokomotiven • Zahnradgetriebe

Gmeinder & Co., G.m.b.H., Mosbach in Baden

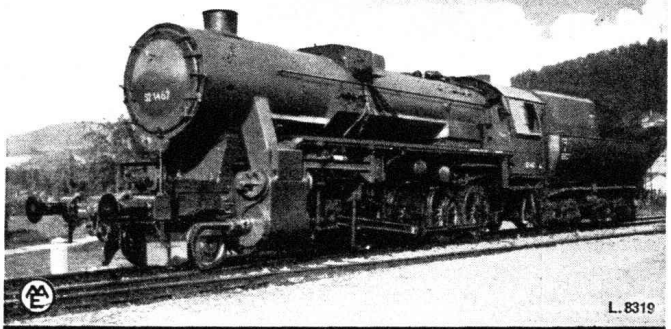
Lokomotiven- und Maschinenfabrik Telefon 514/16

DWM
LOKOMOTIVEN



Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken A.-G. Werk Posen

LOKOMOTIVEN



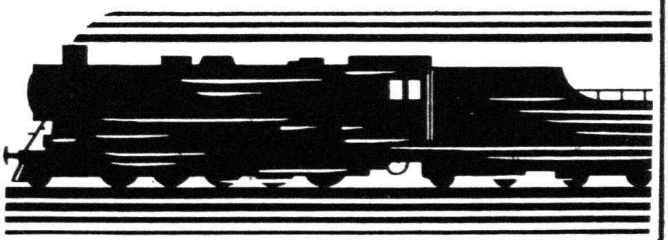
L. 8319

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15. der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

MBA
LOKOMOTIVEN



MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G. BERLIN

Die Lokomotive

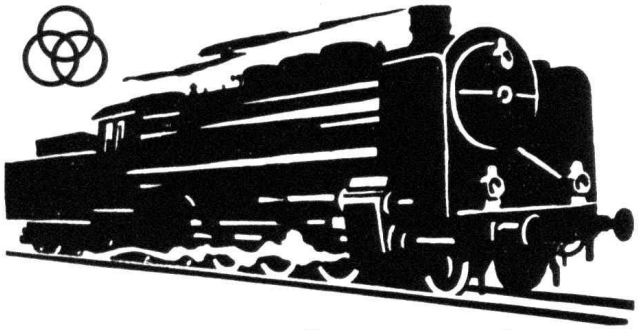
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG AUSGABE NOVEMBER 1943

Bayerische Lokomotive S 3/6 bei der Ausfahrt aus einem Bahnhof

Foto: F. Seitz

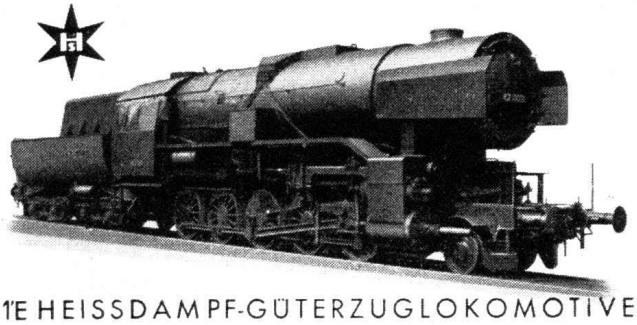
DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 11 S. 195 BIS 213 · BIELEFELD u. BERLIN, NOV. 1943



Krupp-Lokomotiven

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Lokomotivfabrik

11

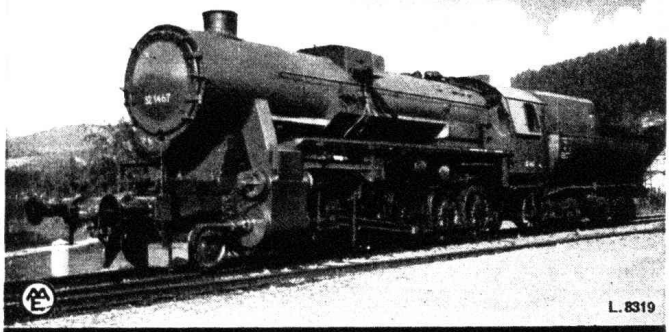


1'E HEISSDAMPF-GÜTERZUGLOKOMOTIVE
DER DEUTSCHEN REICHSBAHN BAUREIHE 42

162

HENSCHEL & SOHN G.m.b.H.

LOKOMOTIVEN



L. 8319

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

JUNG
JUNGENTHAL
LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

Für Schiene und Straße
Für Bahnen und Bauten

MBA Erzeugnisse

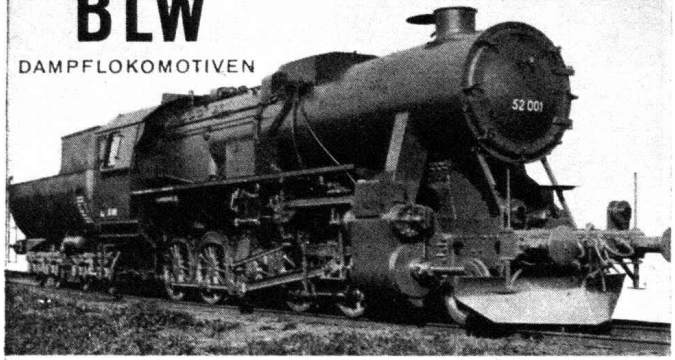
MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF
AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN
9 TOCHTERGESELLSCHAFTEN
IM EUROPÄISCHEN AUSLAND

DAMPF- UND
MOTORLOKOMOTIVEN
EISENBAHNFAHRZEUGE
VERKEHRSFAHRZEUGE
INDUSTRIEBAHNMATERIAL
OBERBAUMATERIAL
BAGGER

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15. der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

BLW
DAMPFLOKOMOTIVEN



BORSIG LOKOMOTIV-WERKE G.M.B.H.

Die Lokomotive

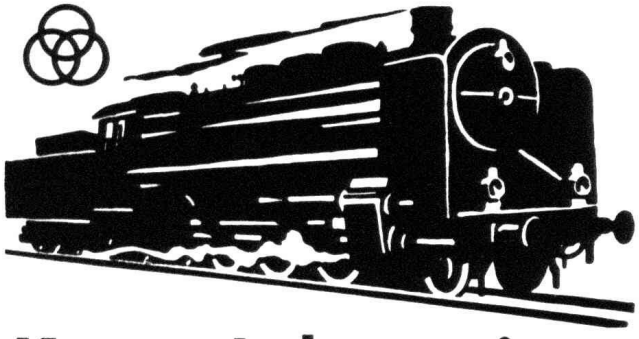
DRUCK UND VERLAG: E. GUNDLACH AKTIENGESELLSCHAFT · BIELEFELD

40. JAHRGANG AUSGABE DEZEMBER 1943

Am „Tag des deutschen Eisenbahners" übergab Reichsverkehrsminister Dr.-Ing. Dorpmüller im Kriegseinsatz bewährten Eisenbahnern die ihnen vom Führer verliehenen Auszeichnungen (siehe Beitrag auf S. 215 ff).

Foto Weltbild

DIE LOKOMOTIVE · BAND 5 · NR. 12 S. 215 BIS 233 · BIELEFELD u. BERLIN, DEZ. 1943



Krupp-Lokomotiven

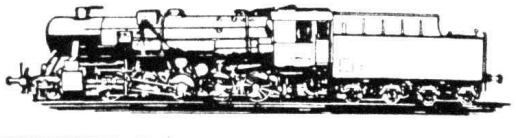
Fried. Krupp · Lokomotivfabrik

11

1'E HEISSDAMPF-GÜTERZUGLOKOMOTIVE
DER DEUTSCHEN REICHSBAHN BAUREIHE 42

162

HENSCHEL & SOHN G.m.b.H.



JUNG

LOKOMOTIVFABRIK
G. M. B. H.

DWM

LOKOMOTIVEN

Deutsche Waffen- u.
Munitionsfabriken A.G. Werk Posen

1 E Güterzuglokomotive Baureihe 52
Gattung 56.15. der Deutschen Reichsbahn
Kriegsausführung mit steifrahmigem Tender

KRAUSS-MAFFEI A-G MÜNCHEN

Die neue
Knorr-Mischvorwärmanlage

saugt Kaltwasser aus dem Tender an, drückt es in den Mischkasten, wo es vom Maschinen- und Pumpenabdampf durchtränkt und auf 100 °C schnell vorgewärmt wird.
Der Mischkasten läßt sich bequem von Kesselstein reinigen. Es braucht nicht wie beim Oberflächenvorwärmer ein Rohrbündel mit Säure gespült oder gar ausgebohrt zu werden.

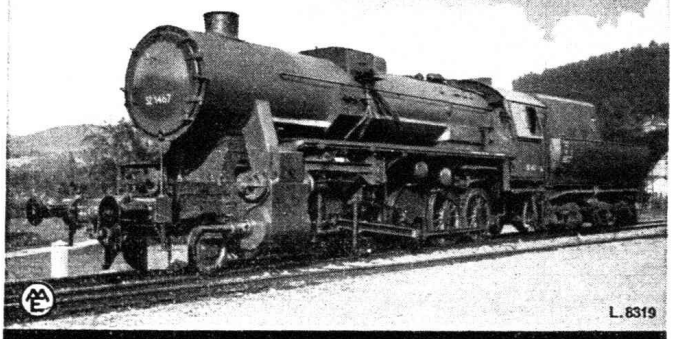
KNORR-BREMSE A-G BERLIN

MBA

LOKOMOTIVEN

MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G. BERLIN

LOKOMOTIVEN



L.8319

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN