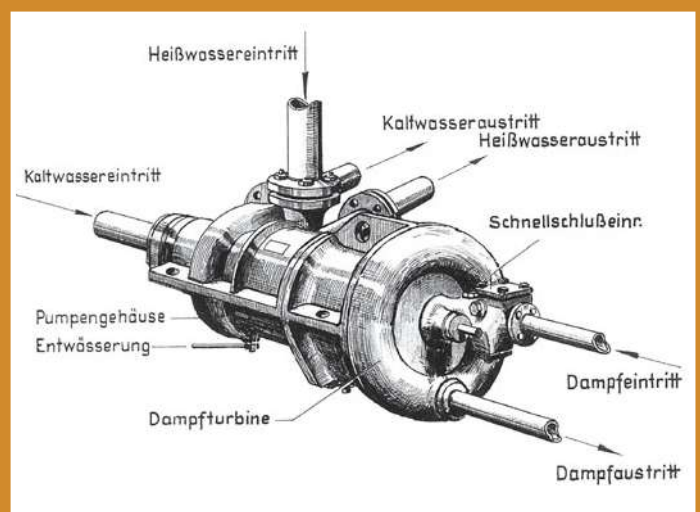
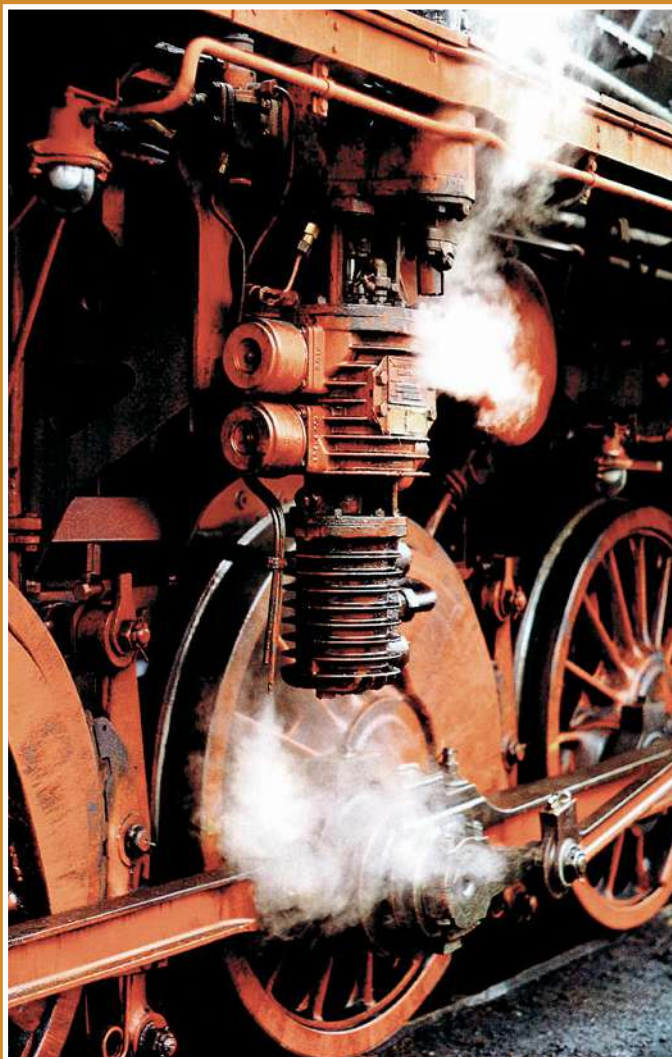


Dampflokomotive Technik und Funktion

Kessel- und Kesselausrüstung | Dampfmaschine, Triebwerk und Steuerung
Fahrgestell, Laufwerk und Bremsen | Führerstand und Bedienelemente | Tender | Sonderbauarten

M. Weisbrod/R. Barkhoff



Dampflokomotive

Technik und Funktion

Kessel- und Kesselausrüstung ■ Dampfmaschine, Triebwerk und Steuerung
Fahrgestell, Laufwerk und Bremsen ■ Führerstand und Bedienelemente ■ Tender ■ Sonderbauarten

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Angaben sind unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8375-1726-2

© 2016 by VGB Verlagsgruppe Bahn GmbH, Fürstenfeldbruck, und Klartext Verlag, Essen

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, Reproduktion und Vervielfältigung – auch auszugsweise und mithilfe digitaler
Systeme und Datenträger – nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Einbandabbildungen:

vorne: Luftpumpe der 044 389 (Bw Ottbergen, Oktober 1974) Foto: B. Huguenin

038 335 mit Knorr-Tolkien-Speisewasserpumpe Foto: D. Kempf

Die Zeichnung von Reinhold Barkhoff zeigt eine zweistufige Turbo-Speisepumpe für
Mischvorwärmanlagen der Bauart Henschel

hinten: Ausgebautes Laufwerk der 44 0587 mit Krauss-Helmholtz-Lenkgestell Foto: M. Weisbrod

Redaktion: Thomas Hilge

Koordination: Karlheinz Werner

Layout/Bildbearbeitung: Snezana Dejanovic

Einbandgestaltung: Snezana Dejanovic

Gesamtherstellung: Himmer GmbH, Augsburg

Elementare Technik

Fast 150 Jahre lang hat die Dampflokomotive die Geschichte begleitet, in erheblichen Maße das Tempo technischer Entwicklung mitbestimmt und dabei selbst eine kontinuierliche Vervollkommenung erfahren, bis sie schließlich das Feld für modernere Traktionsarten räumen musste. Nur noch in wenigen Ausnahmefällen – etwa bei Museums- und Touristikbahnen oder bei einigen Schmalspurbahnen – ergibt sich die Gelegenheit, eine Dampflokomotive im Betriebsdienst oder gar zu Reparaturzwecken zerlegt anzutreffen. Die Ära der Dampflokomotive gehört zwar der Vergangenheit an, was aber nicht heißt, dass sie deshalb auch vergessen ist. Erst die Entwicklung der Dampfmaschine und die Nutzung ihrer Kräfte, bot die Möglichkeit, das einzige über Jahrhunderte hinweg verfügbare Überlandtransportmittel wie Ochsenkarren und Kutschen endlich abzulösen.

Als im Jahr 1985 der erste Teil der schließlich vierbändigen Reihe „Dampflokomotive – Technik und Funktion“ im damaligen Hermann Merker Verlag (auch Herausgeber des „Eisenbahn-Journals“) erschien, hatten sich die Autoren nicht das Ziel gesetzt, ein erschöpfendes Fachbuch zu liefern. Ihr besonderes Bemühen lag darin, durch eine kurzgefasste, preiswerte, mehrteilige Ausgabe dem dampflokbegleiterten Eisenbahnfan und Modellbahner zu ermöglichen, ein übersichtliches Nachschlagewerk für die „private“ Fachbibliothek erwerben zu können. Sie gestalteten ihre Broschüren textlich und optisch für einen Interessentenkreis, der auf Fachbücher zur Dampfloktechnik nicht zugreifen konnte oder wollte, dem es andererseits jedoch ein Bedürfnis war, elementares Wissen über den Gegenstand seines Hobbys zu erwerben.

Bei der Illustration spielten neben den zahlreichen Farb- und Schwarzfotos von Dampflokomotiven, ihren Baugruppen und Ausrüstungselementen, vor allem Zeichnungen eine zentrale Rolle. Ob als Funktionsskizze

und detailreiche technische Zeichnung, als aufwendige perspektivische Ansicht oder als Schnittzeichnung: mit ihnen ließen sich die Funktionsweise ganzer Baugruppen und der Aufbau einzelner Komponenten anschaulicher und nachvollziehbarer darstellen als durch Fotos.

Ihre ursprüngliche Intention, das Thema in einer Ausgabe abzuhandeln, mussten die Autoren rasch aufgeben. Im ersten Band blieb es bei der Darstellung der Entwicklung der Dampflokomotive von den Anfängen bis zu ihrer Ausmusterung sowie bei der Beschreibung des Lokomotivkessels und seiner Funktionen. Im zweiten Teil behandelten die Autoren die Lokomotiv-Dampfmaschine mit allen dazugehörigen Funktionsteilen sowie Triebwerk und Steuerung, Fahrgestell und Laufwerk. In Band 3 folgten die Bremsen, sonstige Ausrüstungen einer Dampflok wie etwa Dampfheizung, Schmiervorrichtungen, Sandstreuer, Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen sowie der Tender. Ein vierter Band mit einer breit angelegten Darstellung der Dampflok-Sonderbauarten schloss die kleine Reihe ab.

Alle vier Bände stießen auf lebhaftes Interesse beim Hobbypublikum und erfreuten sich guter Absätze. Im Laufe der Jahrzehnte erschienen einige Nachdrucke und Neuauflagen – wider Erwarten hatten Autoren und Verlage ein Standardwerk geschaffen, das sich vermutlich in den Bücherschränken zahlreicher Dampflokfans und Modelleisenbahner wiederfindet. Der vorliegende Sammelband macht nicht nur die inzwischen zum Teil vergriffenen Einzelbände wieder verfügbar, sondern kommt auch dem häufig vorgebrachten Wunsch nach einer zusammenfassenden Darstellung der Technik und Funktion von Dampflokomotiven nach.

Inhalt

6 Die Entwicklung der Dampflokomotive	64 Sicherheitsventile
6 Die wichtigsten Entwicklungsetappen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts	65 Bauart Ramsbottom
6 Die Entwicklung in England	65 Hochhubsicherheitsventil Bauart Coale
10 Die Entwicklung in Deutschland	66 Kesselsicherheitsventil Bauart Ackermann
16 Die Dampflokomotive im 20. Jahrhundert	68 Dampfpfeife
20 Die Hauptbestandteile der Dampflokomotive und ihre Funktion	71 Läutewerk
20 Der Lokomotivkessel	72 Nässeinrichtungen
20 Der Hinterkessel	74 Druckmesser
27 Der Langkessel	74 Heißdampfernthermometer
28 Rauchkammer und Saugzuganlage	77 Die Lokomotiv-Dampfmaschine
32 Der Überhitzer	77 Die Vorgänge im Dampfzylinder
33 Der Verbrennungsvorgang in der Feuerbüchse	81 Zweizylinder- und Mehrzylinder
35 Verdampfungsvorgang im Kessel	86 Dampfmaschinen mit einstufiger Dehnung und Verbundmaschinen
38 Die Kesselausrüstung	89 Der Dampfzylinder mit Kolben und Kolbenstange
39 Kesselgrob-ausrüstung	89 Der Zylinderblock
39 Feuertür	101 Die Zylinderausrüstung
39 Aschkasten	106 Das Triebwerk
40 Abschlamm-schieber	113 Zylinder- und Triebwerksanordnungen
41 Regler	118 Besondere Einrichtungen an Verbundlokomotiven
44 Dampfleitungen	119 Die Steuerung
45 Blasrohr und Hilfsbläser	119 Die innere Steuerung
45 Funkenfänger	126 Die äußere Steuerung
47 Kesselfeinausrüstung	132 Das Fahrgestell
47 Speiseeinrichtungen	132 Der Rahmen
47 Dampfstrahlpumpen	135 Rahmenverbindungen
48 Kolbenspeisepumpen	137 Sicherheitseinrichtungen
51 Speisewasservorwärmer	140 Zug- und Stoßeinrichtungen
52 Mischvorwärmer und Mischvorwärmerspumpen	142 Das Laufwerk
57 Mischvorwärmer Bauart Heintz	145 Achslager
61 Mischvorwärmer Bauart Henschel MVR	148 Tragfedern und Federungsausgleich
61 Mischvorwärmer der Deutschen Reichsbahn	152 Kurvenbewegliche Laufwerke
62 Kesselspeiseventil	
62 Wasserstände	

157 Die Bremsen	243 Turbinenlokomotiven
157 Wirkungsweise der Bremsen	260 Mitteldrucklokomotiven
157 Handbremsen	265 Kondenslokomotiven
157 Klotzbremsen	268 Franco-Crosti-Locomotiven
160 Druckluftbremsen	277 Gleichstrom-Dampflokomotiven
163 Einlösige Bremsen	279 Lokomotiven mit Ventilsteuerungen
163 Mehrlösige Bremsen	282 Lokomotiven mit Anfahrhilfen (Booster)
163 Saugluftbremsen	284 Dampfmotorlokomotiven
164 Luftpumpen	
168 Zweistufige Luftpumpen	287 Sonderbauarten mit speziellen Kesselkonstruktionen
169 Doppelverbundluftpumpen	287 Lokomotiven mit Hochdruckkessel
172 Bremsausrüstung von Lok und Tender	299 Lokomotiven mit Stroomann-Kessel
173 Die Riggenbach-Gegendruckbremse	300 Lokomotiven mit Brotan-Kessel
	302 Lokomotiven mit Krauss-Wellrohrkessel
181 Die sonstigen Ausrüstungen der Dampflokomotive	303 Dampfspeicherlokomotiven
181 Das Führerhaus	
186 Die Anordnung der Bedienelemente	306 Sonderbauarten mit speziellen Fahrgestellen und Triebwerken
188 Dampfheizung	306 Klien-Lindner-Hohlachse
189 Schmiervorrichtungen	310 Radial einstellbare Endachsen Bauart Klose
190 Einheitsschmierpumpe Bauart Michalk	312 Schwinghebel-Triebwerk Bauart Hagans
190 Hochdruckpumpen	314 Gelenklokomotiven Bauart Mallet
Bauart Bosch-Reichsbahn	317 Gelenklokomotiven Bauart Meyer
192 Sandstreuer	318 Gelenklokomotiven Bauart Fairlie
203 Beleuchtungseinrichtung	320 Zahnradgetriebene Endradsätze
206 Signaleinrichtungen	Bauart Luttermöller
	321 Lok mit Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestellen
208 Der Tender	322 Der Beugniot-Hebel
212 Der Wasserkasten	
213 Der Kohlekasten	323 Sonderbauarten mit speziellen Feuerungen
217 Der Rahmen	325 Lokomotiven mit Kohlenstaubfeuerung
220 Das Laufwerk	332 Lokomotiven mit Ölzusatz und Ölhauptfeuerung
225 Vorratsbehälter von Tenderlokomotiven	
228 Induktive Zugsicherung (Indusi)	
	336 Quellenverzeichnis
236 Sonderbauarten mit Stephenson-Kessel	
238 Zahnradlokomotiven	



Erste Niederdruck-Dampfmaschine mit Drehmomentübertragung von James Watt etwa um 1770. Der Kolben setzte bereits ein Rad in Bewegung.

Die Entwicklung der Dampflokomotive

Die wichtigsten Entwicklungsetappen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts

Die Entwicklung in England

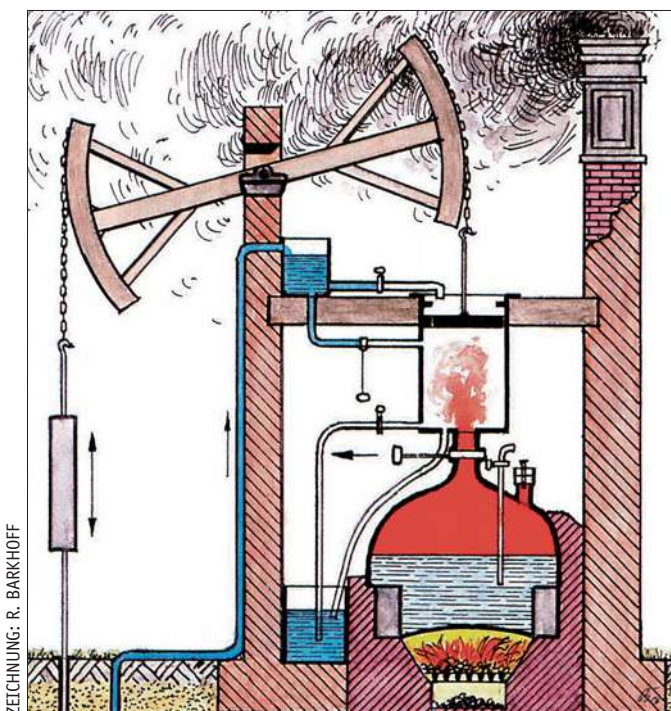
Die Wiege der Dampflokomotive stand in England. Das war kein Zufall, denn das Inselreich war im 18. und 19. Jahrhundert das industriell am weitesten entwickelte Land Europas, ja der ganzen Welt. Eine epochale Erfindung gelang 1769 dem Briten James Watt, als er die erste funktions-

tüchtige Dampfmaschine baute und damit die Voraussetzung für die Mechanisierung vieler Produktionsprozesse schuf.

Die Idee, die Dampfmaschine nicht nur stationär einzusetzen, sondern die von ihr erzeugte Energie auch zum Antrieb von Fahrzeugen zu nutzen, war

bald geboren. Es war allerdings ein Franzose, der 1770 den ersten Dampfwagen baute. Das von Cugnot entwickelte dreirädrige Fahrzeug, zum Transport schwerer Lasten bestimmt, war jedoch nur 4 km/h schnell, und da die Leistung des vor dem Fahrzeug liegenden Kugelkesseis sehr begrenzt war, blieb ihm keine Zukunft. Aber es war von Cugnot bewiesen worden, dass man mit Dampf auch fahren konnte.

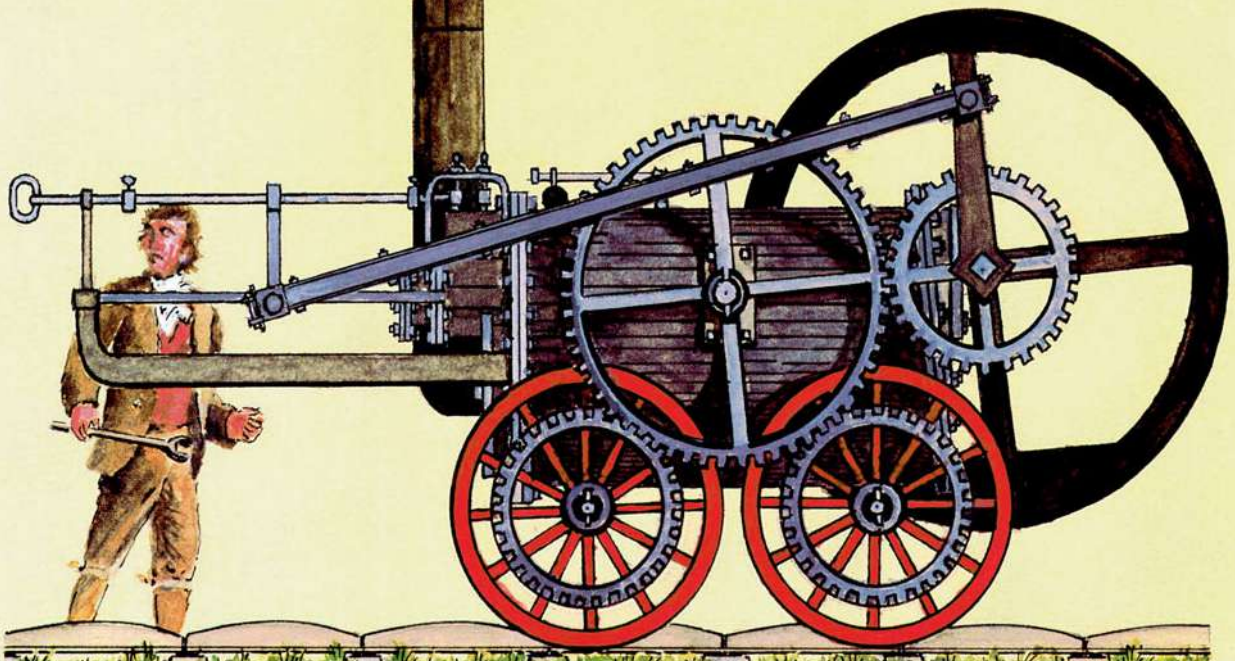
Da es schienenengebundene Fahrzeuge, die jedoch von Pferden gezogen wurden, schon vor der Erfindung der Dampfmaschine gab, gingen die Bestrebungen dahin, die Dampfkraft für diese Schienenfahrzeuge nutzbar zu machen. Es waren ebenfalls Engländer, die mit ihren Erfindungen Meilensteine auf dem Weg zur ersten brauchbaren Dampflokomotive setzten. Die erste Dampflokomotive stammt aus dem Jahre 1804 und wurde von Richard Trevithick erbaut. Die zweiachsige Maschine hatte keine Spurkränze an den Rädern, sondern fuhr auf Schienen aus Winkeleisen, die die Führung übernahmen. Da Trevithick wie auch andere Erfinder noch immer daran zweifelten, dass die Reibung zwischen den glatten Schienen und den glatten Rädern ausreichte, um das Fahrzeug



Atmosphärische Dampfmaschine als Pumpenantrieb von Newcomen 1712. Hier wird noch kein Schwungrad in Drehung versetzt, sondern nur durch den Dampfdruck der Kolben nach oben gedrückt. Durch den normalen Druck der Atmosphäre und das Eigengewicht fällt der Kolben zurück in die Ausgangsposition.

Die Lokomotive von Trevithick war die erste Maschine, die auf Schienen fuhr. Entworfen und gebaut wurde sie 1803 bis 1804.

ZEICHNUNG: R. BARKHOFF



fortzubewegen, beschlug er die Räder außerhalb der Lauffläche mit Nägeln, die sich in das Holz der Langschwelenbahn einbohrten. Die Lokomotive hatte nur einen Zylinder, der, um Abkühlungsverluste zu vermeiden, im Kessel untergebracht war und über ein Zahnvorgelege beide Achsen antrieb.

Alle Erfinder, die daran zweifelten, dass die Reibung zwischen Rad und Schiene ausreiche, gingen mit ihren Konstruktionen Irrwege. Versuche mit angerauhten Radreifen führten 1810 zu einem extremen Verschleiß an Radreifen und Schienen und wurden aufgegeben.

1812 baute der Engländer Blenkinsop eine Lokomotive mit zwei im Kessel stehenden Zylindern, die ein Zahnrad antrieben, das in eine neben den Schienen liegende Zahnstange eingriff. Die Lokomotive war fast zwanzig Jahre in Betrieb, gab aber höchstens späteren Zahnradlokomotiven Impulse. Für die Entwicklung der Adhäsionsmaschine hatte sie keine Bedeutung.

Einen Irrweg ging auch der Engländer Chapman, dessen Lokomotive sich selbst an zwischen den Schienen verlegten Ketten ziehen sollte. Auch die Lokomotive des Engländers Brunton bot keinen Beitrag zur weiteren Entwicklung. Seine Maschine bewegte sich im Wortsinn mit Krücken vorwärts. Mechanisch angetriebene Stützen sollten,

wie die Hinterbeine eines Pferdes, die Lokomotive abstoßen und vorwärts bewegen. Rückwärtsfahren war nicht möglich. Zu allem Unglück explodierte bei der Probefahrt der Kessel, so dass sich diese Erfindung sehr schnell von selbst erledigt hatte.

Es blieb den Engländern Hedley und Blakett vorbehalten, nachzuweisen, dass bei entsprechender Belastung der Treibachse die Reibung zwischen Rad und Schiene durchaus genügte, um eine Lokomotive fortzubewegen. Mit einem

handbetriebenen zweiachsigen Wagen erbrachten sie den Beweis. Hedley baute daraufhin 1813 eine Adhäsionsmaschine mit außenliegenden Zylindern. Der Antrieb beider Achsen erfolgte durch Schubstangen und Kurbeln auf eine unter dem Kessel liegende Vorgelegewelle, die über ein Zahnradgetriebe die Achsen antrieb. Hedleys Lokomotive erhielt wegen des Geräuschs, das der aus den Zylindern austretende Dampf verursachte, den Namen Puffing Billy. Das Maschinchen war immerhin bis zum Jahre 1862

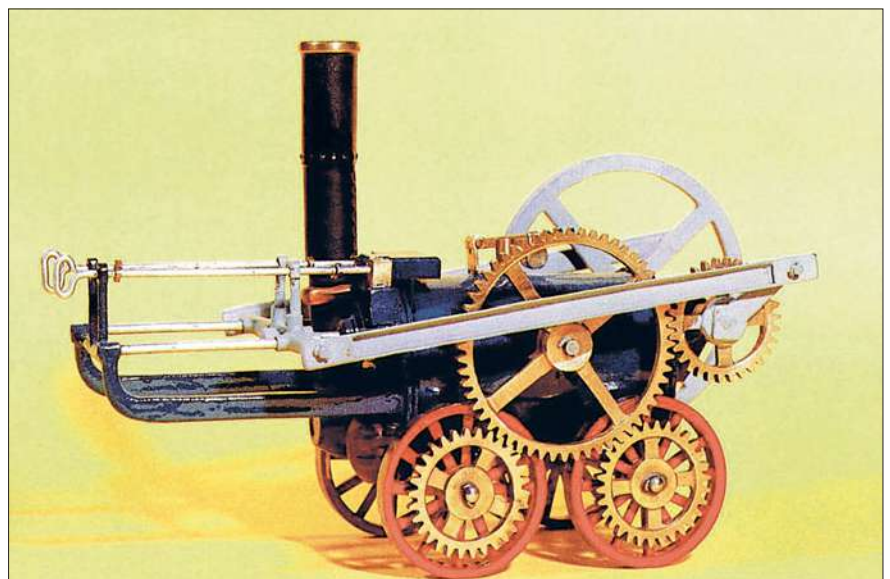
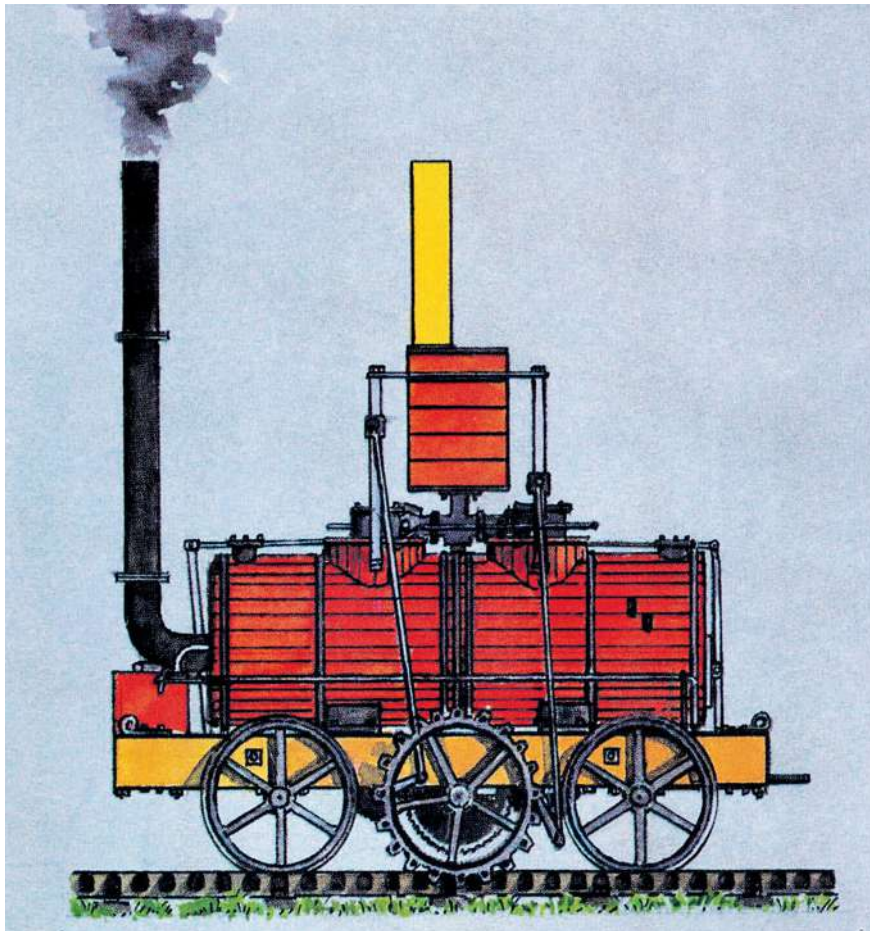
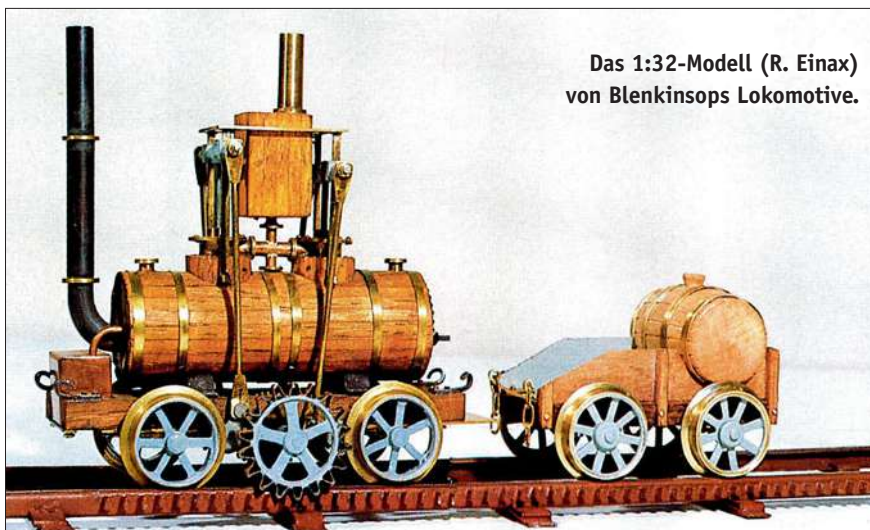


FOTO: P. SCHIEBEL

Dieses „Spur-1“-Modell (1:32) der Trevithick-Lokomotive aus dem Jahre 1804, gebaut von Rolf Einax, lässt gut die im Kessel untergebrachten Zylinder erkennen.



Immerhin fast 20 Jahre war diese 1812 von Blenkinsop gebaute Lokomotive in Betrieb.



Das 1:32-Modell (R. Einax)
von Blenkinsops Lokomotive.

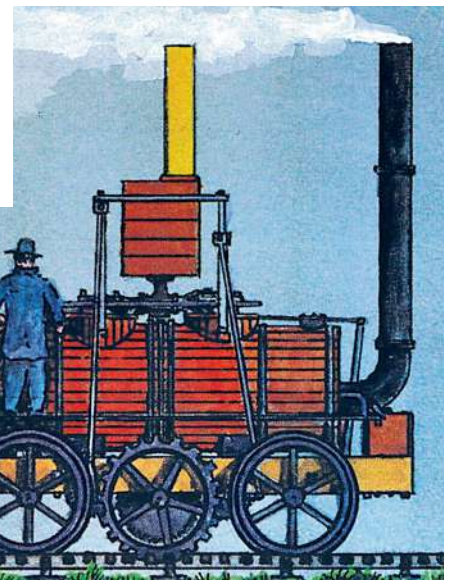


So kann sich der Kohlenverkehr mit Blenkinsops Lokomotive abgespielt haben.

auf der Kohlenbahn in Wylam im Einsatz und konnte zehn beladene Kohlenhunte mit 8 km/h ziehen.

Auch in Deutschland baute 1815 die Königliche Eisengießerei Berlin eine Dampflokomotive nach englischen Vorbildern, die, wie die Maschine von Blenkinsop, sich in einer neben den Schienen verlegten Zahnstange vorwärts bewegte. Über das Schicksal der Lokomotive gibt es mehr Vermutungen als gesicherte Informationen. Sie soll für eine oberschlesische Hütte bestimmt gewesen sein, doch als sie an ihrem Bestimmungsort ankam, sollen Gleise und Lokomotive wohl verschiedene Spurbreiten besessen haben.

Der Engländer George Stephenson, 1781 geboren, beschäftigte sich schon 1814 mit dem Bau von Lokomotiven, vor allem für Grubenbahnen. Seine erste, dem öffentlichen Verkehr dienende Lokomotive war die LOCOMOTION, die 1825 auf der ersten öffentlichen Eisenbahn Englands von Stockton nach Darlington einen Zug von 27 Wagen zog. Auch Stephensons Lokomotiven hatten, wie alle Vorgänger auch, nur ein weites Flammrohr. Der Franzose Séguin, Direktor der Eisenbahn Lyon-St. Etienne, ersetzte bei einer von ihm entwickelten Lokomotive das Flammrohr durch viele, im Durchmesser kleinere Heizrohre. Damit war der Röhrenkessel erfunden. Jetzt, da die Rauchgase einen wesentlich größeren Widerstand vorfanden, reichte der Zug des Schornsteins nicht mehr zur Feueranfachung aus. Verglichen mit den Lokomotiven der Gegenwart hatten die ersten Maschinen einen extrem langen



Im Jahre 1814 wurde die „Puffing Billy“ von William Hedley in England entworfen und gebaut. Das Foto zeigt eine Nachbildung der „Puffing Billy“, die sich im Besitz des Deutschen Museums in München befindet. Vermutlich wurde sie in den 20er-Jahren bei einer Vorführung in München auf der Kohlen-Insel aufgenommen, wo sich auch das Deutsche Museum befindet.

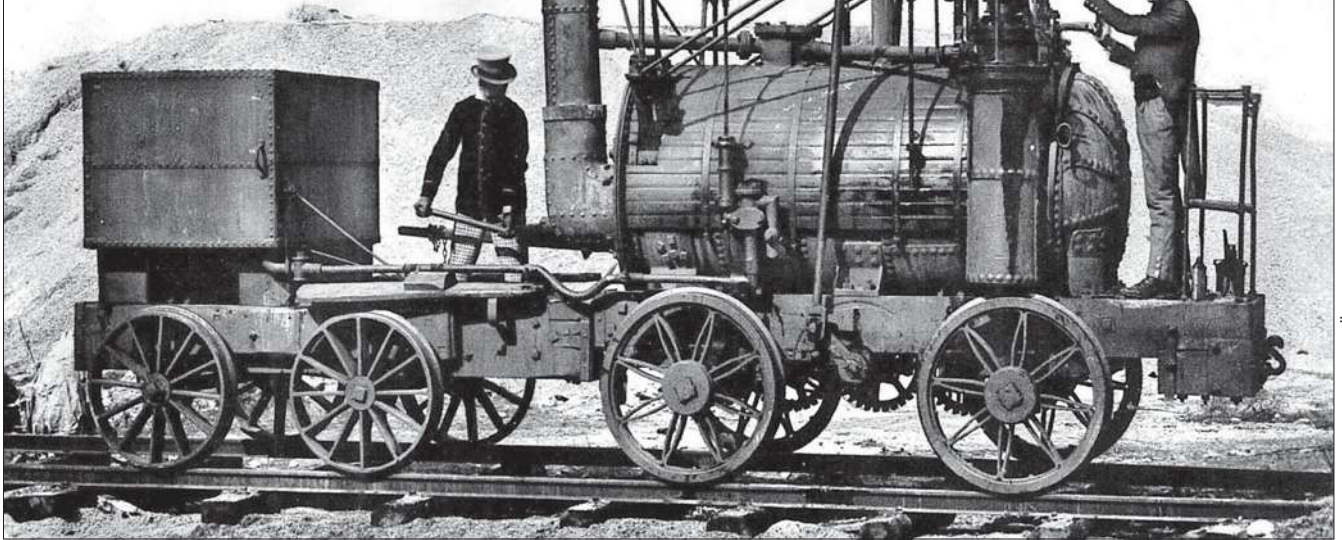


FOTO: DEUTSCHES MUSEUM MÜNCHEN

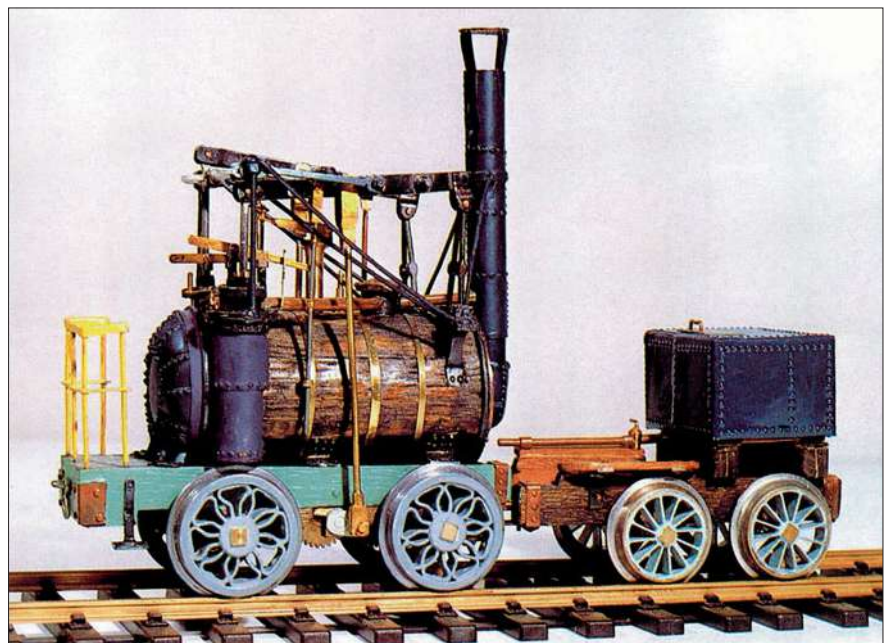
Schornstein, dessen Zug allein ausreichen musste, um das Feuer anzufachen. Séguin erhöhte den Saugzug, indem er den Zylinderabdruck in den Schornstein leitete und damit einen Vorläufer des Blasrohres entwickelt hatte.

Ein denkwürdiger Tag für die Entwicklung der Dampflokomotive war der 8. Oktober 1829. Die Eisenbahnstrecke von Manchester nach Liverpool war fertiggestellt und ein Wettbewerb für die Entwicklung der leistungsfähigsten Lokomotive ausgeschrieben worden. An die Lokomotive waren folgende Forderungen gestellt: Maximale Eigenmasse 6 t, Betriebsdruck des Kessels 3,5 bar (3,5 kp/cm²) bei einem Prüfdruck von 10,5 bar. Die Achsen von Lokomotive und Tender mußten abgefedert sein, und die Maschine hatte einen Zug von 20 t Masse mit einer Geschwindigkeit von 16 km/h zu befördern.

Zur Wettfahrt am 8. Oktober 1829 in Rainhill traten vier Lokomotiven an: NOVELTY, SANS PAREIL, PERSEVERANCE und die ROCKET (RAKETE) von Stephenson. Einzig Stephensons Lokomotive erfüllte die Bedingungen der Bahngesellschaft und zog den 19,4 t schweren Zug mit 21 km/h. Tags darauf erreichte

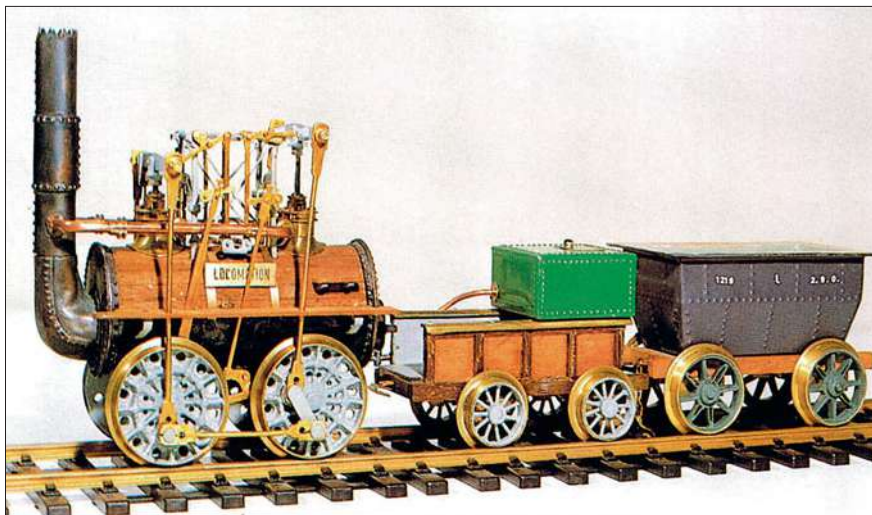
sie, allerdings mit geringerer Zugmasse, sogar die Rekordgeschwindigkeit von 46,5 km/h. Die ROCKET besaß einen mit Heizrohren durchzogenen Langkessel und eine allseitig von Wasser umspülte Feuerbüchse. Die Feueranfachung erfolgte mit dem Auspuffdampf durch ein Blasrohr. Die beiden Zylinder lagen seit-

lich rechts und links schräg am Kessel und trieben die 1. Achse an. An diesem Grundprinzip des Kessels der ROCKET hat sich bis zum Ende des Dampflokomotivbaus sehr wenig geändert, so dass diese Maschine von Stephenson die Stamm-mutter der Dampflokomotive überhaupt gewesen ist.



Modell der „Puffing Billy“ in Spur 1 von R. Einax.

FOTO: P. SCHIEBEL



Stephensons „Locomotion“, die 1825 die erste öffentliche Eisenbahn Englands von Stockton nach Darlington eröffnete. Das auffallende Hebelwerk ist dem der „Puffing Billy“ noch recht ähnlich. Modell: R. Einax.

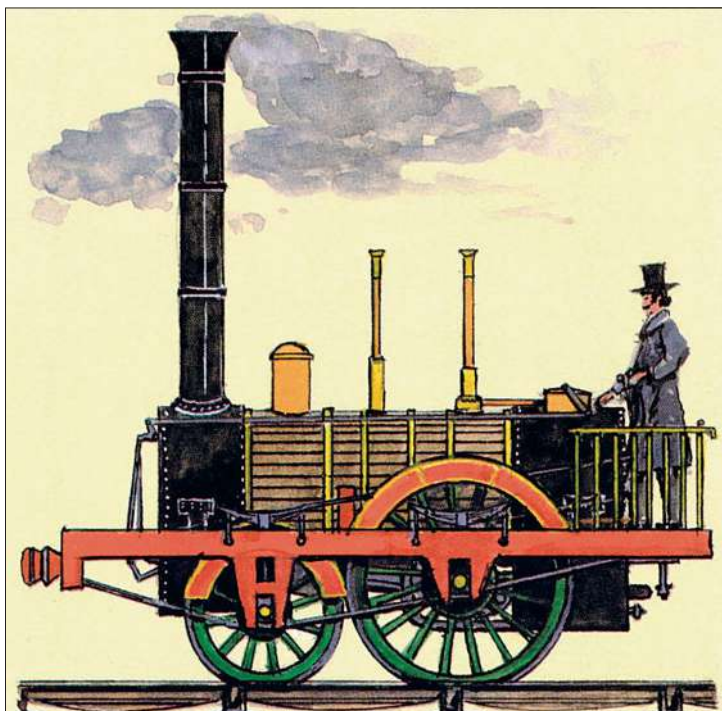
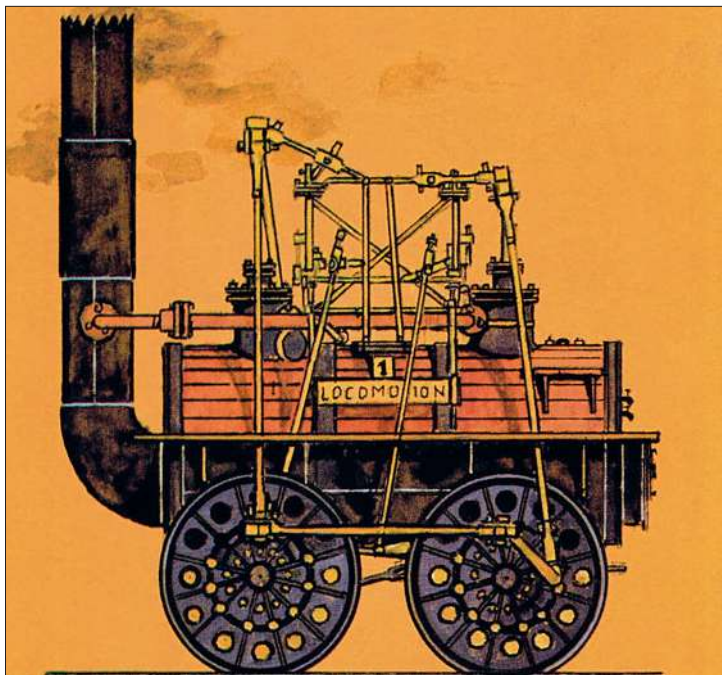
Die Entwicklung in Deutschland

Die deutsche Kleinstaaterei war der Entwicklung des Eisenbahnwesens nicht förderlich. Erst als in vielen europäischen Ländern schon Eisenbahnen betrieben wurden, bekamen auch in Deutschland private Gesellschaften von den jeweiligen Regierungen die Konzession zum Bau von Eisenbahnen erteilt. Am 7. Dezember 1835 fand die Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahnstrecke von Nürnberg nach Fürth statt. Die Lokomotive stammte aus England (der Lokführer ebenfalls), und da Deutschland noch keinen eigenen Lokomotivbau besaß, war diese in Stephensons Fabrik mit der Fabriknummer 118 gebaut worden und trug den Namen ADLER. Wie die Fabriknummer ausweist, florierte Stephensons Firma, und er konnte weitere Erfahrungen sammeln.

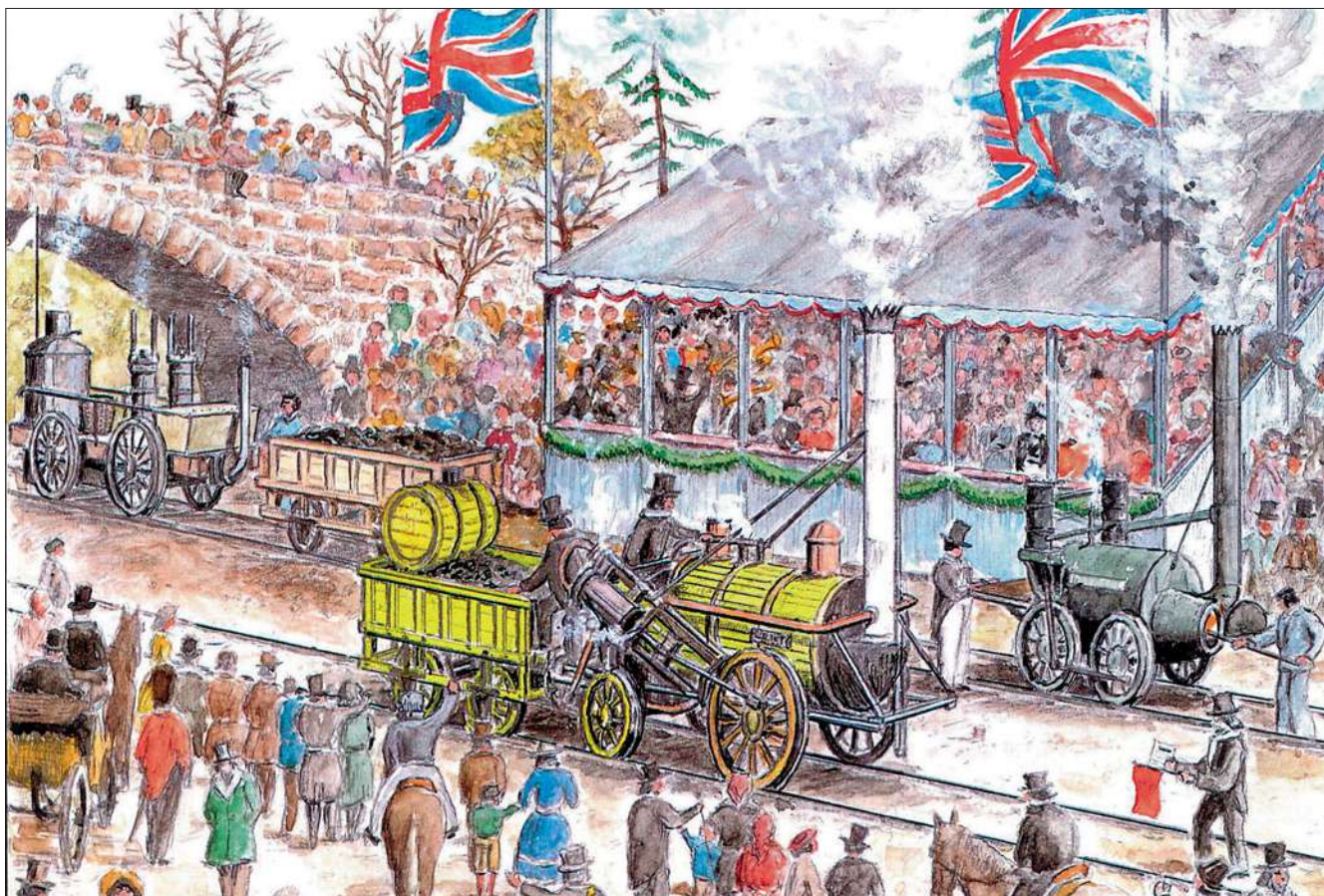
Die ADLER war dreiachsig (vordere und hintere Laufachse, eine Treibachse, also die Achsfolge 1 A 1) und besaß bereits eine Rauchkammer. Die Zylinder lagen unter der Rauchkammer und trieben die doppelt gekröpfte Treibachse an. Die Führung der Lokomotive im Gleis erfolgte durch die beiden Laufachsen, so dass die Treibachse spurkranzlos bleiben konnte. Die Maschine leistete etwa 40 PS und hatte eine Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h.

Auf der ersten deutschen Fernbahnstrecke Leipzig – Dresden, die von 1836 bis 1839 in Etappen in Betrieb genommen wurde, kam neben englischen auch erstmals eine deutsche Lokomotive zum Einsatz. Es war die SAXONIA, die 1838 von der Maschinenfabrik Übigau bei Dresden gebaut worden war. Konstrukteur der SAXONIA war Professor Andreas Schubert vom Dresdener Polytechnikum. Als weitere Eisenbahnstrecken in Deutschland entstanden, z. B. 1838 Berlin – Potsdam, entwickelte sich auch ein eigener deutscher Lokomotivbau. Zu nennen sind u.a. August Borsig

Die „Locomotion“, zeichnerisch von R. Barkhoff dargestellt.



Die „Planet“ wurde von Stephenson 1830 konstruiert und ist die Entwicklungsfolge auf die „Rocket“. Eine ähnliche Lokomotive wurde von Stephenson als erste Lokomotive nach Österreich geliefert. Aus dieser Entwicklung ging auch die erste deutsche Lokomotive „Adler“ – jedoch mit einer zusätzlichen Laufachse – hervor.



ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

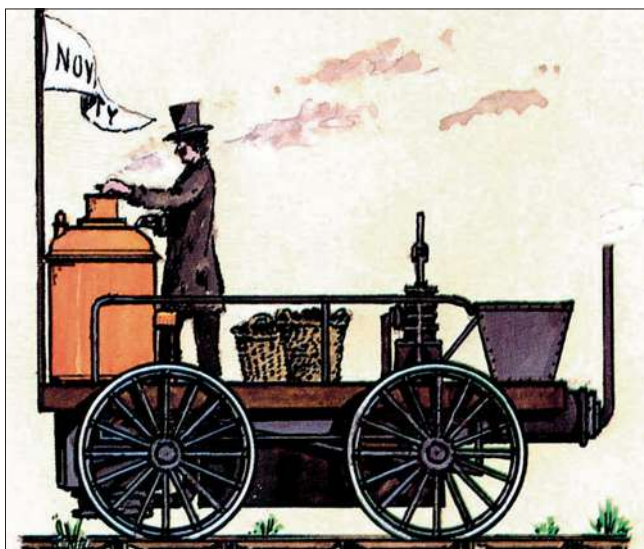
Das berühmte Lokomotiv-Rennen am 8. Oktober 1829 in Rainhill. Im Vordergrund Stephenson's Sieger „Rocket“, links die bereits abgeschlagene „Novelty“, rechts die ebenfalls geschlagene „Sans Pareil“.

(Berlin), Maffei (München) 1841 und Maschinenfabrik Buckau (Magdeburg) 1842, Egestorff (Hannover) 1846, Henschel (Cassel) und Richard Hartmann (Chemnitz) jeweils 1848.

Wie aus den Abbildungen zu ersehen ist, orientierte sich der deutsche Lokomotivbau zunächst an englischen und amerikanischen Vorbildern, ging

aber sehr bald eigene Wege. Auffällig ist, dass bei allen diesen Lokomotiven die Führerhäuser fehlten und Lokführer und Heizer schutzlos der Witterung ausgesetzt waren. Erst in den 50er-Jahren des 19. Jahrhunderts dachten die Konstrukteure auch an das Personal und entwickelten, wenn anfangs auch bescheidene, Führerhäuser.

Anfang der 40er-Jahre tauchten Lokomotiven mit längeren Kesseln auf, die sog. Long-boiler-Lokomotiven (siehe Bild S. 14 u.). Schon Stephenson hatte festgestellt, daß die Rauchgase mit sehr hohen Temperaturen in die Rauchkammer eintraten und die Leistung des Kessels durch längere Rohre besser zu nutzen war bzw. gesteigert werden



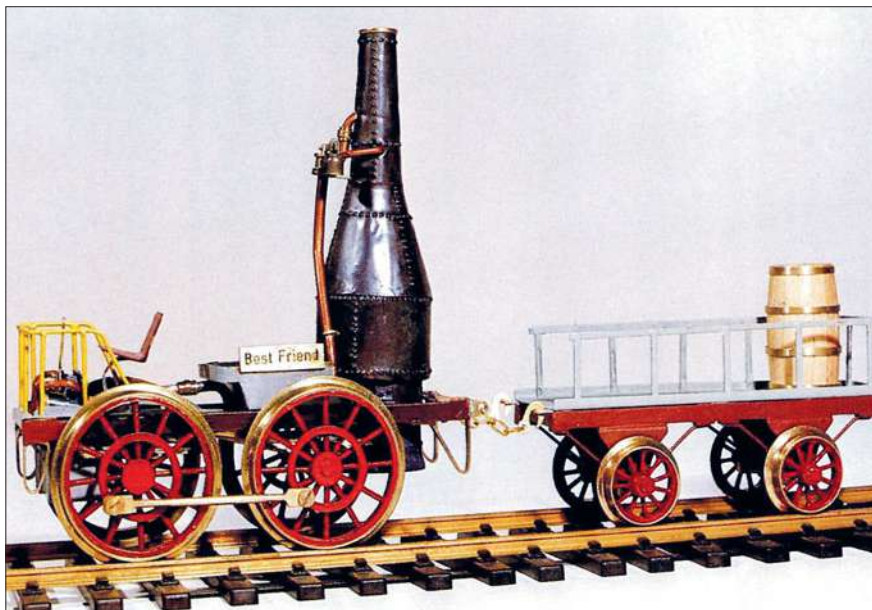
ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

Die „Novelty“ hatte auch in Rainhill teilgenommen und war für ihre Größe und Leistung gar nicht so schlecht. Der eigentliche Dampfkessel liegt unter der Bedienungsbühne auf den Achsen.



FOTO: W. KTINGBIEL EJA

Nachbau der „Rocket“ auf dem Ausstellungsgelände zur 150-Jahr-Feier in Nürnberg am 24. April 1985.



„Best friend of Charleston“ war die erste rein amerikanische Lokomotive für die Charleston and Hamburg Railroad. Sie beförderte die ersten Personenzüge, nachdem mit der amerikanischen „Tom Thumb“ schon eine Wettfahrt gegen einen Pferdewagen stattgefunden hatte. Modell: R. Einax.

konnte. Die vorherrschende Achsfolge war immer noch 1 A 1, also eine ungekuppelte Maschine mit vorderer und hinterer Laufachse. Bei höheren Geschwindigkeiten genügte jedoch die Laufruhe dieser Long-boiler-Lokomotiven nicht mehr; in Deutschland wurden sie sogar nach mehreren Unfällen durch Entgleisungen verboten. Die amerikanische Lokomotivfabrik Norris hatte eine 2'B Lokomotive entwickelt, die durch

die Kupplung zweier Achsen eine größere Reibungszugkraft hatte und den hinteren Überhang der Feuerbüchse bei Long-boiler-Lokomotiven vermied. Die DRACHE von Henschel ist typisch für die Norris-Bauart, und die Württembergische Staatsbahn beschaffte drei Maschinen von der Firma Norris, die sich gut bewährt haben.

Das zweiachsige Laufdrehgestell, das Norris erstmals einführte, konnte sich



FOTOS (2): P. SCHIEBEL

Modell der „Columbus“ von R. Einax, im Maßstab 1:32.

je doch in Deutschland kaum durchsetzen, da seine Führungseigenschaften durch den zu kurzen Achsstand nur einen mäßigen Wirkungsgrad hatten. Für leichte und schnellfahrende Züge griff man eine Konstruktion des Engländers Thomas Crampton aus dem Jahre 1849 auf, der eine Treibachse mit sehr großem Durchmesser hinter der Feuerbüchse angeordnet hatte. Der tiefliegende Kessel, damals als Voraussetzung für einen ruhigen Lauf der Lokomotive angesehen, ruhte auf einem zweiachsigen Drehgestell oder zwei Laufachsen. In der Tat liefen Lokomotiven der Crampton-Bauart sehr ruhig, auch bei Geschwindigkeiten von über 100 km/h. Die Crampton-Lokomotiven hatten außenliegende Zylinder und die auch für neuere Dampflokomotiven typische Kesselform. Der für die Lokomotiven der Frühzeit typische Stehkessel, der den Langkessel überragte, war verschwunden. Langkessel und Hinterkessel hatten etwa den gleichen Durchmesser.

In Deutschland sind mehr als 100 Crampton-Lokomotiven gebaut worden, u. a. auch 1853 von Maffei für die Pfälzischen Eisenbahnen. Die rasche Entwicklung des Eisenbahnwesens bot jedoch den Crampton-Lokomotiven in Deutschland keine Zukunft mehr. Zwar reichte ihre Geschwindigkeit, nicht jedoch ihre Zugkraft für die schwerer werdenden Züge aus. Die Reibungszugkraft der einen Treibachse, die nur vom Hinterkessel belastet wurde, war zu gering.

Es war jetzt der Zeitpunkt gekommen, Lokomotiven für bestimmte Ver-

1835 wurde von Gillingham & Winans, Baltimore, die „Columbus“ gebaut, die dann für die Leipzig-Dresdener Eisenbahn erworben wurde.

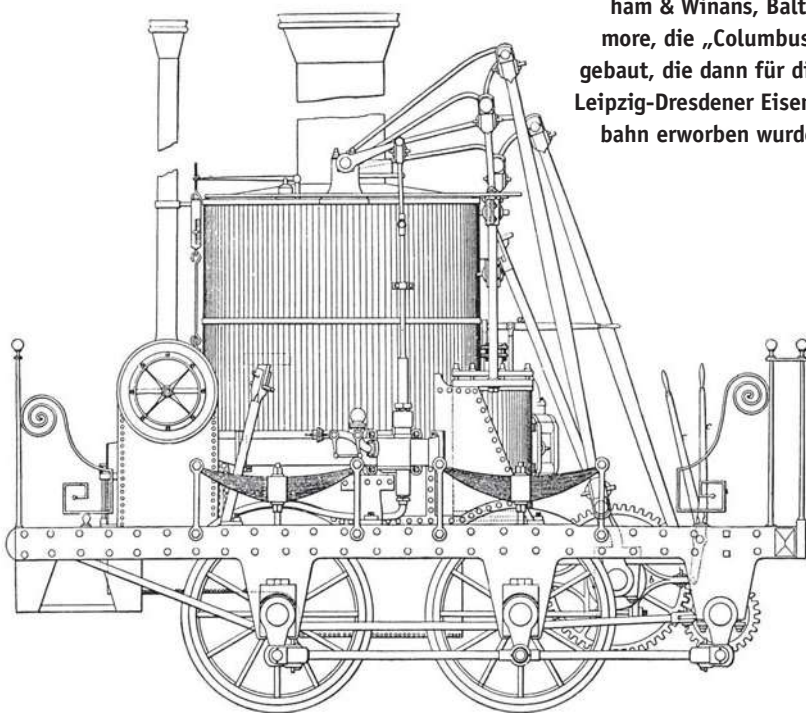
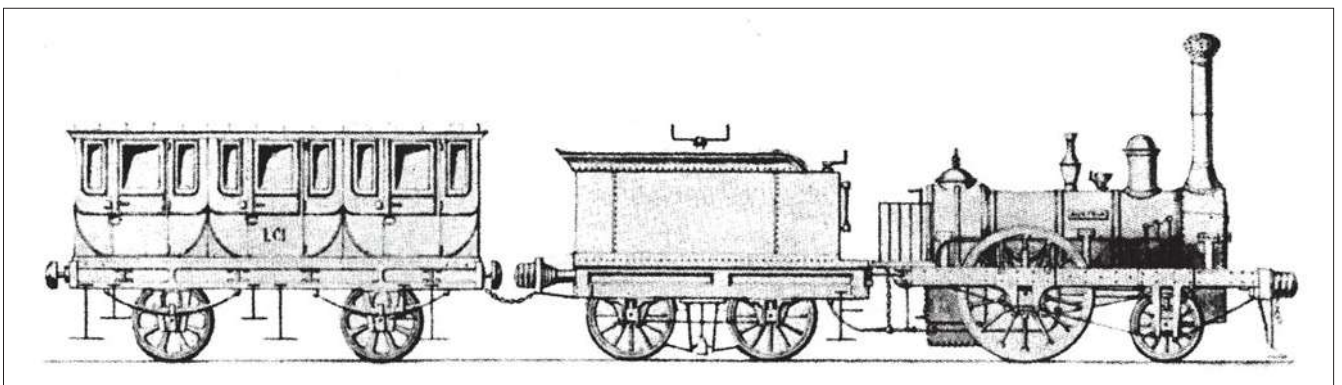




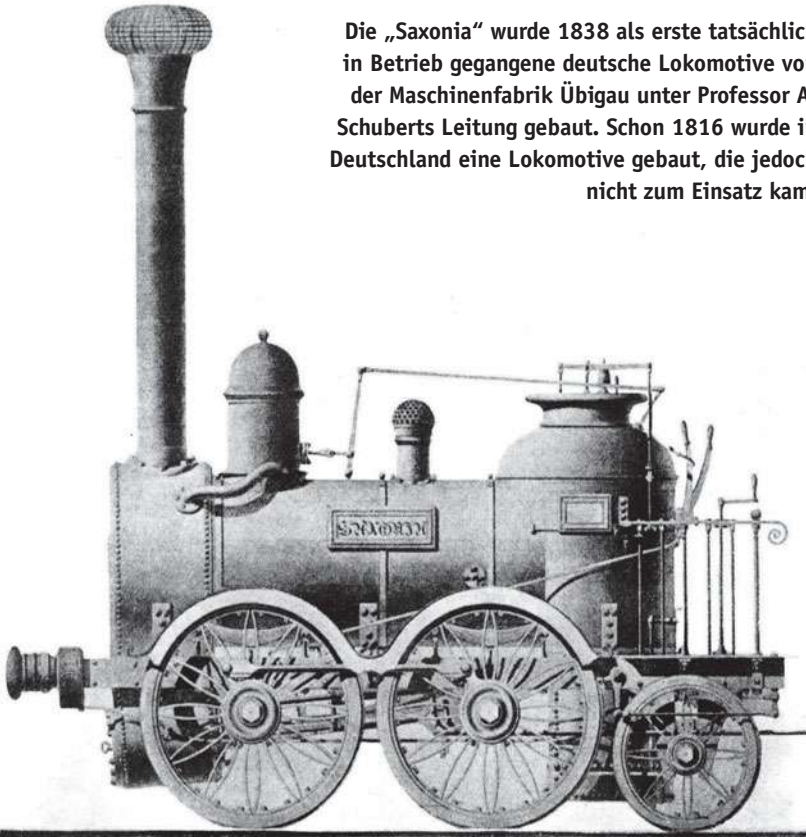
FOTO: U. GEUM

Der im Nürnberger Verkehrsmuseum (heute DB-Museum) aufgestellte, betriebsfähige Nachbau der „Adler“, die 1835 von Stephenson für die Nürnberg-Fürther Eisenbahn bezogen wurde.



Erste von Stephenson gebaute Lokomotive für Österreich mit Namen „Austria“.

Die „Saxonia“ wurde 1838 als erste tatsächlich in Betrieb gegangene deutsche Lokomotive von der Maschinenfabrik Übigau unter Professor A. Schuberts Leitung gebaut. Schon 1816 wurde in Deutschland eine Lokomotive gebaut, die jedoch nicht zum Einsatz kam.

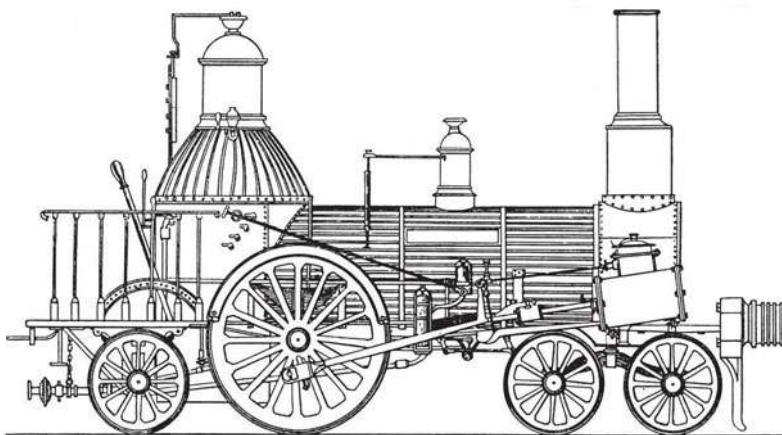


wendungszwecke zu bauen, die sich vor allem im Laufwerk deutlich unterschieden. Man brauchte schnellfahrende Lokomotiven für Reisezüge und Lokomotiven für Güterzüge, bei denen weniger die Geschwindigkeit als die Zugkraft entscheidend war. Die Vielzahl der Lokomotivfabriken, die ihre eigenen konstruktiven Lösungen entwickelten, und die Wünsche der Bahnverwaltungen ließen eine bunte Vielfalt an Lokomotivtypen entstehen, was sich sehr bald bei der Unterhaltung des Maschinenparks nachteilig bemerkbar machte. Die Preußische Staatsbahn, die größte Staatsbahnverwaltung in Deutschland, begann Anfang der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts, nachdem alle wichtigen der sich auf ihrem Territorium befindlichen Strecken verstaatlicht worden waren, ihren Lokomotivpark zu typisieren und zu vereinheitlichen. Man sprach von einer Normalisierung und entwickelte zunächst zwei Grundtypen von Lokomotiven: eine Normal-Personenzuglokomotive (Achsfolge 1'B) mit 1730 mm Kuppelraddurchmesser (Gattung P 2) und eine Normal-Güterzuglokomotive (Achsfolge C) mit 1240 mm Kuppelraddurchmesser (Gattung G 4). Es folgte eine Normal-Tenderlokomotive mit 1100 mm Kuppelraddurchmesser und der Achsfolge C (Gattung T 3). Schnellzuglokomotiven wurden nicht normalisiert.

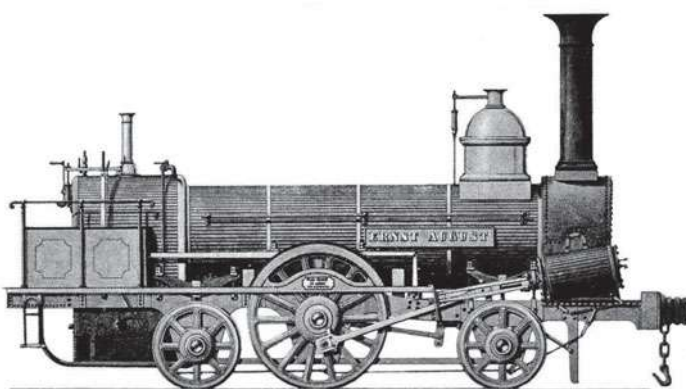
Zunächst jedoch sind noch einige Etappen in der Entwicklung der Lokomotive nachzutragen. Die ersten Lokomotiven besaßen Volldruckdampfmaschinen.

Man ließ den Dampf solange in die Zylinder strömen, bis der Kolbenhub beendet war. Der Dampf entwich aus den Zylindern infolgedessen auch nahezu mit Kesseldruck (und entsprechendem Geräusch). Der Dampf und damit auch der Brennstoffverbrauch war bei diesen Maschinen sehr hoch, da die im Dampf enthaltene Energie kaum ausgenutzt wurde. Unter Druck stehender Dampf hat das Bestreben, sich auszudehnen. Diese Eigenschaft nutzte man in der Expansionsdampfmaschine. Die Zylinder wurden nur zu 70 % (später 50 %) gefüllt, und man ließ den Dampf expandieren, wobei er den Kolben im Zylinder bewegte.

Eine weitere Möglichkeit, die Leistung der Maschine zu steigern, war die Erhöhung des Kesseldrucks, da hochgespannter Dampf ein größeres Expansionsbestreben als niedrig gespannter hat. Erst in den 60er-Jahren des 19. Jahrhunderts erreichte bei deutschen



„Borsig Nr. 1“, geliefert 1841 für die Berlin-Anhalter Bahn.

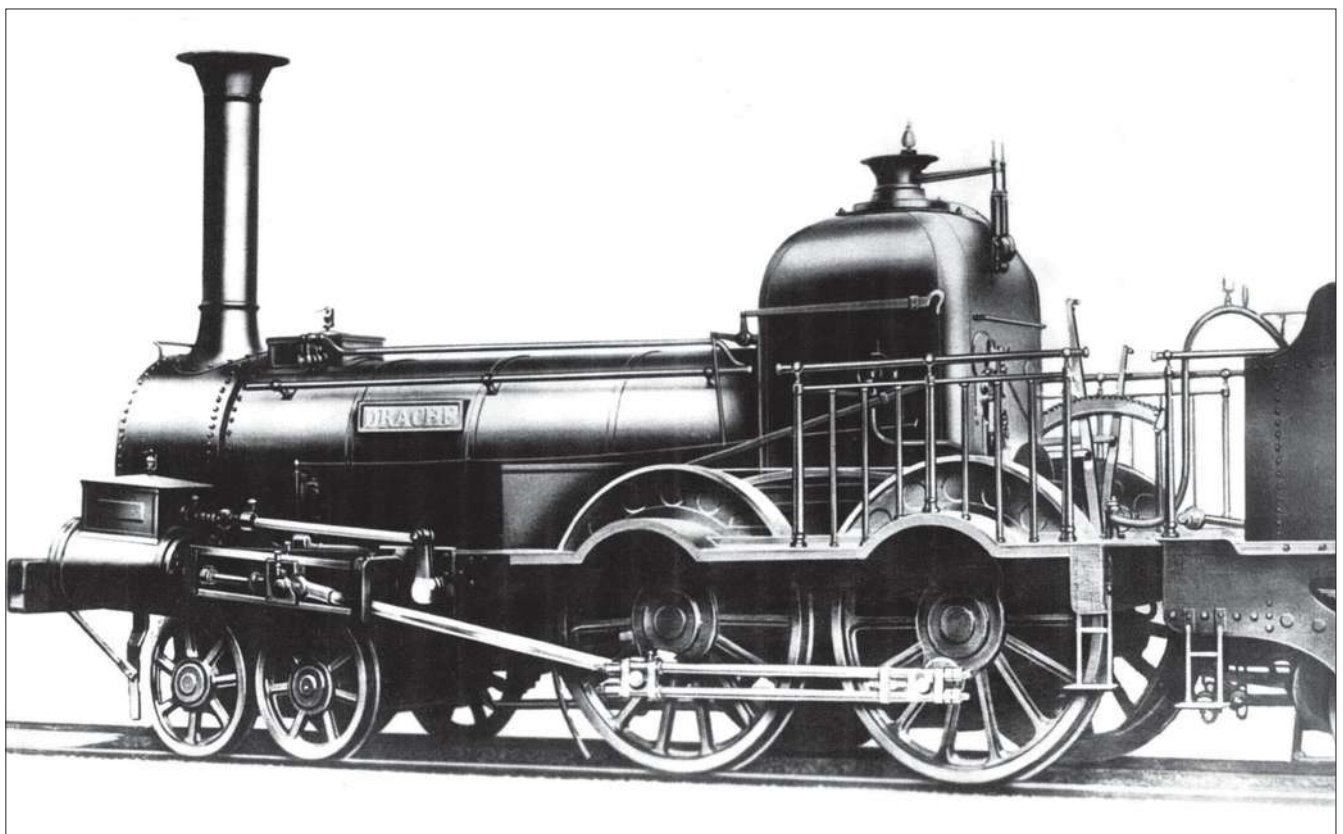


„Ernst August“ hieß die erste von Egestorff in Hannover (später Hanomag) gebaute Lokomotive, die für die Hannoversche Staatsbahn beschafft wurde.



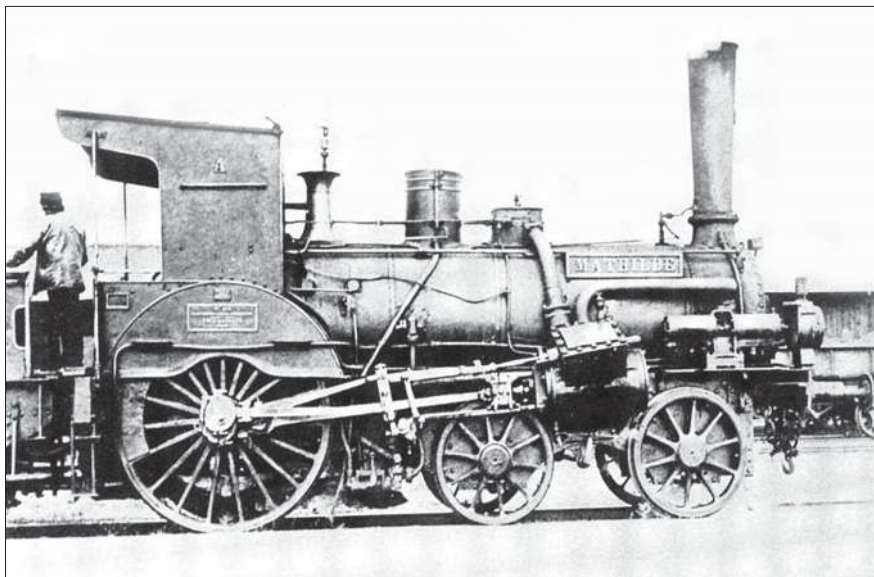
Maffei's Fabrik-Nummer 1 war „Der Münchner“, der 1841 auf eigene Rechnung gebaut wurde. Nach jahrelangem Streit mit der Königlichen Eisenbahn-Kommission kam er zur München-Augsburger Eisenbahn.

FOTO: ARCHIV KRAUSS-MAFFEI



1848 stellte Henschel seine erste Lokomotive mit der Fabrik-Nummer 1 und dem Namen „Drache“ auf die Schienen.

FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER



Auch in Deutschland kam die Bauart „Crampton“ mit rund 100 Stück zum Einsatz, hier die „Mathilde“ der hessischen Ludwigsbahn.

Lokomotiven der Kesseldruck 10 bar (10 kp/cm^2), während in Amerika schon 1836 Lokomotiven mit 8 bis 9 bar Kesseldruck entstanden.

Wichtig für die Arbeit der Dampfmaschine ist die Steuerung, die den Dampfzutritt in den Zylinder vor und hinter den Kolben regelt und notwendig ist, um die Fahrtrichtung zu ändern. Mit der Einführung der Expansionsdampfmaschine gewann auch die Steuerung zunehmend an Bedeutung, mit der nicht nur die Umsteuerung zu regeln war, sondern auch die Dampfmenge, die in die Zylinder gelangte. Zu den bekanntesten Steuerungen, auf die im entsprechenden Kapitel noch eingegangen wird, zählen die Kulissensteuerung von Stephenson (1842), die Bauart Gooch (1843), die

Bauart Walschaert (1844), die Bauart Heusinger (1849) und die Bauart Allan (1856). Die Entwicklungen von Heusinger von Waldegg und des Belgiers Walschaert sind weitgehend identisch, und fast alle deutschen Dampflokomotiven sind seit den 80er-Jahren des vorigen Jahrhunderts mit Heusinger-Steuerungen ausgerüstet worden.

Weitere Erkenntnisse um die Natur hochgespannten Dampfes führten zu der Einsicht, dass es günstiger sei, den Dampf nicht in einem Zylinder oder Zylinderpaar expandieren zu lassen, sondern die Expansion stufenweise vorzunehmen, d. h., die Arbeitsleistung des Dampfes in zwei Etappen zu nutzen. Die erste Lokomotive, die nach dem so genannten Verbundverfahren arbeitete,

wurde 1876 vom Schweizer Anton Mallet gebaut. Damit trat in Deutschland keineswegs die Verbundlokomotive ihren Siegeszug an. Im deutschen Lokomotivbau konnte sich auf Dauer weder die Zweizylinder-Verbundlokomotive noch die Vierzylinder-Verbundlokomotive durchsetzen, wenngleich es Beispiele hervorragend gelungener Konstruktionen (bay. 53/s, bad. IV h) gab.

Der thermische Wirkungsgrad einer Dampflokomotive ist relativ gering, weil ein Teil der im Brennstoff enthaltenen Energie mit den Rauchgasen abzieht (die ersten Lokomotiven hatten Rauchgastemperaturen beim Austritt aus dem Schornstein von 400°C). Wie erwähnt, nutzte man die Rauchgaswärme durch längere Kessel mit längeren Rohren besser aus. Eine weitere Verlustquelle ist der Abdampf, mit dem Wärmeenergie und Wasser verlorengeht. Schon um 1850 versuchte man, den thermischen Wirkungsgrad zu verbessern, indem man den Abdampf in das Tenderwasser leitete, wo er kondensierte (Bauart Kirchweyer). Anfangs erzielte man Brennstoffersparnisse von 7 bis 9 %, bekam aber dann Schwierigkeiten mit zunehmender Verölung des Wassers durch das im Abdampf enthaltene Zylinderschmieröl. Auch arbeiteten die Strahlpumpen (1850 von Giffard erfunden) nicht mehr zuverlässig, wenn das Speisewasser Temperaturen von 70 bis 90°C erreichte. Die Dampflokomotive hatte also ausgangs des 19. Jahrhunderts im wesentlichen ihr Gepräge erhalten und mit der Erfindung der Verbundlokomotive einen vorläufigen Höhepunkt erreicht.

Die Dampflokomotive im 20. Jahrhundert

Eine der wichtigsten Etappen auf dem Wege zur neuzeitlichen Dampflokomotive war die Erfindung oder die Einführung der Heißdampflokomotive. Die Lokomotiven wurden bislang mit Nassdampf betrieben, wie er durch die Verdampfung des Wassers bei 100°C entstand. Erhöhter Kesseldruck erhöhte zwar auch den Siedepunkt des Speisewassers, aber es blieb Nassdampf (Satt-dampf), der bei der Abkühlung in den Einströmrohren und an den Zylinderwandungen teilweise wieder zu Wasser kondensierte.

Erfinder des Heißdampfes war der 1859 in Wegeleben bei Halberstadt ge-

borene Zivilingenieur Wilhelm Schmidt, ein Selfmademan, der weder richtige Schulbildung noch Studium besaß, aber bei seinem Tode 1924 mehr als 200 Reichpatente sein Eigen nannte. „Heißdampf-Schmidt“, wie man ihn respektvoll nannte, entdeckte (und erprobte es zunächst an ortsfesten Dampfmaschinen), dass Heißdampf ganz andere Eigenschaften als Nassdampf hatte. Heißdampf war unsichtbar, da die im Nassdampf enthaltenen Wassertropfen ebenfalls verdampft waren. Heißdampf war energiereicher und ein schlechterer Wärmeleiter als Nassdampf. Folglich waren seine Abkühlungsverlus-

te minimal. Die Überhitzung erfolgte ohne zusätzlichen Brennstoffaufwand mit Hilfe der Rauchgase, zunächst in der Rauchkammer, später in den Rauchrohren. Darüber ist im Kapitel über den Lokomotivkessel ausführlich zu lesen.

Schmidt hatte einen Mitstreiter, als er seine Idee präsentierte, Heißdampf nicht nur in ortsfesten Dampfmaschinen, sondern auch in Lokomotiven zu verwenden. Es war der Dezernent für Bau und Beschaffung von Lokomotiven bei der Preußischen Staatsbahn, Robert Garbe. Eine Erfindung zieht oft eine andere nach sich. Für die höheren Temperaturen der Heißdampflokomotiven

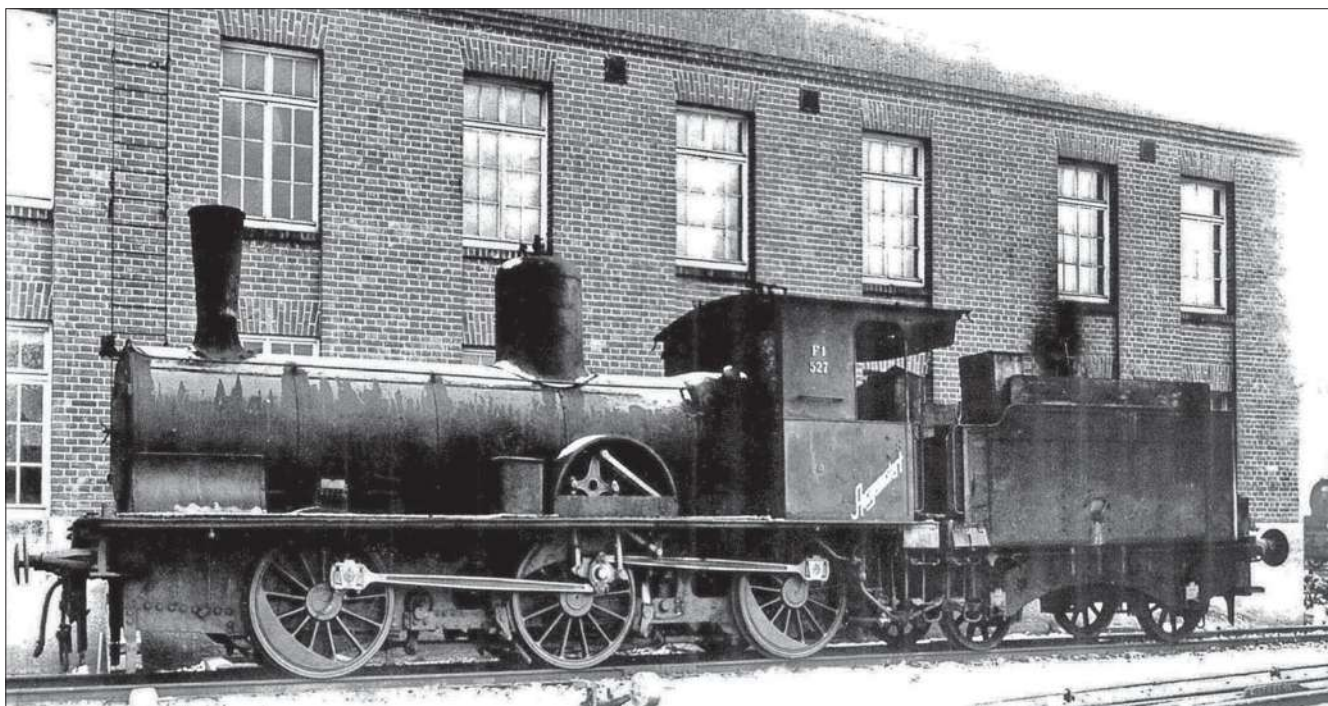


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Württembergische Güterzuglokomotive der Klasse F 1 mit Klose-Triebwerk.

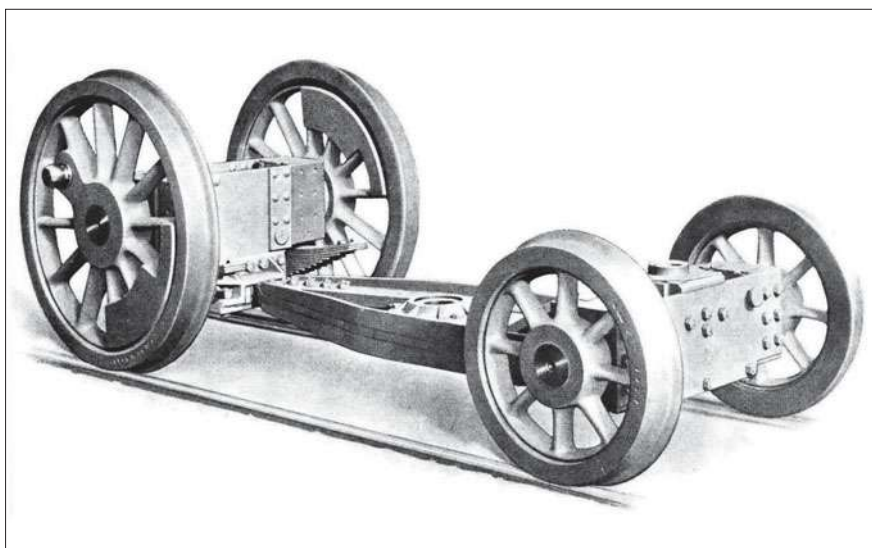
waren die bisher üblichen Flachschieber nicht mehr geeignet. Sie verzogen sich und dichteten nicht mehr zuverlässig ab. Der Kolbenschieber wurde erfunden, der einen ähnlichen Aufbau wie der Kolben im Verbrennungsmotor hat und gegen die Schieberbüchse mit Kolbenringen abdichtet. Über seine Funktion und die verschiedenen Bauarten wird im Kapitel über die Steuerung berichtet.

Die Verwendung vorgewärmten Speisewassers war eine weitere Methode, den Wirkungsgrad der Lokomotive zu verbessern und Brennstoff zu sparen. Für die Vorwärmer verschiedener Bauarten wurde ein Teil des Maschinenabampfes genutzt, der das in einem Röhrensystem umlaufende Speisewasser erwärmte. Diese Bauart, Oberflächenvorwärmer genannt, waren noch für die meisten Einheitslokomotiven typisch. Nach 1945 trat der Mischvorwärmer seinen Siegeszug an. Bei diesem Vorwärmertyp wird der Abdampf in einem besonderen Behälter, der Mischkammer, direkt in das Speisewasser geleitet, wo er kondensiert und dabei das Speisewasser vorwärmt. Hierbei wird zugleich ein Teil des Speisewassers, das sonst mit dem Abdampf verloren ging, zurückgewonnen.

Leistungsstärkere Lokomotiven erforderten größere Kessel. Diese aber erhöhten die Masse der Lokomotive und zwangen dazu, wenn die zulässige Achsfahrmasse eingehalten werden sollte, die Masse auf mehr Achsen zu verteilen. Mit

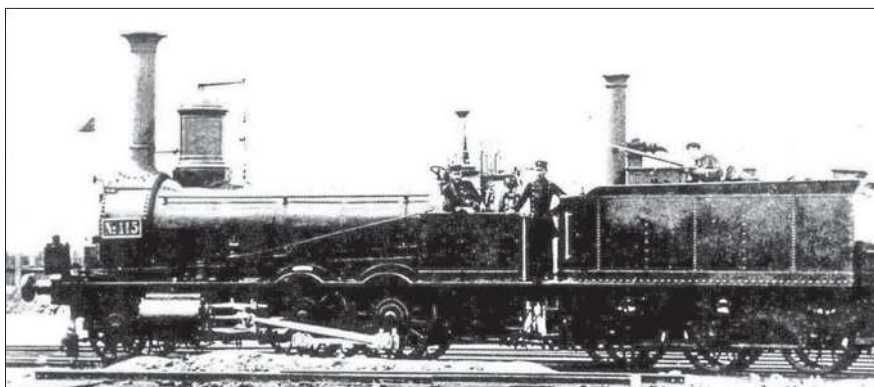
der Zahl der gekuppelten Achsen wuchs das Problem, mit diesen Lokomotiven Krümmungen zu durchfahren, ohne einen übermäßigen Laufwiderstand überwinden oder abnorme Spurkranz- und Schienenabnutzungen in Kauf nehmen müssen. Die Lösung des Problems der Kurvenläufigkeit mehrfach gekuppelter Lokomotiven ist mit dem Namen zweier Männer verbunden. Der eine ist Richard von Helmholtz, 1852 in Königsberg geboren. Sein Vater, Hermann von Helmholtz, war einer der bedeutendsten Wissenschaftler seiner Zeit, als Physiker, Mathematiker und Physiologe gleichermaßen souverän. Der Junior, Richard von Helmholtz, trat, bei Borsig ausgebildet, 1876 bei der Lokomotivfabrik

von Krauss & Comp. in München ein, wurde bald Chef des Konstruktionsbüros und blieb es bis 1918. Helmholtz hatte ein Spezialgebiet, die Wechselwirkung zwischen Rad und Schiene. 1888 erschien seine Schrift „Die Ursachen der Abnutzung von Spurkränzen und Schienen in Bahnkrümmungen und die konstruktiven Mittel zu deren Verminderung“. Zusammen mit seinem Firmenchef Georg Krauss, der bei Maffei gelernt, bei der Bayerischen Staatsbahn als Lokomotivführer gefahren und danach Maschinenchef der Schweizer Nordost-Bahn war, entwickelte er das Krauss-Helmholtz-Drehgestell. Hierbei waren eine radial einstellbare Laufachse und eine seitenverschiebbare Kuppelachse zu einem



REPRODUKTION AUS „FESTSCHRIFT DER LOKOMOTIVFABRIK KRAUSS“

Ansicht der Krauss-Helmholtz-Drehgestell-Konstruktion.



Die Kirchwegersche Kondensation ist an dem „Schornstein“ im Tender dieser Lok erkennbar. Das waren die ersten Versuche, verbrauchtes Speisewasser zurückzugewinnen.

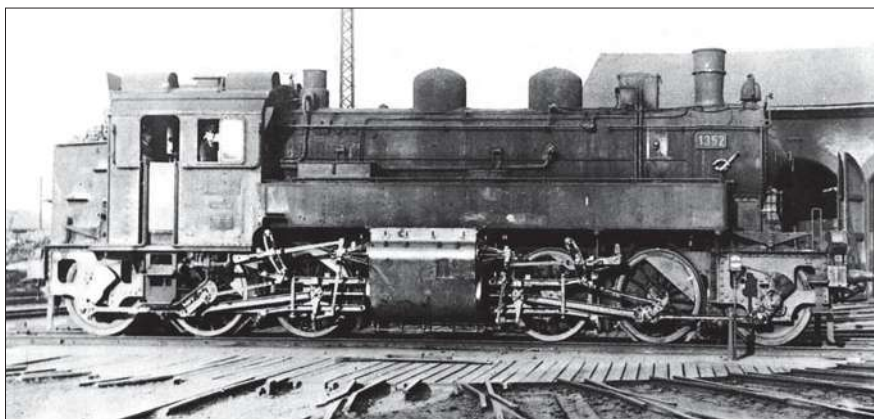
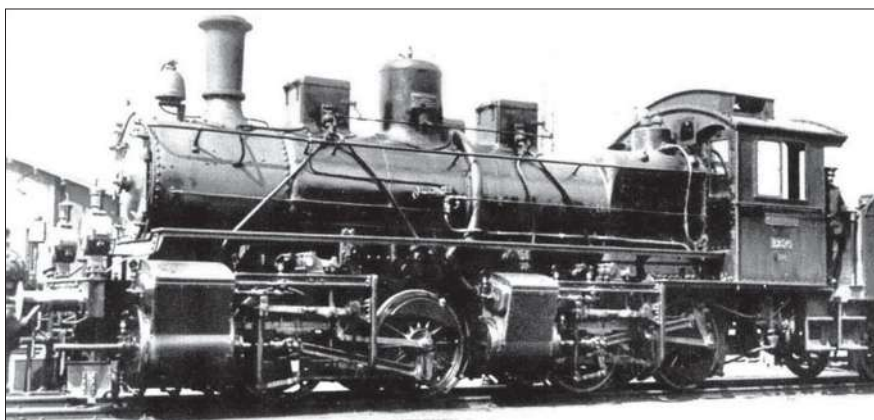
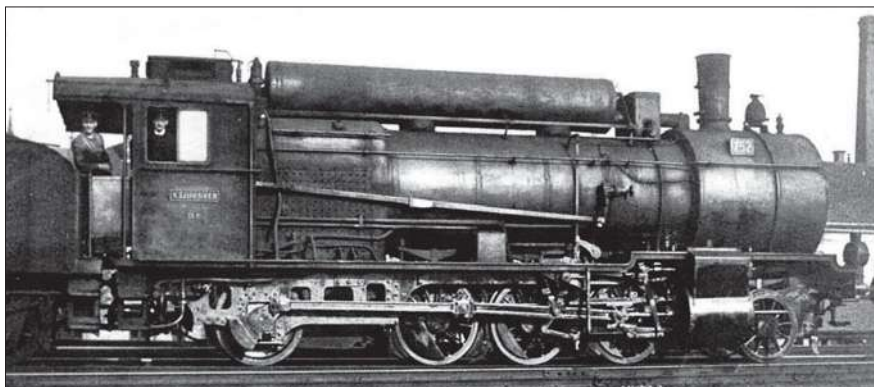


FOTO: VERLAGSARCHIV

Über Hohlachsen der Bauart Klien-Lindner verfügen die beiden Triebwerke der sächsischen Gattung XV HTV (Reichsbahn-BR 79).



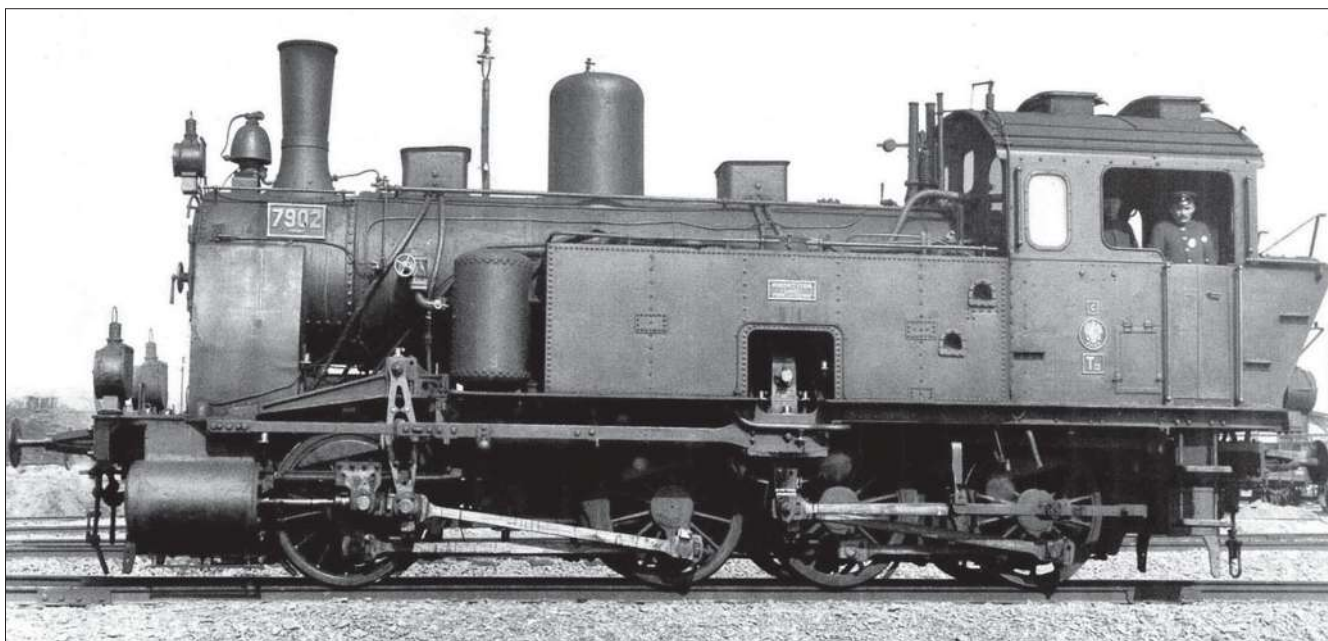
Die Lokomotiven der sächsischen Gattung I TV mit den Triebgestellen der Bauart Meyer wurden für die kurvenreiche Windbergbahn bei Dresden gebaut.



Auch die sächsischen Güterzuglokomotiven der Gattungen IX V und IX HV hatten die letzten Treibachsen zum besseren Kurvenlauf als Klien-Lindner-Hohlachsen ausgebildet.

Drehgestell oder Lenkgestell verbunden. Dieses Drehgestell hat sich vor allem bei mehrfach gekuppelten Güterzuglokomotiven, aber auch bei Schnellzug- und Personenzuglokomotiven bewährt. Ein Österreicher, Karl Gölsdorf, setzte R. v. Helmholtzes Berechnungen über verschiebbar angeordnete Kuppelachsen in die Praxis um. Es gab vordem viele Versuche, Lokomotiven mit mehr als drei Kuppelachsen kurvenläufig zu machen. Dafür stehen die Namen der Konstrukteure Hagans, Klose, Klien und Lindner, auch die Namen derer, die das Triebwerk in ein oder zwei Drehgestelle aufteilten – Mallet und Meyer. Auch über sie wird noch berichtet. Die Idee von Karl Gölsdorf, auf Helmholtzschen Berechnungen basierend, war ebenso genial wie einfach. Er gab bei einer fünffach gekuppelten Lokomotive der 1., 3. und 5. Kuppelachse Seitenverschiebbarkeit, so dass der feste Achsstand der Lokomotive nur von der 2. und 4. Kuppelachse gebildet wurde. Diese Erfindung machte die konstruktiv aufwendigen und wartungsintensiven Triebwerke der Bauarten Hagans, Klose, Klien-Lindner u. a. überflüssig und trat ihren Siegeszug um die Welt an. Um höheren Geschwindigkeiten und größeren Zugmassen zu entsprechen, musste auch die Bremse konstruktive Verbesserungen erfahren. Heute sind allgemein Druckluftbremsen üblich, mit denen der Lokomotivführer den ganzen Zug abbremsen kann. Bei Zugtrennungen bremsst die Druckluftbremse beide Zugteile selbsttätig ab.

Das sind in groben Zügen die wichtigsten Neuerungen, die die Dampflokomotive des 20. Jahrhunderts prägten. Es sind bei weitem nicht alle, denn so lange Dampflokomotiven gebaut wurden, sann man auf ihre Verbesserung, auf energetische und fahrdynamische Verbesserungen, auf Erleichterungen für das Personal, auf Standardisierung und Normung der Bauteile zur Vereinfachung der Erhaltungswirtschaft. Der Zweite Weltkrieg hat, vor allem in Deutschland, die Entwicklung der Dampflokomotive jäh unterbrochen. Versuche mit Turbinen- und Dampfmotorantrieben, mit Mittel und Hochdruckkesseln blieben Versuche und erreichten aus vielerlei Gründen nicht die Serienreife. Über das hochinteressante Versuchswesen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zu berichten, das die Dampflokomotive zu einem durchaus ebenbürtigen Konkurrenten von Automobil und



Das Konstruktionsprinzip der Bauart Hagans macht diese Aufnahme einer preußischen T 13 deutlich.

Schnelltriebwagen reifen ließ, kann vielleicht an anderer Stelle ausführlich nachgeholt werden. Die Nachkriegszeit brachte nochmals ein kurzes Aufleben des Dampflokomotivbaus mit bemerkenswerten technologischen und technischen Fortschritten, die in den so genannten Neuen Baugrundsätzen (formuliert von Friedrich Witte und praktiziert bei Bundesbahn und Reichsbahn) zusammengefasst sind. Der Lokomotivbau profitierte vor allem vom Fortschritt der Schweißtechnik bei der Herstellung von Kessel und Rahmen, korrigierte Fehler aus der Reichsbahnzeit bei der Ausstattung des Kessels mit Heizflächen, indem man durch den Einbau einer Verbrennungskammer den Anteil hochwertiger Strahlungsheizfläche an der Ver-

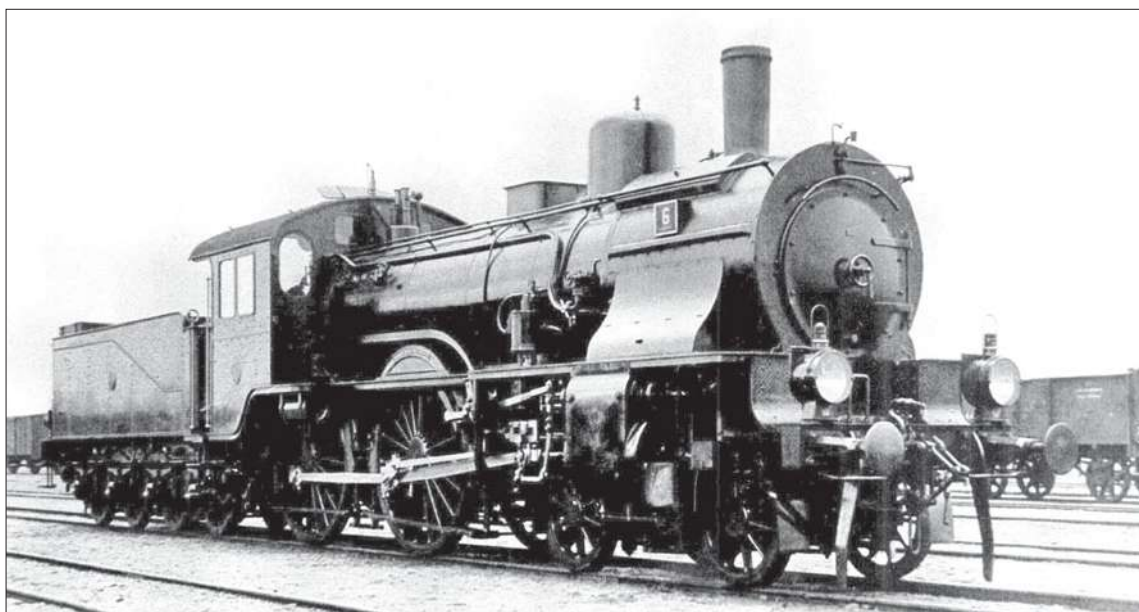
dampfungsheizfläche erhöhte. Öl- und Kohlenstaubfeuerung sind zwar keine Erfindungen der Nachkriegszeit, erreichten aber hier Perfektion und breite Anwendung (die Kohlenstaubfeuerung nur bei der Deutschen Reichsbahn).

Die Fortschritte im Lokomotivbau kamen aber nicht nur den Neubaulokomotiven beider deutscher Bahnverwaltungen zugute, vielmehr unterzog man auch Einheits- und Länderbahnlokomotiven einer Modernisierung und Leistungssteigerung und machte sie damit für weitere Erhaltungsabschnitte einsatzfähig. Doch spätestens Mitte der 50er-Jahre hatte die Dampflokomotive das Rennen gegen die neuen Traktionsmittel, gegen die Diesel- und Elektrolokomotiven, bereits verloren. Die neuen

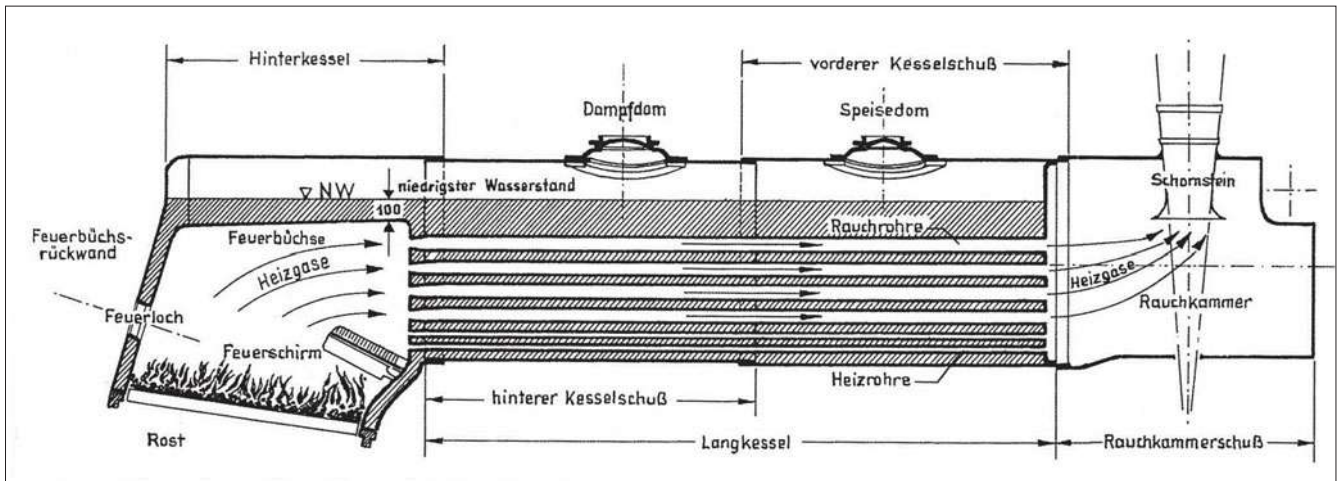
Traktionsarten konnten einen besseren Wirkungsgrad, wesentlich geringeren Unterhaltungsaufwand, höhere Zug- und Laufleistungen sowie mehr Bedienkomfort aufweisen als die Stephensonsche Dampflokomotive selbst in ihrer ziemlich perfekten Ausführung Mitte des 20. Jahrhunderts.

Zweifellos sind Lokomotiven wie die Maschinen der Baureihe 120 der DB oder der Baureihen 212/243 der DR brillante Technik, gegen die selbst die modernste Dampflokomotive archaisch anmutet. Zweifellos vermögen auch ICE und TGV durch Technik, Komfort und Geschwindigkeit zu faszinieren, doch die Faszination des Phänomens Dampflokomotive wird nicht erreicht. Hoffen wir, dass es so bleibt.

Die vergrößerte Rauchkammer der preußischen S 4 mit ihren seitlichen Ausbuchtungen zeigt, dass es sich um eine Lokomotive mit Rauchkammerüberhitzer handelt.



FOTOS (5): SAMMLUNG DR. SCHEINGRÄBER



Grundsätzlicher Aufbau des Lokkessels. Ansicht einer 2'C1'h3-Schnellzuglok der Baureihe 01¹⁰.

Die Hauptbestandteile der Dampflokomotive und ihre Funktion

Der Lokomotivkessel

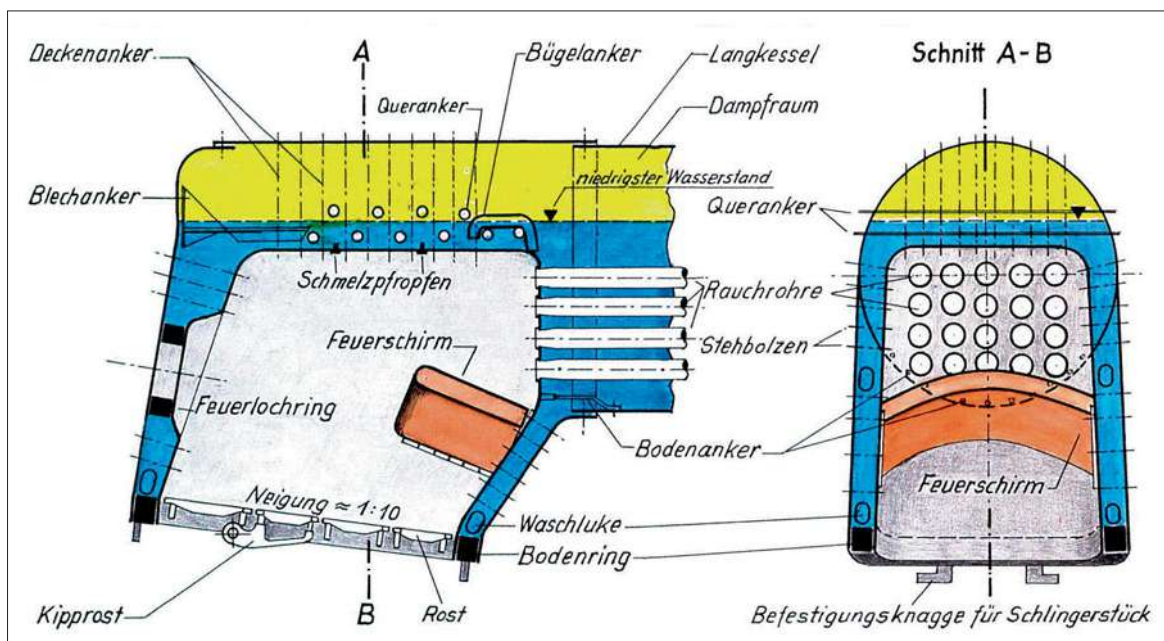
Im Lokomotivkessel laufen zwei Vorgänge ab: Die Verbrennung des Brennstoffes (Kohle, Kohlenstaub, Öl) und die Verdampfung des Wassers. Grundsätzlich besteht der Lokomotivkessel aus drei Hauptbaugruppen, dem Hinterkessel mit der Feuerbüchse, dem Langkessel mit den Rauch- und Heizrohren und der Rauchkammer mit Schornstein und Saugzuganlage. Diese Baugruppen waren bei Länderbahn und Einheitslokomotiven miteinander vernietet, bei Neubaulokomotiven weitgehend miteinander verschweißt.

Der Hinterkessel

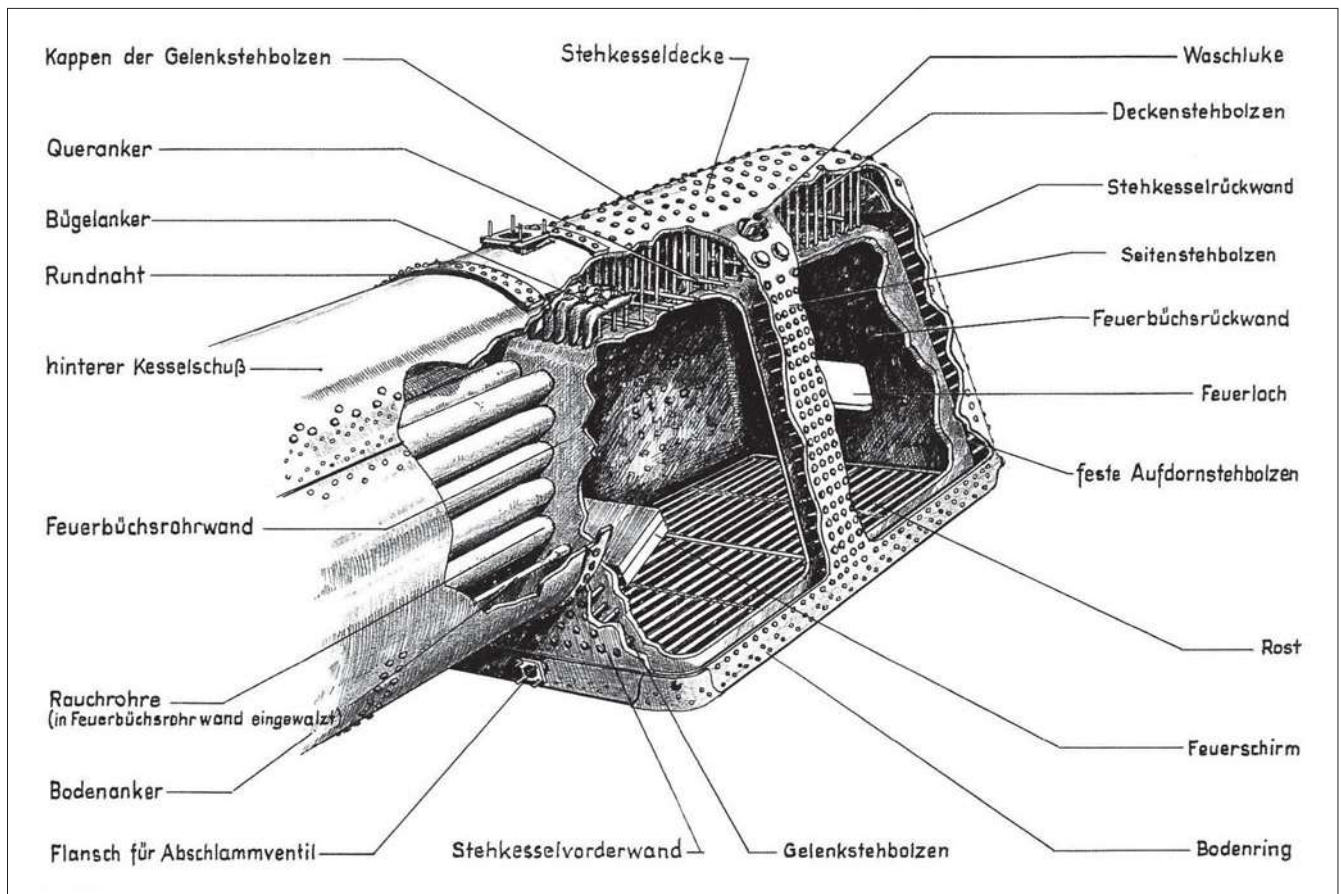
Zum Hinterkessel gehören der außenliegende Stehkessel und die darin befindliche Feuerbüchse: Der Name Stehkessel stammt noch von den Lokomotiven der Anfangszeit, wo der Hinterkessel deutlich vom Langkessel abgesetzt war, diesen überragte, senkrecht stand. Decke und Wände des Stehkessels bestehen aus einem Stück. Die Stehkesseldecke ist halbkreisförmig gebogen und dem Durchmesser des Langkessels angepasst, so dass kein Übergang vom Langkessel zum Stehkessel sichtbar ist. Bei der

Preußischen und Sächsischen Staatsbahn bevorzugte man eine Zeit lang Hinterkessel der Bauart Belpaire mit flacher, breiter Decke, um einen größeren Dampfraum zu erzielen. Beispiele dafür bieten die pr. P 10 (Baureihe 39⁰⁻²) pr. T 20 (Baureihe 95) und die sä. XI HT (Baureihe 75⁵).

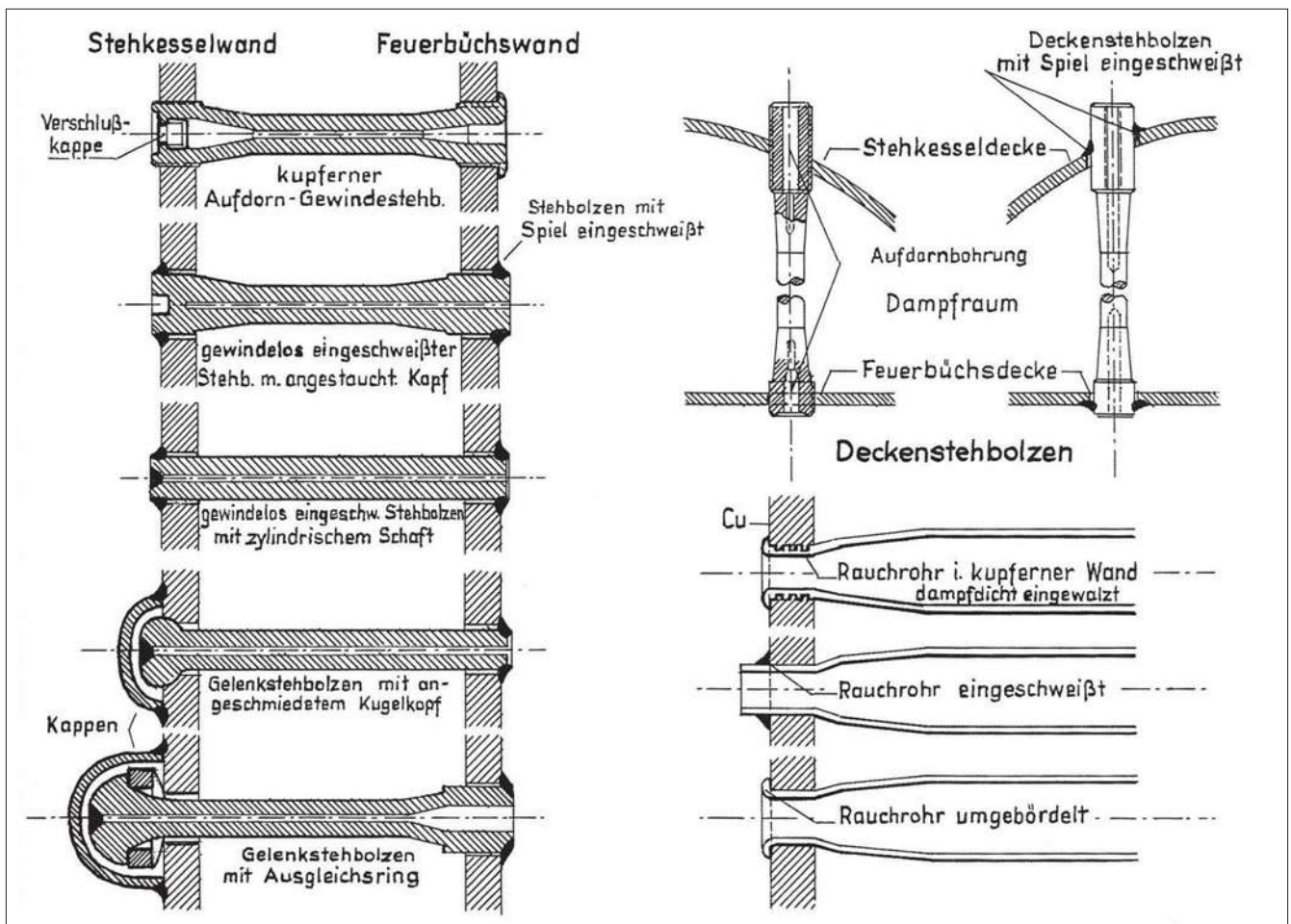
Feuerbüchse und Stehkessel sind durch den Bodenring, der zugleich unterer Abschluss des Wasserraumes ist, miteinander verbunden. Der Bodenring ist u-förmig, war bei älteren Lokomotiven geschmiedet und bei neueren aus



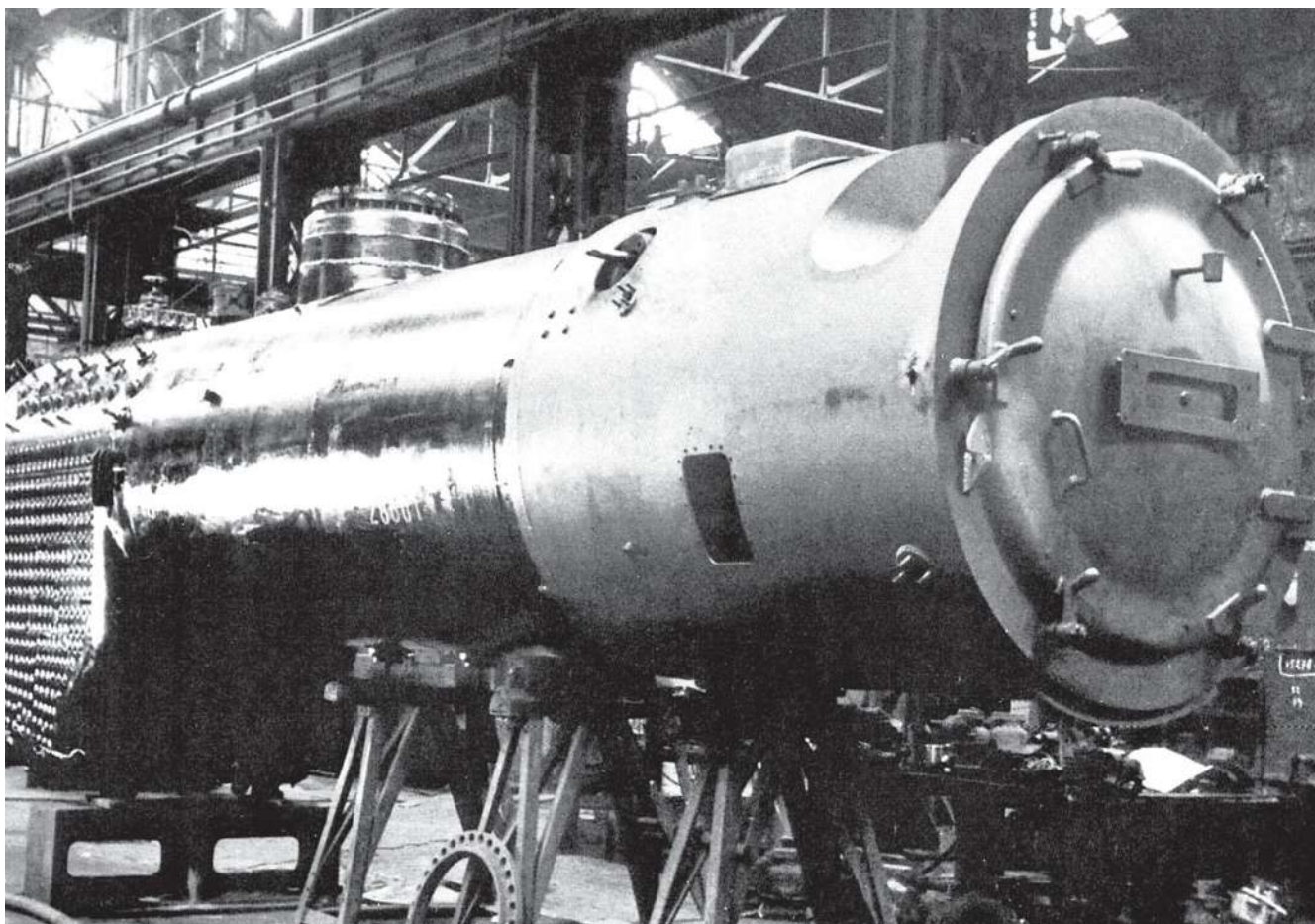
Hinterkessel mit Feuerbüchse in genieteter Ausführung.



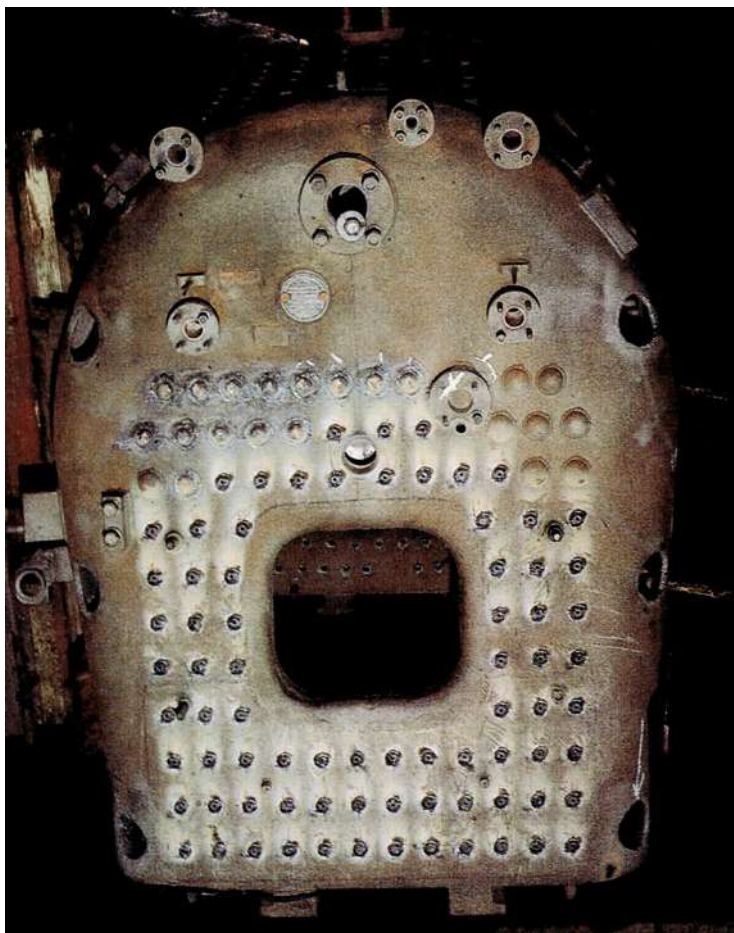
Hinterkessel: Stehkessel und Feuerbüchse teilweise aufgeschnitten.



Die verschiedenen Stehtbolzenverbindungen zwischen Feuerbüchse und Stehkessel.



Moderne Dampflokessel-Konstruktion: Hier die Montage einer Lokomotive der Baureihe 82 im Herstellerwerk.



Stehkesselrückwand mit Feuerloch einer Schmalspur-Heißdampf-lokomotive.

Vierkantstählen und Kreisbögen geschweißt. Die Feuerbüchse, in der die Verbrennung stattfindet, besteht aus dem Feuerbüchsmantel (Decke und Seitenwände), der Feuerbüchsenrohrwand, in der die Rauch und Heizrohre eingelassen sind, und der Feuerbüchsenrückwand mit dem Feuerloch. Es gibt schmale Feuerbüchsen, die zwischen den Rahmenwangen eingezogen sind, und breite, die auf dem Rahmen aufliegen und ihn seitlich überragen. Schmale Feuerbüchsen hatten viele preußische Lokomotiven, zum Beispiel die P 8. Breite Feuerbüchsen wurden bei den süddeutschen Schnellzuglokomotiven (S3/6, IVh) und bei den meisten Einheitslokomotiven bevorzugt. Bei einer schmalen Feuerbüchse liegt auch der Rost zwischen den Rahmenwangen. Die Ausbildung einer entsprechend großen Rostfläche wird hier problematisch, weil die Breite durch den Rahmenwangenabstand vorgegeben ist, die Länge aber nicht beliebig vergrößert werden kann, weil sonst der Heizer beim Beschicken des Rostes und bei der Reinigung Probleme bekommt.

Baustoff für die Feuerbüchse war früher Kupfer, das ein hervorragender Wärmeleiter ist und durch seine Zähig-

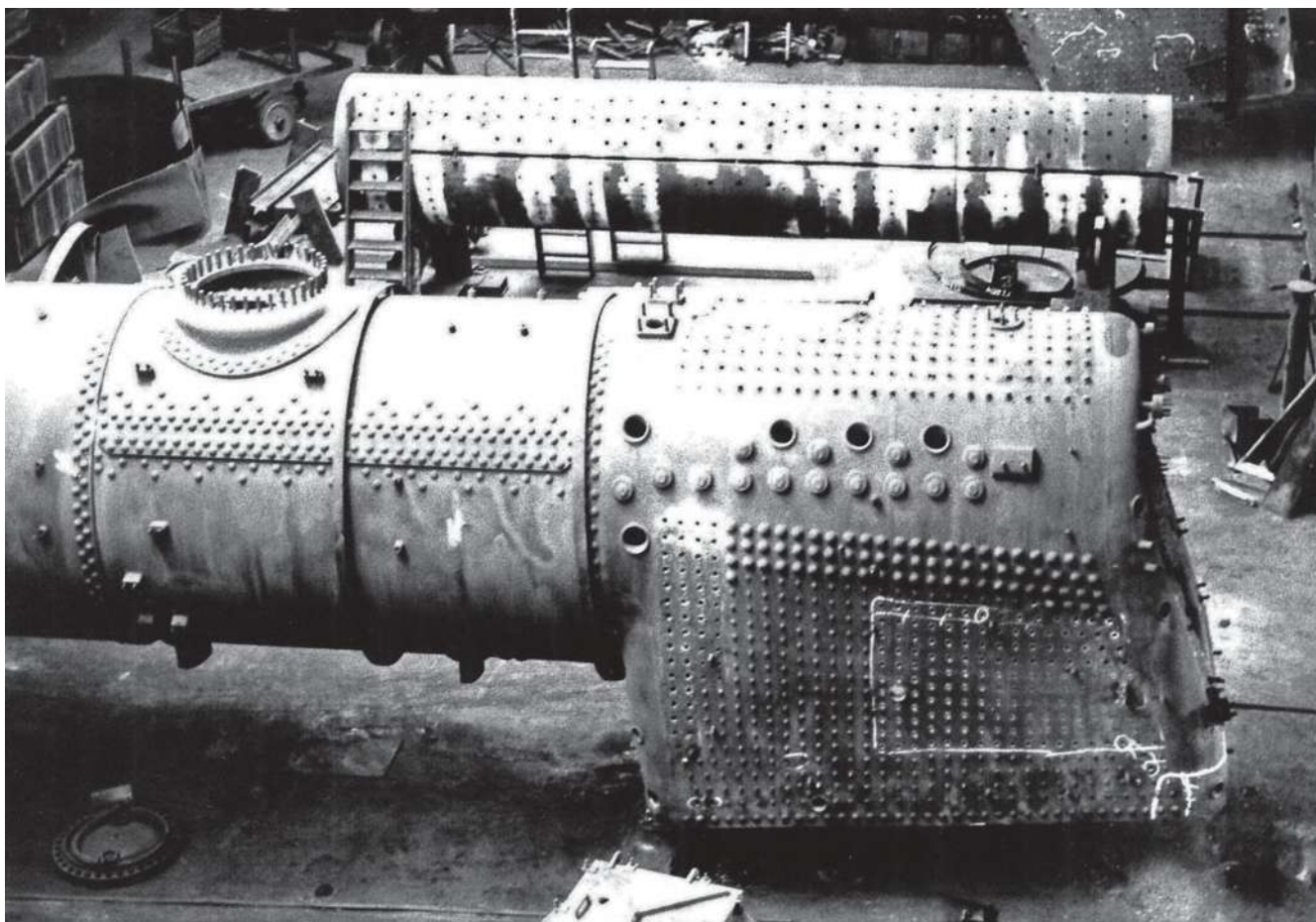


FOTO: M. WEISBRÖD

Genieteter Kessel der Einheitsbauart. In der linken Seitenwand des Hinterkessels ist ein Teil der Stehbolzen ausgebaut. Die fünf großen Löcher zwischen Deckenstehbolzen und Seitenstehbolzen sind die Öffnungen der Waschluken.

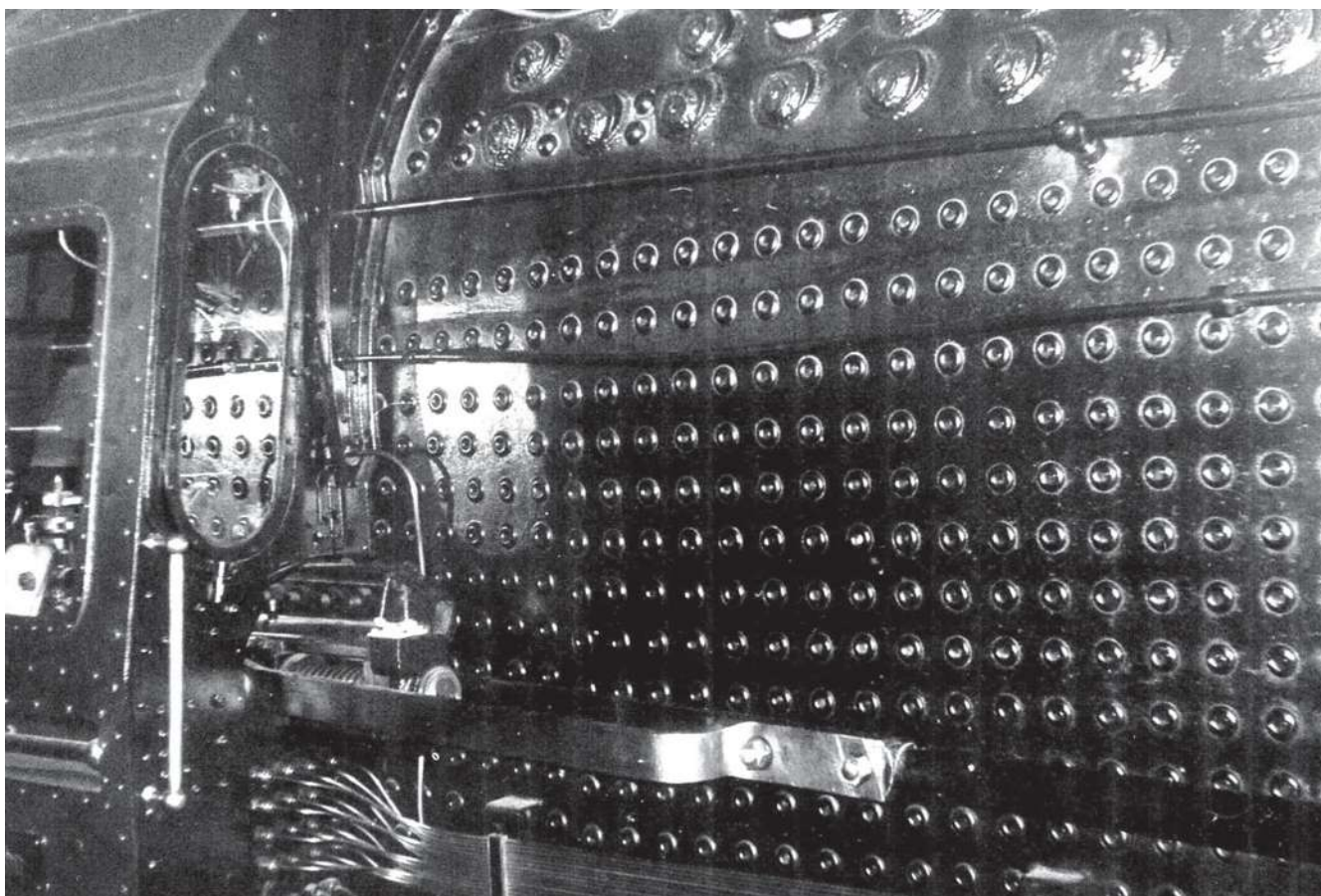
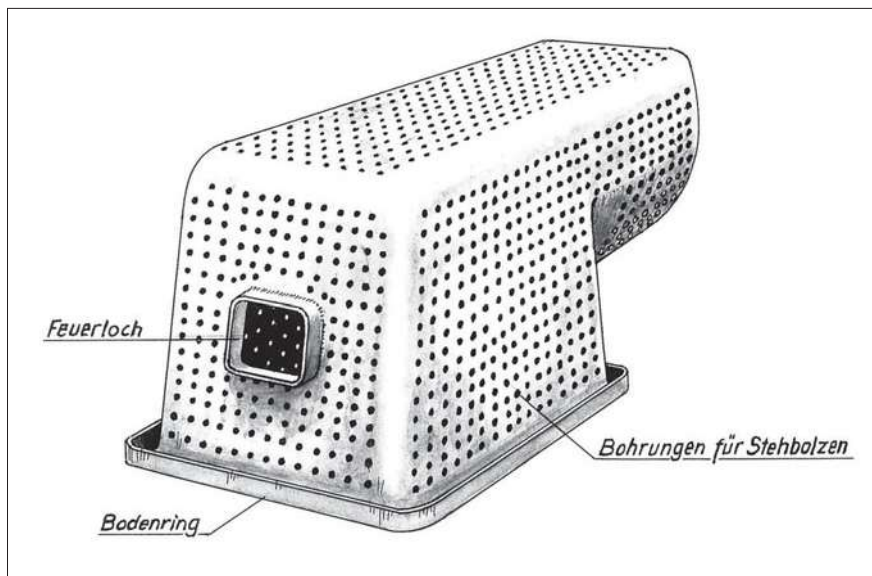


FOTO: VERLAGSARCHIV

Stehkessel einer „Schnellen“. Unverkleidete Ansicht des Hinterkessels einer Lokomotive der Baureihe 05.



Stahlfeuerbüchse mit Verbrennungskammer.

keit gut temperaturbedingte Wärmespannungen ausgleichen kann. Materialprobleme führten bereits im Ersten Weltkrieg zu Versuchen mit stählernen Feuerbüchsen, allerdings noch nicht mit dem gewünschten Erfolg, weil die verwendeten Stähle nicht die erforderliche Elastizität besaßen. Die Erfindung des IZII-Stahles durch Krupp löste dieses Problem, und seither werden nur noch die billigeren und einfacher zu unterhaltenden stählernen Feuerbüchsen eingebaut. Der Wärmeleitwiderstand des Stahles ist etwa sechsmal größer als der des Kupfers, doch wird dieser Nachteil durch die höhere Festigkeit des Stahls weitgehend ausgeglichen. Mussten bei kupfernen Feuerbüchsen die Seitenwände ca. 16 mm dick sein, genügt bei Stahl eine Dicke von 10 bis 11 mm. Die Rohrwand

war in dem Teil, in dem die Rohre eingelassen waren, bei kupfernen Feuerbüchsen 26 mm dick, bei stählernen nur 15 mm. Einige Neubaulokomotiven beider deutscher Bahnverwaltungen und mit Hochleistungs-Ersatzkesseln bestückte Einheitslokomotiven haben Feuerbüchsen mit Verbrennungskammer erhalten. Hierbei ist die Feuerbüchse ein Stück in den Langkessel hineingezogen (je nach Bauweise zwischen 750 und 1150 mm). Zweck der Verbrennungskammer ist es, die Strahlungsheizfläche zu vergrößern (Strahlungsheizfläche ist die Heizfläche

der Feuerbüchse, die direkte Berührung mit den Flammen hat), den Heizgasen mehr Raum zum Ausbrennen zu geben und die Rohrwand vor zu großer Wärmeeinwirkung zu schützen. Lokomotivkessel mit Verbrennungskammer haben eine größere Dampfleistung und sind höher belastbar.

Den unteren Abschluss der Feuerbüchse bildet der Rost, auf dem feste Brennstoffe (Kohle) verbrannt werden. Der Rost liegt in Höhe des Bodenringes und ist etwa 1:10 nach vorne geneigt, damit die Brennstoffschicht durch die Rüttelbewegungen während der Fahrt allmählich nach vorn zur Rohrwand wandert. Die Roststäbe aus einem speziellen Grauguß liegen lose auf den Rostbalken, diese auf den am Bodenring befestigten Rostbalkenträgern. Ein Rost besteht aus mehreren Feldern, von denen ein mittleres als Kipprost ausgebildet ist. Dieses Feld wird vom Führerhaus aus durch eine Handspindel bedient und erleichtert das Ausschlacken. Die Roststäbe sind oben breiter als unten. Dadurch wird verhindert, dass sich Schlacketeilchen zwischen den Roststäben verklemmen können, und zum anderen bewirkt, dass die im Aschkasten vorgewärmte Luft wie durch Düsen in die Feuerbüchse eindringt. Die freie Fläche, durch die die Luft streichen kann, beträgt durchschnittlich 43 % der Gesamtrostfläche.

Feuerbüchse einer Heißdampf-Schmalspurlokomotive von unten gesehen.

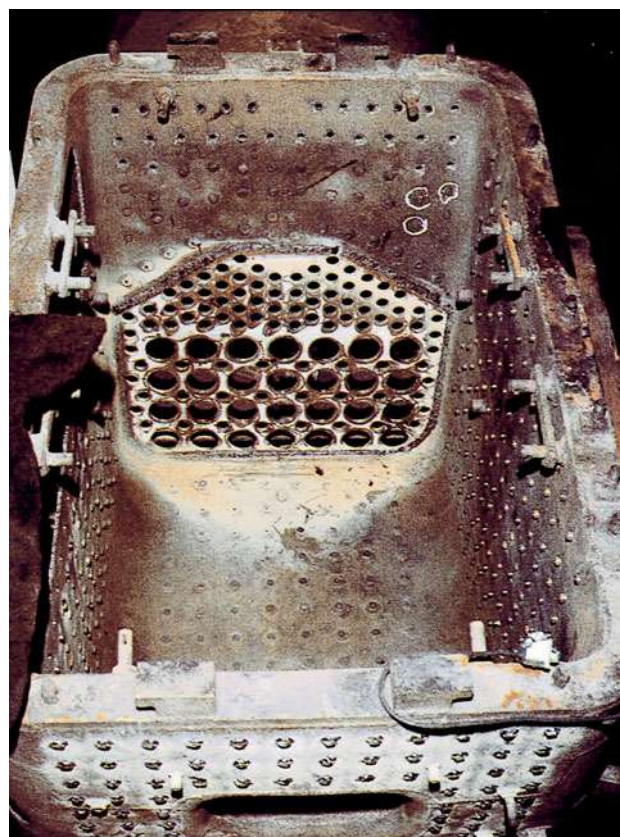
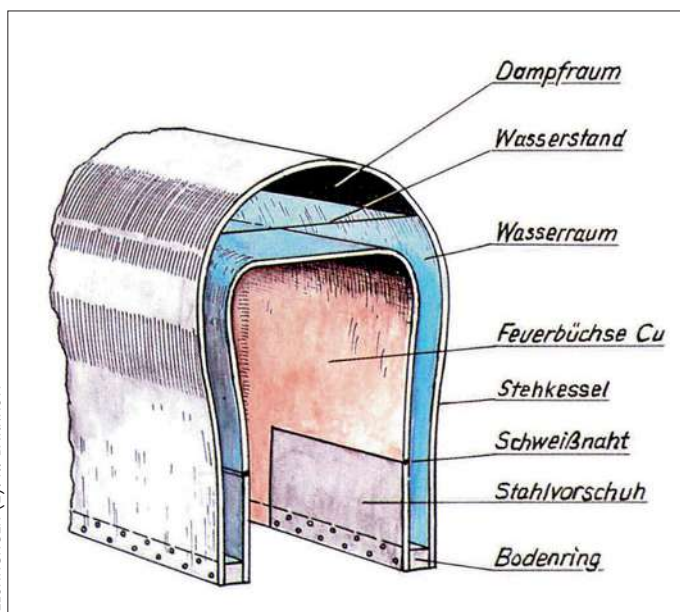
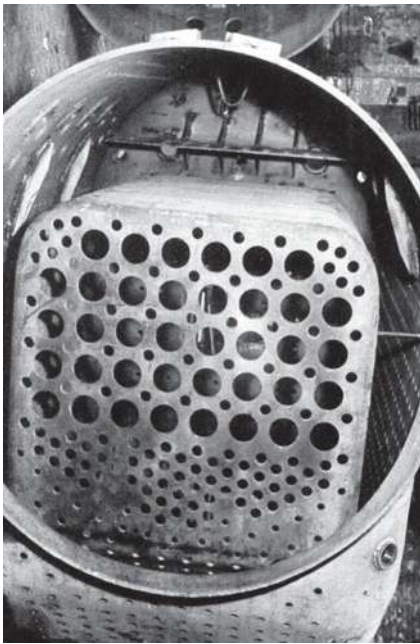


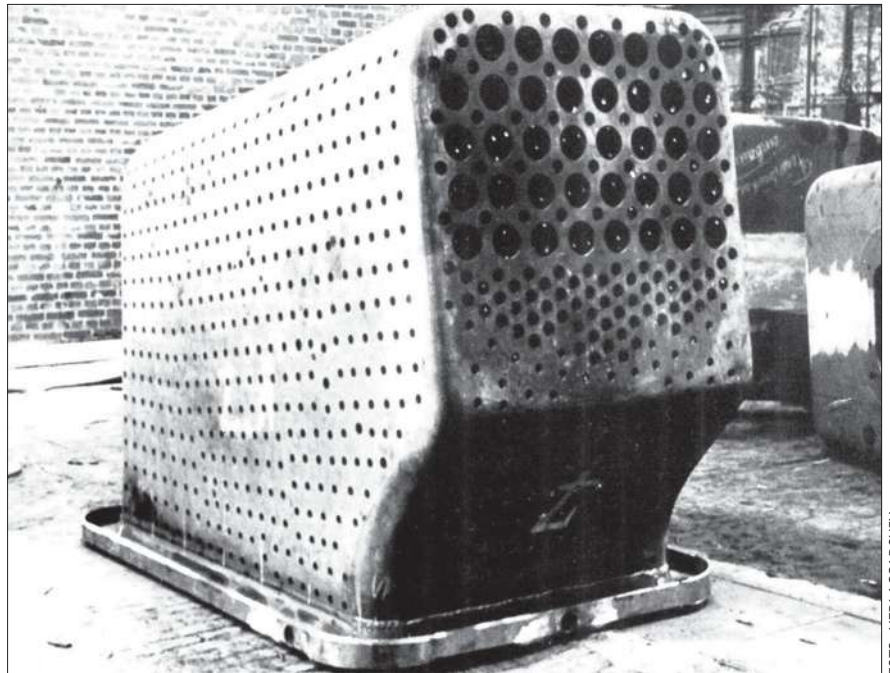
FOTO: M. WEISBROD



Kupferne Feuerbüchse mit Stahlvorschuh.



Die Feuerbüchse, wurde von unten in den Stehkessel einer 82 eingefügt.

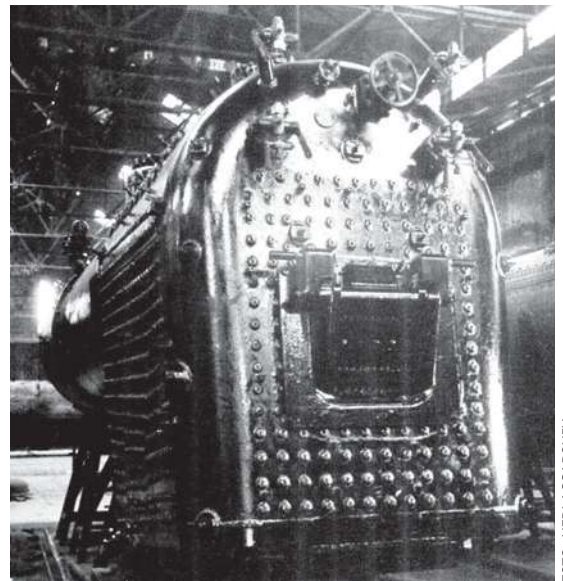


Die Feuerbüchse der Baureihe 82, noch ohne den sie später umhüllenden Stehkessel.

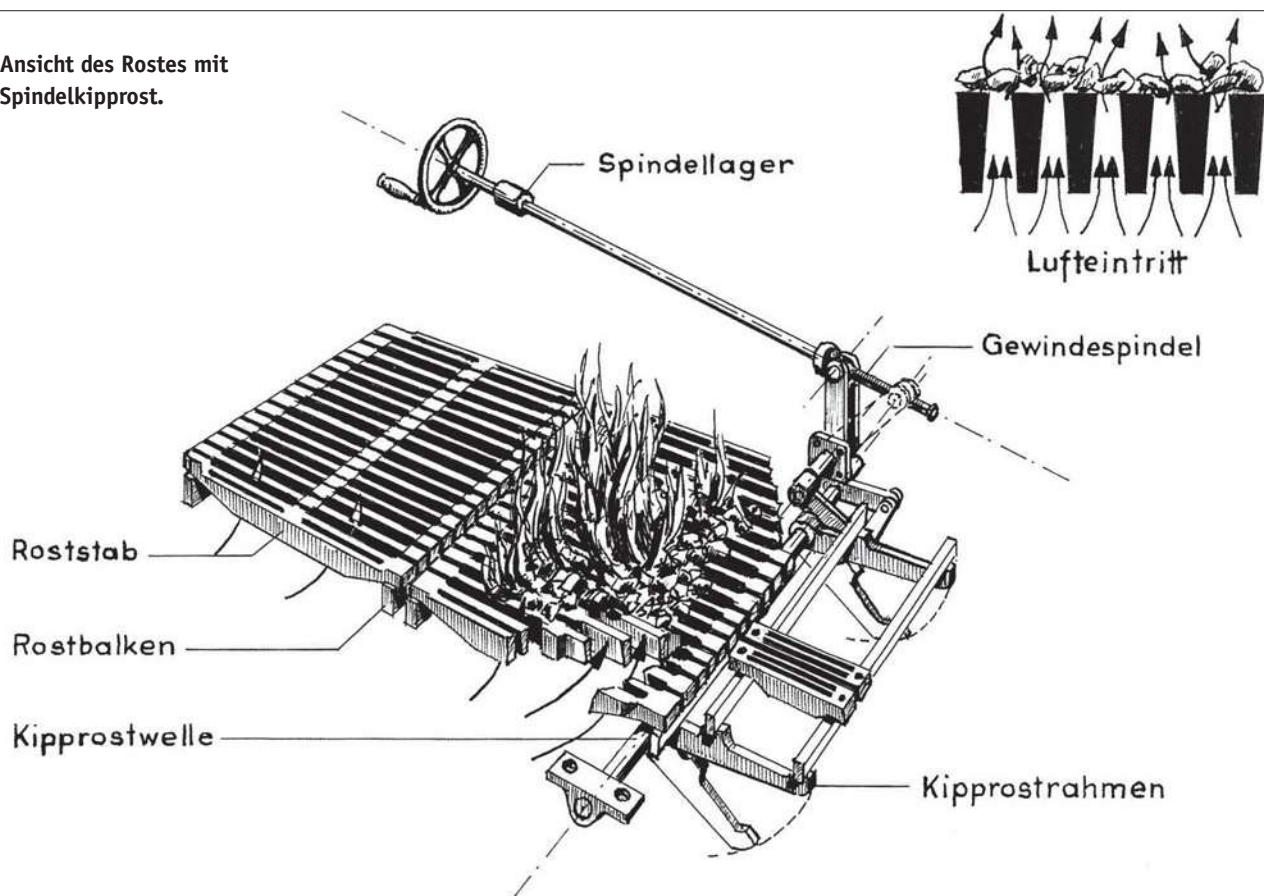


Unverkleideter Stehkessel mit Armaturen einer Lokomotive der Baureihe 82.

Anbau der Verkleidungsbleche des Stehkessels.



Rahmen und Kessel der 23 105 werden zum Aufachsen angehoben. Rechts steht der aufgearbeitete Radsatz.

Ansicht des Rostes mit
Spindelkipprost.

Als wichtigstes Bauteil in der Feuerbüchse ist der Feuerschirm zu erwähnen, der unterhalb der Feuerbüchsenrohrwand eingebaut ist. Er ist als freitragendes Gewölbe mit ca. 1500 mm Radius aus feuerfesten Steinen gemauert oder aus feuerfestem Beton in der Feuerbüchse aus einem Stück geformt. Der Feuerschirm hat mehrere Aufgaben zu erfüllen. Er verwirbelt die Rauchgase zur besseren Vermischung mit der Verbrennungsluft; er verlängert den Weg der Rauchgase, damit mitgerissene Brennstoffteilchen ausbrennen können und nicht als Schlacke die Rohrwand zusetzen. Außerdem schützt er die Rohrwand vor zu großer Wärmeeinwirkung und fördert als Wärmespeicher die schnelle und vollkommene Verbrennung des aufgeworfenen Brennstoffes. Als hochbeanspruchtes Bauteil muss der Feuerschirm öfters erneuert werden, durchschnittlich nach 120 Betriebstagen.

Feuerbüchsenaußen- und Stehkesselinnenwand werden vom Kesselspeisewasser umspült und stehen unter Kessel- druck. Der Dampfdruck würde bewirken, dass die Feuerbüchse nach innen und der Stehkessel nach außen ausgebeult würden, wenn sie nicht miteinander verankert wären. Das Ausbeulen verhindern die Stehbolzen, die Feuerbüchse und

Stehkessel miteinander verbinden. Die Entfernung der Stehbolzen voneinander richtet sich nach der Beschaffenheit des Materials von Stehkessel und Feuerbüchse und nach dem Kesseldruck. Sie beträgt durchschnittlich 80 bis 90 mm, so dass bei großen Kesseln über 1500 Stehbolzen erforderlich sind. Sie bestehen aus hohlgezogenem oder durchbohrtem Material, damit beim Bruch eines Stehbolzens Wasser in die Feuerbüchse eintreten und dem Personal den Schaden signalisieren kann. An der Außenwand des Stehkessels sind die Bohrungen durch eine Kappe oder einen Schweißtropfen verschlossen, um das Entweichen von Verbrennungsgasen oder den Eintritt von Nebenluft in die Feuerbüchse zu verhindern. Kupferne Stehbolzen in kupfernen Feuerbüchsen waren eingeschraubt, stählerne Stehbolzen werden eingeschweißt. In Zonen, die besonders starker Wärmedehnung ausgesetzt sind (z. B. vorderer und hinterer Rand der Seitenwände), werden Gelenk- stehbolzen eingebaut, in neueren Kesseln Kreuzgelenk- stehbolzen. Der dampfdichte Abschluss bei Gelenk- stehbolzen wird durch Aufschweißen einer Kappe an der Stehkesselaußenwand erreicht.

Die Feuerbüchsen- decke ist mit der Stehkessel- decke durch Decken- stehbol-

zen verbunden. Sie haben die gleiche Funktion wie die Seiten- stehbolzen und werden bei stählernen Feuerbüchsen eingeschweißt. Da die Feuerbüchsen- rohrwand besonders hohen Temperaturen ausgesetzt ist und sich am stärksten ausdehnt, werden am vorderen Umbug die erste oder die ersten beiden Reihen Decken- stehbolzen nicht bis zur Feuerbüchsen- decke geführt, sondern gelenkig auf Bügelankern abgestützt. Die Bügel- anker liegen auf dem vorderen Umbug auf und sind mit einer Mutter an der ersten Reihe der durchgehenden Decken- stehbolzen verschraubt.

Weitere Versteifungen sind die Bodenanker, die den hinteren Teil des Langkessels mit dem unteren Teil der Rohr- wand verbinden, und die Queranker, die die halbrunde Stehkessel- decke ver- steifen.

Eine besondere Versteifung der Rohr- wand im Bereich der Rohre (Rauch und Heizrohre) ist nicht erforderlich. Hier übernehmen die Rohre selbst die Ver- steifung.

Die Stehbolzen erfordern besondere Aufmerksamkeit, weil gerissene Steh- bolzen im Betrieb meist nicht bemerkt werden, da die Kontrollbohrungen ver- stopft oder verschmutzt sind. Beim Auswaschen des Kessels im Betriebs-

werk sollten deshalb die Kontrollbohrungen geöffnet werden. Der Bruch eines Stehbolzens bedeutet, daß ein Teil der Feuerbüchse- bzw. Stehkesselwand unverankert ist und die benachbarten Stehbolzen die Last mittragen müssen. Sie sind deshalb ebenfalls bruchgefährdet. Brechen mehrere benachbarte Stehbolzen, kann es zu Ausbeulungen der Feuerbüchse kommen. Gebrochene Stehbolzen können vernagelt werden, in dem die Bohrung durch einen konischen Stift verschlossen wird. Mehr als zwei benachbarte Stehbolzen dürfen nicht vernagelt sein. Nach der Dienstvorschrift 947 dürfen nicht mehr als 1,25 % Stehbolzen einer Feuerbüchsenwand gebrochen sein.

Sind es mehr, muss die Lokomotive zur Ausbesserung.

In die Feuerbüchsdecke sind ein oder zwei Schmelzpropfen eingeschraubt. Sie bestehen aus Rotguss, sind in Längsrichtung durchbohrt und mit Blei ausgegossen. Wenn der Wasserstand über der Feuerbüchsdecke zu niedrig ist, so dass die Kühlung nicht mehr ausreicht, schmilzt das Blei, und Wasser dringt in die Feuerbüchse. Das ist ein Alarmzeichen für das Personal, sofort das Feuer vom Rost zu entfernen.

Der Langkessel

Der Langkessel schließt sich nach vorne an den Hinterkessel an. Der Langkesselmantel besteht aus zwei oder drei zylindrischen Schüssen, die teleskopartig ineinander gesteckt sind. Dabei entspricht der Außendurchmesser des einen Schusses dem Innendurchmesser des benachbarten. Bei Verbrennungskammerkesseln ist der hintere Schuss nach unten konisch erweitert, damit die Verbrennungskammer ausreichend vom Wasser umspült ist. Die Kesselschüsse werden aus Blechtafeln gebogen und untereinander und mit dem Stehkessel durch Zickzacknietung verbunden. Die Längsnaht am Kesselbauch wird durch eine Doppelaschennietung geschlossen. Moderne Lokomotivkessel sind nicht mehr genietet, sondern geschweißt. Die Blechdicke der Kesselschüsse richtet sich nach dem verwendeten Kesselbaustoff und dem Kesseldruck; sie beträgt zwischen 16 und 20 mm.

Vorderer Abschluss des Langkessels ist die Rauchkammerrohrwand. Sie wird mit dem Langkessel vernietet oder verschweißt. Der Langkessel wird von einer Vielzahl von Rohren durchzogen, in

denen die Verbrennungsgase zur Rauchkammer ziehen und dabei ihre Wärme an das Kesselspeisewasser abgeben. Die Rohre sind zum einen in der Feuerbüchsenrohrwand, zum anderen in der Rauchkammerrohrwand befestigt. Der Langkessel ist zu 75 bis 80 % des Kesseldurchmessers mit Wasser gefüllt.

Nassdampflokomotiven haben Heizrohre (auch Siederohre genannt) einheitlichen Durchmessers. Heißdampflokomotiven besitzen Heizrohre (Außendurchmesser zwischen 44,5 und 79 mm) und Rauchrohre (Außendurchmesser 118 bis 185 mm). Durch beide Arten von Rohren ziehen die Rauchgase. Die Rauchrohre mit dem größeren Durchmesser nehmen noch die Überhitzereinheiten auf. Die Außenfläche von Rauch- und Heizrohren bildet zusammen mit der Strahlungsheizfläche der Feuerbüchse die Verdampfungsheizfläche des Kessels. Sie ist eine entscheidende Größe für die Dampfungwicklung und damit für die Leistung des Kessels. Bei der Berechnung der Berohrung einer Lokomotive muss der Konstrukteur folgende Aspekte beachten:

1. Das Verhältnis von Rauch und Heizrohren. Die Zahl der Rauchrohre ist von der Bauart des Überhitzers abhängig, dieser wiederum von der geforderten Überhitzertemperatur.

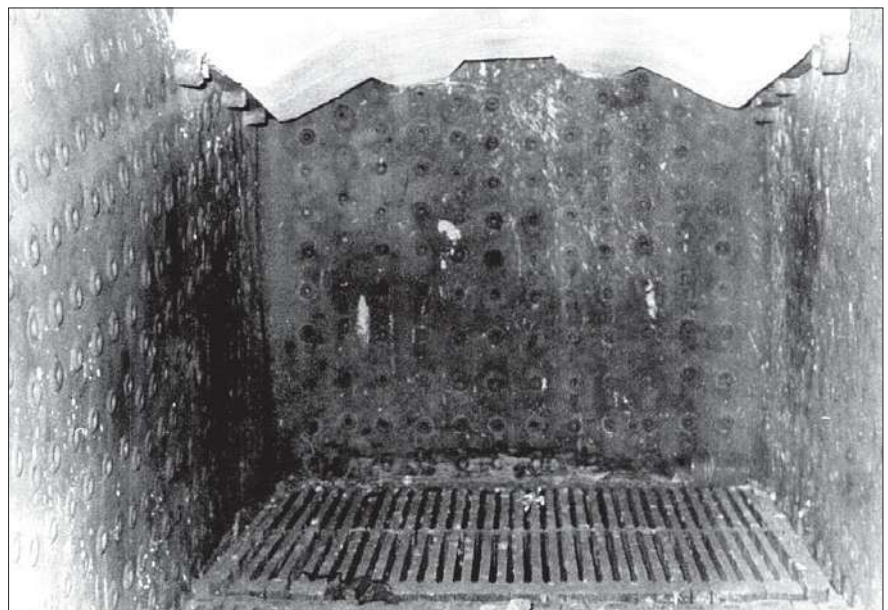
2. Den Durchmesser von Rauch und Heizrohren. Daraus und aus der Zahl der Rohre ergibt sich die Rohrheizfläche. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Rauchgase in beiden Rohrarten die selbe Strömungsgeschwindigkeit haben

müssen, um einen guten Wärmedurchgang zu gewährleisten.

3. Die Länge des Kessels, die den Durchmesser der Rohre bestimmt. Je länger der Kessel, je größer also die Rohrheizfläche, desto größer im Durchmesser müssen die Rohre sein, um ihr Durchbiegen zu verhindern.

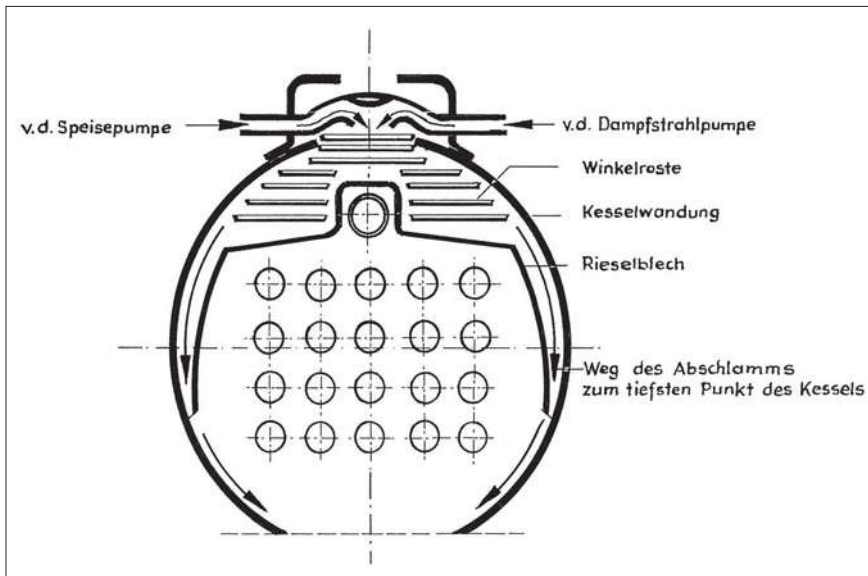
4. Schließlich hat der Konstrukteur auf eine große Wasseroberfläche und einen großen Dampfraumquerschnitt zu achten, damit möglichst trockener Dampf entnommen werden kann.

Bei einer Schnellzuglokomotive der Baureihe 01 (Einheitslok) sind ab 01077 24 Rauchrohre und 106 Heizrohre von 6800 mm Länge eingebaut. Die Heizfläche der Rauchrohre beträgt 83,06 m², die der Heizrohre 147,19 m². Zusammen mit der Strahlungsheizfläche der Feuerbüchse von 17,00 m² ergibt das eine Verdampfungsheizfläche von 247,25 m². Die Rohre sind aus weichem Flussstahl nahtlos gewalzt. Sie sind, um einen dichten Sitz zu erzielen, in die Rohrwände eingewalzt und feuerbüchsen- wie rauchkammerseitig mit der Rohrwand verschweißt. Die Rohre verjüngen sich vor der Feuerbüchsenrohrwand, und die Rohrlöcher der Feuerbüchsenrohrwand haben einen geringeren Durchmesser als das gesamte Rohr. Das ist notwendig, weil die Rohre öfters gewechselt werden müssen und dabei das Rohrloch nachzuarbeiten ist. Bei jedem Rohrwechsel wird es ca. 1 mm größer. Da die Rohre vor allem an den Einmündungen in die Rohrwand verschleifen, werden die Enden abgeschnitten, und



Blick durch das Feuerloch der ehemaligen „DR-Traditionslok“ S 10. Der Kipprost ist unten erkennbar.

FOTO: M. WEISBRÖD



Vereinfachtes Schema einer Speisewasser-Reinigungsanlage.

neue Vorschuhe, die dem Durchmesser der neuen Rohrlöcher entsprechen, werden angeschweißt.

Rauchkammerseitig haben die Rohre einen größeren Durchmesser in der Rohrwand, damit auch bei Kesselsteinansatz das Rohr noch ausgebaut werden kann, d. h., dass es durch die Rauchkammer herausziehbar ist. Im Betrieb muß darauf geachtet werden, dass sich an den Rohren feuerbüchseitig möglichst wenig Ruß und Schlacke und an der Innenseite der Rauchkammerrohrwand (wasserseitig) möglichst wenig Kesselstein ansetzt. Durch eine Reihe von Umständen (falsche Feuerführung, starke Druckschwankungen, Kesselsteinansatz hinter der Feuerbüchse, thermische Überbeanspruchung, Abzehrung usw.) können die Rohre in der Feuerbüchse undicht werden, so das Wasser in die Feu-

erbüchse dringt. Man spricht dann von Rohrläufen. Die Lokomotive muss dann kaltgestellt und die schadhaften Rohre müssen nachgewalzt werden.

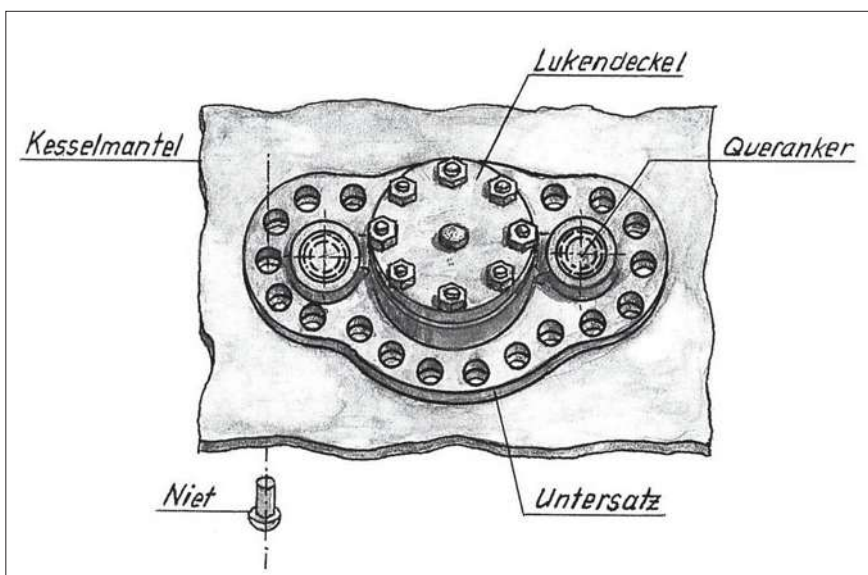
Auf dem Scheitel des Langkessels sind die Dome angeordnet. Auf dem hinteren Kesselschuss, weil dort die stärkste Dampfentwicklung stattfindet, ist der Dampfdom angeordnet, von dem der Dampf für die Dampfmaschine und die Hilfseinrichtungen entnommen wird. Im Dampfdom ist auch der Regler untergebracht, mit dem die Dampfzufuhr zu den Zylindern geregelt wird. Viele Lokomotiven haben noch einen Speisedom, der gewöhnlich auf dem 1. Kesselschuss angeordnet ist und über den das Speisewasser in den Kessel gelangt. Im Speisedom ist auch der Speisewasserreiniger untergebracht, mit dem die Kesselsteinbildung gleich nach dem Eintritt

des Speisewassers in den Kessel ausgeschieden werden und sich am Kesselbauch sammeln, wo sie leichter entfernt werden können. Die Domöffnungen sind so groß gehalten, daß sie bei Kesseluntersuchungen auch als Einstieg genutzt werden können.

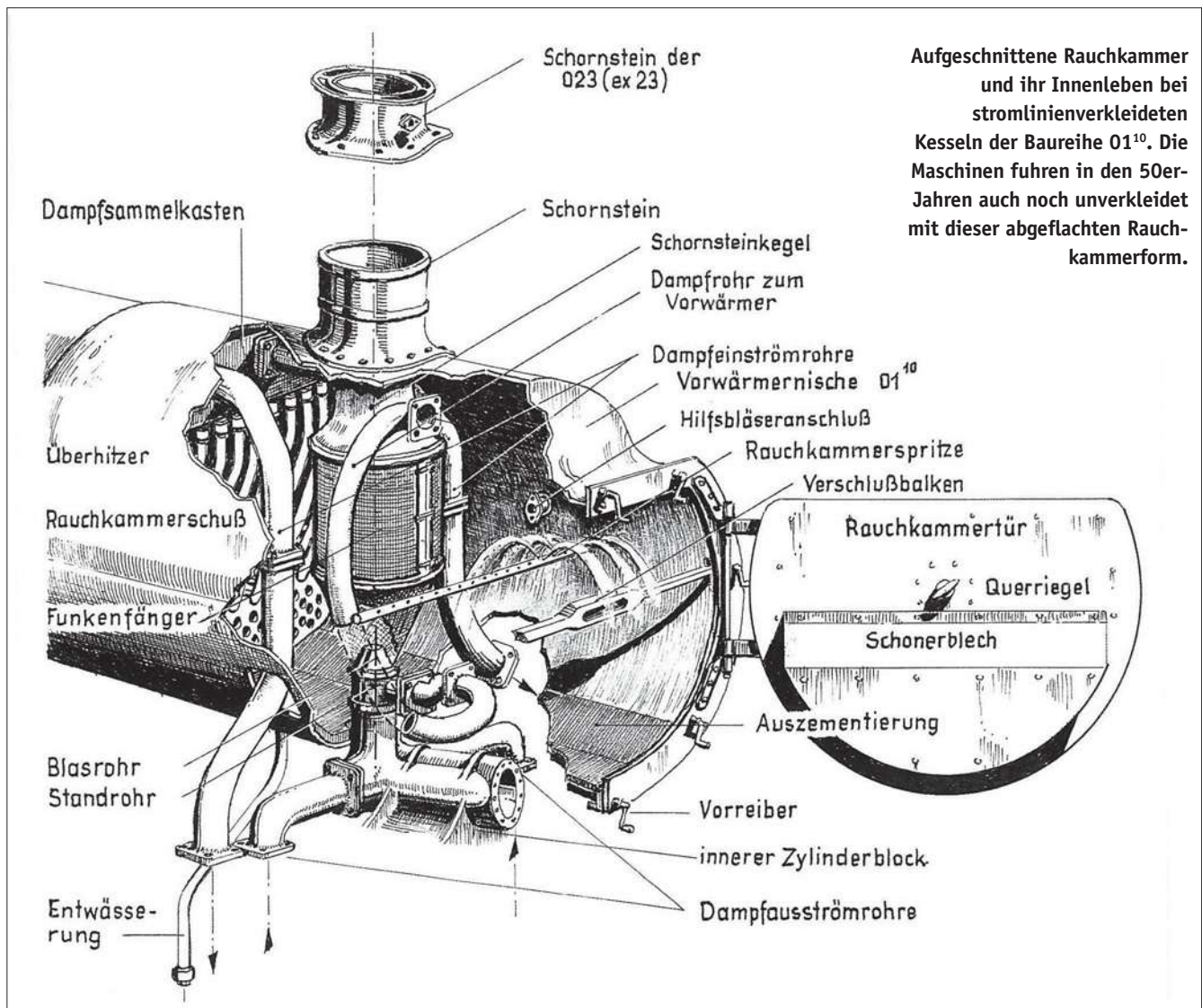
In bestimmten Abständen müssen Schlamm und Kesselstein aus dem Kessel entfernt werden. Dazu dienen die Waschluker. Es gibt große Waschluker (100x85 mm), die vor allem am oberen Teil des Stehkesselmantels angeordnet sind, und kleine Waschluker (75x60 mm) in der Rauchkammerrohrwand, über der Feuertür, am Schlammesammler und an der Stehkesselvorder- und -rückwand. Neuere Lokomotiven haben ovale Waschluker, damit der Lukenpilz, der von innen gegen die Luke gesetzt wird, eingebracht werden kann. Der Lukenpilz wird mit einem Kupfer-Asbest-Ring abgedichtet, wobei der Dampfdruck von innen den Lukenpilz gegen die Dichtung drückt. Waschluker sind außen am Lokomotivkessel durch die kreisrunden Lukendeckel erkennbar.

Rauchkammer und Saugzuganlage

Die Rauchkammer bildet den vorderen Abschluss des Lokomotivkessels und besteht aus einem zylindrischen Schuss. Mit dem Langkessel ist sie vernietet oder verschweißt. Den vorderen Abschluss bildet die Rauchkammertür, denn die Rauchkammer muss zum Ausbau und Reinigen der Rohre und zum Reinigen des Rauchkammerbodens zugänglich sein. Die Tür muss luftdicht verschließbar sein, weil in der Rauchkammer ein Unterdruck herrschen muss. Rauchkammertürring und Rauchkammertür sind mit Dichtflächen aufeinander eingeschliffen und werden durch Knebel (Vorreiber) zusammengepresst. Zusätzlich ist noch ein Zentralverschluss vorhanden, wobei ein in der Rauchkammer querliegender Verschlussbalken die Spindel aufnimmt, die mit dem Handrad des Zentralverschlusses eingeschraubt wird. Bei vielen Bundesbahnlokomotiven ist der Zentralverschluss ausgebaut worden, so dass das Handrad in der Mitte der Rauchkammertür fehlt. In der Rauchkammer sammeln sich die Rauchgase aus Heiz- und Rauchrohren, um dann durch den Schornstein zu entweichen. Es sammeln sich aber auch unverbrannte Kohleteilchen, die durch einen Drahtkorb-Funkenfänger daran gehindert werden, aus dem Schornstein



Große Waschluke mit Deckel nach preußischen Normalien.



ZEICHNUNGEN(3): R. BARKHOFF

zu fliegen (bei ölgefeuerten Lokomotiven ist der Funkenfänger natürlich überflüssig). Die mitgerissenen glühenden Kohleteilchen werden von Zeit zu Zeit durch die Rauchkammerspritzeinrichtung (vom Führerstand aus bedienbar) gelöscht. Diese Flugasche (Lösche genannt) sammelt sich am Rauchkammerboden, der mit Zement ausgegossen ist, um Ausglühen und Rosten des Rauchkammerbodens zu verhindern. Die Lösche wird beim Restaurieren im Bahnbetriebswerk gezogen, d. h., mit der Schaufel entfernt. In der Rauchkammer wird durch das Blasrohr ein Unterdruck erzeugt, da der natürliche Saugzug des Schornsteins zur Feueranfischung nicht ausreicht. Das Blasrohr befindet sich genau unter dem Schornstein und nimmt den mit einem geringen Überdruck austretenden Zylinderabdampf auf. Das düsenförmig ausgebildete Blasrohr erzeugt einen Dampfkegel, der exakt den Schornstein ausfüllt, die Rauchgase mitreißt und

dadurch einen Unterdruck erzeugt. Dieser tritt auch in Rauch- und Heizrohren auf und saugt damit die Verbrennungsluft durch den Rost aus dem Aschkas-

ten an. Ein schlecht eingestelltes oder defektes Blasrohr hat Dampfmenge zur Folge und führt zu einem Ansteigen des Kohleverbrauches.

Die geöffnete Rauchkammertüre ermöglicht den Blick in die Rauchkammer der Lokomotive 012 105 (22. 9. 1974).



FOTO: D. KEMPF



Beim Öffnen der Rauchkammer wird folgendermaßen vorgegangen: a) Aufschlagen des Vorreibers ...



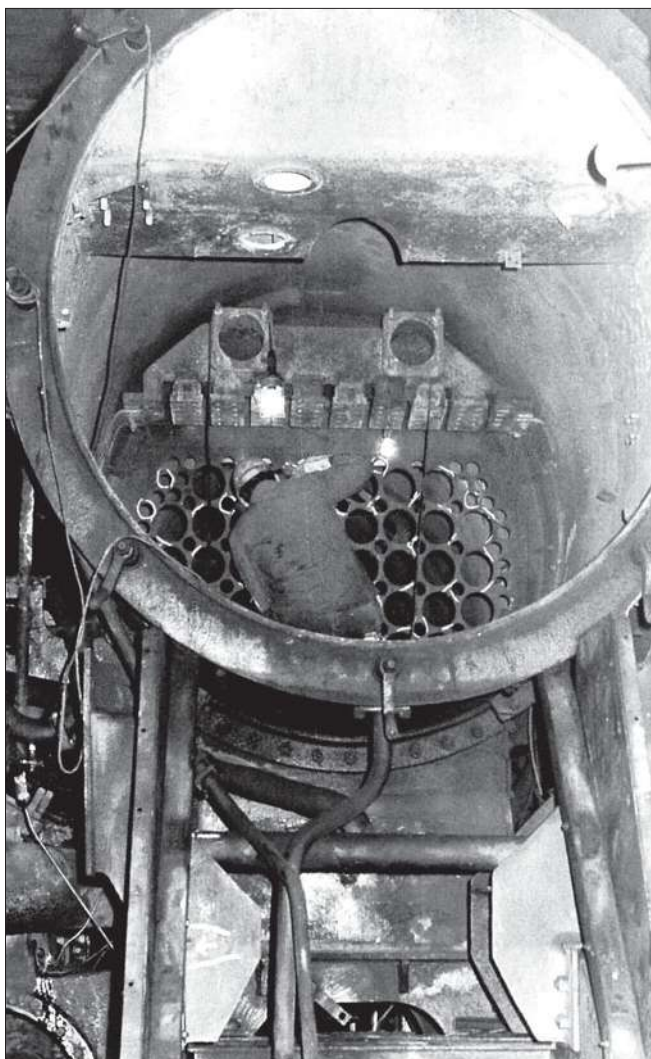
... b) Aufdrehen des Zentralverschlusses ...



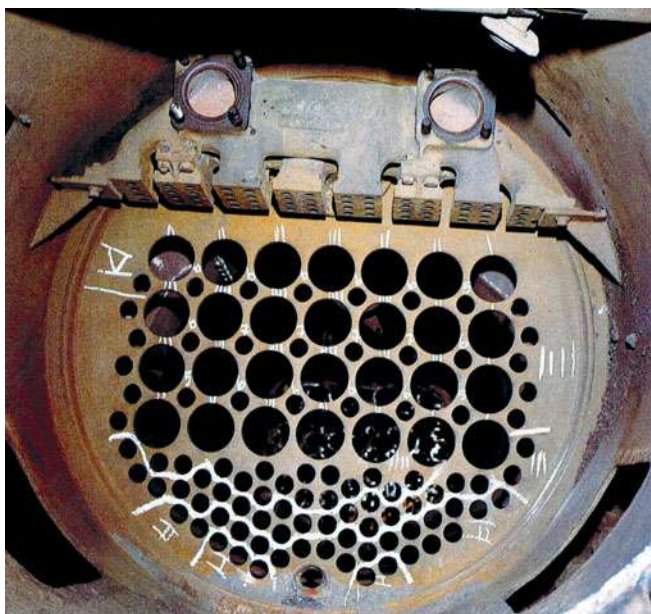
... c) Öffnen der Türe.



Einbau der Einströmröhre und der Überhitzereinheiten bei einer Lok der Baureihe 01⁵.



Rauchkammer der Baureihe 01⁵. Im oberen Teil der Rauchkammer ist der Mischkasten zu sehen, darunter (oberhalb des Schweißers) der Dampfsammelkasten. Einström- und Überhitzerrohre sind ausgebaut.



Rauchkammerrohrwand einer Schmalspur-Heißdampflokomotive. Die großen Bohrungen nehmen die Rauchrohre (mit den Überhitzerelementen), die kleinen Bohrungen die Heizrohre auf. Oberhalb des Rohrspiegels befindet sich der Dampfsammelkasten.



FOTOS (7): M. WEISBROD

Rauchkammer einer Heißdampf-Schmalspurlokomotive mit dem aufklappbaren Funkenfänger der Bauart Holzapfel.

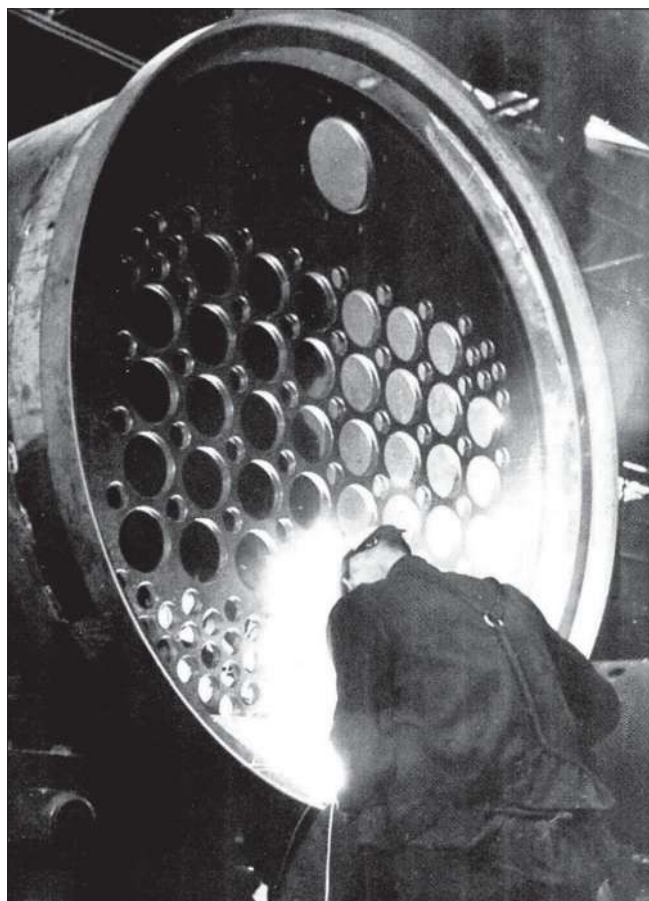
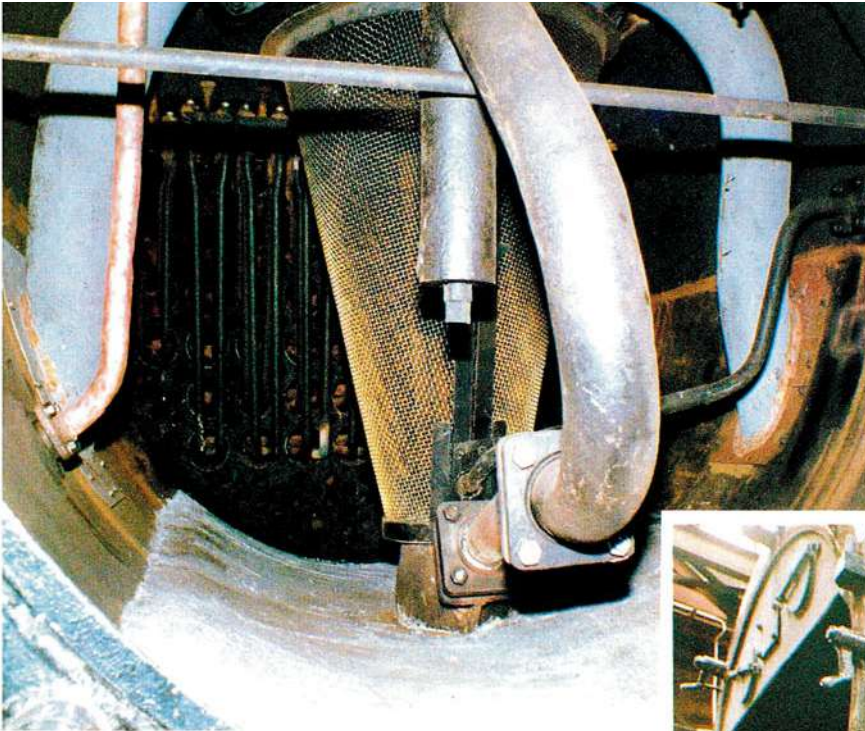


FOTO: VERLAGSARCHIV

Einschweißen der rauchkammerseitigen Rohrwand bei einer Lokomotive der Baureihe 82.



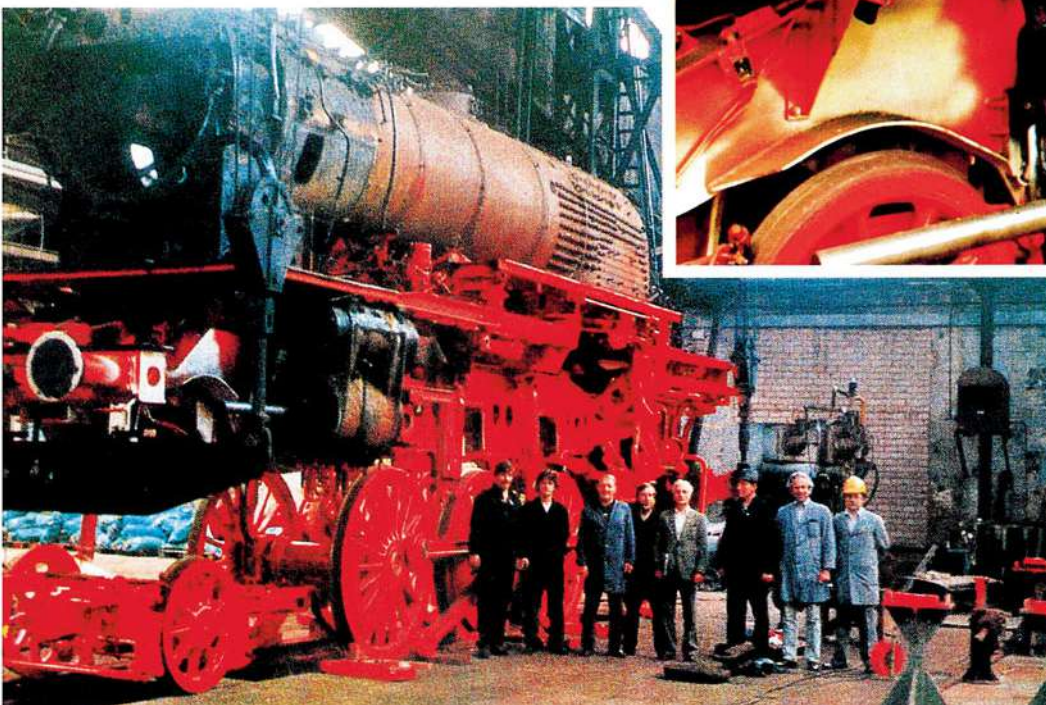
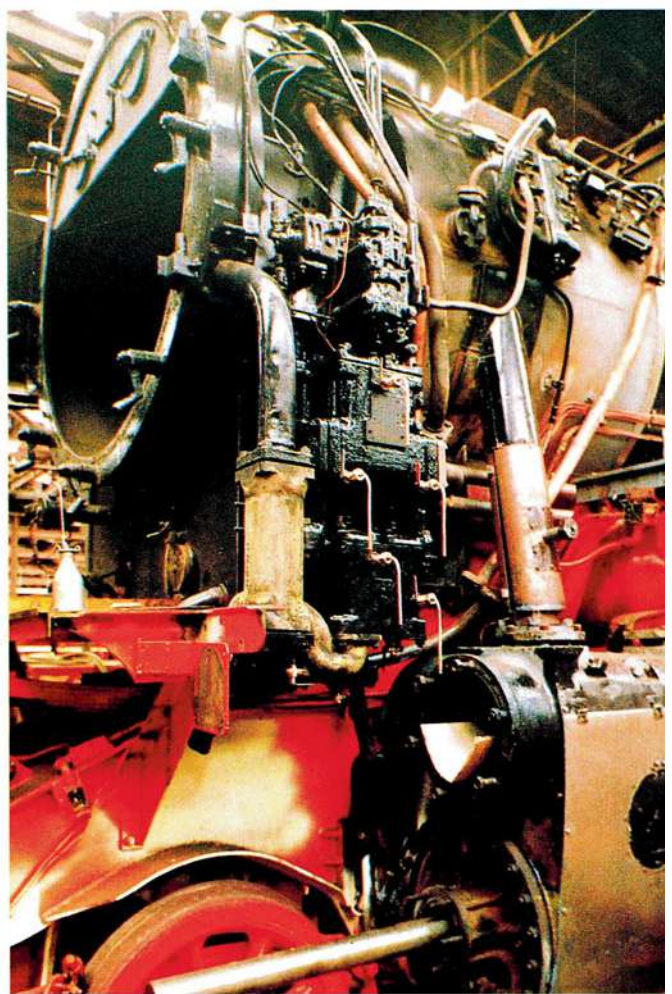
Blick in die Rauchkammer einer Lokomotive der Baureihe 23. In der Mitte der Funkenfänger hinter dem Abdampfrohr. Rechts und links sind die Einströmröhre zu erkennen.

Der Überhitzer

Über die Vorteile des überhitzten Dampfes hatten wir uns bereits informiert. Die Überhitzung ist nur möglich, wenn der Dampf nicht mehr mit dem Kesselwasser in Berührung ist. Er wird (bei Lokomotiven mit Nassdampfreglern – und das sind die meisten) über den Regler im Dampfdom, das Reglerknierrohr und das Reglerrohr

Rauchkammer und Speisepumpennische (Heini MV 57) bei der 23 105.

in den Dampfsammelkasten in der Rauchkammer geleitet. Der Dampfsammelkasten ist in eine Heißdampf- und eine Nassdampfkammer unterteilt. Die Überhitzung erfolgt in einem Röhrensystem, Überhitzersatz genannt, das durch die Rauchgase beheizt wird. Die Überhitzerelemente sind in den Rauchrohren untergebracht und dreimal u-förmig gebogen, so dass der Dampf dreimal seine Richtung ändern muss. Die Überhitzerrohre bestehen aus Flusstahl, haben einen Innendurchmesser von ca. 30 mm und eine Wandstärke von 4 mm.



Lok 23 105 beim Aufachsen im Herbst 1984 im AW Kaiserslautern.

Nach dem Durchströmen der Überhitzerrohre hat der Dampf eine Temperatur von 350 bis 400° C und gelangt in die Heißdampfkammer des Dampfsammelkastens. Von dort nimmt er seinen Weg über die Einströmröhre zu den Schieberkästen der Zylinder.

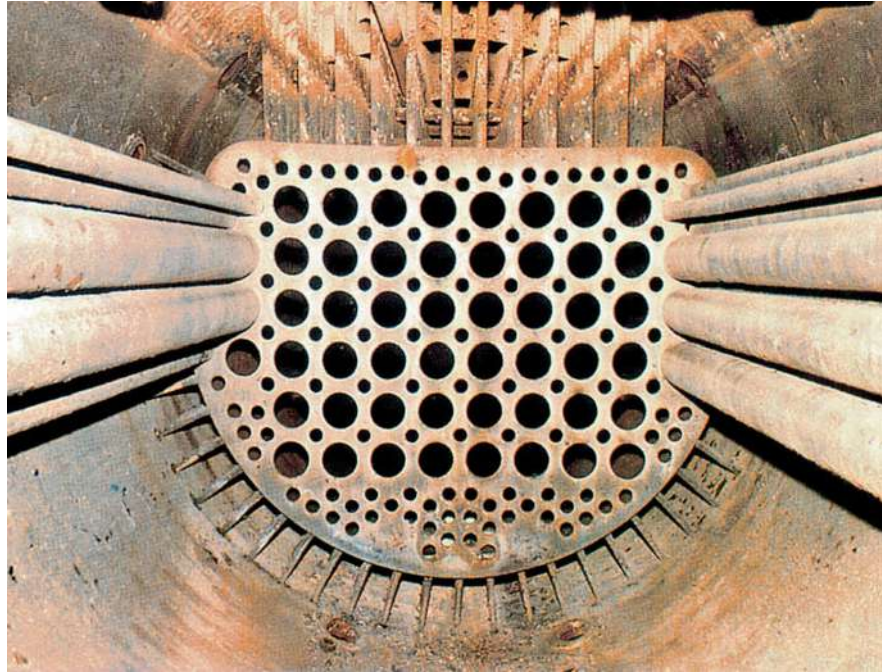
Den Überhitzer mit dreimaliger Umkehr des Dampfes nennt man Großrohrüberhitzer. Er war bei vielen Einheitslokomotiven üblich. Bei kleineren Kesseln findet man auch Mittel- und Kleinrohrüberhitzer. Hier tauchen die Überhitzerrohre nur einmal in die Rauchrohre ein, und der Dampf durchströmt die Überhitzereinheiten nacheinander. Mit einem Heißdampf-Fernthermometer, das in einem der Schieberkästen untergebracht ist und im Führerhaus anzeigt, kann der Lokführer die Heißdampf Temperatur überwachen.

Der Verbrennungsvorgang in der Feuerbüchse

Wir sagten bereits, dass im Lokomotivkessel zwei Vorgänge ablaufen, die Verbrennung und die Verdampfung. In der Feuerbüchse erfolgt die Verbrennung. Bei rostgefeuerten Lokomotiven wird Kohle verbrannt, wobei unter Verbrennung die chemische Verbindung der brennbaren Bestandteile mit dem Luftsauerstoff zu verstehen ist. Bei Kohlefeuerung verbrennen Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Schwefel (S) zu Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Wasserdampf (H₂O) und Schwefeldioxid (SO₂). Bei dieser chemischen Reaktion wird Wärmeenergie freigesetzt.

Zur vollständigen Verbrennung von Stückkohle ist ein größerer Luftüberschuss erforderlich als zur Verbrennung des feinverteilten Kohlenstaubs oder von Heizöl. Für die Verbrennung von 1 kg Steinkohle werden zur vollständigen Verbrennung 10 bis 12 m³ Luft benötigt. Die bei der Verbrennung freiwerdende Wärme bezeichnet man als den Heizwert des Brennstoffs. Er kann zwischen 8500 kcal/kg bei Steinkohle und 4500 kcal/kg bei Braunkohlenbriketts schwanken.

Die Kesselleistung hängt in hohem Maße von der Größe der Rostfläche ab. Je größer die Rostfläche, desto mehr Brennstoff kann verbrannt werden, desto größer ist die erzeugte Wärmemenge für die Verdampfung des Wassers. Die Maßeinheit für die Brennstoffmenge, die pro Quadratmeter Rostfläche in der Stunde verbrannt werden kann, ist die spezifische Rostbelastung. Sie liegt bei einer



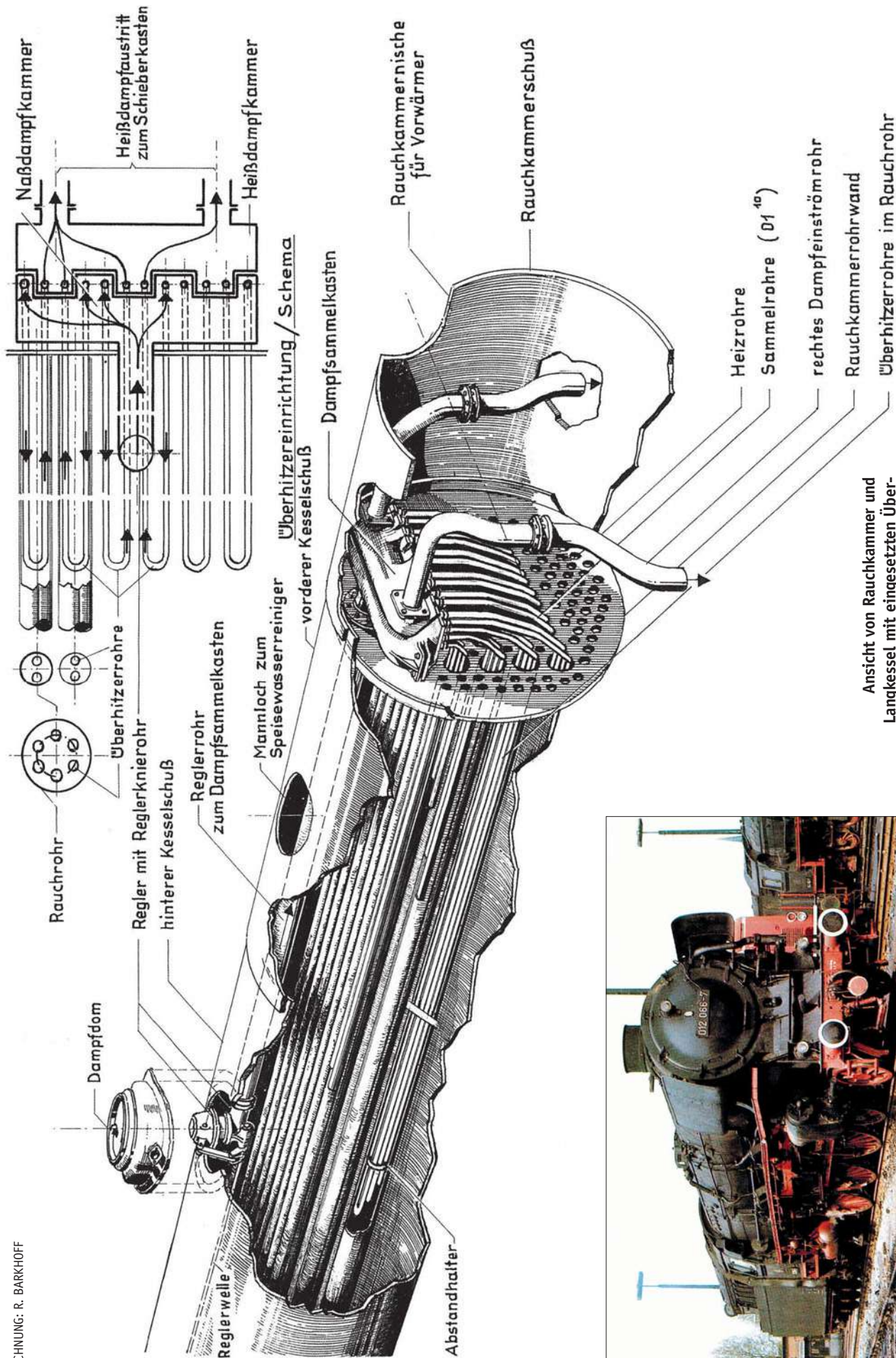
Blick aus dem Langkessel auf die Stehkesselrohrwand. Einige Heiz- und Rauchrohre sind bereits in diese eingewalzt. Oben und unten sind die Stehbolzen zu erkennen.

Dampflokomotive in Dauerleistung bei ca. 300 kg/m²h und kann bei hochwertiger Steinkohle und sauberem Rost bis 700 kg/m²h ansteigen. Bei einer Schnellzuglok der Baureihe 01 mit ca. 4,5 m² Rostfläche muss der Heizer pro Stunde also 1,35 t Kohle (bei 300 kg/m²h spezifischer Rostbelastung) aufwerfen. Bei der Ermittlung der spezifischen Rostbe-

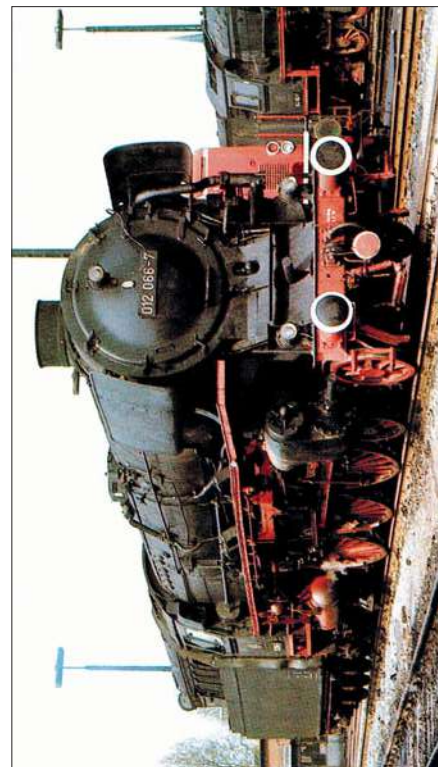
lastung bleibt jedoch die Brennstoffart und damit der Heizwert des Brennstoffs unberücksichtigt, so dass man exakter die Rostanstrengung als Leistungsgröße heranzieht, die von der pro Quadratmeter Rostfläche erzielten Wärmemenge ausgeht. Nach dieser Berechnungsmethode sind bei einer guten Dauerleistung 430 kg Steinkohle (Heizwert 7000 kcal/kg)



Einwalzen der Rauch- und Heizrohre in die Rauchkammerrohrwand.



Ansicht von Rauchkammer und Langkessel mit eingesetzten Überhitzerelementen und Dampfsammelkasten, dargestellt anhand eines Neubaukessels der Baureihe 01¹⁰.



Die Lokomotive 012 066 steht am 25.04.1974 im Bw Emden. Sie besitzt einen Kessel der darüber gezeigten Neubauversion.

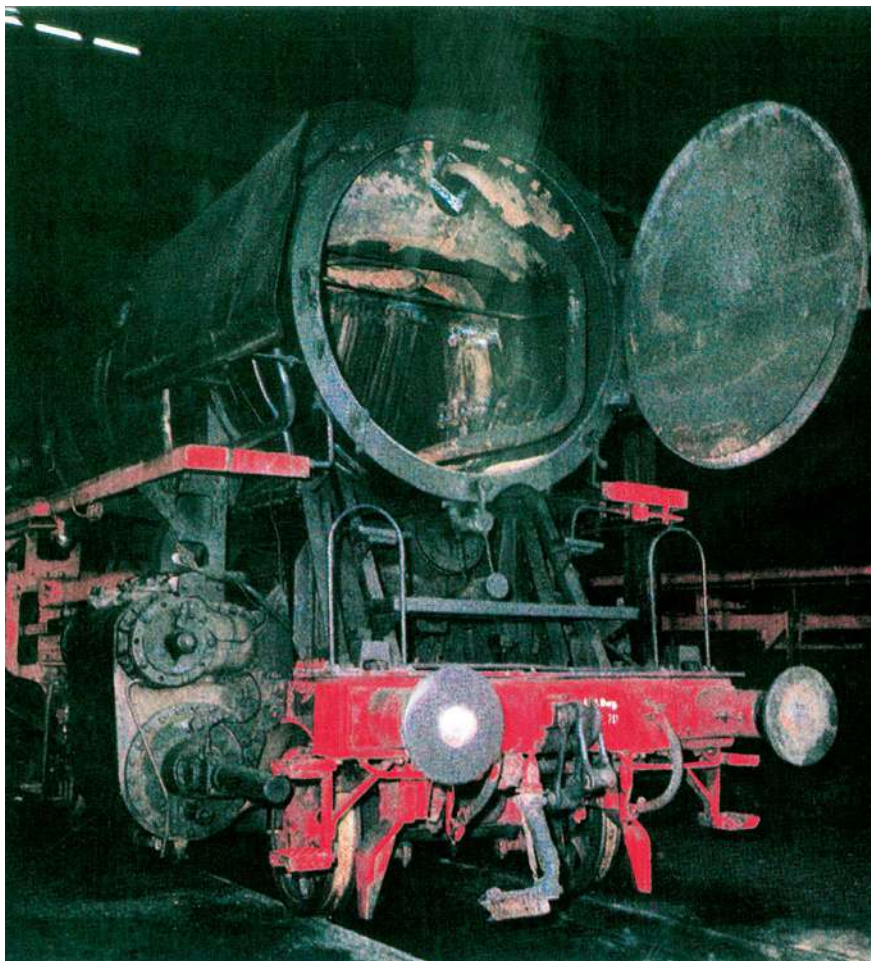
oder 670 kg Braunkohlenbriketts (Heizwert 4500 kcal/kg) pro Stunde und Quadratmeter Rostfläche zu verfeuern.

Verdampfungsvorgang im Kessel

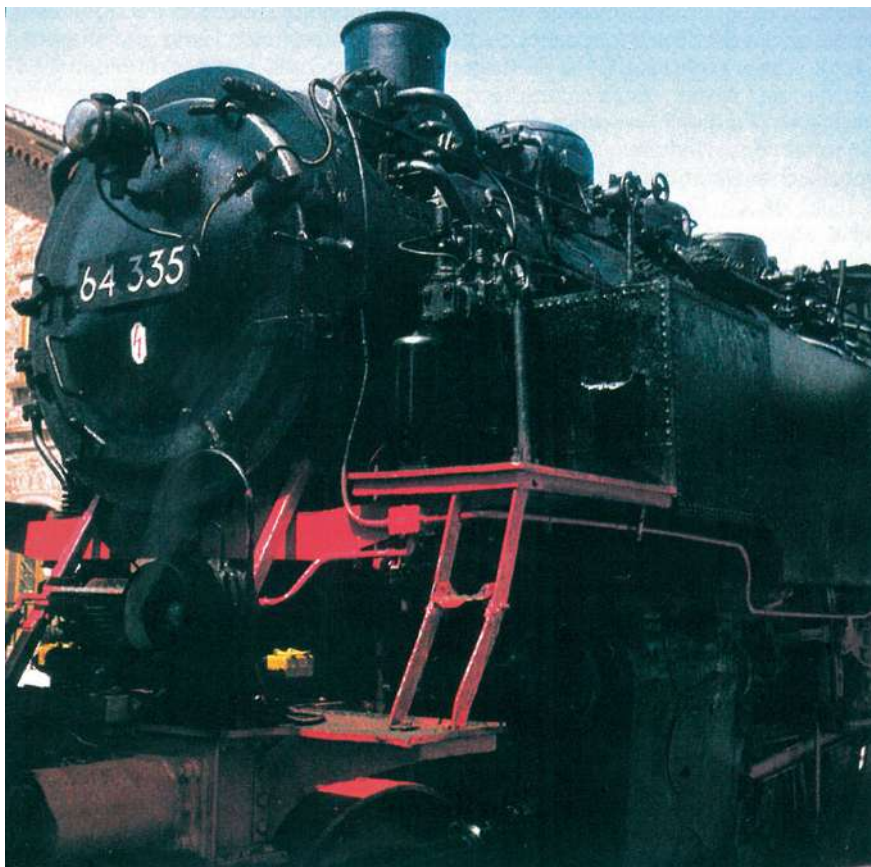
Nachdem wir den konstruktiven Aufbau eines Lokomotivkessels in seinen Grundzügen kennen, wollen wir uns dafür interessieren, welche Vorgänge sich in seinem Inneren abspielen.

Dazu ist eine kleine Erinnerung an unsere Schulphysik notwendig. Um 1 kg (= 1 L) Wasser von 0° C bis zur Siedetemperatur von 99,09° C bei normalem Luftdruck zu erhitzen, ist eine Wärmeenergie von 99,1 kcal erforderlich.

Führen wir weitere Wärme zu, erhöht sich die Temperatur des Wassers nicht, sondern es verdampft. Um 1 kg Wasser vollständig zu verdampfen, müssen weitere 539,4 kcal zugeführt werden. Zur Verdampfung von 1 kg Wasser sind also 99,1 kcal (= Flüssigkeitswärme) + 539,4 kcal (= Verdampfungswärme) = 638,5 kcal erforderlich. Aus 1 kg Wasser entsteht 1 kg Dampf, der aber einen wesentlich größeren Raum als das Wasser beansprucht, nämlich 1,725 m³ (= 1725 L). Der Lokomotivkessel ist aber ein geschlossenes Gefäß und hier gelten andere Gesetze. Im Kessel, nehmen wir an, er wird angeheizt, beginnt die Dampfentwicklung auch bei 99,09° C. Da dieser Dampf aber nicht entweichen kann, entsteht ein Überdruck, der zunächst weitere Dampfblasen daran hindert, zur Wasseroberfläche zu steigen. Erst weitere Wärmezufuhr lässt neue Dampfblasen entstehen, die den vorhandenen Dampf zusammendrücken. Dieser Vorgang wiederholt sich unter weiterer Wärmezufuhr ständig, bis der Dampfdruck im Kessel das gewünschte Maß erreicht hat. Steigt der Dampfdruck über das für den Lokomotivkessel vorgesehene Maß, sprechen die Sicherheitsventile an und blasen den zu viel erzeugten Dampf ab. Wie aus der Tabelle (Seite 37 unten) ersichtlich, steigt bei zunehmendem Kesseldruck die Siedetemperatur des Wassers und damit auch die Flüssigkeitswärme, jedoch nimmt die Verdampfungswärme ab. Es steigt weiterhin der Energiegehalt des Dampfes, während sein spezifischer Raum abnimmt. Aus dieser Tabelle lassen sich u. a. zwei Sachverhalte ablesen. Der eine ist die Unwirtschaftlichkeit der Dampflokomotive. Wenn der Dampf im Zylinder seine Arbeit geleistet hat, ist er nahezu auf atmosphärischen Druck entspannt. Er entweicht durch den Schorn-

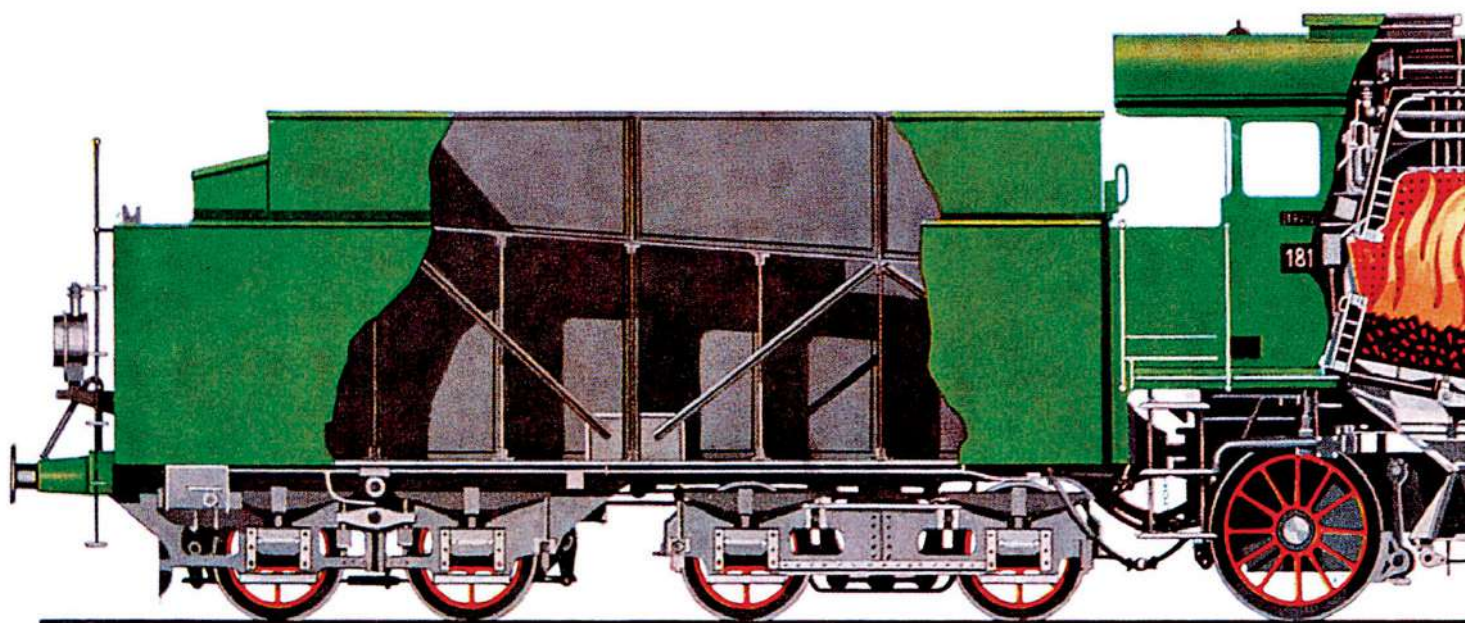


044 534 mit geöffneter Rauchkammertüre, am 25. Mai 1976 im Bw Ottbergen aufgenommen.



Blick auf die Rauchkammerpartie der 64 335, im Juli 1968 in Seckach aufgenommen.

FOTOS (2): D. KEMPE



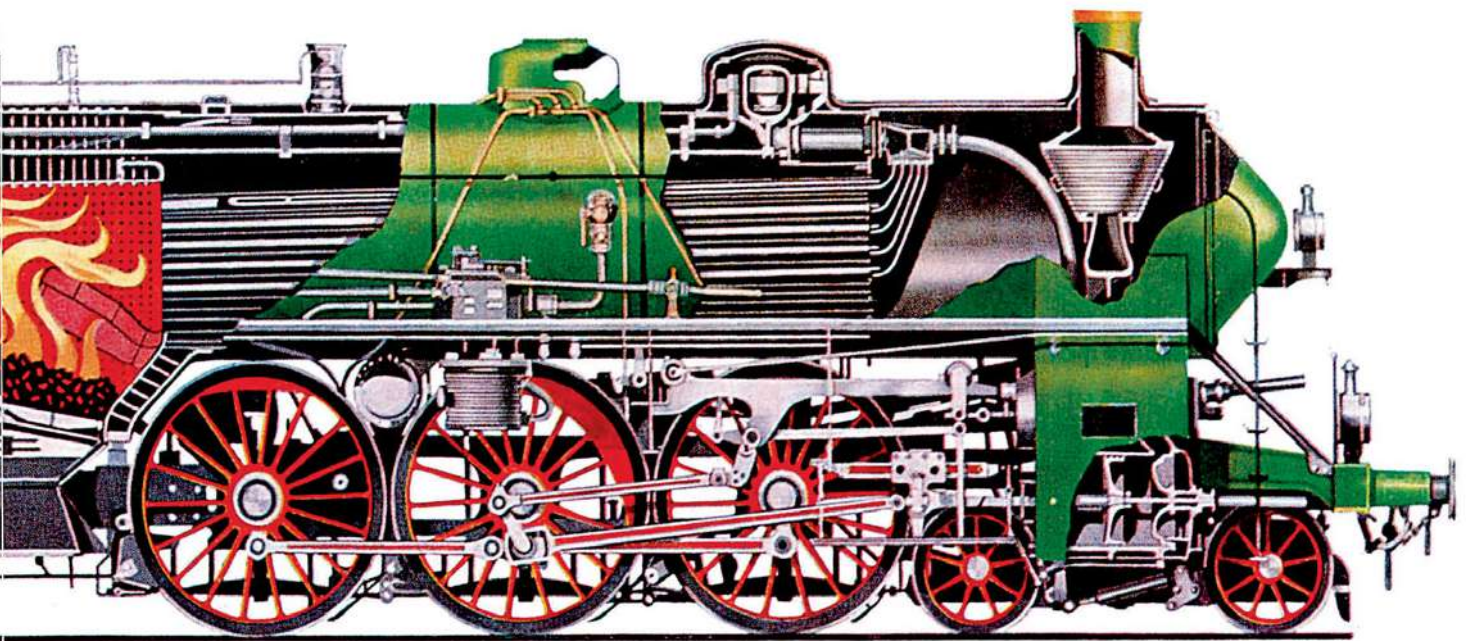
Das aus dem Archiv der Firma Krauss-Maffei stammende Aquarell zeigt das „Innenleben“ einer S 3/6 samt den wichtigsten Kesselfunktionen. Außerdem gestattet es einen Einblick in die Konstruktion des vierachsigen Tenders.

stein, aber noch als Dampf. Damit gehen die 539,4 kcal der Verdampfungswärme und die 99,1 kcal der Flüssigkeitswärme pro 1 kg Wasser verloren, insgesamt also 639 kcal. Bei dem üblichen Kesseldruck von 16 bar (kg/cm^2) beträgt der Wärmeinhalt des Dampfes ca. 668 kcal. 639 kcal entweichen durch den Schornstein, so daß nur 29 kcal = 4,34% des Wärmeinhaltes genutzt werden. Bei niedrigerem Kesseldruck älterer Lokomotiven war die Ausbeute noch geringer. So betrug bei 12 bar (kp/cm^2) Kesseldruck der ausgenutzte Wärmeinhalt des Dampfes nur 26,4 kcal = 3,96%. Der Dampf, der im Lokomotivkessel erzeugt wird, ist zunächst Nassdampf, da beim Verdampfen auch kleine Wassertröpfchen mitgerissen werden. Solange Dampf Berührung mit der Wasseroberfläche hat, nimmt er keine höhere Temperatur als diese an, bei 16 bar Kesseldruck also (siehe Tabelle) $203,4^\circ \text{C}$. Nassdampf hat die unangenehme Eigenschaft, seine Wärme schnell an kältere Wandungen abzugeben. Dabei kondensiert ein Teil des Dampfes, wird zu Wasser(tröpfchen), und da Wasser nur das $1/1725$ des Volumens von Dampf hat, büßt der Dampf auch an Druck ein. Der Dampfverbrauch (und damit auch der Wasser- und Kohleverbrauch) mit Nassdampf betriebener Lokomotiven ist deshalb sehr groß.

Bereits im 1. Kapitel erwähnten wir die Vorzüge des Heißdampfes, der seit Anfang des 20. Jahrhunderts den Nassdampf aus dem Lokomotivbetrieb verdrängte. Heißdampf ist getrockneter und überhitzter Dampf. Heißdampf hat andere Eigenschaften als Nassdampf. Er ist ein schlechter Wärmeleiter, gibt also seine Wärme langsamer an kältere Wandungen ab als Nassdampf. Wichtig ist aber, daß sich bei der Abkühlung sein Volumen fast nicht verändert, so dass die dem Dampfzylinder zugeführte Dampfmenge auch trotz unvermeidlicher Abkühlungsverluste den Zylinder erreicht. Heißdampf hat einen größeren Rauminhalt als Nassdampf. Werden die selbe Menge Heiß- und Nassdampf in den Zylinder gegeben, wiegt die gleiche Menge Heißdampf weniger. Überdies hat Heißdampf einen größeren Wärmeinhalt als Nassdampf, da ihm bei der Überhitzung weitere Wärme zugeführt wurde. Man strebt Überhitzungen bis etwa 400°C an und erreicht damit gegenüber Nassdampflokomotiven mit gleichem Kesseldruck eine Wasserersparnis von 45 und Kohleersparnis von ca. 21 %.

Die Dampfleistung eines Lokomotivkessels muss den Verbrauch der Dampfmaschine und der Hilfseinrichtungen (z. B. Bläser, Luftpumpe, Speisepumpe, Dampfpfeife, Zugheizung und Generator) decken können. Sie ist zu errechnen, indem man die Verdampfungsheizfläche (= Strahlungsheizfläche und Rohrheizfläche) mit der Heizflächenbelastung (der sog. Kesselgrenze) multipliziert. Unter Heizflächenbelastung versteht man die

Menge Wasser, die stündlich pro Quadratmeter Heizfläche verdampft werden kann. Sie ergibt sich auch daraus, dass die Wärmemenge, die stündlich durch eine Metallwand bestimmter Dicke hindurchgehen kann, begrenzt ist. Die Heizflächenbelastung wird in $\text{kg/m}^2\text{h}$ angegeben und stellt die so genannte Kesselgrenze dar. Sie betrug bei den Einheitslokomotiven $57 \text{ kg/m}^2\text{h}$. Wurde versucht, über längere Zeit den Kessel zu überlasten, d. h., die Kesselgrenze zu überschreiten, musste mit Schäden an der Feuerbüchsenrohrwand und anderen Kesselschäden gerechnet werden. Der Wert der Heizfläche nimmt mit der Entfernung vom Rost ab, weil sich Rauchgase auf ihrem Weg durch den Kessel abkühlen. Mit einem Quadratmeter Strahlungsheizfläche kann in gleicher Zeit etwa sechsmal mehr Wasser verdampft werden als mit einem Quadratmeter Rohrheizfläche. Bei Kesseln mit Verbrennungskammer, die einen höheren Anteil Strahlungsheizfläche haben, ist deshalb auch eine höhere spezifische Heizflächenbelastbarkeit möglich (zwischen 65 und $75 \text{ kg/m}^2\text{h}$). Ein Beispiel: Der Kessel der Einheitslokomotive BR 01 mit $237,56 \text{ m}^2$ Verdampfungsheizfläche und einer Heizflächenbelastung von $57 \text{ kg/m}^2\text{h}$ liefert pro Stunde $237,56 \times 57 = 13540 \text{ kg} = 13,54 \text{ t/h}$ Dampf. Der Kessel der Rekolokomotive der BR 01⁵ der Deutschen Reichsbahn (Verbrennungskammerkessel) mit einer Heizflächenbelastung von $65 \text{ kg/m}^2\text{h}$ und $224,5 \text{ m}^2$ Verdampfungsheizfläche liefert $224,5 \times 65 = 14,56 \text{ t/h}$ Dampf.



Da der Kessel auch ohne nachteilige Folgen mit $70 \text{ kg/m}^2\text{h}$ belastet werden kann, ist eine Dampfleistung von $224,5 \times 70 = 15,72 \text{ t/h}$ Dampf durchaus möglich. Das sind 16 % mehr als beim Einheitskessel. Kleinere Lokomotiven (Tenderlokomotiven für den Rangierdienst) kommen mit einer Dampfleistung von ca. 6 t/h aus. Kriterium für die Güte einer Dampflokomotive ist einmal der spezifische Dampfverbrauch. Das ist die Dampfmenge, die (gemessen in kg) pro Stunde und PS verbraucht wird. Der spezifische Dampfverbrauch (in kg/

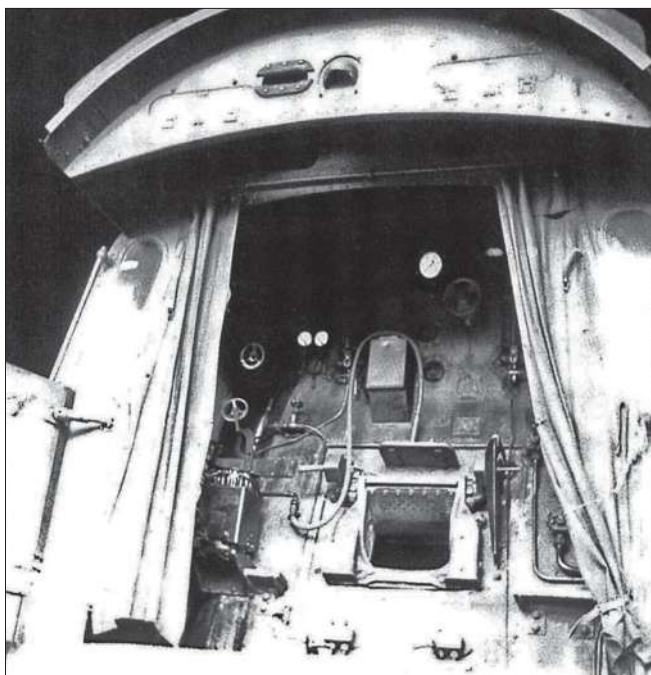
PS_h) hängt ab vom Kesseldruck, von der Überhitzung, von der Vorwärmung des Speisewassers und anderen Faktoren. Der spezifische Dampfverbrauch beträgt bei älteren Nassdampflokomotiven 12 kg/PS_h und mehr, bei modernen Heißdampflokomotiven $66,6 \text{ kg/PS}_h$.

Ein anderes Kriterium für die Güte der Dampfmaschine und des Kessels ist der spezifische Kohlenverbrauch. Das ist die Brennstoffmenge in kg, die stündlich pro PS Leistung verbrannt werden muss. Er liegt bei Werten zwischen $0,8$ und $1,0 \text{ kg/PS}_h$.

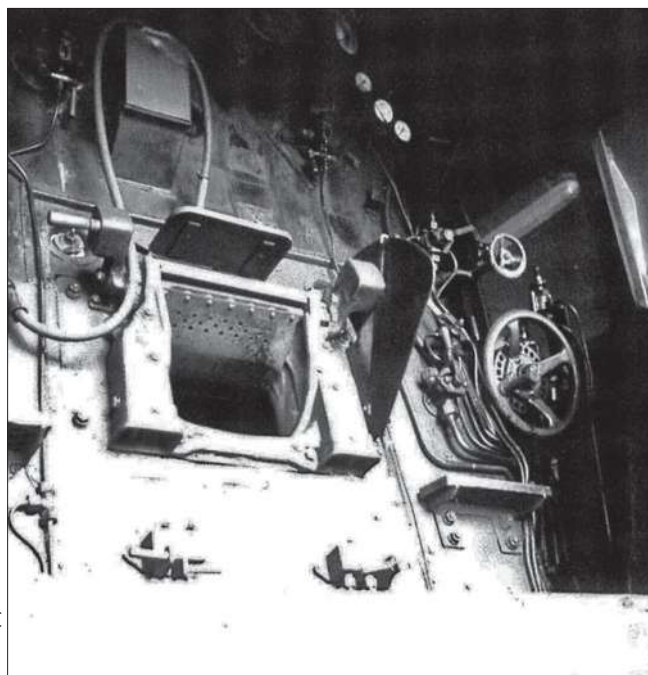
Wenn Angaben über die Versuchsergebnisse zur leistungstechnischen Untersuchung einer Dampflokomotive gemacht werden, wird man immer die Angaben über den spezifischen Kohle- und Dampfverbrauch lesen. Allerdings sind das jeweils die Werte, die unter Versuchsbedingungen erzielt worden sind und im Praxisbetrieb mit wechselnden Zuglasten, Bremsen und Anfahrten, Fahrten in Neigungen und bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen nur eine theoretische Bedeutung haben.

Druck bar	Temperatur °C	Flüssigkeits- wärme WE/kg	Verdampfungs- wärme WE/kg	Wärmeinhalt WE/kg	spezifischer Rauminhalt m ³ /kg	Gewicht von 1 m ³ Dampf kg/m ³
1	99,1	99,1	539,4	638,5	1,725	0,579
2	119,6	119,9	525,9	645,8	0,902	1,107
3	132,9	133,4	516,9	650,3	0,617	1,621
5	151,1	152,1	503,7	655,8	0,382	2,618
7	164,2	165,6	493,8	659,4	0,278	3,597
9	174,5	176,4	485,6	662,0	0,219	4,566
11	183,2	185,6	478,3	663,9	0,181	5,525
13	190,7	193,5	471,9	665,4	0,154	6,490
15	197,4	200,6	466,0	666,6	0,134	7,470
17	203,4	207,1	460,4	667,5	0,119	8,40
19	208,8	213,0	455,2	668,2	0,107	9,35
21	213,9	218,9	450,2	668,7	0,097	10,3
26	225,0	230,8	438,7	669,5	0,079	12,7
60	274,3	288,4	376,6	665,0	0,033	30,2
120	323,2	353,9	288,0	641,9	0,015	68,5

Anmerkung: In der Spalte Druck ist der atmosphärische Druck angegeben. Der Kesseldruck ist ein Überdruck und folglich jeweils um 1 bar niedriger (Tabelle nach Niederstrasser).



FOTOS (2): VERLAGSARCHIV



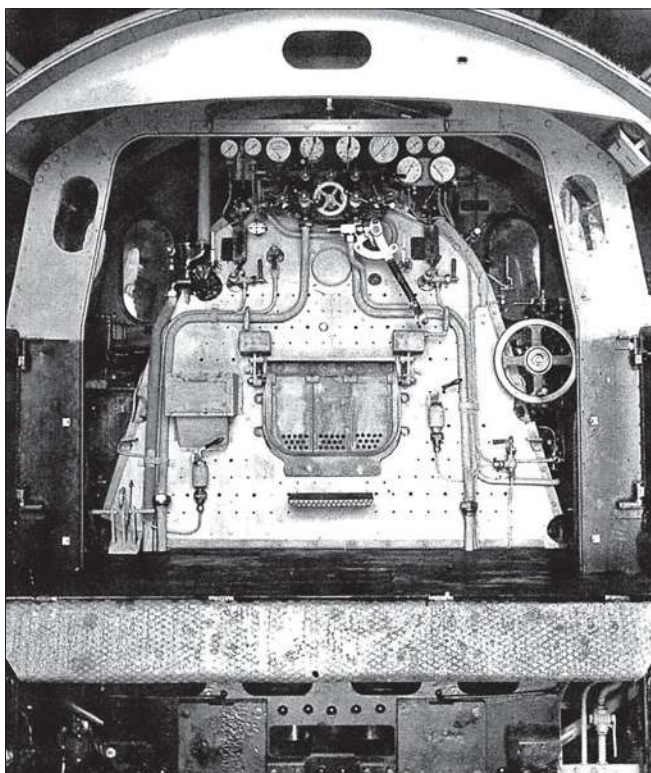
Blick in den Führerstand der 1978 in Neuenmarkt-Wirsberg abgestellten Lokomotive der Baureihe 45.

Die Kesselausrüstung

Man unterscheidet beim Lokomotivkessel die sogenannte Grobausrüstung, zu der Feuertür, Rost, Aschkasten, Waschluk, Schlammfänger, Regler, Dampfleitun-

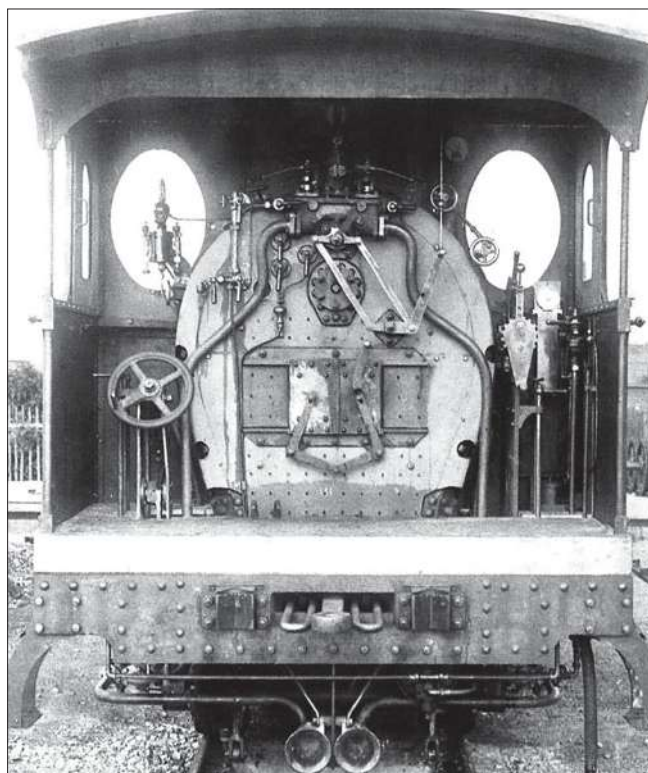
gen, Blasrohr, Hilfsbläser und Funkenfänger gehören. Über Rost, Waschluk und Blasrohr ist bereits im Kapitel 2.1 berichtet worden. Zur Kesselfeinausrüstung zählen die Speiseeinrichtungen,

die Kesselspeiseventile, Wasserstände, Sicherheitsventile, Dampfpeife, Läutewerk, Nässeinrichtungen und weitere Ausrüstungsteile. Befassen wir uns zunächst mit der Kesselgrobausrüstung.



FOTOS (2): ARCHIV KRAUSS-MAFFEI

Dieses Foto bietet einen Blick in den Führerstand einer S 3/6. So sah der Arbeitsplatz des Lokpersonals mit seiner Vielzahl von Manometern und Handrädern aus.



Wie einfach wirkte dagegen noch der Führerstand einer bayerischen 1'D-Güterzuglok der Gattung E I. Interessant ist hier die Konstruktion der zweiteiligen Feuertüre.

Kesselgrobausrüstung

Feuertür

Das Feuerloch in der Rückwand des Hinterkessels, durch das der Brennstoff aufgeworfen und der Rost gereinigt wird, kann durch eine Schiebetür, durch eine um eine senkrechte Achse nach außen zu öffnende Tür oder durch eine um eine waagerechte Achse nach innen aufklappbare Türe verschlossen werden. Die bay. S 3/6 hatten sogar zwei runde Feuerlöcher mit nach außen zu öffnenden Türen. Moderne Lokomotiven, d.h., spätestens die Einheitslokomotiven, besaßen die nach innen aufklappbare Kipp-tür Bauart Marcotty. Diese Tür schließt selbsttätig, wenn in der Feuerbüchse ein Überdruck durch Rohrreißen auftritt und schützt so das Personal vor Unfällen. An beiden Enden der Türachse sind Handhebel mit Gegengewichten angebracht, die die Tür in geöffneter oder halbgeöffneter Stellung halten. Mit dem Handhebel auf der rechten Seite kann auch der Lokführer die Tür öffnen und schließen und beim Beschicken des Rostes durch den Heizer verhindern, daß zuviel kalte Luft in die Feuerbüchse eindringt. Der untere Teil des Feuerloches ist mit dem Feuerlochscher ausgekleidet. Bei Lokomotiven mit genieteten Kesseln bestand er aus Gusseisen, bei Lokomotiven in Schweißkonstruktion wird auch der Feuerlochscher aus Blechen geschweißt. Der Feuerlochscher verhindert Abzehrung von Feuerlochring und Feuertür durch die Flammen und schützt den Feuerlochring vor mechanischen Beschädigungen durch Schaufel und Schürgerät.

Aschkasten

Die Verbrennungsrückstände werden, wie bei jeder Feuerstätte mit festen Brennstoffen, auch bei der Lokomotive in einem Aschkasten aufgefangen. Der Aschkasten ist bei Länderbahn- und Einheitslokomotiven mit Spaltvorsteckern am Bodenring, bei moderneren Lokomotiven am Rahmen befestigt.

Der Aschkasten hat zwei Funktionen zu erfüllen. Zum einen verhindert er, dass Asche und glühende Brennstoffrückstände, die durch die Rostspalten fallen, auf die Strecke gelangen, diese verschmutzen oder gar in Brand setzen. Zum anderen wird über den Aschkasten die Frischluftzufuhr zur Feuerbüchse geregelt. Der Aschkasten ist aus Blechen genietet oder geschweißt. In der vorderen und hinteren Stirnwand

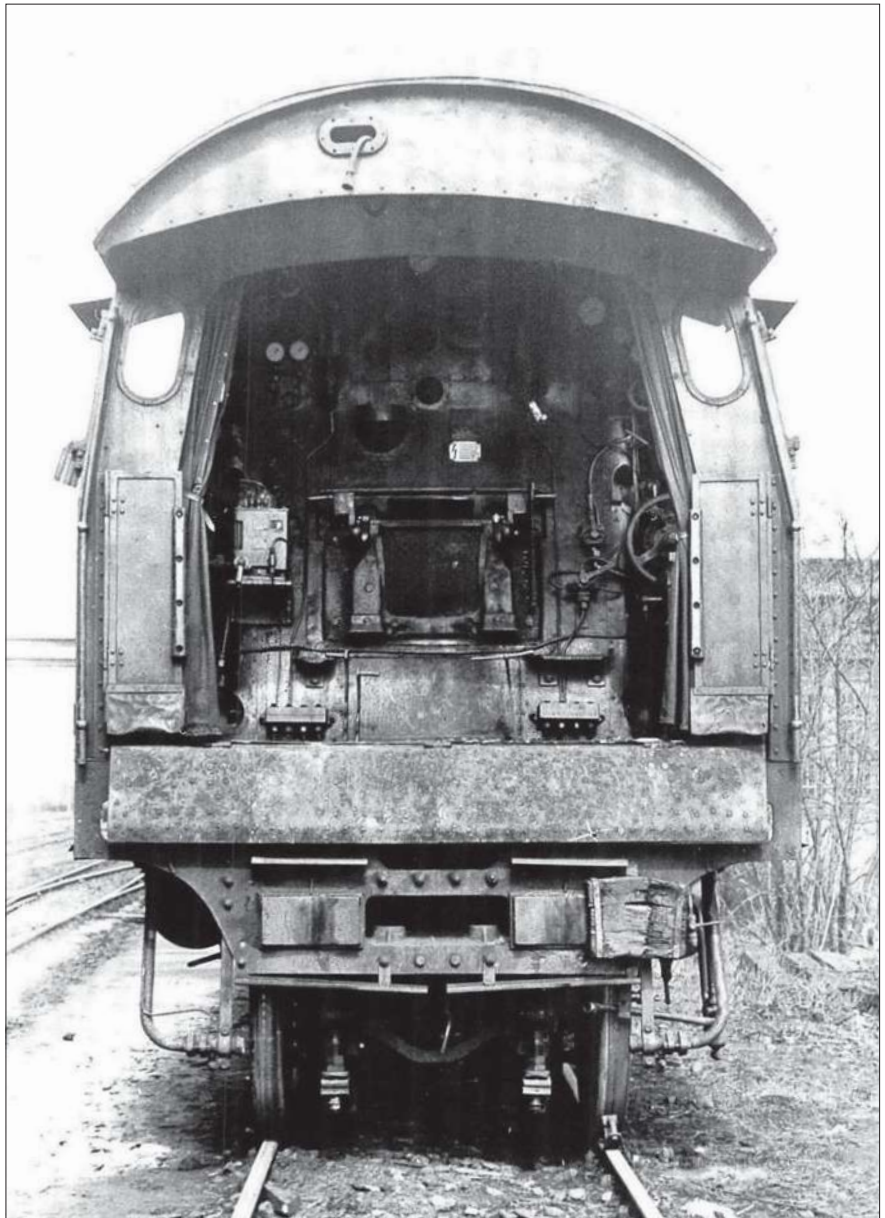


FOTO: M. WEISBROD

Blick ins Führerhaus einer Einheitslokomotive.

befinden sich Luftklappen, die jeweils bei Vorwärts- bzw. Rückwärtsfahrt geöffnet werden. Durch den Fahrtwind entsteht ein leichter Überdruck im Aschkasten, womit durch den Rost die erforderliche Verbrennungsluft zugeführt wird. Neubau-, Umbau- und Rekolokomotiven haben auch große seitliche Luftklappen direkt unter dem Bodenring, damit die Verbrennungsluft auch bei vollem Aschkasten in ausreichendem Maße zugeführt werden kann. Vor den Luftklappen befinden sich Funksiebe, damit keine glühenden Brennstoffteilchen auf die Strecke fallen können.

Im Bahnbetriebswerk wird der Aschkasten auf der Schlackengrube entleert. Das geschieht durch das Öffnen der Bodenklappen vom Führerstand aus über Hebelzüge. Damit das nicht unbeabsichtigt während der Fahrt geschieht, sind

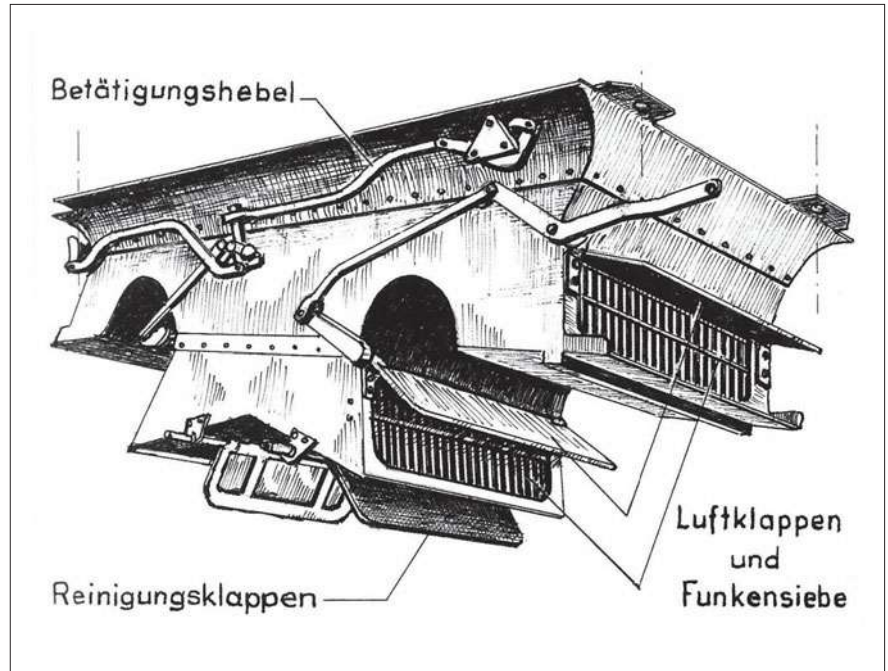
die Bodenklappen mit der sogenannten Daumenwelle verriegelt, die nur vom Erdboden aus (also bei Stillstand der Lokomotive) bedient werden kann.

Die glühenden Verbrennungsrückstände im Aschkasten würden dazu führen, dass die Bleche ausglühen, sich verziehen und abgezehrt werden. Bei verzogenen Blechen ließen sich weder Luft noch Bodenklappen öffnen. Deshalb ist, wie die Rauchkammer, auch der Aschkasten mit einer Nässeinrichtung (Aschkastenspritzrohre) zum Ablöschen glühender Brennstoffteilchen ausgerüstet. Die Nässeinrichtung wird vom Heizer bedient. Das Wasser für die Nässeinrichtungen (Rauchkammerspritze, Aschkastenspritze, Tenderbrause) kann sowohl von der Kolbenspeisepumpe als auch von der Dampfstrahlpumpe zugeführt werden.

Abschlammschieber

Kesselspeisewasser enthält Beimengungen, so genannte Härtebildner, die die Lebensdauer und den Betrieb des Kessels beeinträchtigen. Das sind in erster Linie Kalzium- und Magnesiumverbindungen. Die Karbonathärte kann durch Erhitzen beseitigt werden. Dabei spalten sich Kalziumbikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ und Magnesiumbikarbonat $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ in Kalzium bzw. Magnesiumkarbonat (CaCO_3 , MgCO_3) und Kohlendioxid (CO_2). Die Karbonate sind unlöslich und fallen als Schlamm aus. Dieser sammelt sich am Kesselbauch und muss regelmäßig entfernt werden. Bei häufiger Bedienung der Abschlammeinrichtung kann auch die Frist zwischen den Auswaschtagen verlängert werden. Lokomotiven älterer Bauart hatten an der Stehkesselvorderwand dicht über dem Bodenring Ablasshähne, um den Schlamm zu beseitigen. Um diese zu bedienen, musste der Kesseldruck auf 1 bar (1 kp/cm²) reduziert werden.

Ein Fortschritt war der Abschlammschieber Bauart Strube, der bei vollem Kesseldruck betätigt werden konnte. Das Problem bei allen Abschlammschie-



Zeichnung eines Aschkastens mit den Betätigungshebeln für die verschiedenen Luft- und Reinigungsklappen sowie dem Funkensieb.

bern, die unter vollem Kesseldruck betätigt werden, ist, sie wieder dicht zu verschließen, da sich beim Ausströmen des Wassers Kesselsteinstückchen in den Dichtflächen festsetzen können.

Der Abschlammschieber Bauart Strube besaß zwei Verschlussstücke, die mit einer Handspindel quer zur Ausströmungsrichtung des Wassers bewegt wurden. Der Raum zwischen den Verschlussstü-

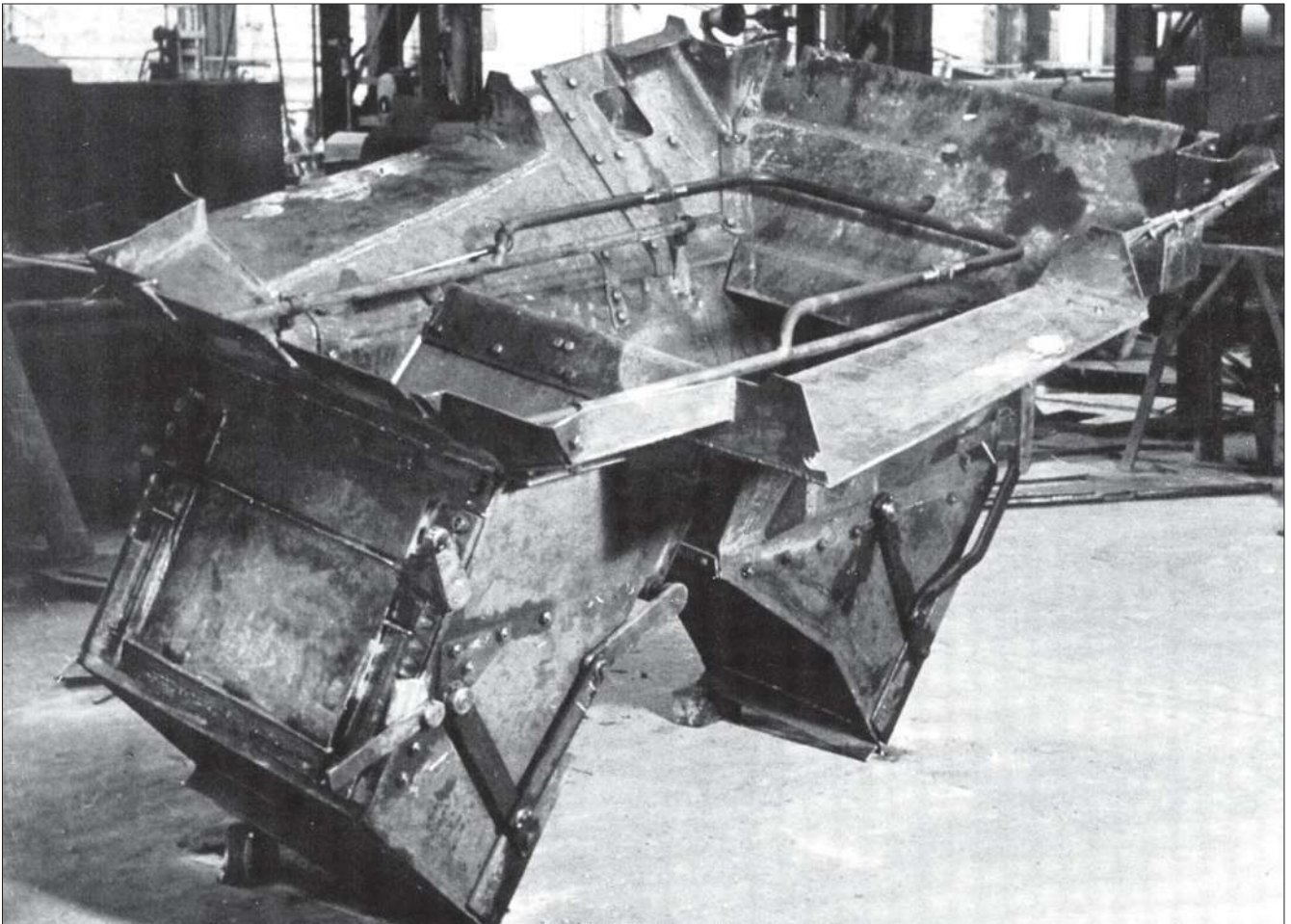
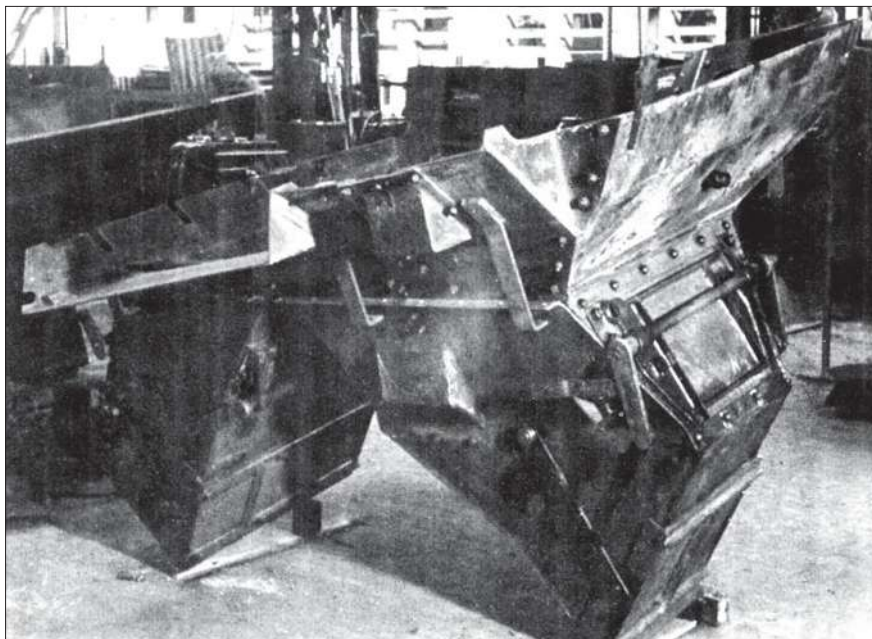


Abbildung des Aschkastens einer Lokomotive der Baureihe 82 vor der Montage.

cken war mit Stahlkugeln gefüllt. Beim Hereinschrauben der Handspindel wurde ein Dorn in die Stahlkugeln gedrückt, so dass ein allseitiger Druck auf die Dichtflächen entstand, der auch den Kesselstein zerquetschte. Die Schließkraft dieses Schiebers war aber nicht immer ausreichend, so dass er nochmals geöffnet werden musste, um den Kesselstein wegzuspülen. Dabei wurden im Laufe der Zeit die Dichtflächen beschädigt. Auch kam es durch die relativ langen Öffnungs- und Schließzeiten zu erheblichen Wasser- und Wärmeverlusten.

Wesentlich besser waren die Schnellschlussventile, die während der Fahrt vom Führerstand aus bedient werden konnten. Sie öffneten und schlossen schlagartig, so dass, von der Abschlamphase abgesehen, keine Wasser- und Wärmeverluste entstanden. Am meisten wurde die Bauart Gestra verwendet, die einen Schließkraftmultiplikator in Form eines Kniehebels besaß, wodurch auch härteste Kesselsteinstückchen zwischen den Dichtflächen zertrümmert werden konnten. Gestra-Abschlammentile konnten vom Führerhaus aus mit Druckluft oder von ebener Erde aus mittels Handrads bedient werden. Das Ventil konnte auch zum Ablassen und Füllen des Kessels verwendet werden. Damit auch für den Fall, dass ein Fremdkörper das Schließen verhinderte, Sicherheit vorhanden war, gab es einen von Hand zu bedienenden Reserveverschluss. Da das Gestra-Ventil immerhin unter Kesseldruck (im Regelfall also 16 bar) arbeitete, war ein Pralltopf zur Verminderung des Geräusches und Vernichtung der Ausströmenergie vorhanden. So wurde die Gleisbettung geschont und die Lokomotive vor Verschmutzung bewahrt. Das Gestra-Abschlammentil sollte etwa jede Stunde, bei schlechtem Speisewasser alle 30 min für 2 bis 3 Sekunden betätigt werden.

Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn waren auch mit dem Abschlammentil Bauart Gera ausgerüstet, das nach dem selben Prinzip wie das der Bauart Gestra arbeitete. Das Abschlammentil Bauart Gera ermöglichte sehr kurze Abschlamzeiten von 1 bis 2 Sekunden und konnte eine Schließkraft von 4000 kp entwickeln. Es war an der Vorderseite des Stehkessels dicht über dem Bodenring angeordnet und bei sehr vielen Lokomotiven nach Einführung der inneren Kesselspeisewasseraufbereitung auch am Schlamm-sammler des Langkessels.



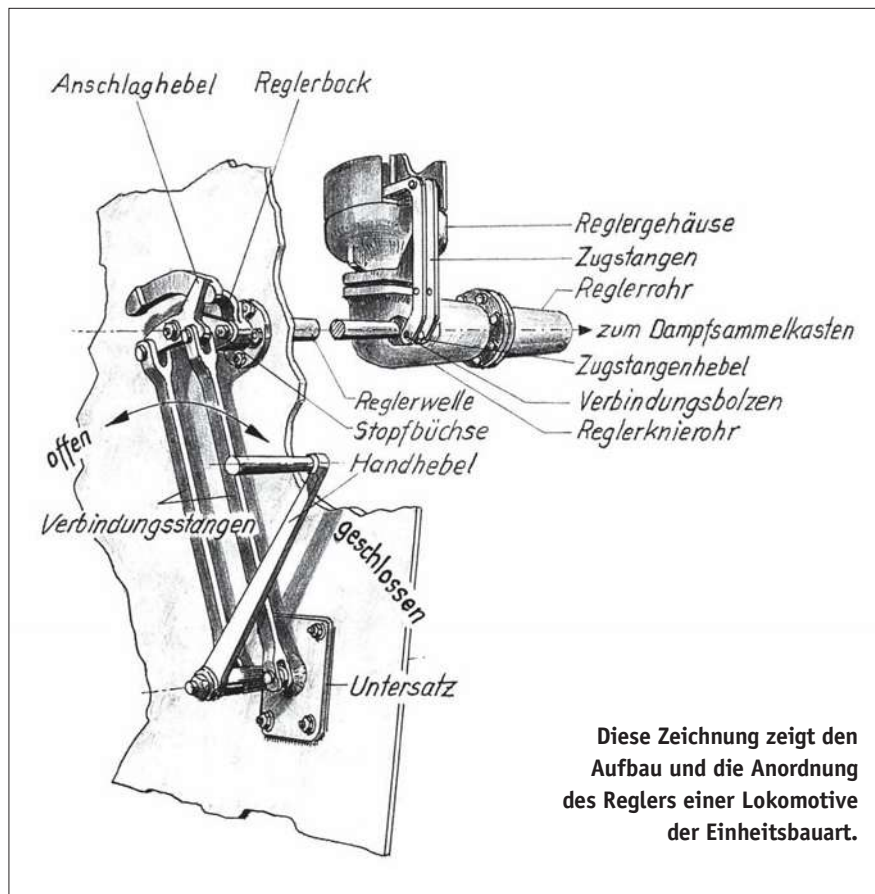
FOTOS (2): VERLAGSARCHIV

Derselbe Aschkasten, von der anderen Seite gesehen.

Regler

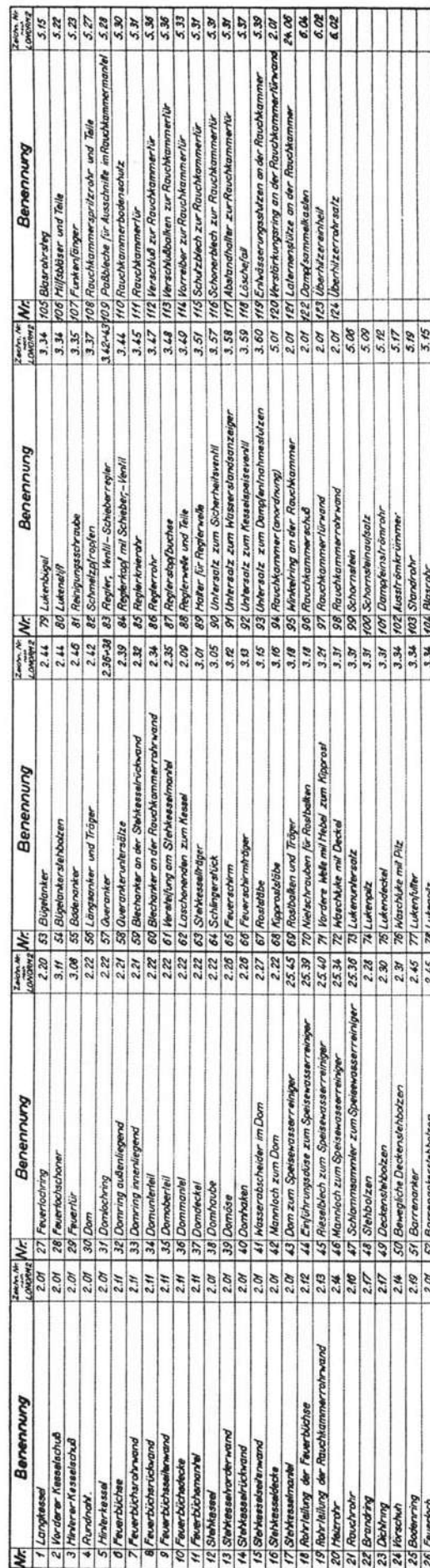
Die Dampfmenge, die man der Dampfmaschine zur Arbeitsleistung zuführt, wird mit dem Dampfregler dosiert. Nassdampflokomotiven besaßen Flachschieberregler, die aber mit ihren großen, ebenen Dichtflächen bei den für Heißdampflokomotiven üblichen Drücken und Temperaturen nicht mehr verwendbar waren. Bei Heißdampflokomo-

tiven sind nur noch Ventilregler üblich, wobei man zwischen Heißdampf- und Nassdampfventilregler unterscheidet. Beim Nassdampfregler sitzt die Regulierungseinrichtung vor dem Überhitzer, bei Heißdampfreglern zwischen Dampfsammelkasten und Einströmrohren. Der bei deutschen Lokomotiven gebräuchliche Nassdampfregler war der Ventil-



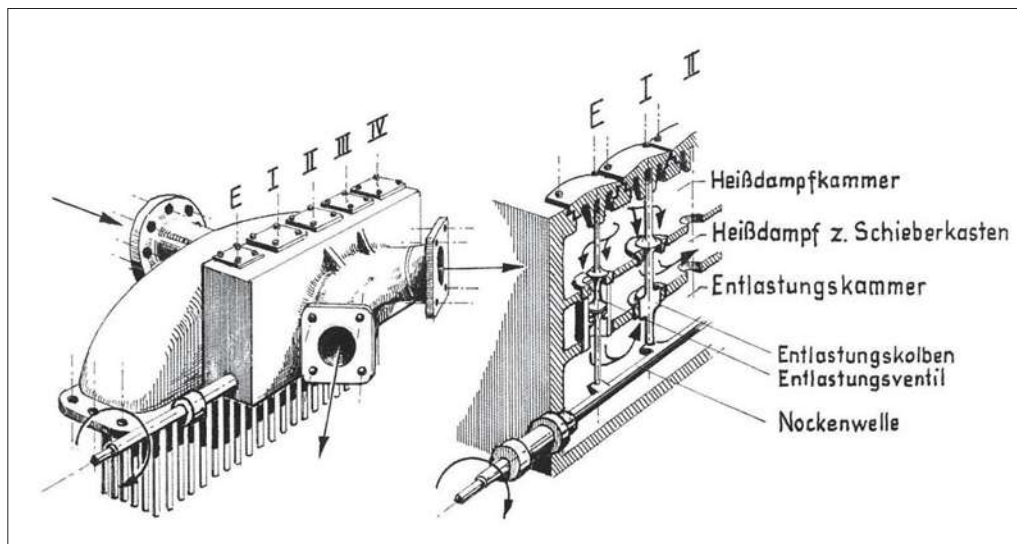
Diese Zeichnung zeigt den Aufbau und die Anordnung des Reglers einer Lokomotive der Einheitsbauart.

ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF



Die verschiedenen Lokomotivteile wurden von der deutschen Lokomotivnormengruppe einer einheitlichen Benennung zugeführt. Hier die Lonorm, Tafel 1, der Gruppe Kessel.

Mehrfachventil-Heißdampfregler und Schnitt durch den eigentlichen Regler.



ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

regler Bauart Fritz Wagner & Co. Da ein Ventil, auf dessen einer Seite der volle Kesseldruck lastet, nicht feinfühlig geöffnet und geschlossen werden kann, ist der Ventilregler Bauart Wagner entlastet. Das heißt, der Lokführer muss das Ventilgestänge nicht gegen den vollen Kesseldruck bewegen. Er öffnet (oder schließt) vielmehr nur ein Hilfsventil. Da das Hauptventil vom Kesseldruck auf die Dichtflächen, die zum Reglerrohr führen, gepresst wird, entsteht ein dampfdichter Verschluss. Beim Öffnen des Hilfsventils strömt Dampf aus der sog. Entlastungskammer in das Reglerrohr ab, so dass der Dampfdruck in der Entlastungskammer sinkt und das Hauptventil vom Kesseldruck geöffnet wird. Über die Entlastungskammer und das Hilfsventil wird der Nassdampfregler Bauart Wagner praktisch vom Kesseldruck selbst gesteuert. Einheitslokomotiven hatten den Ventilregler Bauart Fritz Wagner & Co. in der Einheitsbauart 1925 eingebaut. Als Nachteil des Nassdampfreglers wurde die gewisse zeitliche Verzögerung empfunden, mit der die Dampfmaschine auf das Öffnen und Schließen des Reglers reagiert, da der Dampf erst den Überhitzer durchströmen muss, ehe er über die Heißdampfsammelkammer und die Einströmröhre in der Dampfmaschine Arbeit verrichtet und die Lokomotive bewegt. Deshalb gehört ein gewisses Fingerspitzengefühl dazu, Lokomotiven mit Nassdampfregler auf die Drehscheibe zu fahren und im Lokschuppen an bestimmter Stelle anzuhalten. Es ist schon manchem erfahrenen Lokführer passiert, dass die Maschine in die Drehscheibengrube sprang oder die Mauer des Lokschuppens durchbrach.

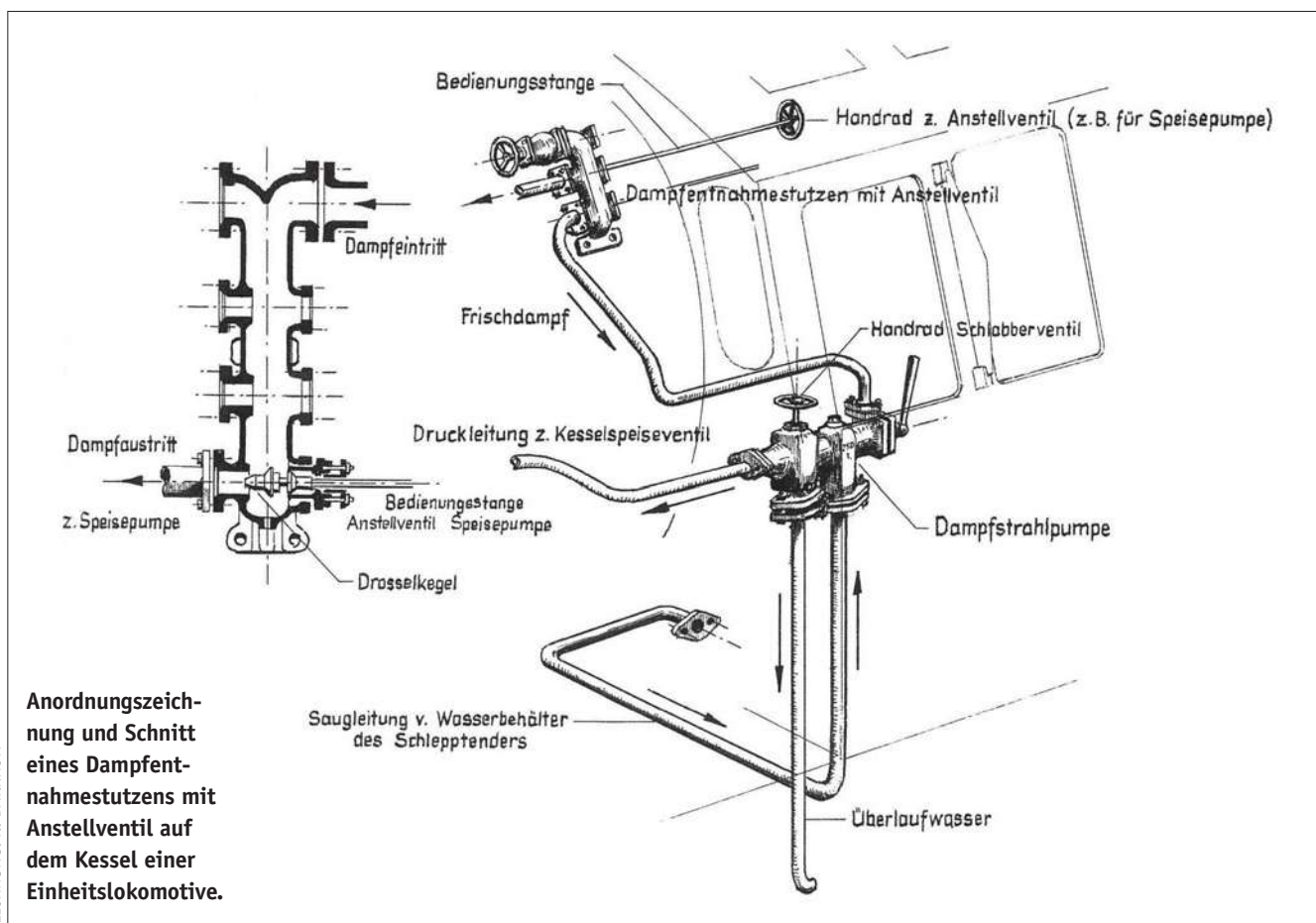
Das vermeidet der Heißdampfregler, der zwischen Dampfsammelkasten und Einströmröhren untergebracht ist. Beim Öffnen des Heißdampfreglers steht der Dampfmaschine sofort Dampf zur Verfügung, beim Schließen des Reglers wird er sofort abgesperrt. Mit dem Heißdampfregler lässt sich also die Lokomotive feinfühlig bedienen. Heißdampfregler gab es in Einfach- und Mehrfachventilausführung. Bei der Mehrfachventilausführung wurden durch eine Nockenwelle entsprechend der benötigten Dampf-

menge nacheinander geöffnet. Heißdampfregler wurden durch Seitenzuggestänge bedient; das Gestänge lief an der rechten Seite des Langkessels entlang. Die Seitenzugbedienung, bei der der Reglerhandhebel rechts seitlich am Hinterkessel angebracht ist, ist für den Lokführer wesentlich günstiger als die bei Länderbahn- und Einheitslokomotiven übliche Bedienung, wo der Reglerhebel an der Rückseite des Stehkessels angebracht war und quer zur Fahrtrichtung bedient werden musste. Es gab bei Lokomotiven der Bundesbahn und der



FOTO: D. KEMPF

Die 01 1056 als Denkmal in Rheine. Gut erkennbar die Verkleidungen der Waschluken bei modernen Kesseln. Vor dem Führerhaus befindet sich der Dampfentnahmestutzen (siehe auch nächste Seite).



Anordnungszeichnung und Schnitt eines Dampfentnahmestutzens mit Anstellventil auf dem Kessel einer Einheitslokomotive.

Deutschen Reichsbahn häufig Schwierigkeiten mit den Heißdampfreglern, die dazu führten, dass sie wieder durch Nassdampfregler ersetzt worden sind. Auch Heißdampfregler sind entlastete Ventilregler, doch neigte der Entlastungskolben zur Korrosion, so dass sich das Hauptventil nicht mehr öffnen oder schließen ließ. Auch wenn sich in der Entlastungskammer Kesselstein oder

Rost und Zunder aus den Überhitzer-einheiten angesammelt hatte, konnten Schwierigkeiten beim Schließen der Ventile auftreten.

Die Deutsche Reichsbahn hat an ihren Rekolokomotiven Nassdampfregler der Bauart Fritz Wagner & Co. mit Seitenzugbedienung eingebaut und erhielt sich so die ergonomisch günstigere Bedienungsform. Der Regler wurde sinnfä-

lig bei Vorwärtsfahrt nach vorn geöffnet und nach hinten geschlossen.

Dampfleitungen

Zur Kesselausrüstung zählen nur die Dampfleitungen, die den Dampf vom Regler zu den Schieberkästen leiten, und die Abdampfleitungen, die von den Schieberkästen zur Rauchkammer führen.

Die Dampfzuleitung besteht aus dem Reglerknierrohr, das den Regler trägt, dem Reglerrohr und den beiden (bei Drillingstriebwerken drei) Einströmrohren. Zur Dampfableitung gehören die Ausströmrohre (je Schieberkasten eines), das Ausströmzweigrohr, das die beiden Ausströmrohre vereinigt, und das Standrohr, dessen oberen Abschluss das Blasrohr bildet. Die Dampfleitungen für die Hilfseinrichtungen wie Pumpen, Lichtmaschine usw. zählen nicht zur Kesselausrüstung, sondern sind Zubehör der jeweiligen Hilfseinrichtung.

Um die Hilfseinrichtungen mit Dampf zu versorgen, besitzt der Kessel einen oder zwei Dampfentnahmestutzen. Einer der Stutzen befindet sich in der Regel an der linken Seite des Langkessels in Höhe des Dampfdomes, der andere auf dem Scheitel des Hinterkessels. Die zu den Hilfseinrichtungen führenden



Lokomotive 050 919 des Bw Rheine am 22. September 1974. Auch hier ist auf dem Kessel der Dampfentnahmestutzen sichtbar.

Leitungen sind mit Ventilen abgesperrt, die vom Führerstand aus über Handräder und Wellen bedient werden. Diese sog. Züge verlaufen an der linken Seite des Langkessels vom Führerhaus zum Dampfentnahmestutzen.

Blasrohr und Hilfsbläser

Über das Blasrohr ist bereits bei der Beschreibung der Rauchkammerausrüstung berichtet worden. Die richtige Einstellung des Blasrohres (senkrecht und mittig unter dem Schornstein) ist entscheidend für die Dampfentwicklung. Bei einigen Länderbahnlokomotiven waren verstellbare Blasrohre im Gebrauch, bei denen während der Fahrt der Querschnitt verändert werden konnte. Ein geringerer Querschnitt verstärkte den Saugzug und damit die Feueranfischung. Zu dieser Maßnahme griff man, wenn besondere Leistungen (Fahrt auf Steigungen, große Zuglasten o. a.) gefordert wurden. Einer erhöhten Dampfentwicklung im Kessel stand natürlich auch ein erhöhter Dampfverbrauch gegenüber. Bei Stillstand der Lokomotive fehlt der Saugzug. Um das Feuer in Gang zu halten, muss ein künstlicher Saugzug erzeugt werden. Das übernimmt der Hilfsbläser, der aus einem Ringrohr mit kleinen Düsen besteht und auf der Mündung des Blasrohres sitzt. Der Hilfsbläser wird vom Führerstand (Heizerseite) aus mittels Handrads bedient. Bei Stillstand der Lokomotive wird Frischdampf durch den Düsenring geblasen und auf diese Weise in der Rauchkammer ein künstlicher Saugzug erzeugt, der ausreicht, das Feuer in Gang zu halten. Mit dem Hilfsbläser kann auch das Anheizen einer kalt stehenden Lokomotive beschleunigt werden. Zu diesem Zweck besteht die Möglichkeit, den Hilfsbläser an die Heizleitung anzuschließen.

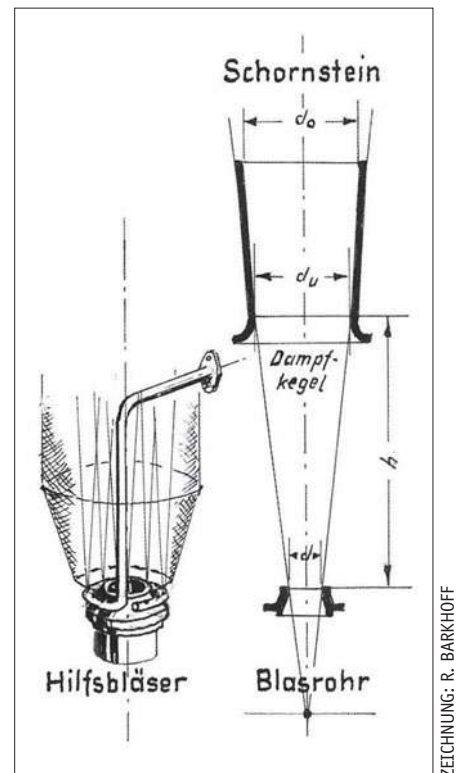
Funkenfänger

Je nach der Anstrengung der Lokomotive und der Art des Brennstoffes werden mehr oder weniger glühende Kohleteilchen durch den Saugzug aus der Feuerbüchse durch die Rohre mitgerissen. Wenn sie ungehindert durch den Schornstein ins Freie gelangten, bestünde die Gefahr, dass Wälder und Felder in Brand gesetzt werden. Jede Bahnverwaltung ist überdies verpflichtet, rechts und links ihrer Strecke einen Brandschutzstreifen anzulegen und von Pflanzenwuchs freizuhalten. Bei Strecken, die nicht mehr von Dampflokomoti-

tiven befahren werden, entfällt dieser Schutzstreifen.

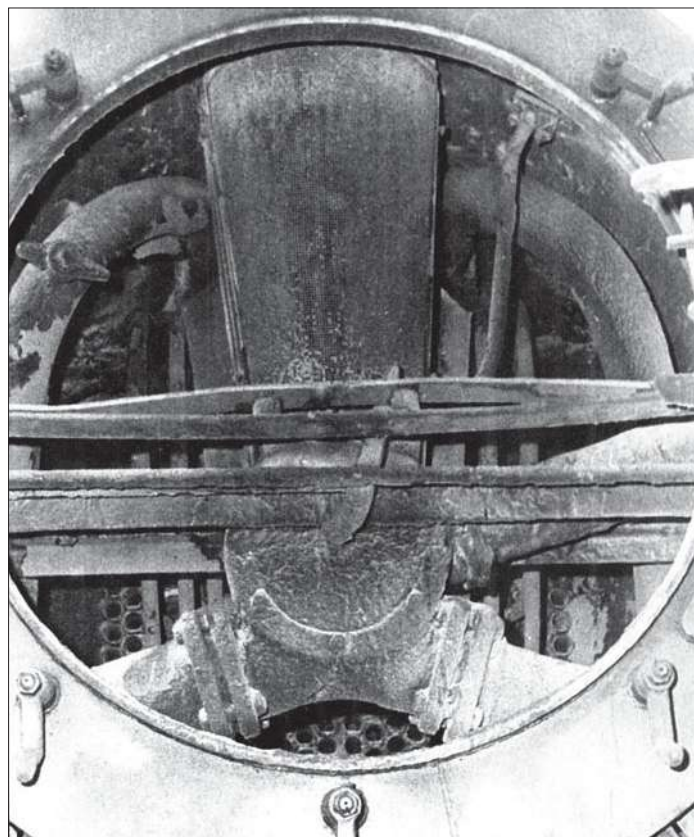
Wir erwähnten bereits, dass in der Rauchkammer ein Funkenfänger eingebaut ist, der den Austritt glühender Brennstoffteilchen aus dem Schornstein verhindern soll. Bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (und auch bei den Lokomotiven beider deutscher Bahnverwaltungen) mit tief liegendem Blasrohr hat sich der Funkenfänger Bauart Holzapfel durchgesetzt, der unten auf dem Blasrohrflansch aufsitzt und oben den Schornstein umschließt. Der Funkenfänger besteht aus starkem Drahtgeflecht mit ca. 6 mm Maschenweite, ist aufklappbar, damit die Rohre gereinigt werden können, und pendelnd aufgehängt, damit er sich durch die Rüttelbewegungen während der Fahrt selbst reinigen kann.

Es gibt in der Geschichte der Dampflokomotive eine Vielzahl von Funkenfängern unterschiedlichster Bauart – gelochte Bleche, jalousieartig angeordnete Flacheisen (Bauart Thomas), Stabfunkenfänger u. a. m. Je wirksamer ein Funkenfänger ist, desto mehr behindert er den Saugzug; je geringer er den Saugzug behindert, desto geringer ist auch seine Wirkung als Funkenfänger. Unter den vielen Bauarten hat sich der Holzapfel-Funkenfänger als günstigster Kompromiss durchgesetzt. Bei Lokomo-



Funktionszeichnung von Hilfsbläser und Blasrohr.

tiven mit Braunkohlefeuerung, die bei der Deutschen Reichsbahn nach dem Kriege zwangsläufig üblich war, befand sich zwischen Rauchkammerrohrwand und Funkenfänger noch ein Prallblech, um den starken Funkenflug einzudämmen.

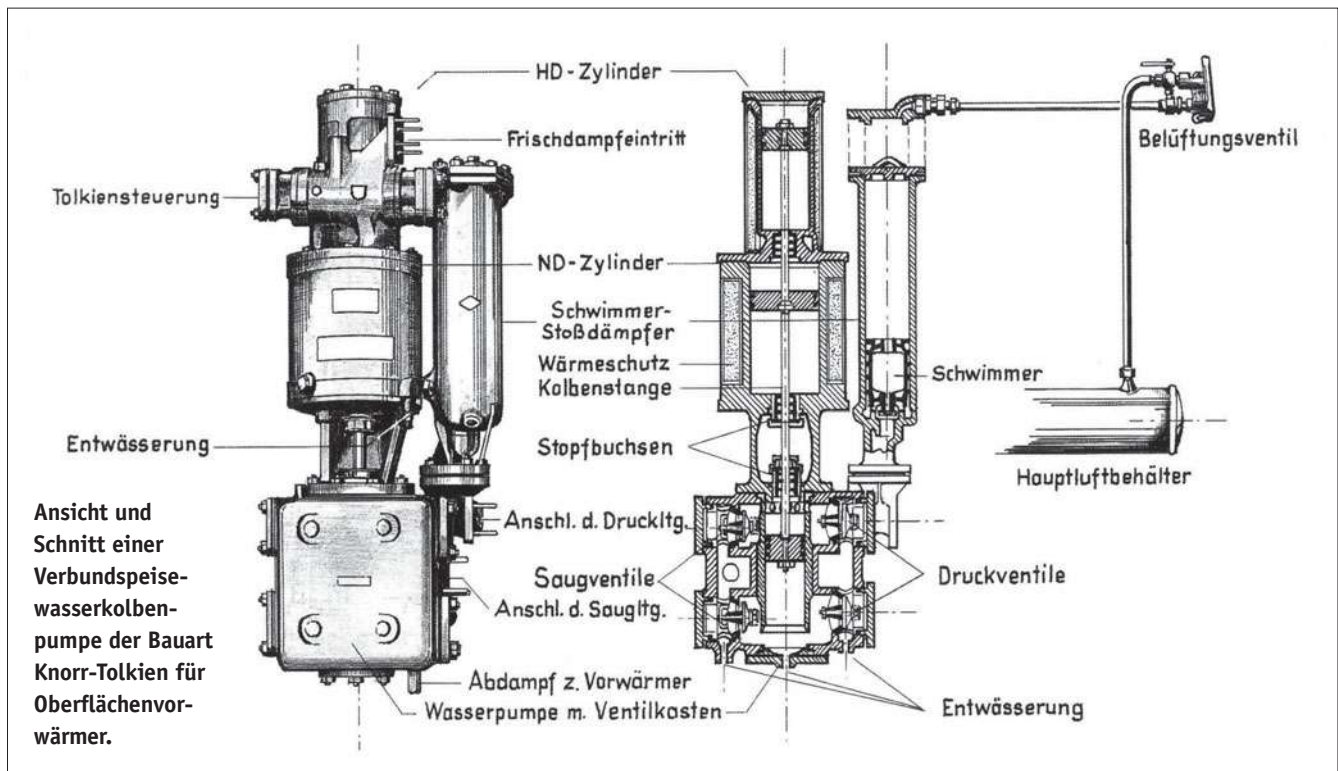


Rauchkammer einer preußischen T 16¹. In der Mitte der Funkenfänger Bauart Holzapfel. Links und rechts werden an der Rauchkammerwand die Einströmröhre zu den Zylindern geführt, und das Hosenrohr im unteren Teil führt den Abdampf der Maschine zum Blasrohr.

FOTO: M. WEISBROD

Blick des Lokführers
aus dem Führerstand
einer Einheitsloko-
motive bei der DR.





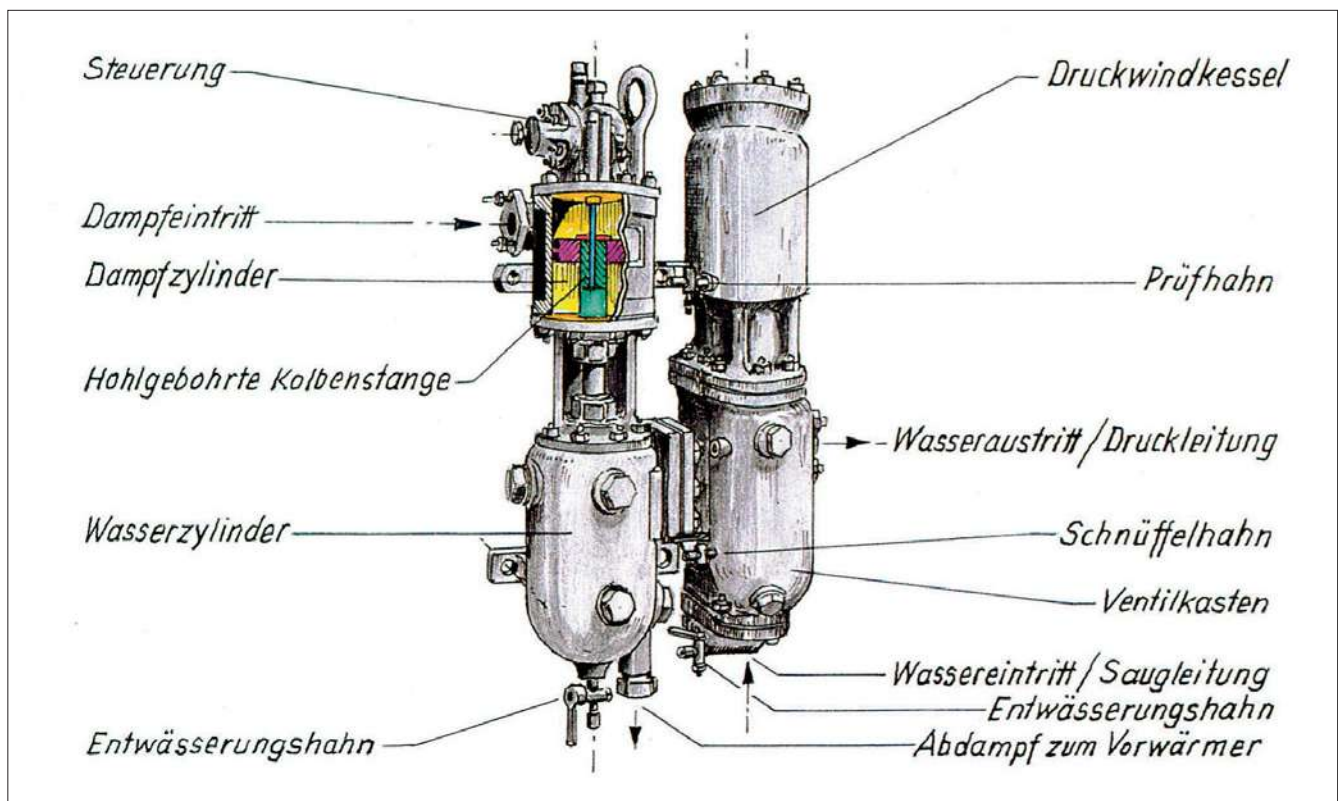
Kolbenspeisepumpen

Kolbenspeisepumpen werden durch eine eigene Dampfmaschine angetrieben. Man unterscheidet Pumpen für den Betrieb mit Oberflächenvorwärmer und Pumpen für den Betrieb mit Mischvorwärmer. Bei den Länderbahnen, bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und bei beiden deutschen Bahnverwal-

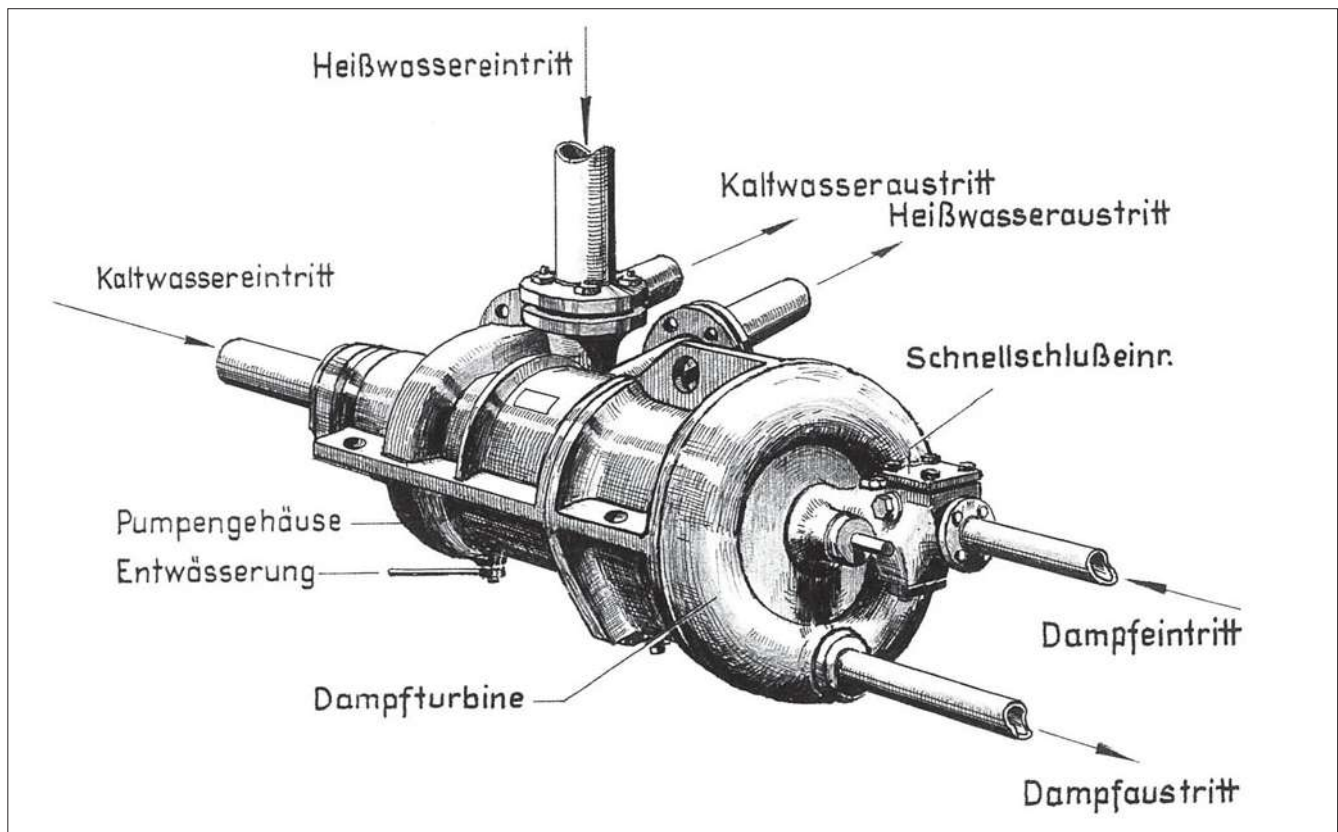
tungen sind eine Vielzahl von Kolbenspeisepumpen entwickelt worden, von denen hier nur die wichtigsten genannt werden können. Bei Kolbenspeisepumpen sitzen die Kolben von Dampfmaschine und Pumpe auf einer gemeinsamen Kolbenstange.

Ältere Lokomotiven waren mit einer einstufigen Speisepumpe Bauart

Knorr mit Schleppschiebersteuerung ausgerüstet. Diese Pumpe arbeitet als Volldruckmaschine, d. h., die Dampfmaschine erhält den vollen Kesseldruck. Die Wasserpumpe arbeitet doppelt wirkend, wodurch bei Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens Wasser gefördert wird. Neben dem Pumpenteil befindet sich der Ventilkasten der Pumpe mit



Einstufige Knorr-Speisewasserkolbenpumpe mit Schleppschiebersteuerung für Oberflächenvorwärmer.



ZEICHNUNGEN (3): R. BARKHOFF

Ansicht einer zweistufigen Turbo-Speisepumpe mit Kalt- und Warmwasserstufe für Mischvorwärmanlagen der Bauart Henschel.

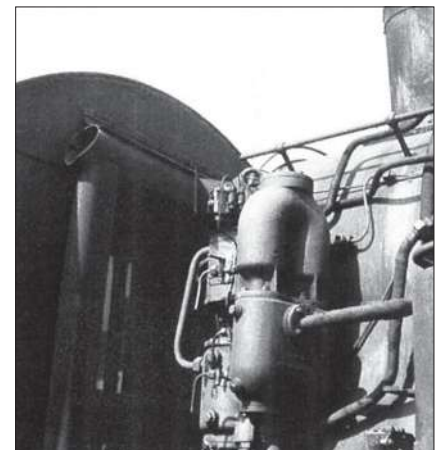
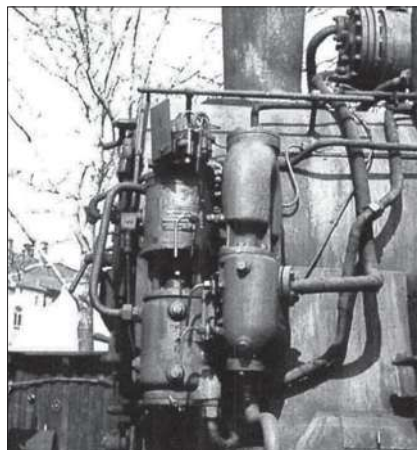
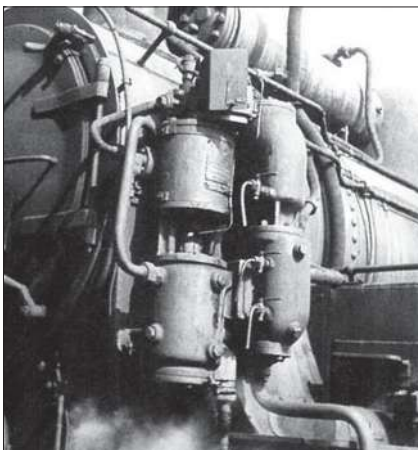
je zwei Druck- und zwei Saugventilen. Der über dem Ventilkasten angeordnete Druckwindkessel hat die Aufgabe, die Stöße, die beim Hubwechsel entstehen, zu dämpfen und die Druckventile und das Kesselrückschlagventil zu schonen.

Um den hohen Dampfverbrauch der Knorr-Pumpe zu senken, wurde die Speisewasserkolbenpumpe Bauart Nielebock-Knorr entwickelt. Diese Pumpe hat eine Verbunddampfmaschine, bei der der Hochdruckteil mit Vollfüllung arbeitet und, nachdem er den HD-Kolben bewegt hat, im Niederdruckteil nochmals Arbeit verrichtet. Pumpe und Ventilkasten waren zu einem Gussstück vereinigt, nur der Windkessel war extra

auf den Pumpenteil aufgesetzt. Die Nielebock-Knorr-Pumpe wurde bald durch die Verbundspeisepumpe Bauart Knorr-Tolkien abgelöst. Hochdruck und Niederdruckteil der Dampfmaschine und der Wasserzylinder der Pumpe lagen übereinander und besaßen eine gemeinsame Kolbenstange. Die Tolkien-Steuerung der Dampfmaschine kommt im Gegensatz zu den bisher erwähnten Pumpen ohne Vorsteuerung aus und wird nur vom Arbeitsdampf gesteuert. Anstelle des Druckwindkessels besitzt die Knorr-Tolkien-Pumpe einen Stoßdämpfer mit Schwimmer, der Wasser und Luftpolster voneinander trennt. Da Wasser unter Druck Luft aufnimmt, musste der Luft-

vorrat in den Druck- bzw. Saugwindkesseln häufig ergänzt werden. Bei den KT- und KP-Pumpen ist die Ergänzung des Luftvorrates nur noch in größeren Zeitabständen erforderlich. Der Dampfverbrauch der Knorr-Tolkien-Pumpe ist sehr gering und beträgt bei 16 bar Kesseldruck 1,25 kg Dampf für 100 l Wasser. Überdies ist die Fördermenge feinstufig regelbar. Die Knorr-Tolkien-Pumpe gab es in zwei Ausführungen: als KT 1 mit 250 l/min und als KT 3 mit 125 l/min Förderleistung.

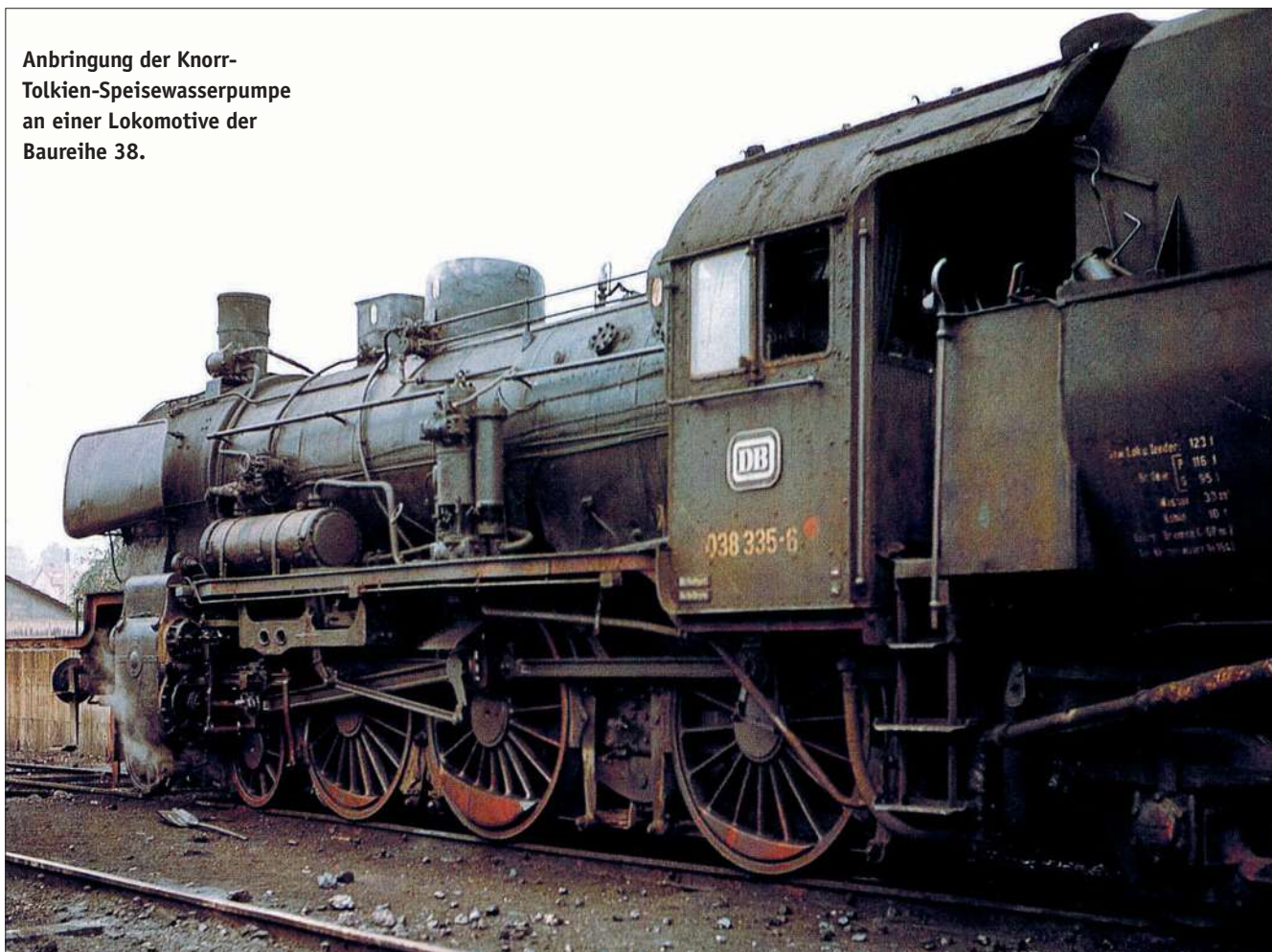
Eine Weiterentwicklung der Knorr-Tolkien-Pumpe ist die Knorr-Pumpe mit Peters-Steuerung KP 4-250. Es gab sie, wie die Typenbezeichnung aussagt,



FOTOS (3): VERLAGSARCHIV

Verschiedene Ansichten der einstufigen Knorr-Speisewasserkolbenpumpe an einer Lokomotive der Baureihe 94.

Anbringung der Knorr-Tolkien-Speisewasserpumpe an einer Lokomotive der Baureihe 38.



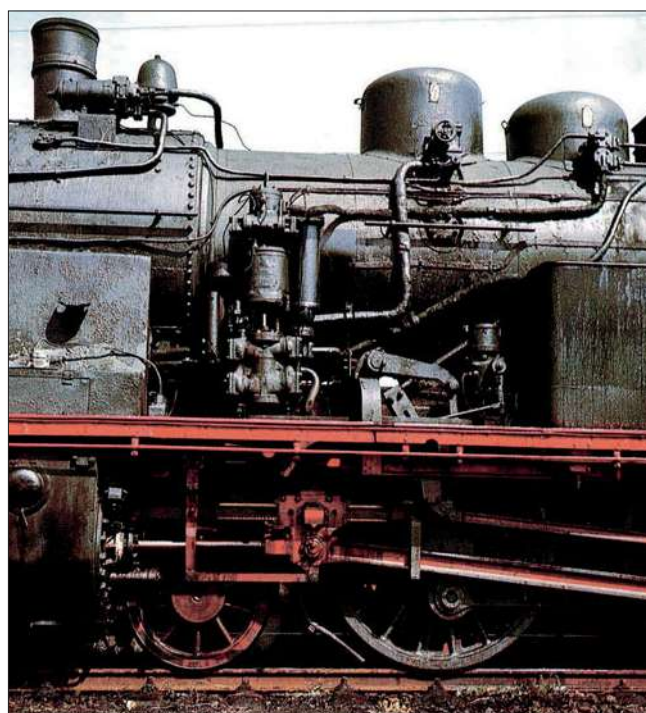
nur mit einer Förderleistung von 250 l/min. Die Pumpen KT 1, KT 3 und KP 4 sind sich im äußeren Aufbau sehr ähnlich. Bei der Peters-Steuerung wird der

Hochdruckdampfzylinder oberhalb und unterhalb des Kolbens abwechselnd mit Frischdampf und der Niederdruckdampfzylinder mit Verbinderdampf gefüllt. Die

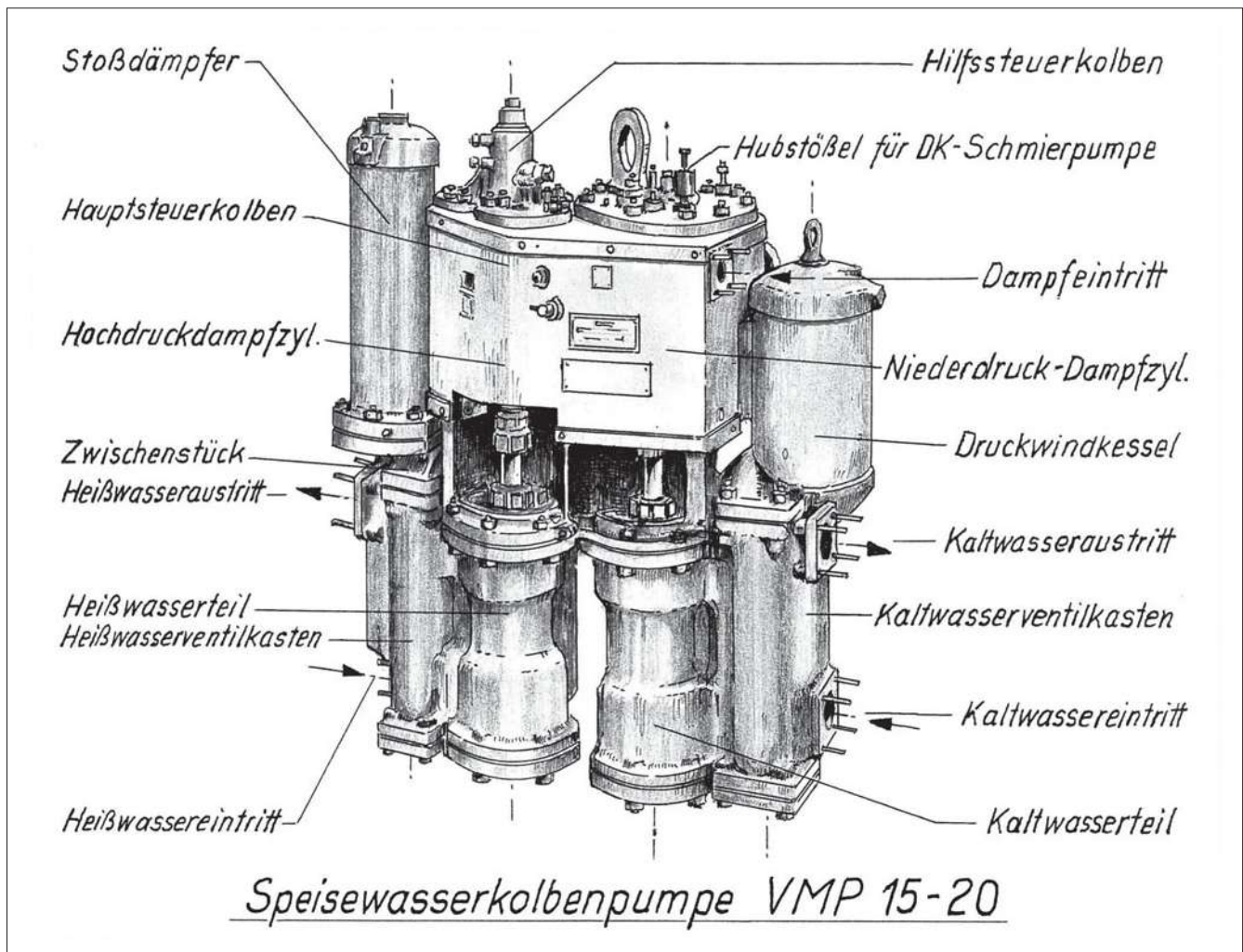
Pumpe KP 4-250 wurde häufig als Ersatz für die Knorr-Tolkien-Pumpe angebaut. Die Vorteile von Kolbenspeisepumpe und Vorwärmer einerseits, nämlich Vor-



Speisepumpe wie oben, an einer Lokomotive der BR 94, jedoch mit „Knorr-De Limon“-Steuerung, Saugwindkessel und Stoßdämpfern.



Verbund-Speisepumpe KT1-250 an der Lok 78 246 (Bw Freudenstadt) mit „Knorr-De Limon“-Steuerung.



Speisewasserkolbenpumpe VMP 15 – 20 für Mischvorwärmanlagen Bauart IfS.

wärmung des Speisewassers auf ca. 90° C, und die einfache Konstruktion der Dampfstrahlpumpe andererseits versuchte die Abdampfstrahlpumpe (Abdampfinjektor) Bauart Friedmann in sich zu vereinen. Die Pumpe arbeitet mit Abdampf, der dem Blasrohr entnommen wird, und Frischdampf, da die Energie des Abdampfes allein nicht ausreicht, um gegen den Kesseldruck zu speisen, und die Pumpe auch bei geschlossenem Regler (also wenn kein Abdampf zur Verfügung stand) arbeiten musste. Die DRG rüstete z.B. versuchsweise die 01 087 – 01 089 mit Friedmann-Abdampfinjektor aus, aber da kein entscheidender Vorteil gegenüber dem Oberflächenvorwärmer zu verzeichnen war, erhielten die Maschinen wieder Kolbenspeisepumpen mit Knorr-Vorwärmern. Bei verschiedenen ausländischen Bahnverwaltungen war der Friedmann-Abdampfinjektor erfolgreicher. Als zweite Speiseeinrichtung diente eine übliche Dampfstrahlpumpe.

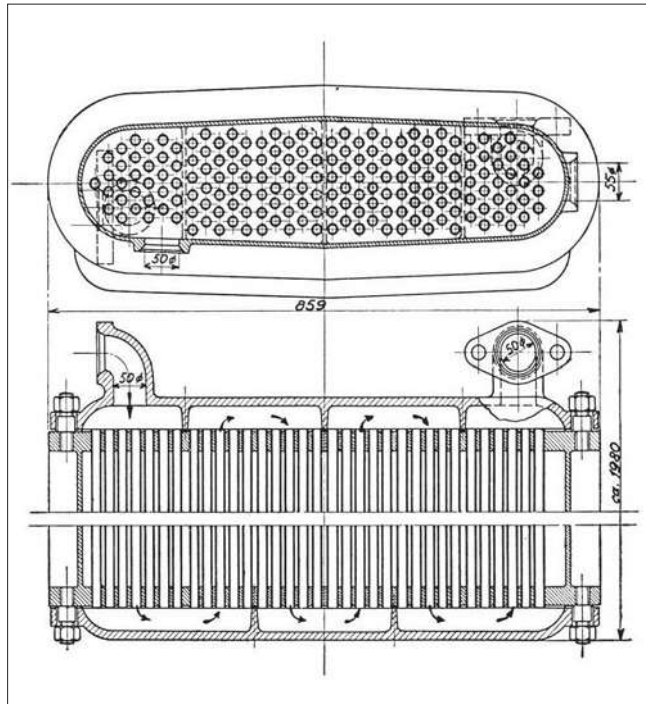
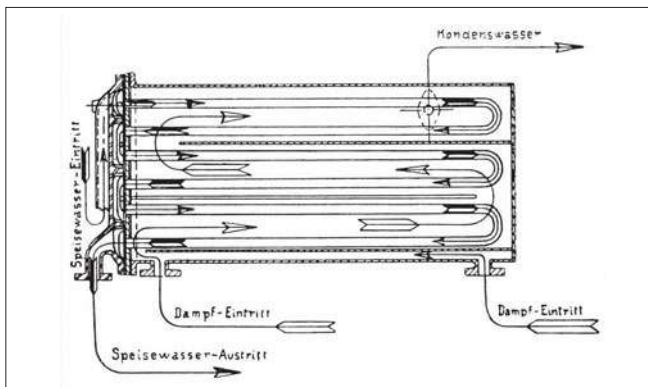
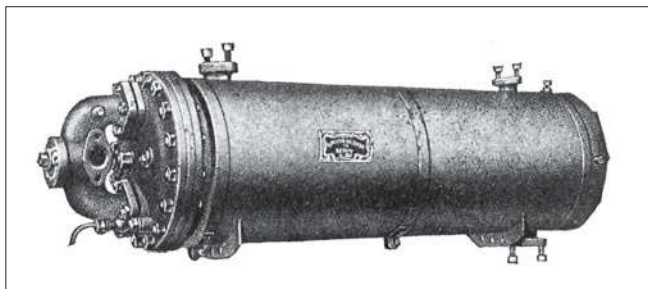
Als die Rote Armee nach dem Zweiten Weltkrieg für einige Zeit u.a. auch

mehrere Lokomotiven der Baureihe 01 beschlagnahmte und in sog. Lokomotivkolonnen für ihren Bedarf einsetzte, ließ sie Kolbenspeisepumpe und Oberflächenvorwärmer zugunsten eines Friedmann-Frischdampfinjektors ausbauen, weil bei den SZD kaum Erfahrungen mit den bei uns üblichen Speiseeinrichtungen bestanden. Nach Rückgabe der Maschinen an die DR erhielten sie wieder Vorwärmer und Kolbenspeisepumpe. Die Deutsche Bundesbahn erprobte auch die Turbospeisepumpe Bauart Henschel (Typ TB B 18 000), eine Kreiselpumpe, bei der Dampfturbinenrad und Pumpenrad auf einer Welle saßen. Gegenüber der Kolbenspeisepumpe besaß die Kreiselpumpe den Vorteil, nahezu verschleißfrei zu arbeiten, und war mit nur 90 kg Masse wesentlich leichter als Kolbenpumpen. Allerdings verbrauchte sie etwas mehr Dampf. Die Turbospeisepumpe war eine nichtsaugende Pumpe und deshalb tiefhängend unter dem Laufblech angeordnet, damit ihr das Wasser vom Tender zufließen konnte.

Speisewasservorwärmer (Oberflächenvorwärmer)

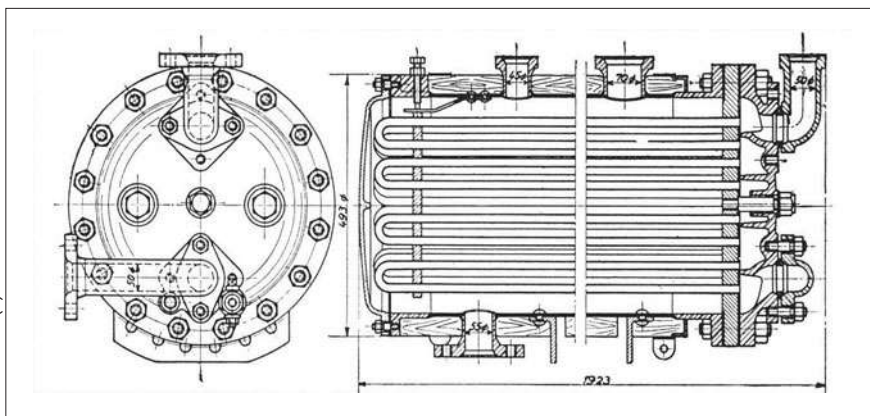
Die bisher erwähnten Pumpen arbeiten in Verbindung mit einem Oberflächenvorwärmer. Dieser nutzt die im Abdampf der Maschine enthaltene Verdampfungswärme zum Vorwärmen des Kesselspeisewassers. Es sind verschiedene Bauarten von Vorwärmern entwickelt worden, die aber nach dem selben Prinzip arbeiteten. Ein Teil des Maschinenabdampfes wird durch ein Rohrbündel geleitet, das vom Kesselspeisewasser umspült wird. Die Verdampfungswärme des Abdampfes geht durch die Oberfläche des Rohrbündels auf das Speisewasser über, der Abdampf kondensiert, und das Kondensat wird auf die Strecke abgelassen. Versuche, das Kondensat zurückzugewinnen und wieder zur Kesselspeisung zu verwenden, sind unternommen, doch wegen des aufwendigen Prozesses, das im Abdampf enthaltene Öl zu entfernen, als unwirtschaftlich aufgegeben worden.

Bei den deutschen Länderbahnen waren Oberflächenvorwärmer der Bauart Knorr (rund und flach), Schichau,



Unterschiedliche Bauarten von Knorr-Oberflächenvorwärmern.

ZEICHNUNGEN (3): VERLAGSARCHIV



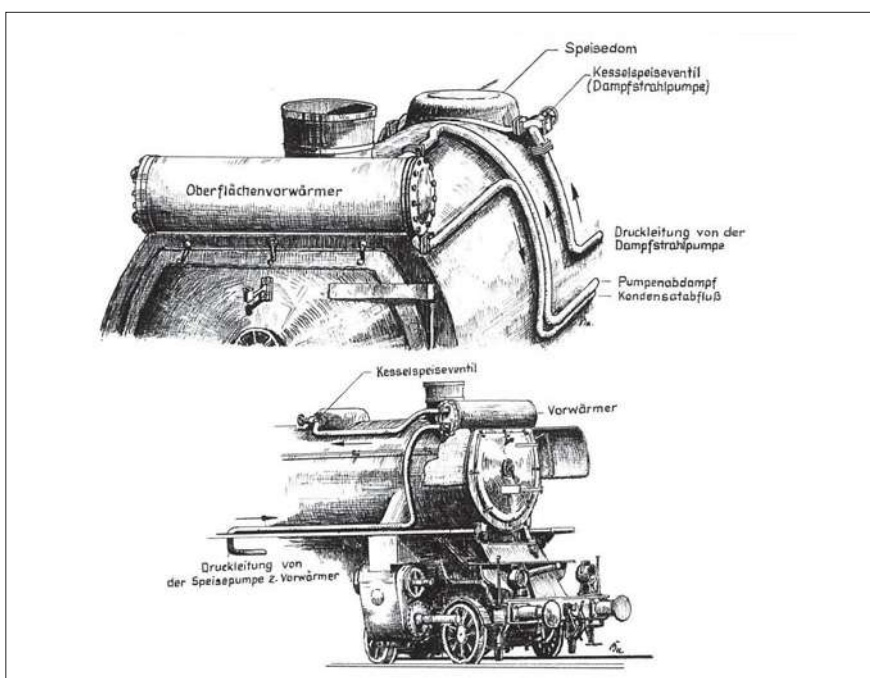
Atlas und Vulkan im Gebrauch. Die KPEV und die DRG entschieden sich für den runden Vorwärmer der Bauart Knorr. Auch der Vorwärmer bedarf regelmäßiger Wartung, wenn sein Wirkungsgrad nicht sinken soll. Beim Knorr-Vorwärmer kann, im Gegensatz zu den Bauarten Atlas und Schichau, das Rohrbündel herausgezogen und gereinigt werden. Die Einheitslokomotiven der DRG hatten den Vorwärmer quer vor dem Schornstein in einer Ausbuchtung der Rauchkammer. Bei den Länderbahnlokomotiven, die oft erst nachträglich mit Vorwärmer und Kolbenspeisepumpe ausgerüstet worden sind, ist die Anordnung unterschiedlich: Längs auf dem Langkessel, auf dem Laufblech, quer auf dem Rahmen.

Mischvorwärmer und Mischvorwärmerspumpen

Noch wirtschaftlicher als der Oberflächenvorwärmer ist der Betrieb mit Mischvorwärmanlagen. Auch hier sind unterschiedliche Bauarten entwickelt worden, von denen nachfolgend einige beschrieben werden.

Das Prinzip des Mischvorwärmers besteht in der direkten Vereinigung von Abdampf der Maschine und kaltem Kesselspeisewasser, wie es aus dem Tender kommt. In einen Mischkasten, der sich gewöhnlich unter oder in der Rauchkammer befindet und mit Abdampf gefüllt ist, wird Kaltwasser eingespritzt. Dabei kondensiert der Dampf zu Wasser

ZEICHNUNG: R. BARKHOFF



System des Oberflächenvorwärmers an einer „entkleideten“ Stromlinien-Schnellzuglokomotive der Baureihe 01¹⁰.



Bei der Baureihe 38 lag der Oberflächenvorwärmer auf dem Umlauf, so bei der 38 2383 (04.06.1972).



Auch Lokomotiven der BR 55 hatten eine solche Oberflächenvorwärmeranordnung (055 528 am 07.07.1969).



Anbringung des Vorwärmers auf dem Umlaufblech einer Lokomotive der Baureihe 38. Die Lokomotive hat Ersatzzylinder mit angegossenen Ausströmkästen und Druckausgleichkolbenschieber.

und erwärmt das Speisewasser auf zirka 90 bis 95° C. Auf diese Weise wird nicht nur die Verdampfungswärme des Abdampfes (wie beim Oberflächenvorwärmer), sondern auch die Flüssigkeitswärme genutzt. Der kondensierte Abdampf bringt überdies eine Ersparnis an

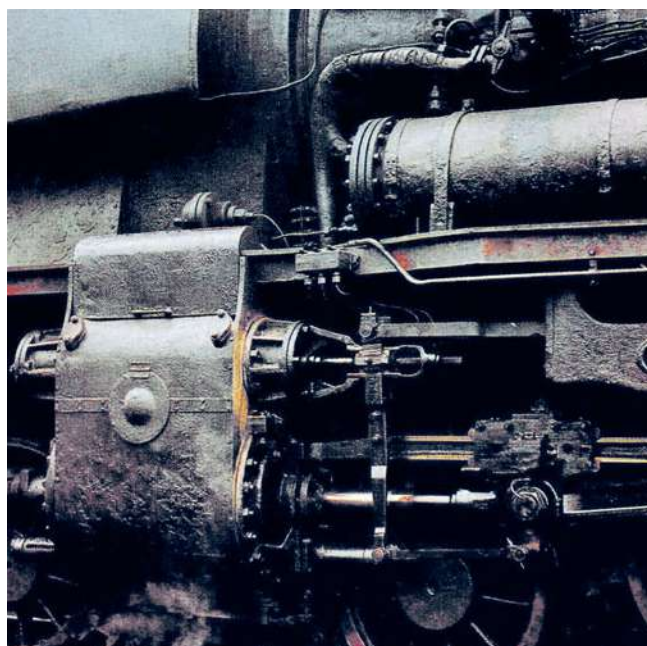
Tenderwasser von zirka 15 Prozent. Ein weiterer Vorteil des Mischvorwärmers besteht darin, dass aus dem Mischbehälter auch bei geschlossenem Regler oder Stillstand der Lokomotive eine Zeit lang vorgewärmtes Wasser gespeist werden kann.

Erste Versuche mit Mischvorwärmern gab es in Deutschland bereits 1940. Eine Mischvorwärmanlage der Firma Knorr wurde von der DRG in die 50 181 eingebaut. 1944 erhielten die 42 591 und die 50 1149 Knorr-Mischvorwärmer in verbesserter Ausführung.



FOTOS (3): D. KEMPF

Ansicht des auf der Rauchkammer quer eingebauten Vorwärmers an einer Einheitslok der Baureihe 03.



Noch einmal ein auf dem Laufblech angebrachter Vorwärmer einer Lokomotive der Baureihe 38 (Bw Heilbronn).

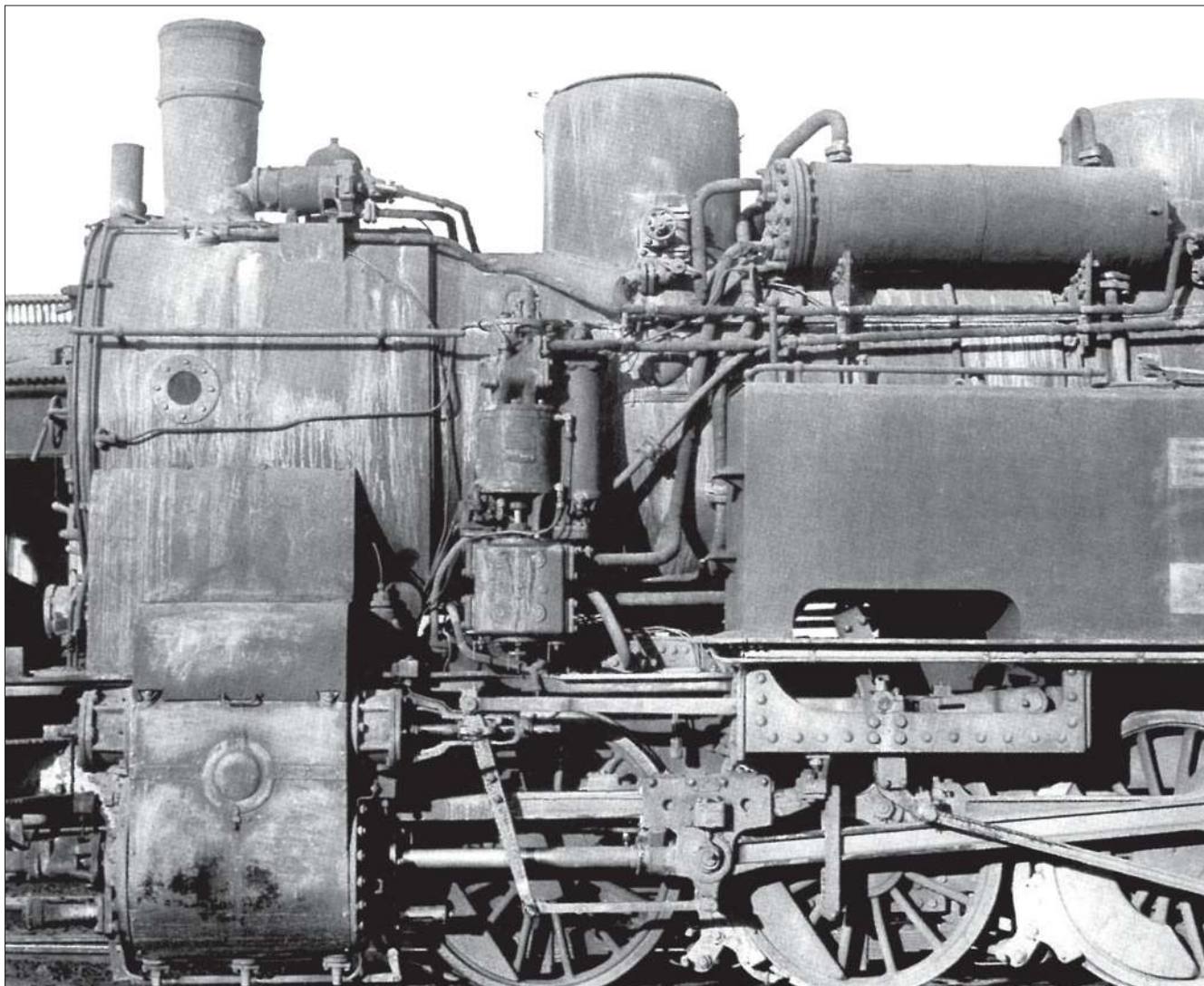


FOTO: M. WEISBRÖD

Verwirrende Vielfalt an der Heizerseite einer preußischen T 16¹. Zwischen Speise- und Dampfdom befindet sich der Oberflächenvorwärmer der Bauart Knorr, der hier mit einer Knorr-Kolbenspeisepumpe mit Peters-Steuerung (KP 4-250) den Kessel speist. Vor dem Schornstein ist der Schalldämpfer der Riggenbach-Gegendruckbremse zu sehen, hinter dem Schornstein befindet sich die Lichtmaschine und, durch sie halb verdeckt, das Läutewerk.

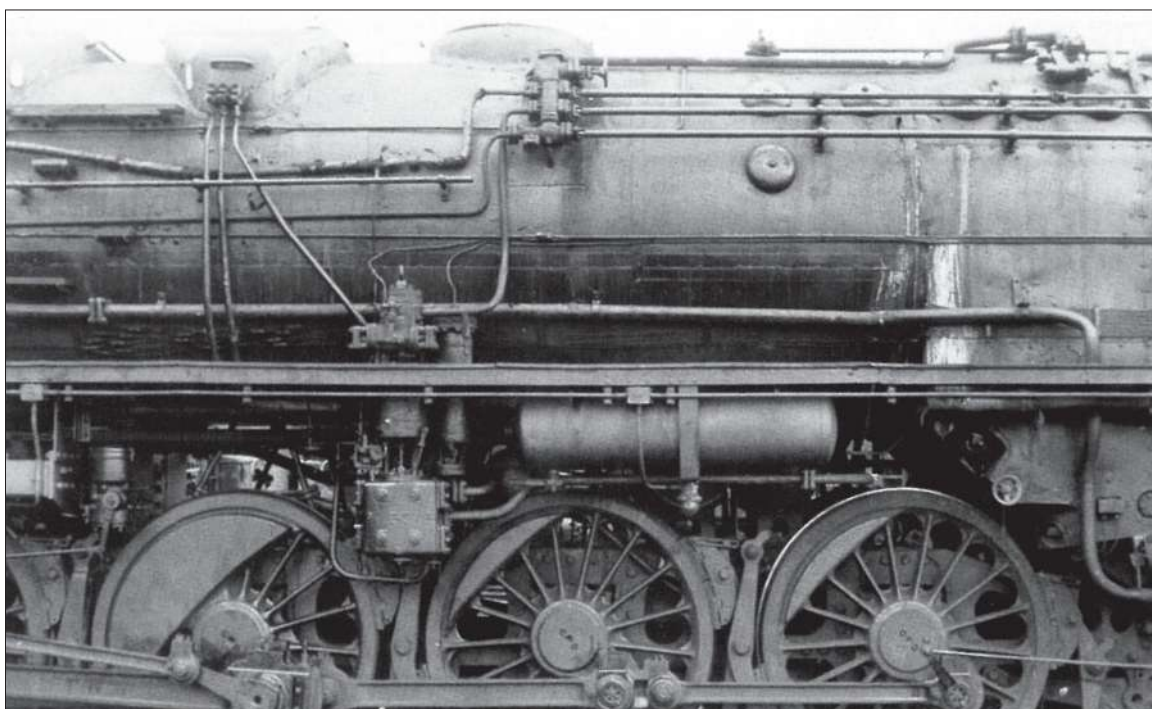
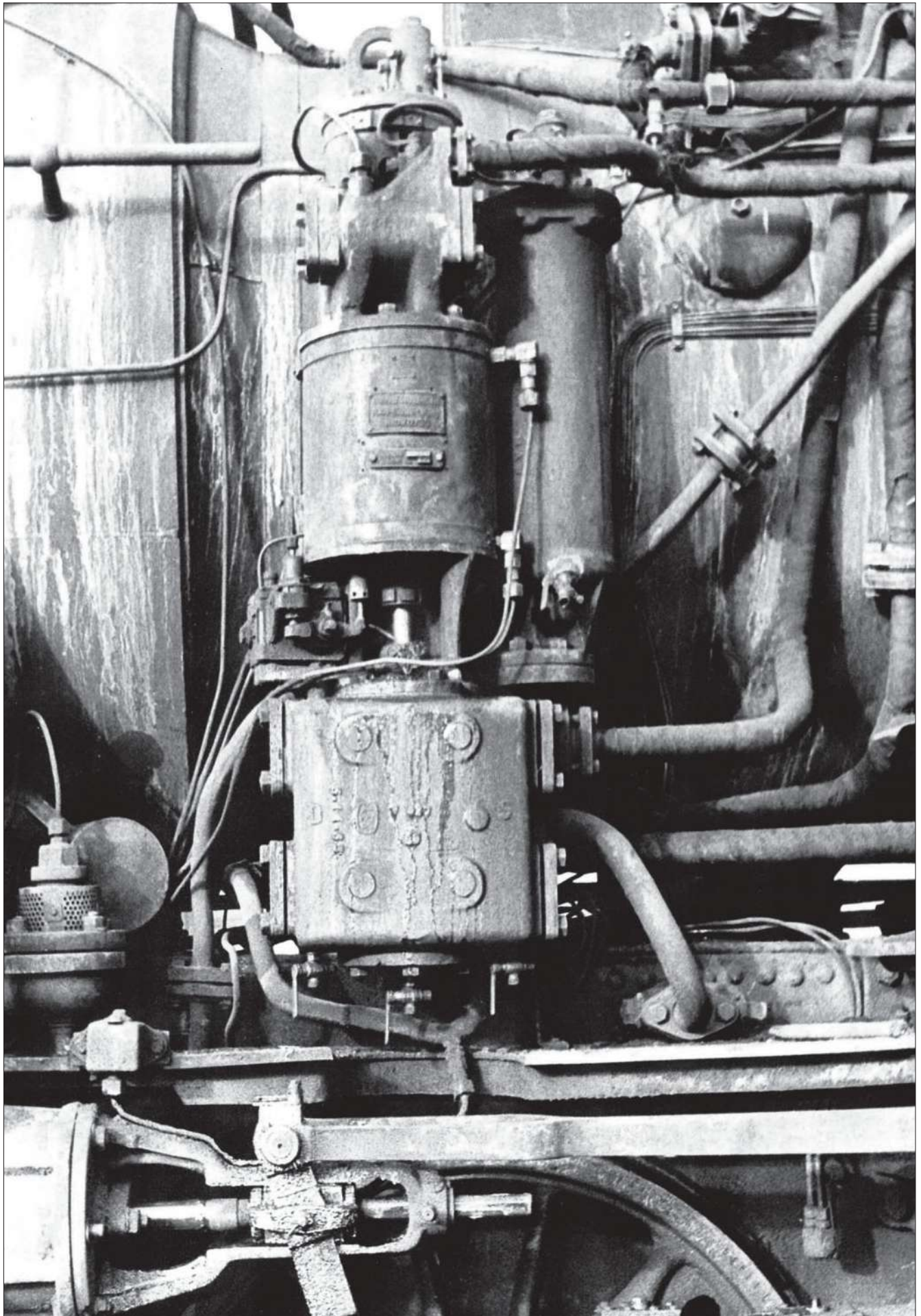


FOTO: VERLAGSARCHIV

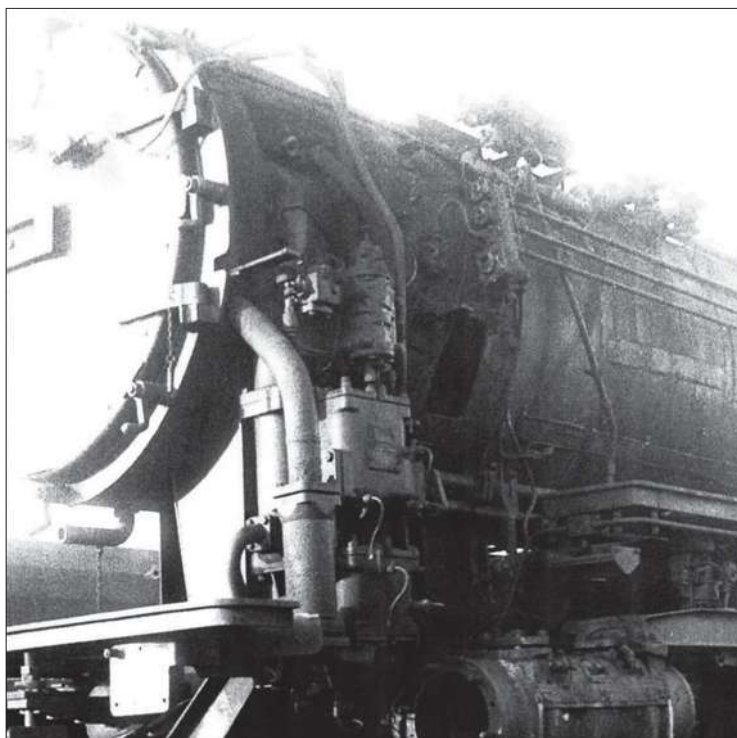
Kesselansicht einer Lok der Baureihe 45 und Anbringung der Speisepumpe.



Großaufnahme einer Knorr-Kolbenpumpen mit Peters-Steuerung.



Neubaukessel einer 01; hinter dem Windleitblech befindet sich die Mischvorwärmerspump Bauart Hehl MV 57.



Mischvorwärmerspump Bauart Hehl MV 57 an einer 23 mit abgenommenen Windleitblechen (gleiche Pumpenbauart s. a. mittleres Bild S. 32).

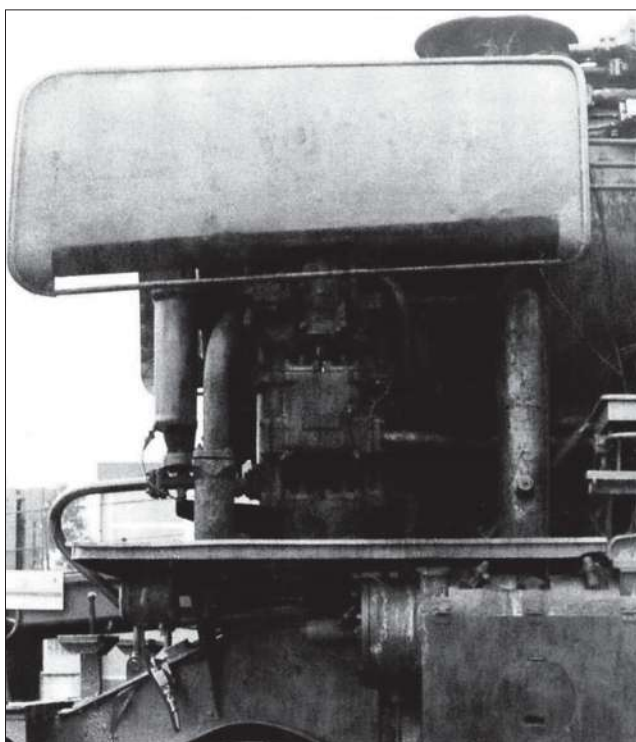
Mischvorwärmer Bauart Hehl

Der Hehl-Mischvorwärmer ist ein österreichisches Patent und als erste voll betriebstüchtige Anlage in der Nachkriegszeit auch in viele Bundesbahnlokomotiven eingebaut worden. Über einen Anlassschieber werden Strahlheber und Vorwärmerspump gleichzeitig in Tätigkeit gesetzt. Der Strahlheber drückt das aus dem Tender kommende Wasser durch ein siebähnliches Rohr in

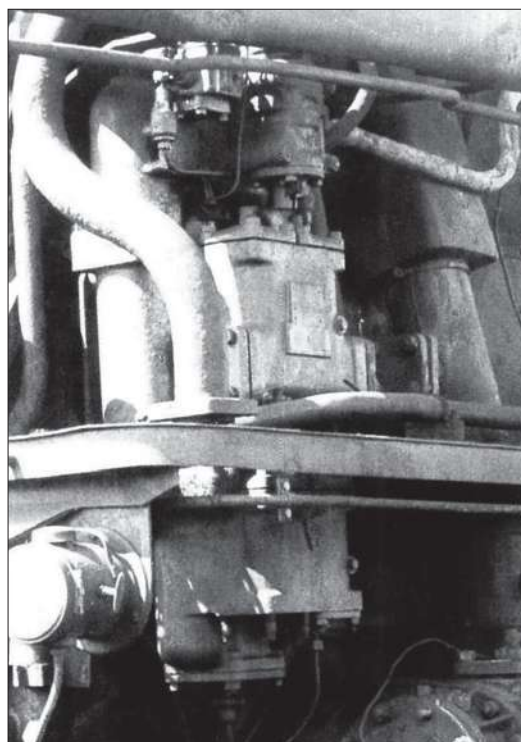
den Niederdruckvorwärmer. Dort kondensiert es den von der Maschine kommenden Abdampf und erwärmt sich auf 70 bis 80° C. Die Warmwasserspump drückt das vorgewärmte Wasser in den Hochdruckvorwärmer, wo es mit dem Pumpenabdampf vermischt und um weitere 10 bis 20° C erwärmt wird. Die Vorwärmerspump (Heißwasserspump) fördert schließlich das Speisewasser in den Kessel.

Weil die Strahlpump stets eine größere Wassermenge fördert als die Warmwasserspump dem Niederdruckvorwärmer entnimmt, fließt das zuviel geförderte, aber schon vorgewärmte Wasser wieder der Strahlpump zu und wird, vermischt mit Tenderwasser, erneut über den Warmwasserspeicher in den Niederdruckvorwärmer gefördert. Allmählich füllt sich der Speicher mit Warmwasser,

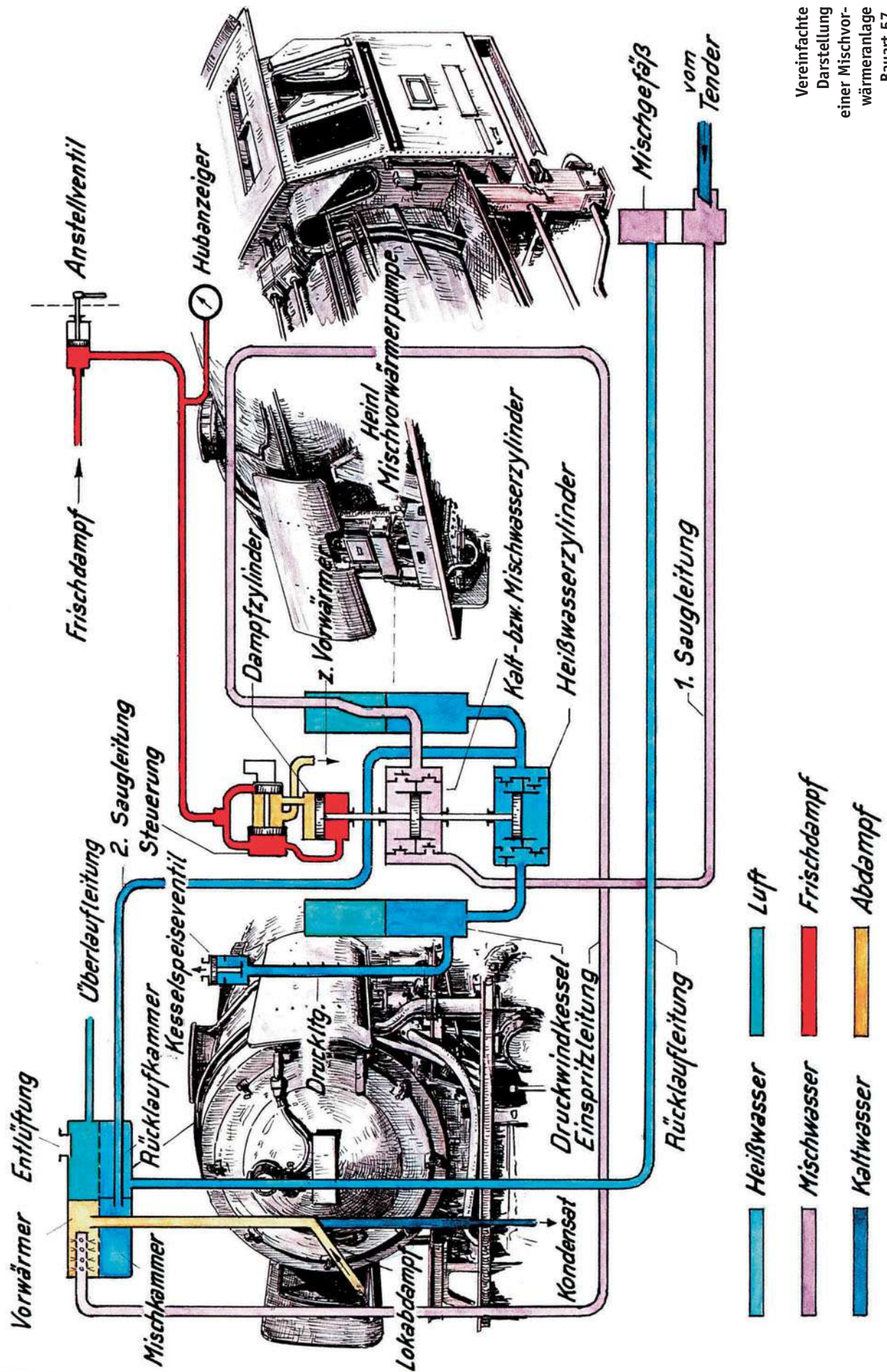
Fortsetzung Seite 61



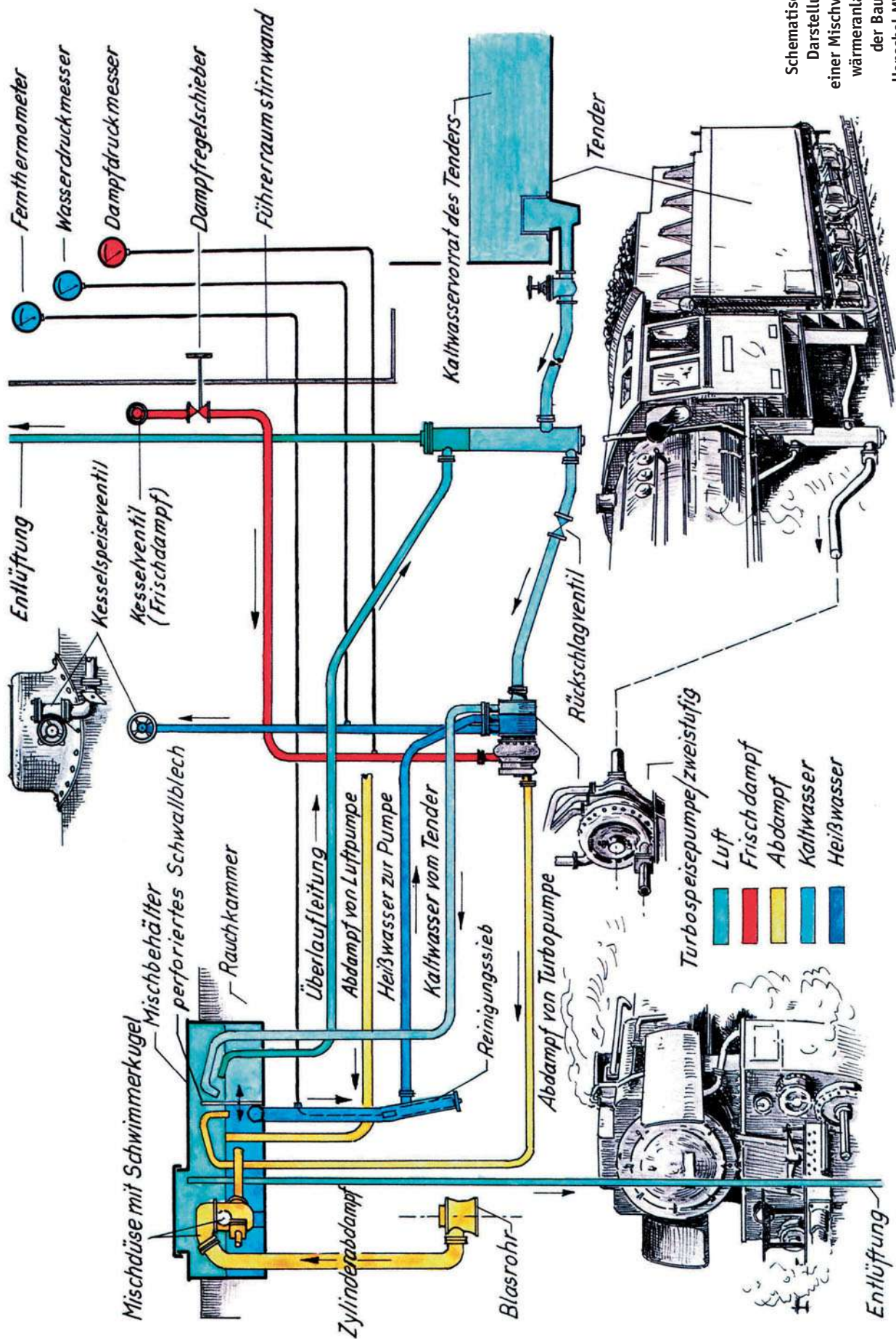
Hehl-Mischvorwärmerspump MV 57, teilweise durch das Windleitblech verdeckt, an einer Lok der BR 23.



Mischvorwärmerspump Bauart Hehl MV 57 an einer Lok der BR 41 mit Neubaukessel.



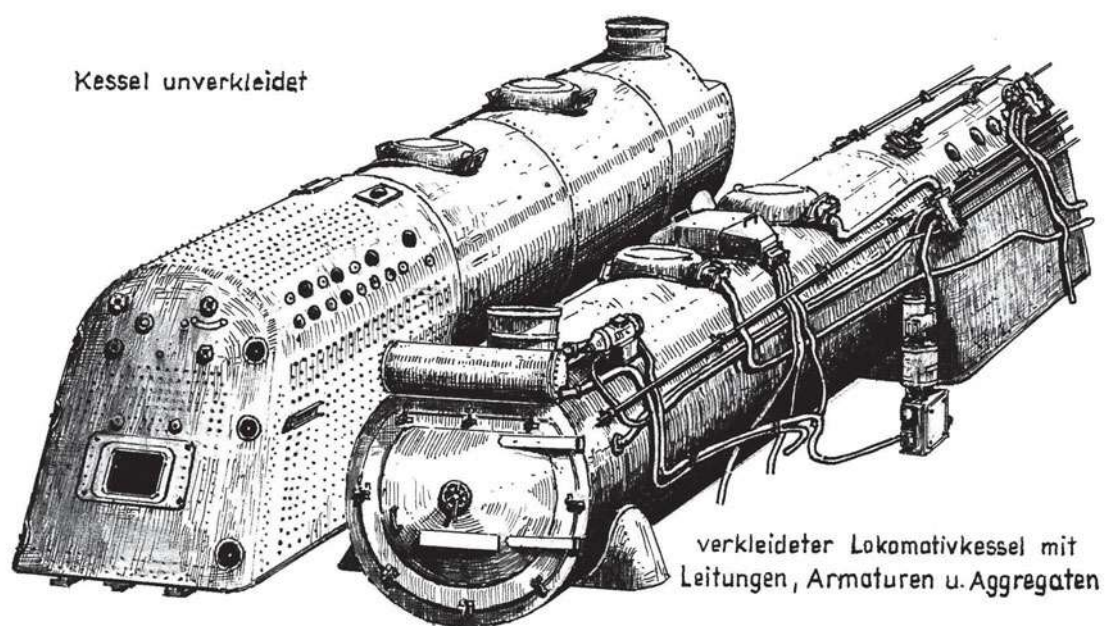
Vereinfachte Darstellung einer Mischvorwärmanlage Bauart 57.



Schematische Darstellung einer Mischvorwärmanlage der Bauart Henschel MVR.

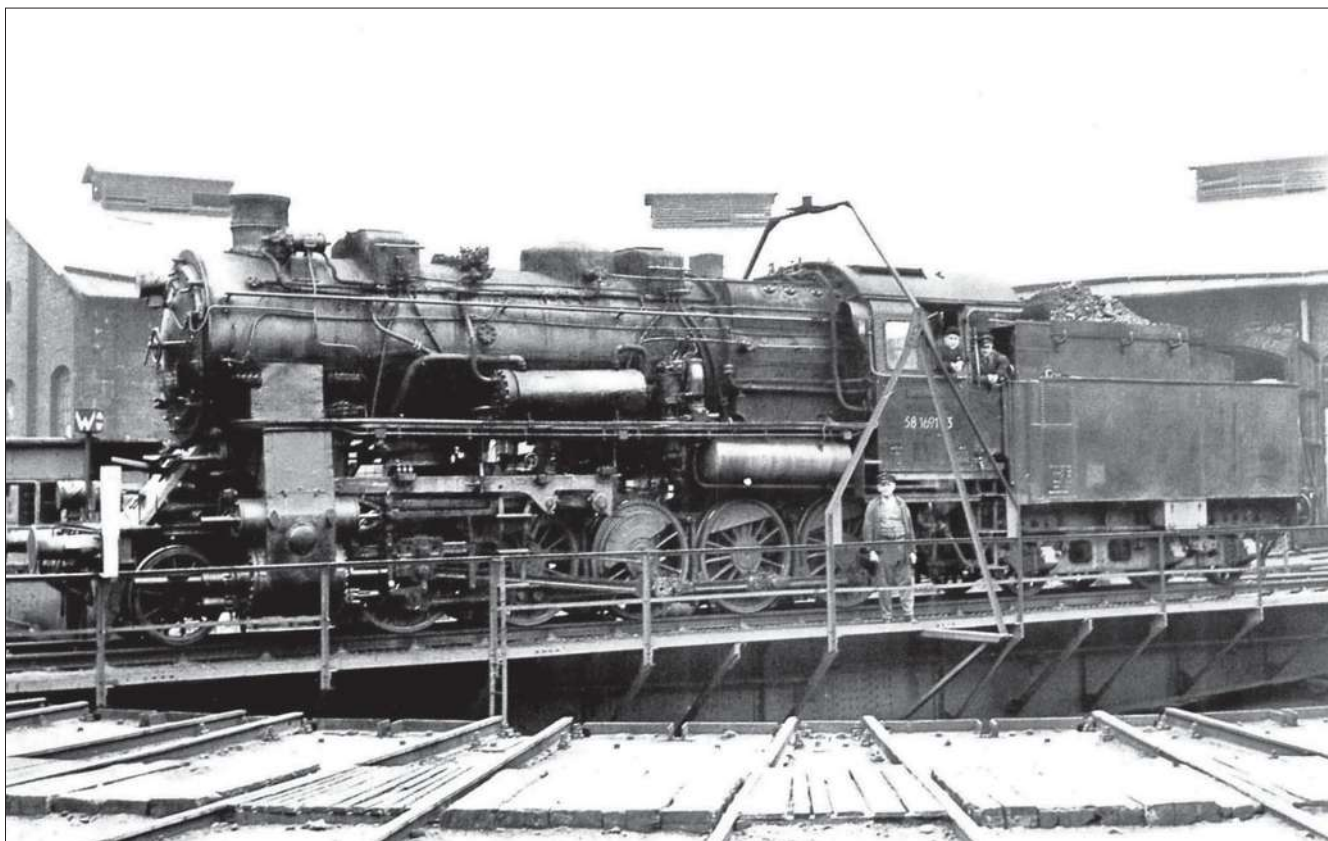


Die 95 0014 (pr. T 20) hat noch die alte Kolbenspeisepumpe der Bauart Knorr mit Schleppschiebersteuerung (links neben der Rauchkammer). An der linken Seite der Rauchkammer ist das Druckluftläutewerk der Bauart Knorr angebracht.



ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

Links: unverkleideter Kessel einer Schnellzuglok der Baureihe 01¹⁰. Rechts: Kurz nach dem Krieg wurden die Stromlinienlokomotiven „entkleidet“ und erhielten Kesselverkleidungen wie die normalen Einheitslokomotiven. In den ersten Betriebsjahren blieben die Vorwärmer noch an der ursprünglichen Stelle auf der Rauchkammer. Die Rauchkammertüre wurde deshalb abgeflacht. In den 50er-Jahren wurde die Form der Rauchkammertüre jedoch den übrigen Einheitslokomotiven angepasst.



FOTOS (2): M. WEISBROD

Die preußische G 12 (Baureihe 58¹⁰⁻²¹) hat den Vorwärmer auf dem Laufblech und dahinter die Knorr-Speisepumpe mit Schleppschiebersteuerung. Ein Speisedom fehlt, die Kesselspeiseventile speisen direkt in den Kessel.

so dass bei geschlossenem Regler noch eine gewisse Zeit vorgewärmtes Wasser gespeist werden kann.

Der Mischvorwärmer der Bauart Heintz war durch die Unterteilung in Niederdruck- und Hochdruckvorwärmer und durch das umfangreiche Leitungssystem eine recht aufwendige Konstruktion mit beachtlichem Platzbedarf. Er stellte erhebliche Ansprüche an die Wartung und Instandhaltung, um seine Funktionstüchtigkeit zu behalten.

Mischvorwärmer Bauart Henschel MVR

Im Auftrage des EZA Göttingen sind in den Jahren 1948 bis 1951 aus fertig lagernden oder halbfertigen Teilen noch 40 Lokomotiven der Baureihe 52 entstanden und als so genannte Nachkriegslieferung bei der DB in Dienst gestellt worden. Bei diesen 40 Maschinen erprobte man verschiedene Vorwärmerbauarten und Speisepumpen auf ihre Betriebstauglichkeit. Es waren dies der Oberflächenvorwärmer Bauart Knorr, der Mischvorwärmer Bauart Henschel MVR mit Turbopumpe TPB 18 000 und Heber, mit Kolbenspeisepumpe KT 1 und Heber, mit Turbopumpe VTP-8 18 000 und auch der Heintz-Mischvorwärmer. Die Mischvorwärmanlage Henschel MVR mit Vorwärmer-Turbopumpe VTP-8 18 000 und VTP-B 250 erreichte

Betriebsreife und ist in größeren Stückzahlen zum Einbau gekommen.

Die Anlage arbeitet nach folgendem Prinzip: Das Wasser läuft vom Tender zur Kaltwasserstufe einer zweistufigen Turbopumpe, die es in den Wasserraum des Mischbehälters pumpt. Der am Blasrohr entnommene Maschinenabdampf wird in eine Misch- und Umwälzdüse im Mischbehälter geleitet, wo er das Kaltwasser in Umlauf setzt und dabei kondensiert. Der Abdampf von Luft- und Turbopumpe wird ebenfalls in den Mischbehälter geleitet und kondensiert dort, so dass sich das Wasser schnell aufheizt.

Eine Schwimmerkugel im Gehäuse der Misch- und Umwälzdüse verschließt bei steigendem Wasserstand die vom Blasrohr kommende Abdampfleitung und verhindert damit das Eindringen von Wasser in das Blasrohr und die Zylinder, das dort Wasserschläge verursachen würde. Das Heißwasser läuft in natürlichem Gefälle der Heißwasserstufe der Turbopumpe zu und wird über das Speiseventil in den Kessel gedrückt. Beide Stufen der Turbopumpe sind so bemessen, daß stets mehr Kaltwasser als Heißwasser gefördert wird, um ein Leerpumpen des Mischbehälters zu vermeiden. Das zuviel geförderte Kaltwasser läuft über eine Überlaufleitung wie-

der der Kaltwasserstufe der Turbopumpe zu und gelangt erneut in den Kreislauf.

Die Mischvorwärmanlage Henschel MVR arbeitet in der Regelausführung mit der zweistufigen Vorwärmer-Turbopumpe VTP-B 18 000, die eine Förderleistung von 160 l/min besitzt. Lokomotiven mit größeren Kesseln (BR 01 und BR 44) erhielten die Vorwärmer-Turbopumpe VTP-B 250 mit 250 l/min Förderleistung. Typisch für den MVR Mischvorwärmer war der etwas unförmige Mischkasten im Rauchkammerscheitel und die tiefhängende Turbopumpe an der linken Fahrzeugseite. Eine Aufstellung der DB-Lokomotiven, die Mischvorwärmer der Bauarten Heintz und Henschel MVR erhalten hatten, bietet das Eisenbahn-Journal 5/1983 auf Seite 24.

Mischvorwärmer der Deutschen Reichsbahn

Die Neubau und Rekolokomotiven der Deutschen Reichsbahn besaßen den Mischvorwärmer Bauart IfS (Institut für Schienenfahrzeuge). Der Mischkasten saß im oberen Teil der Rauchkammer vor dem Schornstein; ein Teil des Mischkastens ragte trapezförmig aus der Rauchkammer heraus und gab den DR-Lokomotiven ihr charakteristisches Aussehen.



Lok der Baureihe 03 der Deutschen Reichsbahn mit Altbaukessel und Mischvorwärmer der Bauart IfS. Im Laufblech an einem besonderen Pumpenträger die Mischvorwärmerpumpe VMP 15-20.

In den mit Dampf gefüllten Mischkasten wurde das Kaltwasser eingespritzt; dabei kondensierte der Abdampf, das Speisewasser wurde entgast und teilweise enthärtet. Für den Betrieb des Mischvorwärmers war die Speisewasserkolbenpumpe VMP 15-20 entwickelt worden. VMP heißt Verbund-Mischvorwärmer-Pumpe; 15 ist die Förderleistung von 15 m³/h gegen einen maximalen Kesseldruck von 20 bar. Die Pumpe wiegt 700 kg, beeinflusst also dort, wo sie angebaut ist, nicht unerheblich die Achsfahrmasse. Die Pumpe besitzt einen Kaltwasserteil zum Fördern des Tenderwassers in den Mischkasten und einen Heißwasserteil zum Fördern des vorgewärmten Speisewassers aus dem Mischkasten über das Kesselspeiseventil in den Kessel. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Pumpen sitzen bei der VMP 15-20 Hochdruck- und Niederdruckzylinder der Dampfmaschine nebeneinander in einem gemeinsamen Gehäuse. Der Hochdruckzylinder betreibt die Heißwasserpumpe, der Niederdruckzylinder die Kaltwasserpumpe. Auch hier arbeiten jeweils Dampfkolben und Pumpenkolben auf einer gemeinsamen Kolbenstange. Die Pumpe arbeitet mit Peters-Steuerung. Neben dem Nie-

derdruckdampfzylinder befindet sich ein Druckwindkessel, neben dem Hochdruckdampfzylinder der Schwimmer-Stoßdämpfer.

Kesselspeiseventil

Das von den Speisepumpen (Kolbenpumpe, Turbopumpe, Dampfstrahlpumpe oder Mischvorwärmerpumpe) geförderte Wasser gelangt über Kesselspeiseventile in den Kessel. Da zwei Speiseeinrichtungen vorhanden sind, werden auch zwei Kesselspeiseventile benötigt. Sie sitzen rechts und links am Speisedom auf dem Langkessel. Bei Lokomotiven neuerer Bauart mit innerer Kesselspeisewasseraufbereitung fehlt der Speisedom, und die Kesselspeiseventile sitzen direkt am Kessel.

Nach den Forderungen der BO muss das Kesselspeiseventil ein kombiniertes Absperr- und Rückschlagventil sein. Arbeitet die Pumpe, wird das Rückschlagventil durch den Wasserdruck der Pumpe aufgestoßen. Wird nicht gespeist, drückt der Kesseldruck das Rückschlagventil auf seinen Sitz. Wenn das Rückschlagventil schadhaft ist, muss das manuell zu bedienende Absperrventil geschlossen werden. Vor dem Kesselspeiseventil ist noch ein Feuerlöschstutzen angeord-

net, von dem (bei arbeitender Pumpe) Wasser zum Auswaschen des Kessels anderer Lokomotiven entnommen werden kann. An den Feuerlöschstutzen wird eine Schlauchleitung angeschlossen, mit der im Notfall auch das Feuer auf dem Rost gelöscht werden kann.

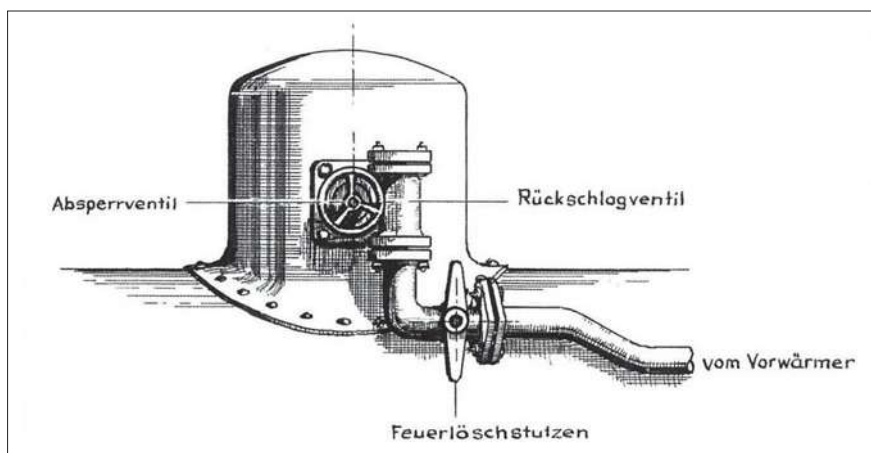
Wasserstände

Zu den wichtigsten Pflichten des Lokomotivpersonals gehört das ständige Überprüfen des Wasserstandes im Kessel. Die BO verlangt dafür zwei Vorrichtungen, von denen mindestens eine ein Wasserstandglas sein muss. Die Wasserstandsprüfeinrichtungen befinden sich an der Rückwand des Hinterkessels im Führerhaus. Ältere Lokomotiven sind mit einem Wasserstandsanzeiger aus Glas und drei Prüfhähnen ausgerüstet. Der Wasserstandsanzeiger steht oben mit dem Dampfraum und unten mit dem Wasserraum des Kessels in Verbindung, so dass nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren der Wasserstand im Glas ebenso hoch ist wie im Kessel. Der Wasserstandsanzeiger besitzt eine Markierung für den niedrigsten Wasserstand, der 100 mm über dem höchsten Punkt der Feuerbüchsecke liegt. Unterschreitet der Wasserstand diese Marke



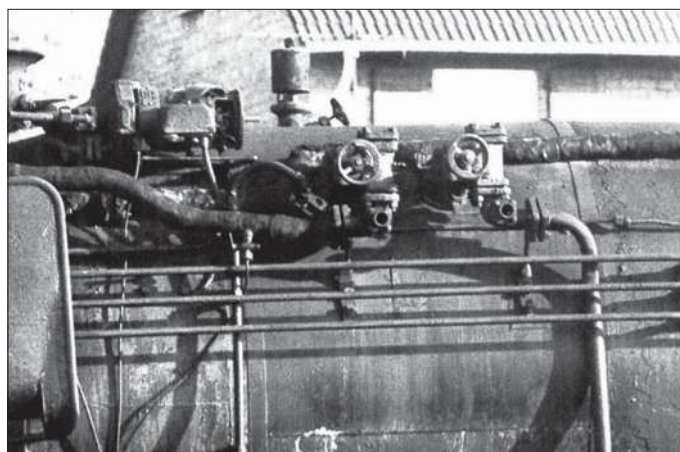
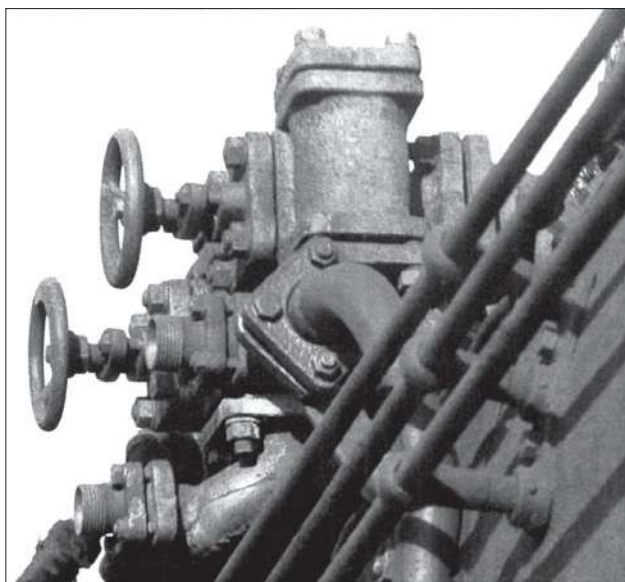
FOTO (2): M. WEISSBROD

Kesselspeiseventil am Speisedom einer preußischen T 16¹. Rechts ist der Oberflächenvorwärmer, links ein Teil der Speisepumpe zu sehen.



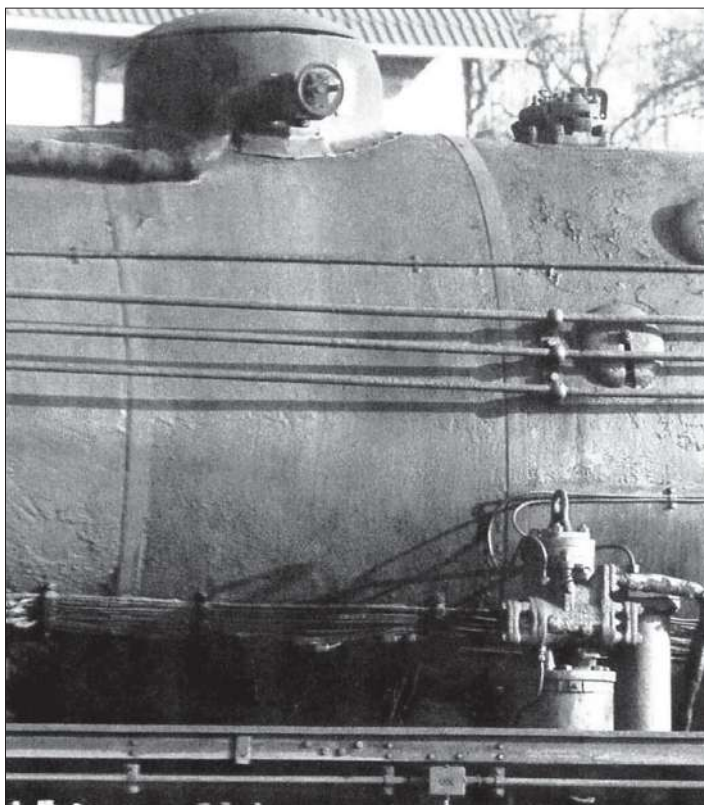
ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

Anordnung des Kesselspeiseventils mit Rückschlagventil am Speisedom.

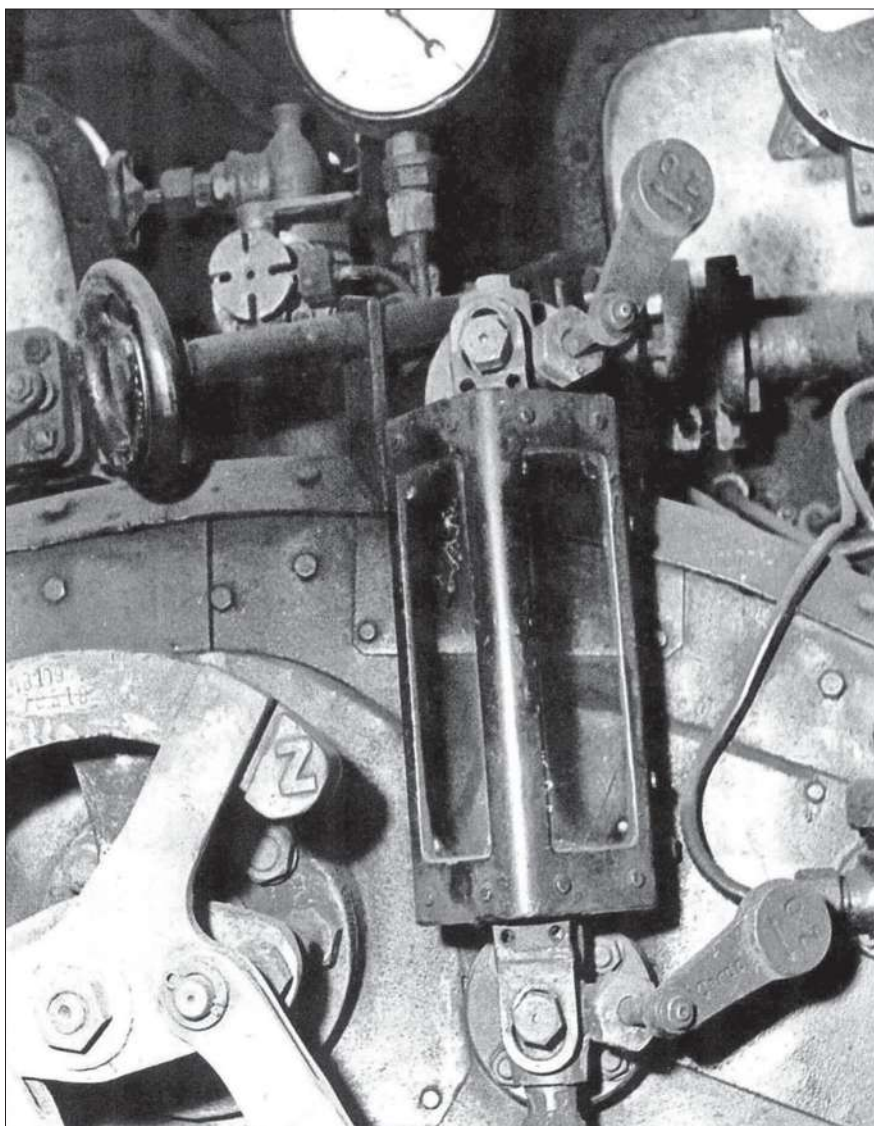


FOTOS (2): J. ZEUG

Kesselspeiseventil-Anordnungen bei Lok der BR 23. Da es sich hier um eine schon zur Verschrottung abgestellte Maschine handelt, fehlen bereits an den Feuerlöschstutzen die den Stutzen abdichtenden Verschlussstopfen mit den dazugehörigen Flügel-Überwurfmutter.



Dampfentnahmeventil am Dampfdom einer Lok der Baureihe 23.



durch Versagen der Pumpen oder durch Unachtsamkeit des Personals, darf keinesfalls Wasser nachgespeist werden. Es muss dann damit gerechnet werden, dass ein Teil der Feuerbüchsenplatte bereits ausgeglüht ist, und das Benetzen mit Wasser würde zum Kesselzerknall führen.

Vielmehr ist unverzüglich das Feuer vom Rost zu entfernen und der Dampf aus dem Kessel abzulassen. Die Lokomotive muss kaltgestellt und vom Kesselprüfer untersucht werden. Der letzte Kesselzerknall bei deutschen Eisenbahnen passierte am 27. November 1977 in Bitterfeld (DDR), als durch Unachtsamkeit des Personals der Kessel der 0115162 wegen Wassermangels zerknallte und dabei 8 Menschenleben und 45 Verletzte forderte.

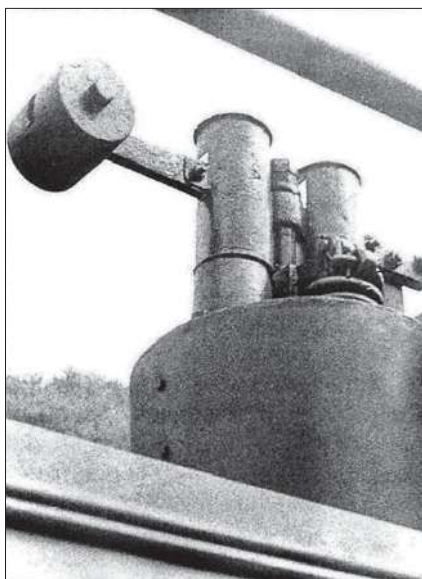
Bei den drei Prüfhähnen älterer Lokomotiven muss aus dem untersten Wasser, aus dem obersten Dampf und aus dem mittleren ein Dampf-Wasser-Gemisch austreten. Neuere Lokomotiven (schon alle Einheitslokomotiven) haben anstelle der Prüfhähne auf der Führerseite einen zweiten Wasserstandsanzeiger, weil das Ablesen des Wasserstandes unkomplizierter ist als das Öffnen der Prüfhähne. Das Personal ist verpflichtet, sich bei Dienstantritt vom Funktionieren der Wasserstandsanzeiger zu informieren. Bei geöffnetem Regler wird nicht der wirkliche, sondern ein scheinbarer Wasserstand angezeigt, da durch die aufsteigenden Dampfblasen das Wasser einen größeren Rauminhalt einnimmt. Der Wasserspiegel kann sich dann bis zu 70 mm höher einstellen.

Sicherheitsventile

Wenn dem Lokomotivkessel mehr Wärme zugeführt wird, als die Maschine in Form von Dampf verbraucht, steigt der Kesseldruck an. Damit der für den betreffenden Kesseltyp festgelegte Druck nicht überschritten wird, verlangt die BO zwei Sicherheitsventile, die den überschüssigen Dampf beim Überschreiten des Kesseldruckes ablassen.

Die Sicherheitsventile werden vom Kesselprüfer mit einem Prüfmanometer eingestellt und plombiert, damit die Einstellung nicht von Unbefugten verändert werden kann. Bahnbetriebswer-

Wasserstandsanzeiger mit Röhrenglas einer DR-Lok. Oben und unten befinden sich Schnellschluss-Absperrventile wie beim Cardo-Wasserstandsanzeiger.



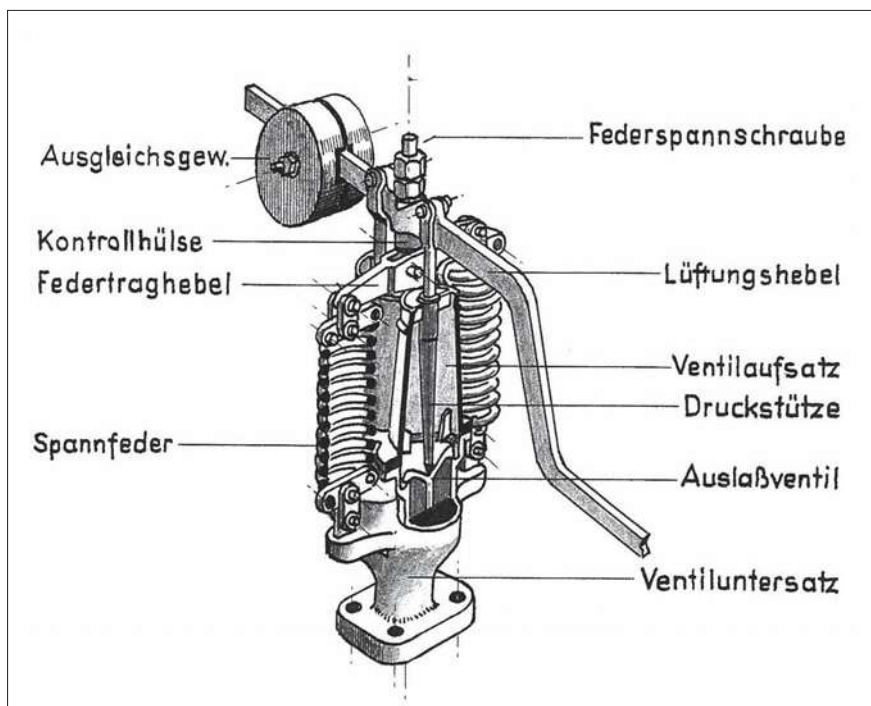
Sicherheitsventil der Bauart Ramsbottom an der „Traditionslokomotive“ preußische S 10 der Ex-DR.

ke sind nicht berechtigt, Reparaturen an Sicherheitsventilen (z.B. bei Federbruch) vorzunehmen.

Bei deutschen Lokomotiven sind drei Bauarten von Kesselsicherheitsventilen in Gebrauch gewesen. Ältere Lokomotiven der Länderbahnausführung besaßen Sicherheitsventile der

Bauart Ramsbottom

Ein Ventiluntersatz in Form eines Hosenrohres trägt die beiden Ventilaufsätze. Verglichen mit modernen Lokomotiven, die mit nebeneinander angeordneten Coale- oder Ackermann-Ventilen ausgerüstet sind, hat es den Anschein, als hätten die mit Ramsbottom-Ventilen bestückten Kessel nur ein Ventil. Tatsächlich sind es aber entsprechend den Vorschriften der B0 zwei Ventile auf einem gemeinsamen Untersatz. Die beiden Auslassventile werden durch Druckfedern von oben auf ihren Sitz gepreßt. Mit einer Federspannschraube, die auf den Federtraghebel wirkt, wird die Vorspannung der Federn eingestellt. Über den Belastungshebel, der ins Führerhaus reicht, kann sich das Personal vom ordnungsgemäßen Funktionieren der Ventile überzeugen. Die Ventilaufsätze tragen Blechhülsen, die zugleich als Schalldämpfer dienen. Nachteil des Ramsbottom-Ventils ist, dass der Kesseldruck auch bei abblasenden Ventilen weiter ansteigen kann, da der austretende Dampf, der auf die Unterseite der Ventilteller drückt, sich schon bei geringem Ventilhub mit der Federkraft im Gleichgewicht befindet.



ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

Zeichnung des Ramsbottom-Kesselsicherheitsventils.

Hochhubsicherheitsventil Bauart Coale

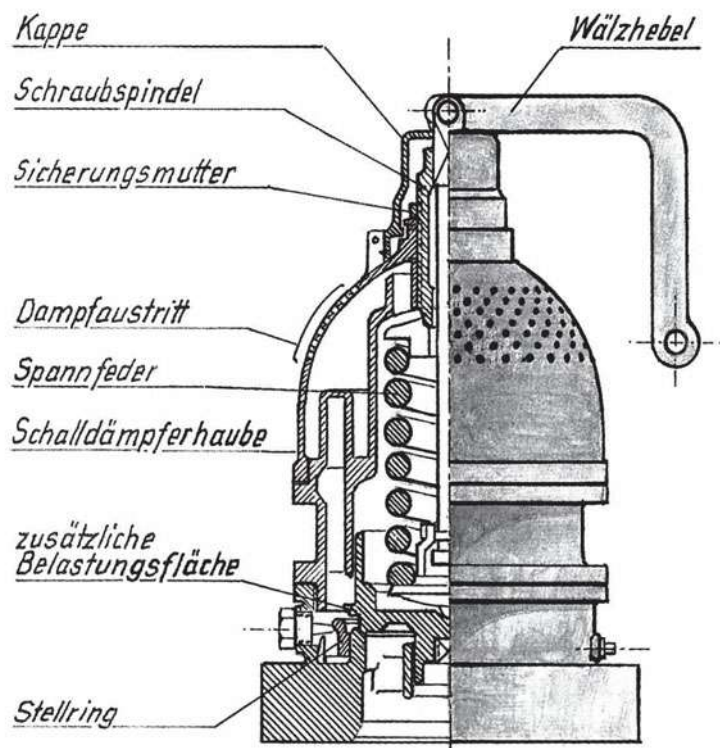
Diese Ventilbauart, auch Pop-(= Puff) Coale genannt, vermeidet diesen Nachteil und lässt überschüssigen Dampf schlagartig abblasen. Bei Überschreiten des Kesseldrucks bläst der Dampf nicht sofort ab, sondern wirkt in einer ringförmigen Kammer auf eine zusätzliche

Belastungsfläche des Ventils. Dadurch entsteht eine zusätzliche Auftriebskraft, die die Feder weiter zusammendrücken kann, damit der erforderliche Ausströmungsquerschnitt freigegeben wird. Der Dampf entweicht durch Löcher in der Schalldämpferhaube. Die Federspannkraft wird durch eine Schraubspindel eingestellt, die von einer plombierten

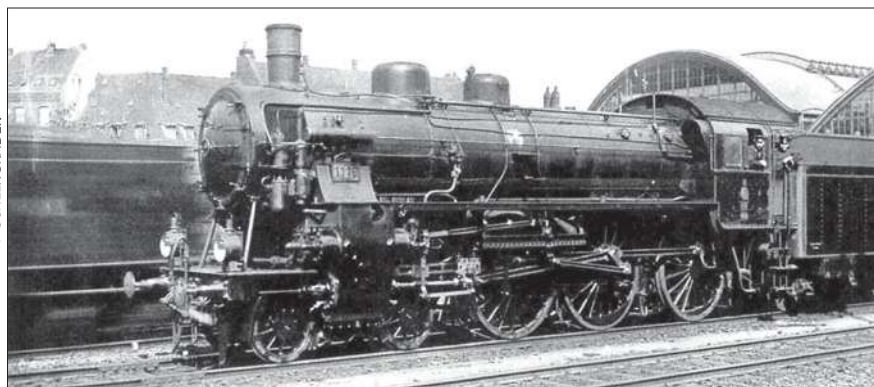


FOTOS (3): M. WEISBROD

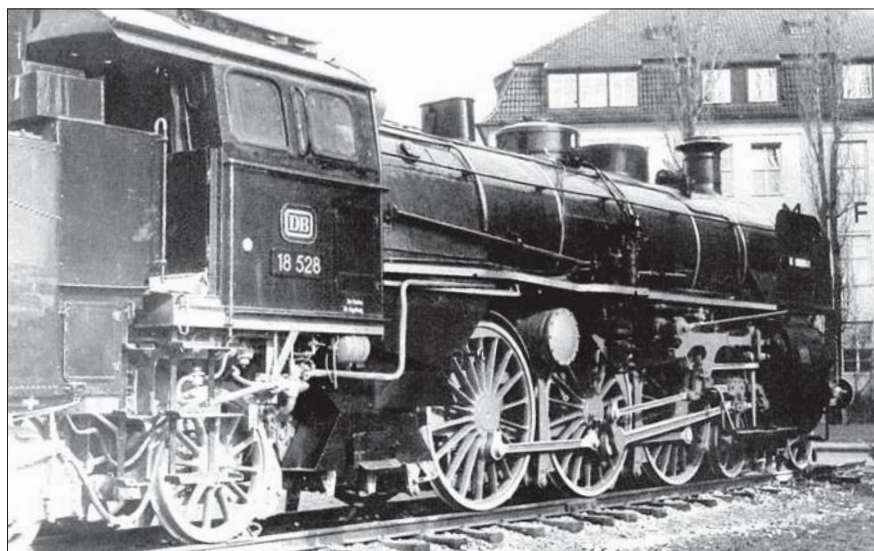
Unmittelbar vor dem Führerhaus sitzt bei den Lokomotiven der Baureihe 94 das Kesselsicherheitsventil der Bauart Ramsbottom.



Schnittzeichnung des Kesselsicherheitsventils der Bauart Coale.



Gut erkennbar ist das Sicherheitsventil der Bauart Coale auf dem Langkessel dieser Schnellzuglokomotive der preußischen Gattung S 10¹.



Auch die bayerischen Schnellzuglokomotiven der Baureihe S 3/6 waren teilweise mit diesen Ventilen ausgerüstet. Hier waren sie aber von einem Schutzmantel umgeben.

Kappe umgeben ist. Mit einem Wälzhebel kann das Ventil vom Führerhaus aus angehoben werden, um seine Funktionstüchtigkeit zu prüfen. Auch das Coale-Ventil ist nicht vollkommen. Der zusätzliche Staudruck bewirkt, dass das Ventil erst schließt, wenn der zulässige Betriebsdruck des Kessels erheblich unterschritten ist. Es wird also mehr Dampf als erforderlich abgeblasen.

Kesselsicherheitsventil

Bauart Ackermann

Mit dem von der Knorr-Bremse AG entwickelten Ventil sind z. B. alle Einheitslokomotiven der DRG ausgerüstet. Es ist in zwei Größen geliefert worden: Mit 45 mm Durchmesser im Ventilsitz für kleine Kessel, mit 60 mm Durchmesser für große Kessel. Gegenüber den bisher beschriebenen Ventilen hat es den Vorteil, schlagartig zu schließen, wenn der zulässige Kesseldruck geringfügig unterschritten wird.

Wenn der zulässige Betriebsdruck des Kessels überschritten ist, wird zunächst nur ein kleiner Ventilspalt geöffnet, und der Dampf gelangt in eine Ringkammer, wo er durch Bohrungen des Gehäuses hörbar entweicht. Dieses Vorblasen zeigt dem Personal den erhöhten Kesseldruck an. Steigt der Druck weiter, wird die Ventildfeder stärker zusammengedrückt und das Ventil um ca. 6 mm angehoben. Dabei kann schlagartig (und mit lautem Geräusch) eine größere Dampfmenge entweichen.

Über eine sogenannte Feineinstellung, die vom Führerstand aus bedient wird, kann das Ventil schon geschlossen werden, ehe der Kesseldruck unter den zulässigen Betriebsdruck gefallen ist, und wieder auf Vorblasen eingestellt werden. Mit einer Rütteleinrichtung kann vom Führerhaus aus die Leichtigängigkeit der Ventile überprüft werden. Bei Lokomotiven der Kriegsausführung entfiel die Feineinstellung, und die Rüttelvorrichtung wurde über einen Drahtzug betätigt. Bei der Deutschen Bundesbahn sind beispielsweise für den Hochleistungsersatzkessel der Baureihe 01¹⁻² neue Hochhubsicherheitsventile Bauart Ackermann-Henschel mit im Dampfraum liegenden Federn und 80 mm Nenndurchmesser entwickelt worden, also 20 mm größer im Durchmesser als das große Ackermann-Ventil der Einheitsbauart. Der Rekokessel der Baureihe 01⁵ der Deutschen Reichsbahn besaß sogar drei Kesselsicherheitsventile Bauart

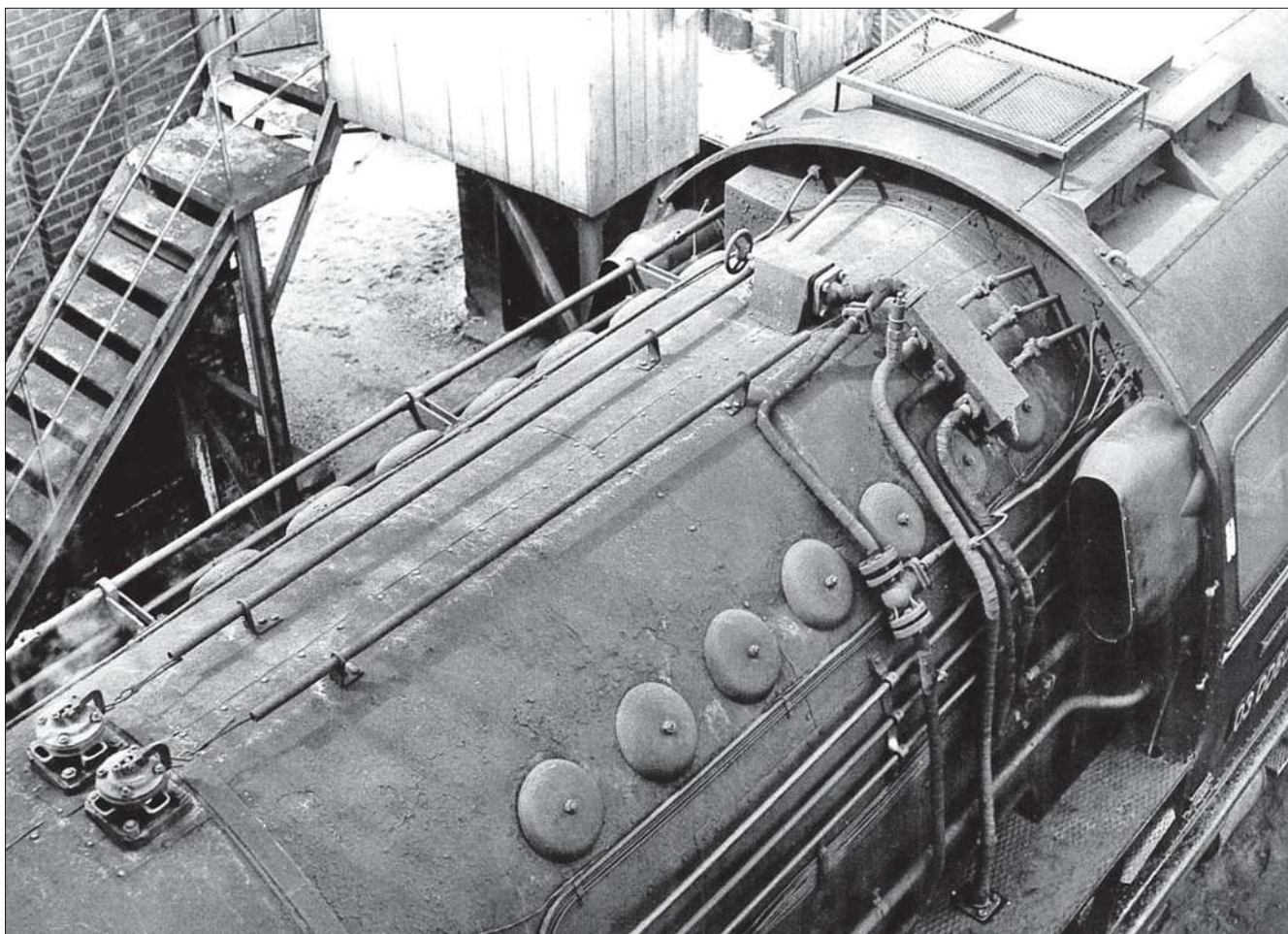


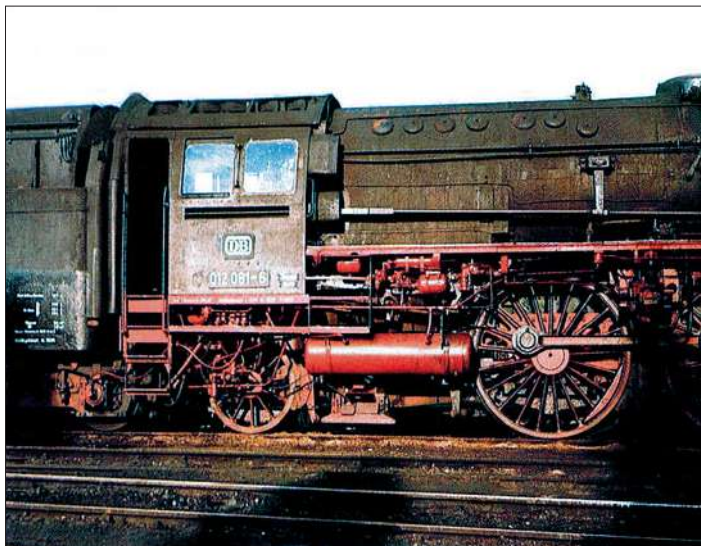
FOTO: M. WEISBRÖD

Hinterkessel der Rekolok 03 0080 (Baureihe 03¹⁰) von oben. Die Seilzüge für die beiden Kesselsicherheitsventile der Bauart Ackermann mit 60 mm I. W. laufen in Rohren. Dort, wo die beiden „Ackermänner“ angeordnet sind, befindet sich etwa die Feuerbüchsenrohrwand, denn der Rekokessel der Baureihe 03¹⁰ besaß eine Verbrennungskammer. Auf dem Kesselscheitel vor dem Führerhaus ist ein Dampfentnahmestutzen, der u. a. drei Anstellventilen Dampf liefert. Die acht kreisrunden Kappen sind die Abdeckungen der Waschlukens.



FOTO: D. KEMP

Lage der Ackermann-Sicherheitsventile und der Dampfpeife bei der 023 037 (Bahnhof Osterburken am 31.08.1972).



Anordnung der Ackermann-Sicherheitsventile auf dem Kessel der Lokomotive 012 081-8 des Bw Rheine.



Kurz vor dem Führerhaus war die Dampfpfeife in der Regel bei den Lokomotiven der Länderbahnbauarten, hier bei einer Lokomotive der Baureihe 18³ im Bw Minden, angeordnet.

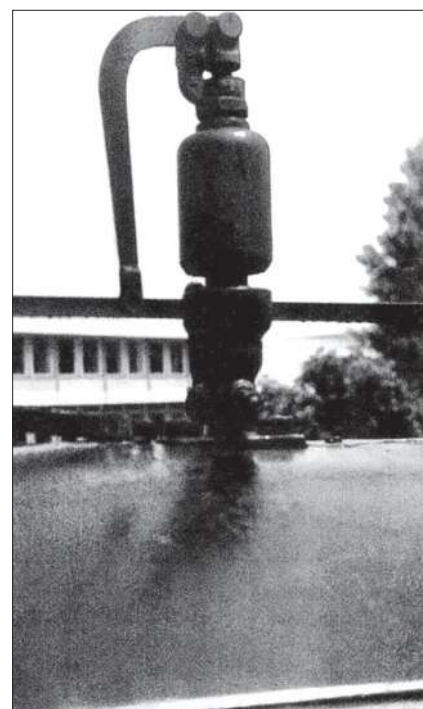
Ackermann mit 60 mm Nenndurchmesser, da die Dampfleistung dieses Kessels um mehr als 2 t/h höher lag als die des Einheits- oder DB-Hochleistungskessels. Die Kesselsicherheitsventile befinden sich auf dem Scheitel des Langkessels in Höhe der Feuerbüchsenwand. Bei Lokomotiven mit Verbrennungskammer sind sie dementsprechend weiter vorn angeordnet als bei Lokomotiven mit normalen Feuerbüchsen.

Bei Lokomotiven der Kriegsausführung und später bei allen Lokomotiven der DR und DB entfiel zunächst die Regeleinrichtung der Feineinstellung sowie später die Feineinstellung selbst, die dann im Rahmen einer etwas geänderten Ackermannventilbauart (mit drei seitlichen Ausströmtaschen anstelle der Abblasbohrungen) durch eine Regelschraube auf dem Gehäuseoberteil ersetzt wurde.

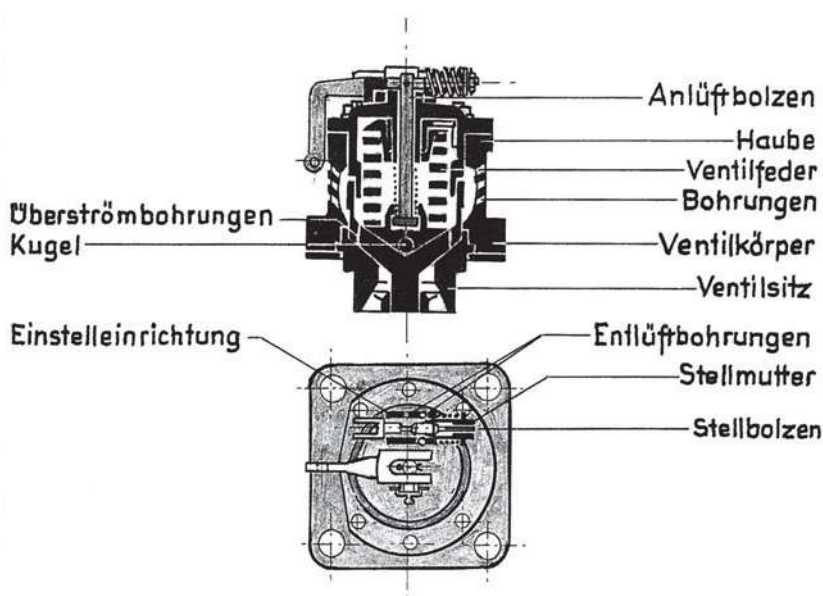
Durch Verändern eines Ausströmquerschnittes ermöglicht diese Regelschraube das Einstellen des Abblaszeitpunktes und den Zeitpunkt des Ventilschlusses. Im Normalfall öffnen diese Ventile voll, wenn der Druck über 0,3 kg/cm² des Betriebsdruckes steigt, und sie schließen vollständig, wenn der Druck um 0,5 kg/cm² unter den Betriebsdruck abgesunken ist.

Dampfpfeife

Die Dampfpfeife oder eine ähnliche Vorrichtung zum Erteilen akustischer Signale ist nach der BO (§ 36) für Lokomotiven, Trieb- und Steuerwagen vorgeschrieben.



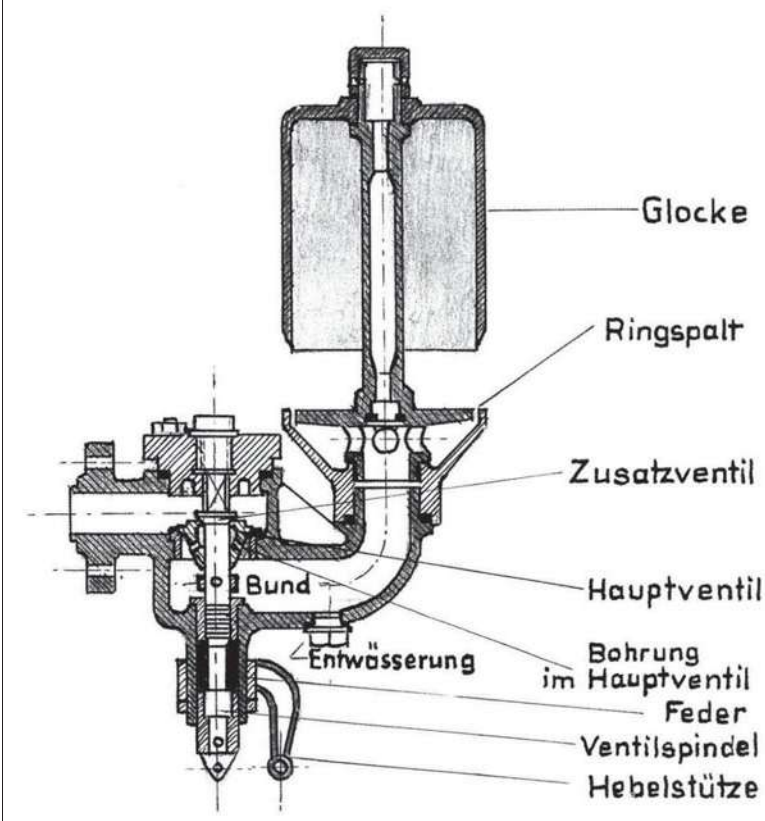
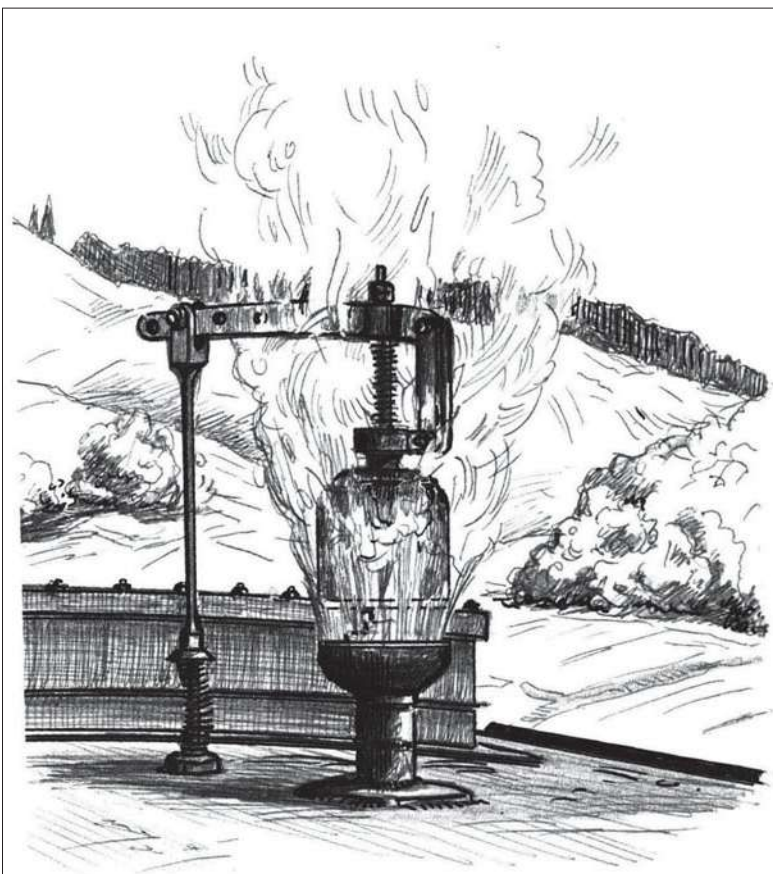
Die Dampfpfeife einer S 3/6.



Aufsicht und Schnittzeichnung des Ackermann-Kesselsicherheitsventils mit Feineinstellung.

FOTOS (2): D. KEMPF

ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF



Die Schnittzeichnung (unten) zeigt die Funktion der Dampfpfeife der Einheitsbauart. Die Länderbahn-pfeife (oben im Bild) war bei kleinen Lokalbahnlokomotiven auf dem Dach angebracht.

Es gab auch Ausführungen mit Dampfpfeifen-Anordnung hinter dem Windleitblech.

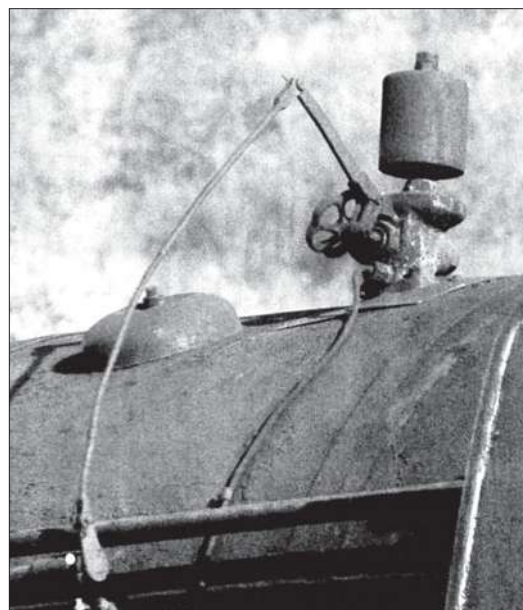
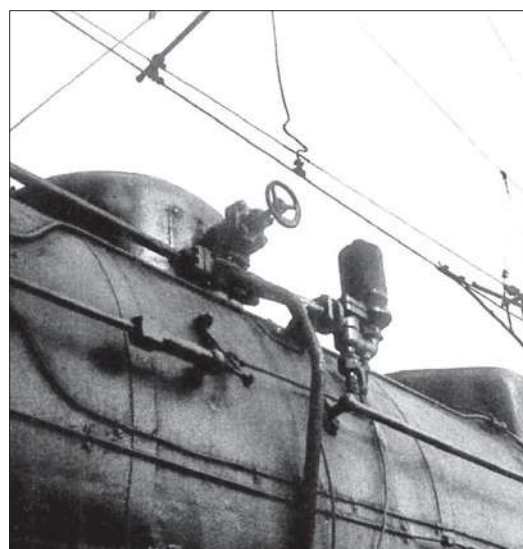


FOTO: J. ZEUG

Anordnung der Dampfpfeife bei Loks der BR 23.



Bei Loks der Baureihe 03 saß die Dampfpfeife etwas unter dem Scheitelpunkt des Kessels.



FOTOS (3): VERLAGSARCHIV



Bei 64 393 ist die am letzten Dom angebrachte Pfeife gerade in Betrieb, wie man gut am Dampfausstoß erkennt.



Bei dieser Aufnahme der 64 335 erkennt man die seitliche Lage der Pfeife am Dampfdom.



Auch bei Schnellzuglokomotiven befindet sich die Pfeife unmittelbar am Dom.

Da sich Funktion und Wirkungsweise der Dampfpfeife im Laufe der Zeit nur unwesentlich geändert haben, genügt eine kurze Beschreibung der Einheitspfeife der DRG. Die Dampfpfeife besteht aus einer zylindrischen Glocke mit scharfer Schneide, gegen die von unten aus einem Ringspalt Dampf strömt. Der ausströmende Dampf versetzt die Glocke in Schwingungen, die als Pfeifton hörbar sind. Die Bedienung des Ventils zum Ausströmen des Dampfes erfolgt vom Führerhaus aus (Führerseite) über Handhebel und Gestänge. Pfeifen der Einheitsbauart haben noch ein Hilfsventil, das zuerst öffnet und nur eine kleine Menge Dampf ausströmen lässt. Dadurch entsteht ein schwächerer Ton, das sogenannte Bahnhofs- oder Rangiersignal. Für das Pfeifen auf offener Strecke wird das Hauptventil geöffnet, das dann die erforderliche Dampfmenge für den Vollton oder Streckenton freigibt.

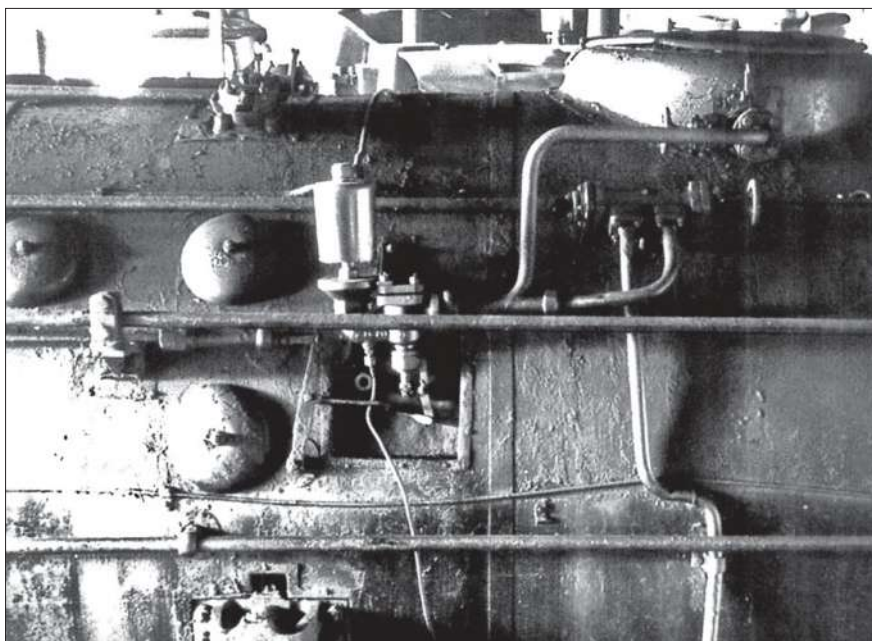
Die Anordnung der Dampfpfeife an der Lokomotive ist fast von Baureihe zu Baureihe verschieden. Länderbahnlokomotiven hatten sie zum Teil auf dem Dach des Führerhauses. Bei Einheitslokomotiven war sie möglichst weit vom Führerhaus entfernt am Langkessel angebracht, damit der Ton allseitig gut abstrahlen konnte und das Personal vor Lärmbelästigungen etwas geschützt war.

Läutewerk

Für den Nebenbahnbetrieb schrieb der § 36 der BO Läutewerke für Lokomotiven und Triebwagen vor, die an niveaugleichen Straßen- und Wegekreuzungen in Betrieb zu setzen waren. Der Lokomotivführer wurde durch die L-Tafel (schwarzes L auf rechteckiger Scheibe) darauf aufmerksam gemacht.

Die ältere Ausführung ist das Dampfpläutewerk, wovon die Bauart Latowski die größte Verbreitung gefunden hat. Das Latowski-Läutewerk besitzt einen Klöppel, der vom Dampfdruck angehoben wird. Ist der maximale Hub erreicht, strömt der Dampf ins Freie, und der Klöppel fällt durch sein Eigengewicht nach unten, schlägt außen gegen die Glocke und erzeugt den Signalton. Gleichzeitig wird das Ventil wieder geschlossen, so dass der Dampfdruck den Klöppel wieder anheben kann. Die Öffnungsweite des Dampfventils bestimmt die Aufeinanderfolge der Glockenschläge.

Da fast alle neueren Lokomotiven Druckluftbremsen besaßen, war die Ausrüstung mit Druckluftläutewerk der



Dampfpfeife bei der mit Verbrennungskammerkessel ausgerüsteten Lok der Baureihe 45, die wegen des Regellichtraumes in eine Nische der Kesselbekleidung eingerückt ist.

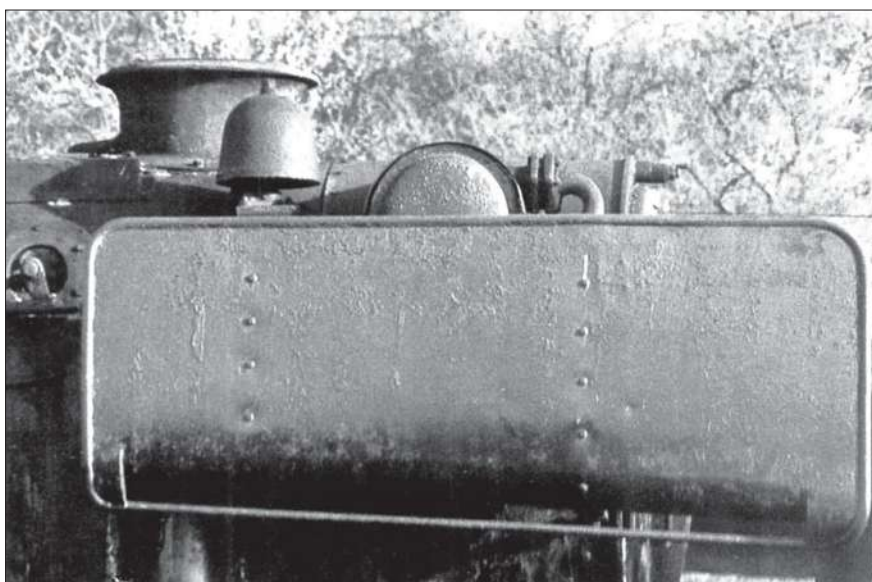
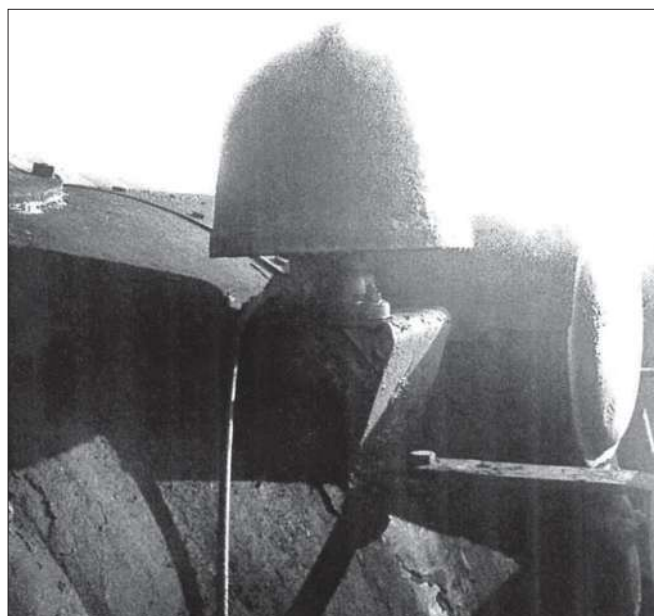


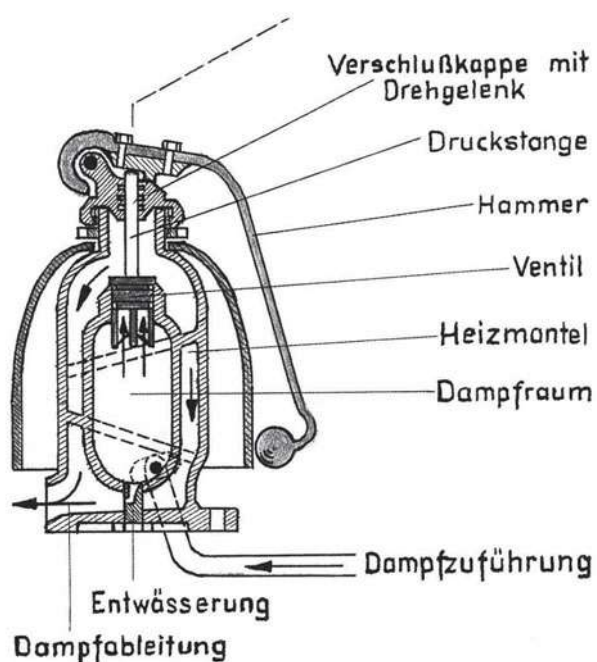
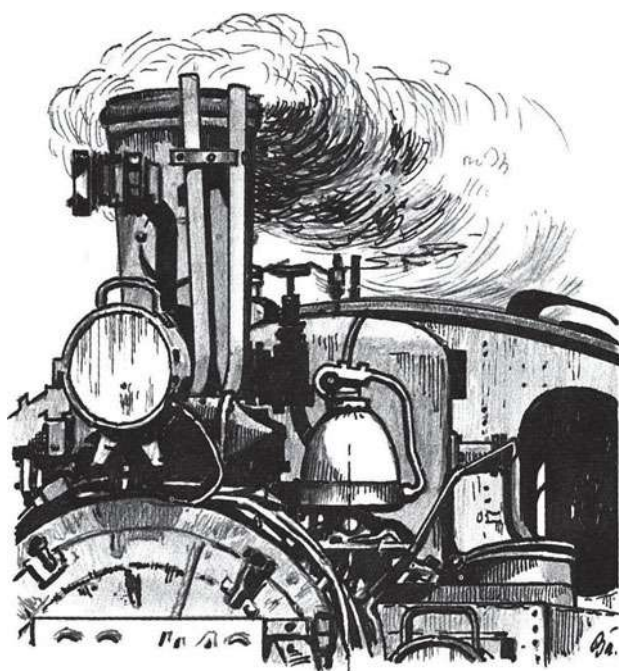
FOTO: J. ZEUG

Druckluft-Läutewerk der Bauart Knorr an einer Lok der Baureihe 23 hinter dem Vorwärmer.



Druckluftglocke mit an der Rauchkammer angebrachter Befestigungskonsole.

FOTOS (3): VERLAGSARCHIV



Bauart Knorr üblich. Hier wird eine Stahlkugel durch den Luftdruck gegen die Innenwand der Glocke geschleudert. Nach dem Wegschleudern der Kugel entweicht die Luft ins Freie. Die Luftkammer ist federbelastet, und da die Luft durch die kleine Lufteintrittsdüse nur langsam nachströmen kann, wird zunächst das Rückschlagventil durch Federkraft wieder auf seinen Sitz gedrückt. Die Kugel rollt in ihre Ausgangsposition zurück und wird, wenn der Luftdruck die Federkraft des Ventils wieder überwinden kann, erneut an die Wandung der Glocke geschleudert.

Läutewerke waren nur auf Lokomotiven zu finden, die auf Nebenbahnen verkehrten, also auf Personenzug-, Güterzug- und Tenderlokomotiven. Die sächsischen Schnellzuglokomotiven der Gattung XVIII H (Baureihe 18^o) hatten auf einem Teil ihres Laufweges von Chemnitz (später Karl-Marx-Stadt) nach Berlin zwischen Chemnitz und Riesa (über Waldheim) auch ein Stück Nebenbahn zu befahren. Deshalb waren auch einige dieser sächsischen Pazifiklokomotiven mit Druckluftläutewerken ausgerüstet. Die Läutewerke, Dampf- wie Druckluftläutewerke, waren üblicherweise weit

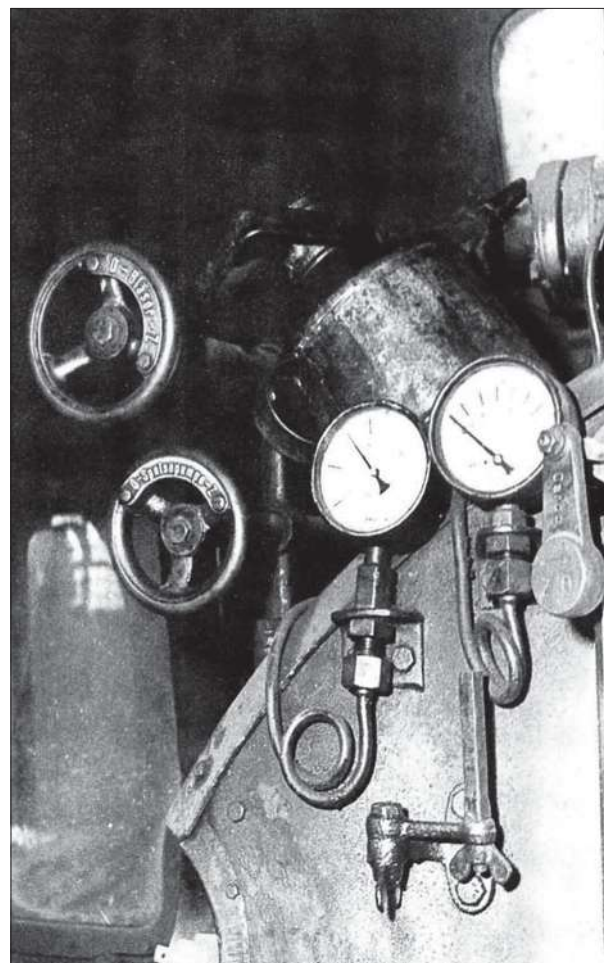


FOTO: M. WEISBROD

Armaturen des Heizers im Führerstand einer 94.

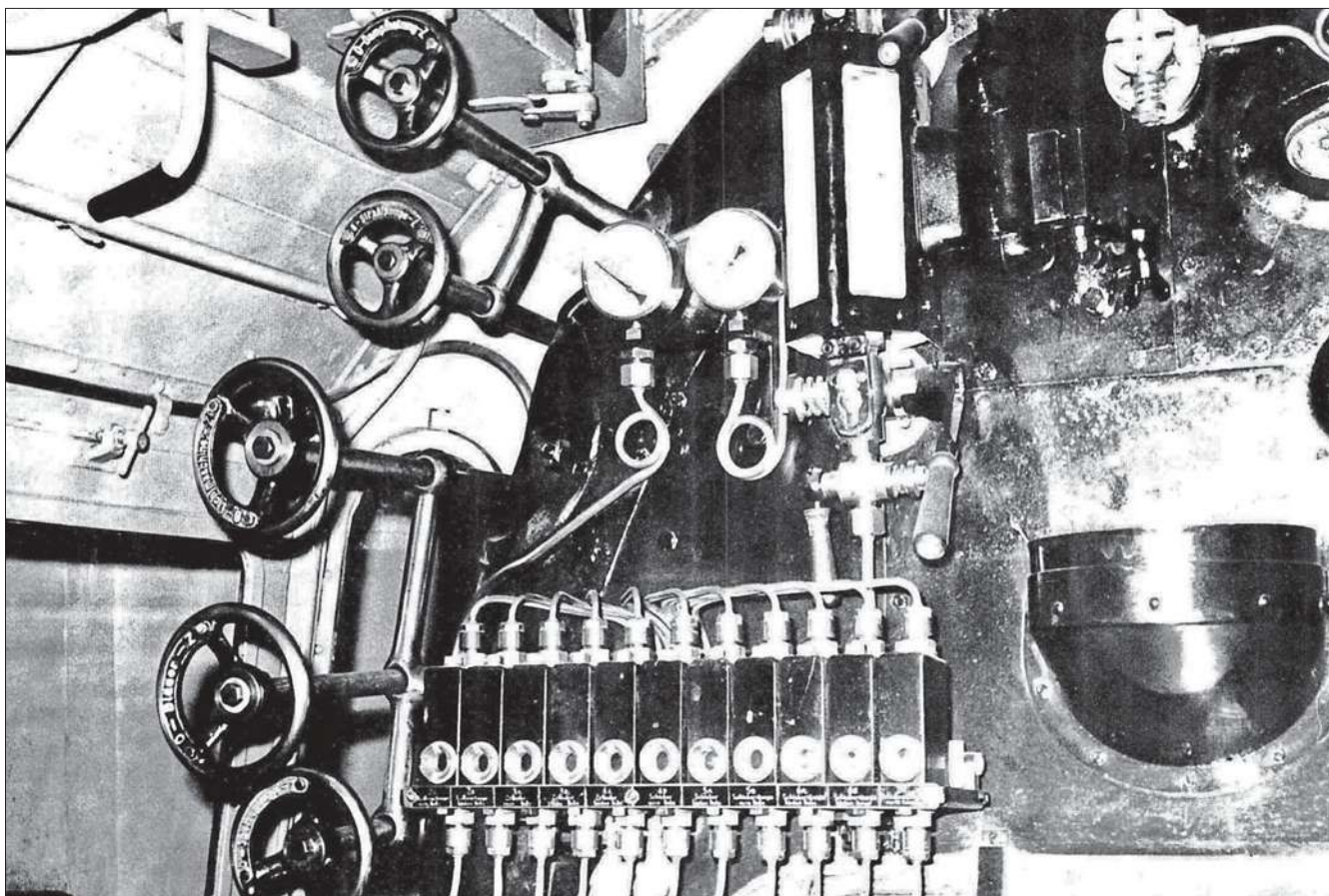
vorn an der Lokomotive angebracht, auf dem Rauchkammerscheitel oder dem 1. Kesselschuss.

Nässeinrichtungen

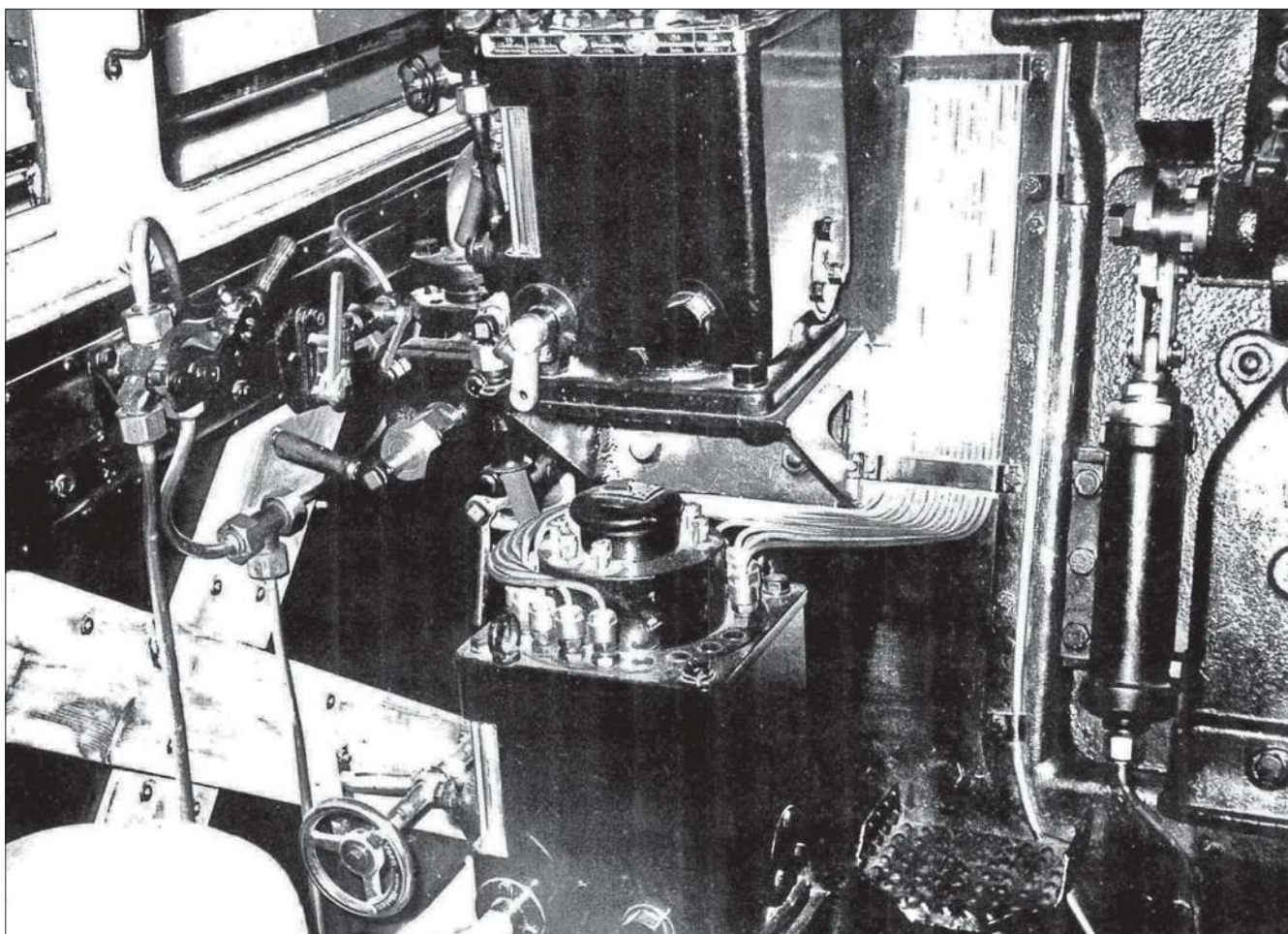
Die Dampflokomotive verfügt im allgemeinen über vier Arten von Nässeinrichtungen. Die Rauchkammerspritze zum Ablöschen der durch die Rohre mitgerissenen glühenden Brennstoffteilchen und die Aschkastenspritze zum Löschen von Verbrennungsrückständen, die durch die Rostspalten in den Aschkasten gefallen sind, haben wir bereits erwähnt.

Lokomotiven, die für den Betrieb auf krümmungsreichen Strecken vorgesehen sind, können mit einer Radreifennässeinrichtung versehen sein. Dabei wird mit einer eigenen Dampfstrahlpumpe Wasser aus dem Wasserkasten oder der Saugleitung der Speiseeinrichtung angesaugt und durch feine Düsen auf die Radreifen der in Fahrtrichtung führenden Achsen gesprüht. Das Nassen der Radreifen vermindert den Spurkranzverschleiß erheblich. Tenderlokomotiven haben Nässeinrichtungen für beide Fahrtrichtungen.

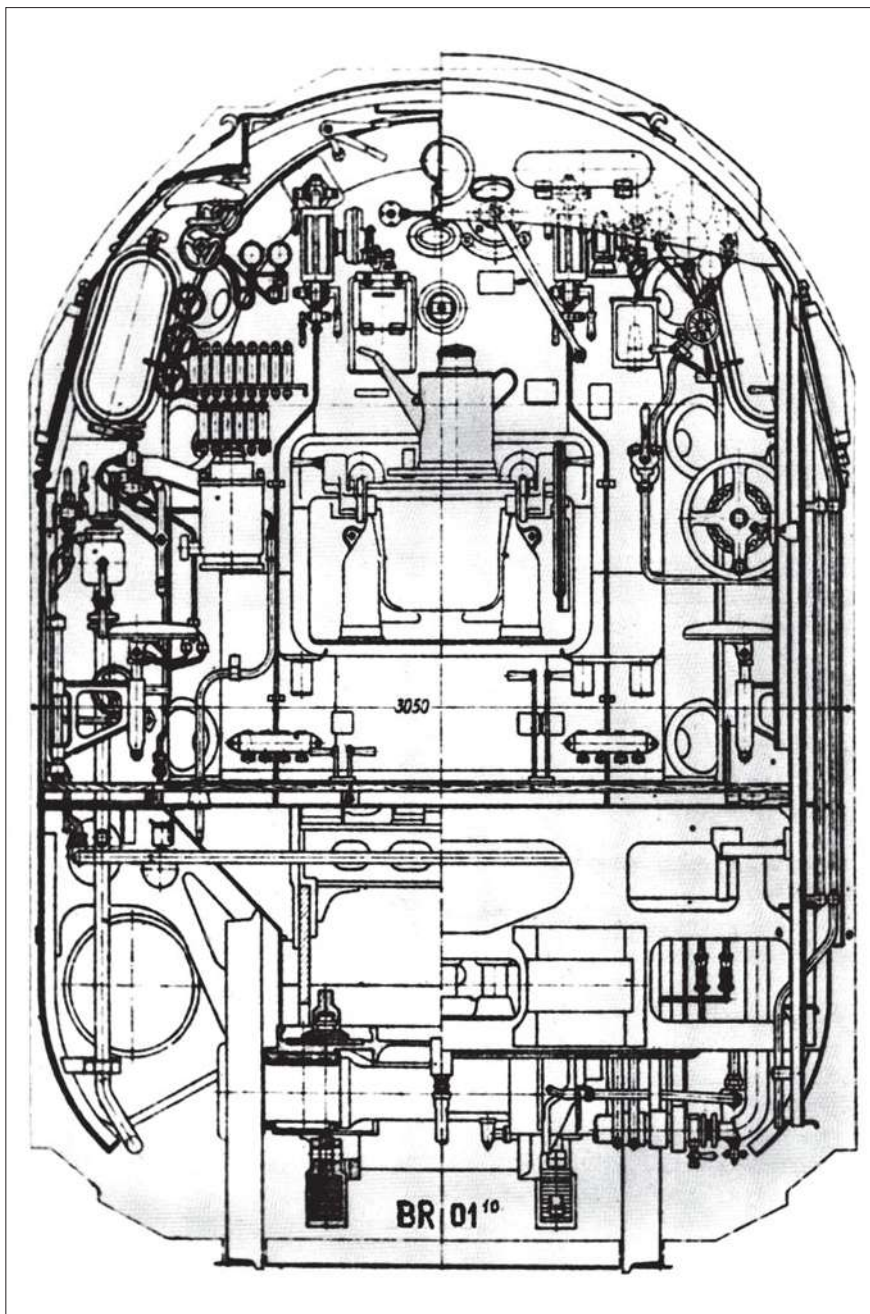
Als weitere Nässeinrichtung ist die Tenderbrause vorhanden, eine Nässein-



Schmierleitungen im Führerstand der Lokomotive der Baureihe 05.



Bei der 05 waren zwei Schmierpumpen erforderlich.



Führerstand der 01¹⁰ Stromlinie.

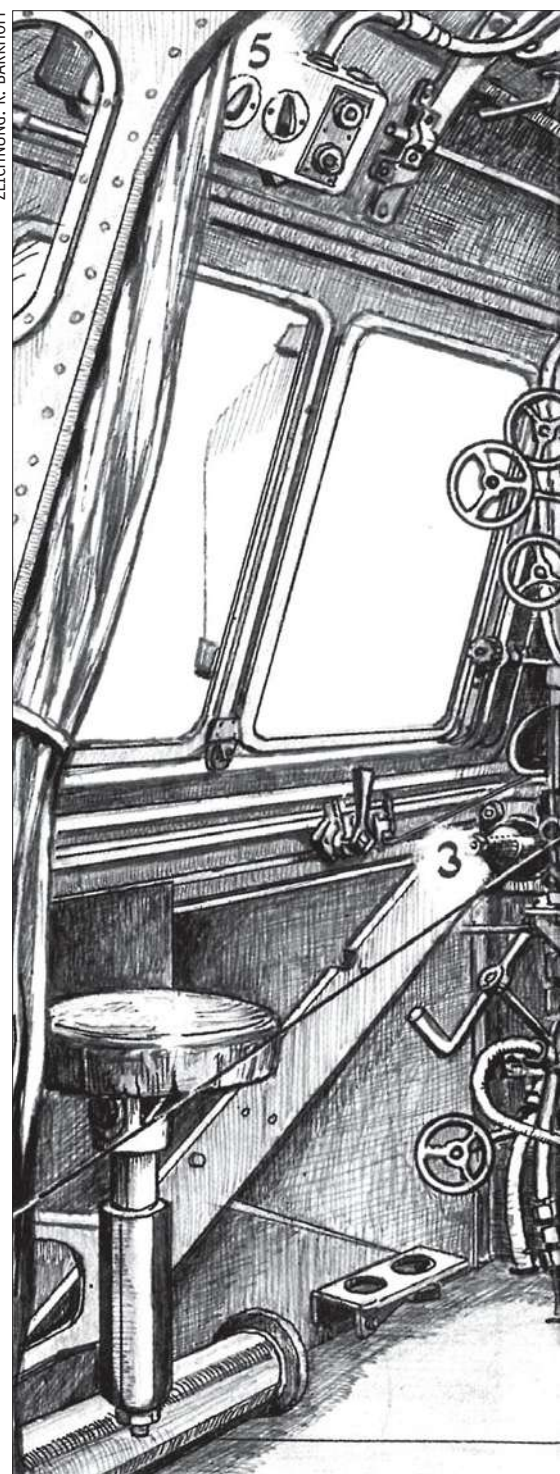
richtung für den Kohlekasten, um den abgeriebenen Kohlestaub zu binden. Die Anstellvorrichtung für die Nässeinrichtungen befindet sich im Führerhaus an der Rückwand des Hinterkessels auf der Heizerseite.

Druckmesser

Im Führerstand einer Dampflokomotive sind eine Vielzahl von Messinstrumenten zu finden, die den Dampf bzw. Luftdruck anzeigen (Manometer). An Dampfdruckanzeigern sind vorhanden: Je ein Manometer für den Kesseldruck, den Schieberkastendruck und den Druck in der Heizleitung.

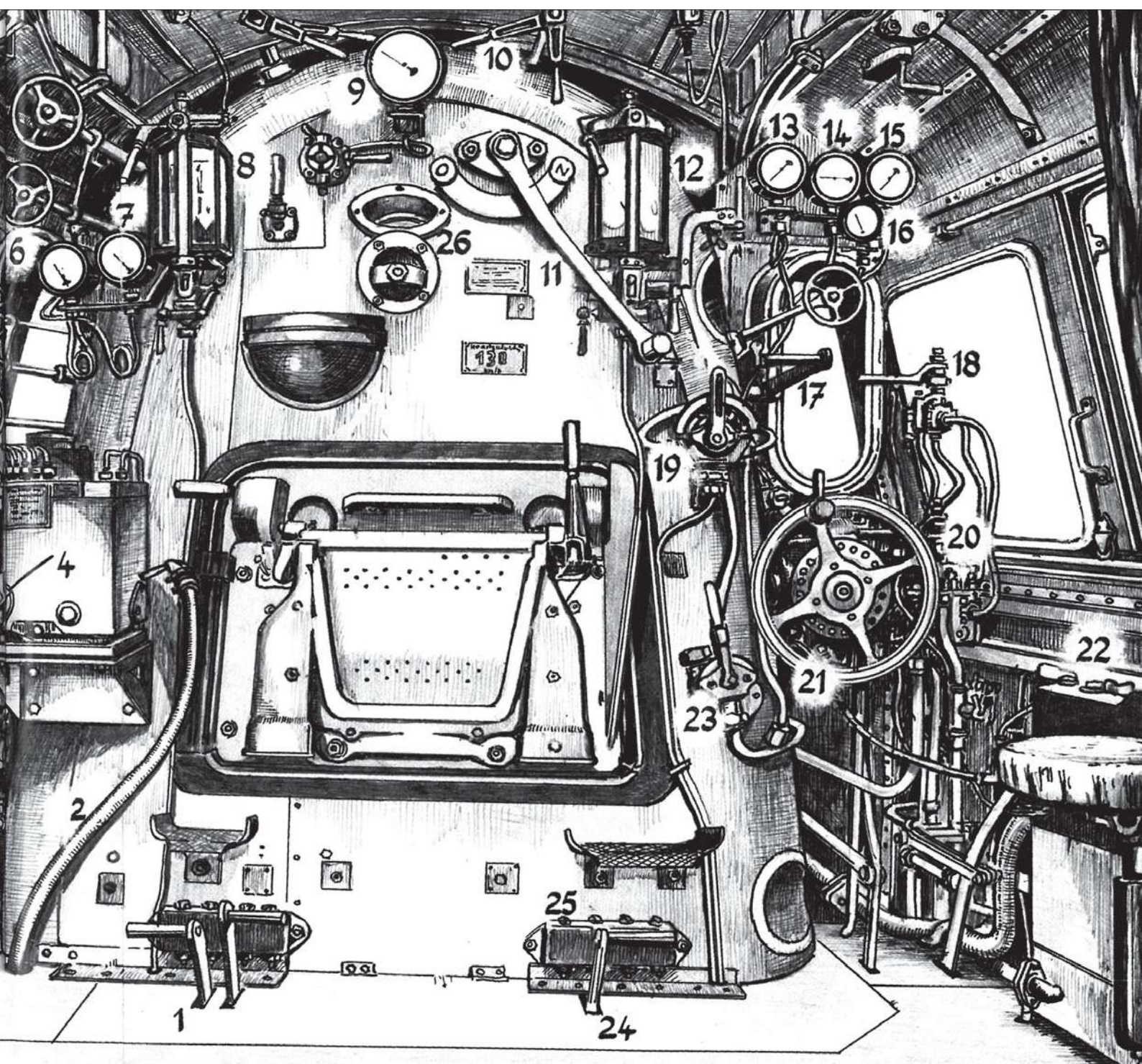
An Luftdruckmessern sind vorhanden: Je ein Manometer für den Druck im Hauptluftbehälter, in der Hauptluftleitung und im Bremszylinder. Heute werden ausschließlich Röhrenmanometer verwendet, die aus einer ringförmig gebogenen Messingröhre flachen oder elliptischen Querschnitts bestehen. Ein Ende der Röhre ist an der Dampf- bzw. Luftleitung befestigt, das andere Ende ist verschlossen und mit einem Hebelwerk mit Zeiger verbunden. Unter der Einwirkung des Druckes streckt sich die Röhrenfeder und bewegt den Zeiger. Der Druck (Oberdruck) wird in kPa (kp/cm²) angezeigt.

Führerstand einer Einheitslokomotive.



Heißdampferthermometer

Im Führerstand auf der Seite des Lokführers befindet sich auch das Heißdampferthermometer, das die Temperatur des überhitzten Dampfes im Schieberkasten anzeigt. Das Heißdampferthermometer arbeitet thermoelektrisch, basiert also auf dem Spannungsfluss, der beim Erhitzen unterschiedlicher und miteinander verlöteter Metalle entsteht. Die Größe der entstehenden Spannung hängt von der Temperatur ab. Sie wird mit einem Spannungsmesser, dessen Skala eine Einteilung in °C besitzt, gemessen.



Blick in den Führerstand einer Dampflokomotive

- 1 Züge zu den Aschkastenklappen
- 2 Kohlspritzschlauch
- 3 Dampfstrahlpumpe
- 4 Bosch-Schmierpumpe
- 5 Schaltkasten für Beleuchtung
- 6 Vorwärmerdruckmesser
- 7 Heizdruckmesser
- 8 Wasserstandsanzeiger
- 9 Kesseldruckmesser

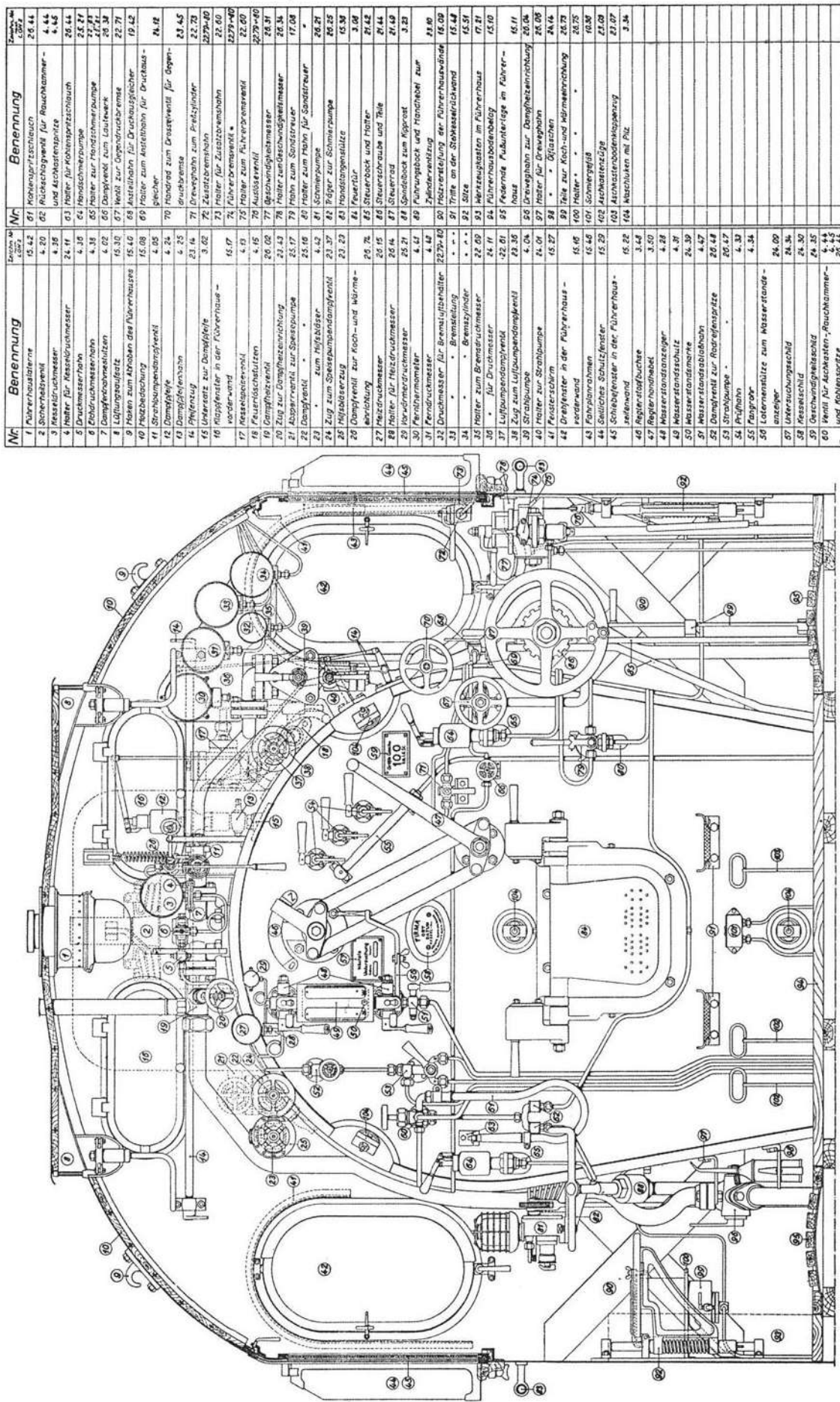
- 10 Rüttelhebel für Sicherheitsventil
- 11 Reglerhandhebel
- 12 Wasserstandsanzeiger
- 13 Ferndruckmesser (Schieberkasten)
- 14 Druckmesser für Bremsleitung
- 15 Druckmesser für Bremszylinder
- 16 Druckmesser für Bremsluftbehälter
- 17 Pfeifenzug
- 18 Zusatzbremshahn

- 19 Anstellhahn für Druckausgleicher
- 20 Führerbremsventil
- 21 Steuerrad
- 22 Tastenkasten für Zugbeeinflussung
- 23 Hahn zum Sandstreuer
- 24 Zug zur Aschkastenbodenklappe
- 25 Schmiergefäß für Stoßpufferplatte und Schlingerstückführung
- 26 Fabrikschild

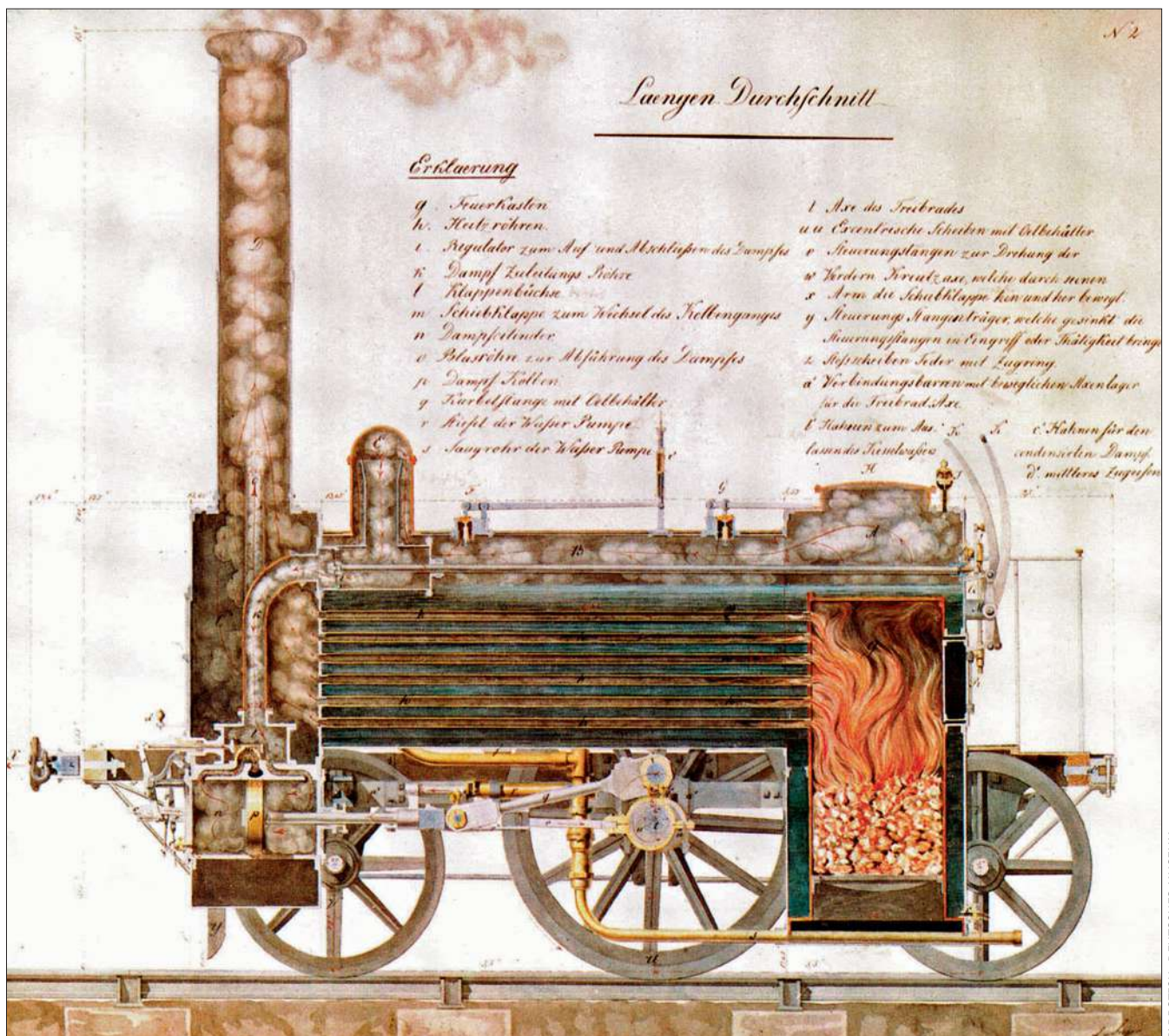
Einheitliche Benennung der Lokomotivteile

Gruppe: Ausrüstung des Führerhauses

Lonorm
Tafel 4



Nr.	Benennung	Größe in cm ²	Nr.	Benennung	Größe in cm ²
1	Führerhaustür	15,42	61	Kohlenprüfsteich	26,44
2	Sicherheitsventil	4,20	62	Rückschlagventil für Rauchkammer- und Aschenschneidspitze	4,44
3	Messdruckschmier	4,35	63	Halter für Kohlenprüfsteich	26,44
4	Druckmesserschmier	4,35	64	Handschmierpumpe	26,44
5	Druckmesserschmier	4,35	65	Halter zur Handschmierpumpe	26,44
6	Druckmesserschmier	4,35	66	Dampfventil zum Laufenwerk	26,44
7	Dampfventil zum Laufenwerk	4,35	67	Wellen zum Dampfventil	26,44
8	Druckmesserschmier	4,35	68	Ausschlagventil für Druckausgleich	26,44
9	Druckmesserschmier	4,35	69	Halter zum Ausschlagventil für Druckausgleich	26,44
10	Druckmesserschmier	4,35	70	Halter zum Ausschlagventil für Druckausgleich	26,44
11	Druckmesserschmier	4,35	71	Druckventil zum Dampfventil	26,44
12	Druckmesserschmier	4,35	72	Zusatzventil zum Dampfventil	26,44
13	Druckmesserschmier	4,35	73	Halter für Zusatzventil zum Dampfventil	26,44
14	Druckmesserschmier	4,35	74	Führerbremsventil	26,44
15	Druckmesserschmier	4,35	75	Halter zum Führerbremsventil	26,44
16	Druckmesserschmier	4,35	76	Ausschlagventil	26,44
17	Druckmesserschmier	4,35	77	Druckventil zum Dampfventil	26,44
18	Druckmesserschmier	4,35	78	Halter zum Dampfventil	26,44
19	Druckmesserschmier	4,35	79	Halter zum Dampfventil	26,44
20	Druckmesserschmier	4,35	80	Halter zum Dampfventil	26,44
21	Druckmesserschmier	4,35	81	Halter zum Dampfventil	26,44
22	Druckmesserschmier	4,35	82	Halter zum Dampfventil	26,44
23	Druckmesserschmier	4,35	83	Halter zum Dampfventil	26,44
24	Druckmesserschmier	4,35	84	Halter zum Dampfventil	26,44
25	Druckmesserschmier	4,35	85	Halter zum Dampfventil	26,44
26	Druckmesserschmier	4,35	86	Halter zum Dampfventil	26,44
27	Druckmesserschmier	4,35	87	Halter zum Dampfventil	26,44
28	Druckmesserschmier	4,35	88	Halter zum Dampfventil	26,44
29	Druckmesserschmier	4,35	89	Halter zum Dampfventil	26,44
30	Druckmesserschmier	4,35	90	Halter zum Dampfventil	26,44
31	Druckmesserschmier	4,35	91	Halter zum Dampfventil	26,44
32	Druckmesserschmier	4,35	92	Halter zum Dampfventil	26,44
33	Druckmesserschmier	4,35	93	Halter zum Dampfventil	26,44
34	Druckmesserschmier	4,35	94	Halter zum Dampfventil	26,44
35	Druckmesserschmier	4,35	95	Halter zum Dampfventil	26,44
36	Druckmesserschmier	4,35	96	Halter zum Dampfventil	26,44
37	Druckmesserschmier	4,35	97	Halter zum Dampfventil	26,44
38	Druckmesserschmier	4,35	98	Halter zum Dampfventil	26,44
39	Druckmesserschmier	4,35	99	Halter zum Dampfventil	26,44
40	Druckmesserschmier	4,35	100	Halter zum Dampfventil	26,44
41	Druckmesserschmier	4,35	101	Halter zum Dampfventil	26,44
42	Druckmesserschmier	4,35	102	Halter zum Dampfventil	26,44
43	Druckmesserschmier	4,35	103	Halter zum Dampfventil	26,44
44	Druckmesserschmier	4,35	104	Halter zum Dampfventil	26,44
45	Druckmesserschmier	4,35	105	Halter zum Dampfventil	26,44
46	Druckmesserschmier	4,35	106	Halter zum Dampfventil	26,44
47	Druckmesserschmier	4,35	107	Halter zum Dampfventil	26,44
48	Druckmesserschmier	4,35	108	Halter zum Dampfventil	26,44
49	Druckmesserschmier	4,35	109	Halter zum Dampfventil	26,44
50	Druckmesserschmier	4,35	110	Halter zum Dampfventil	26,44
51	Druckmesserschmier	4,35	111	Halter zum Dampfventil	26,44
52	Druckmesserschmier	4,35	112	Halter zum Dampfventil	26,44
53	Druckmesserschmier	4,35	113	Halter zum Dampfventil	26,44
54	Druckmesserschmier	4,35	114	Halter zum Dampfventil	26,44
55	Druckmesserschmier	4,35	115	Halter zum Dampfventil	26,44
56	Druckmesserschmier	4,35	116	Halter zum Dampfventil	26,44
57	Druckmesserschmier	4,35	117	Halter zum Dampfventil	26,44
58	Druckmesserschmier	4,35	118	Halter zum Dampfventil	26,44
59	Druckmesserschmier	4,35	119	Halter zum Dampfventil	26,44
60	Druckmesserschmier	4,35	120	Halter zum Dampfventil	26,44



FARBSTICH: DEUTSCHES MUSEUM

Die Funktion einer alten Dampflokomotive schematisch dargestellt. Die Zylinder lagen noch zwischen den Rädern innerhalb des Fahrwerkrahmens. die Bauart weist auf eine Stephenson-Konstruktion hin.

Die Lokomotiv-Dampfmaschine

Die Vorgänge im Dampfzylinder

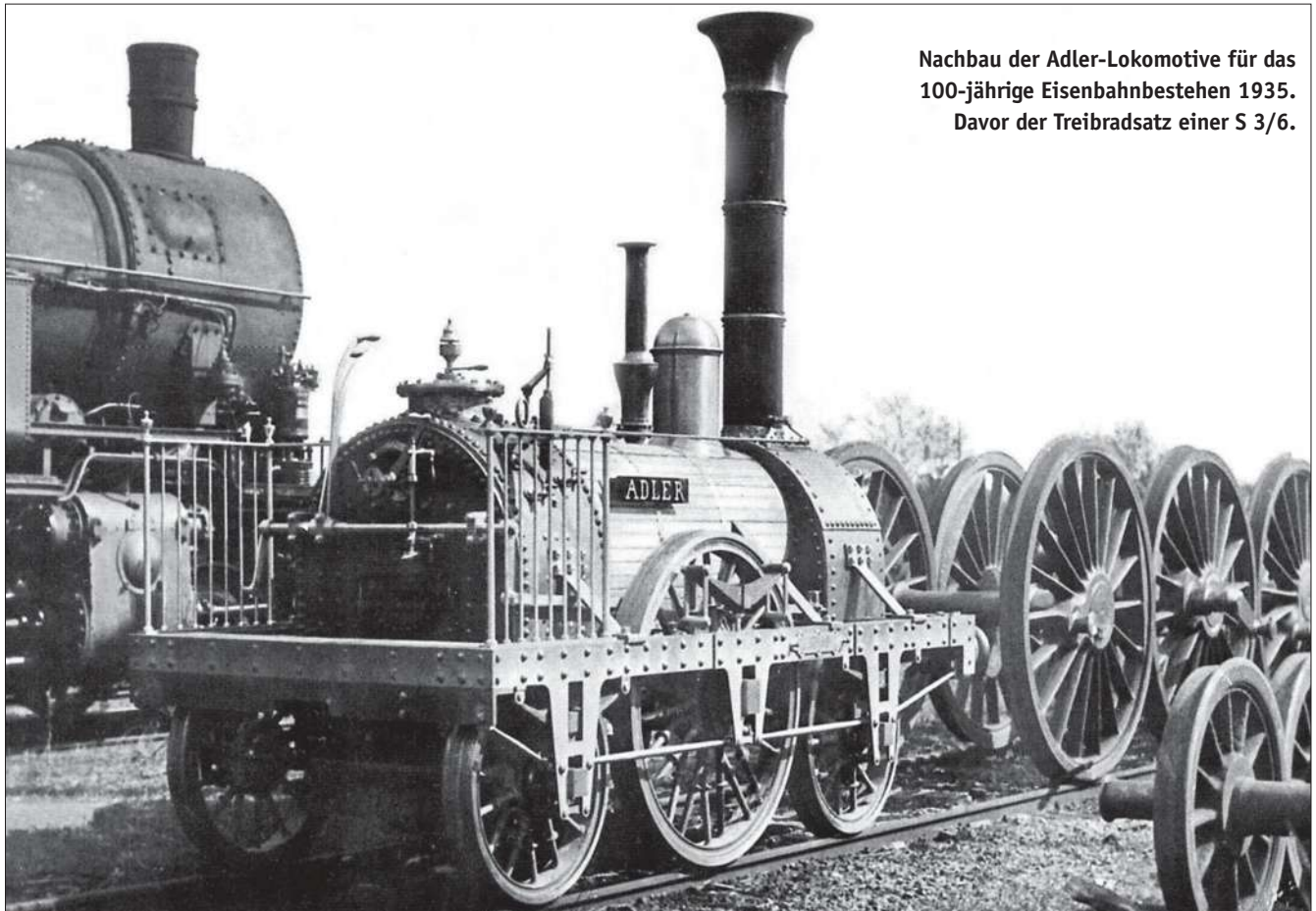
Die Lokomotiv-Dampfmaschine ist eine Wärmekraftmaschine, in der die Energie des im Kessel erzeugten Dampfes in mechanische Arbeit umgesetzt wird. Diese Wärmeenergie steht in Form von Sattdampf oder überhitztem Dampf (Heißdampf) zur Verfügung.

Da nicht überhitzter Dampf (Sattdampf) die Eigenschaft hat, bei Wärmezug (also Abgabe von Wärme an die Zylinderwandungen) teilweise zu kondensieren, d.h. sich wieder in Wassertröpfchen zu verwandeln und damit an Energie zu verlieren, sind seit etwa dem Ende des ersten Jahrzehnts des 20. Jahrhunderts Heißdampfmaschinen gebaut worden. Über die unterschiedlichen Eigenschaften von Nassdampf und

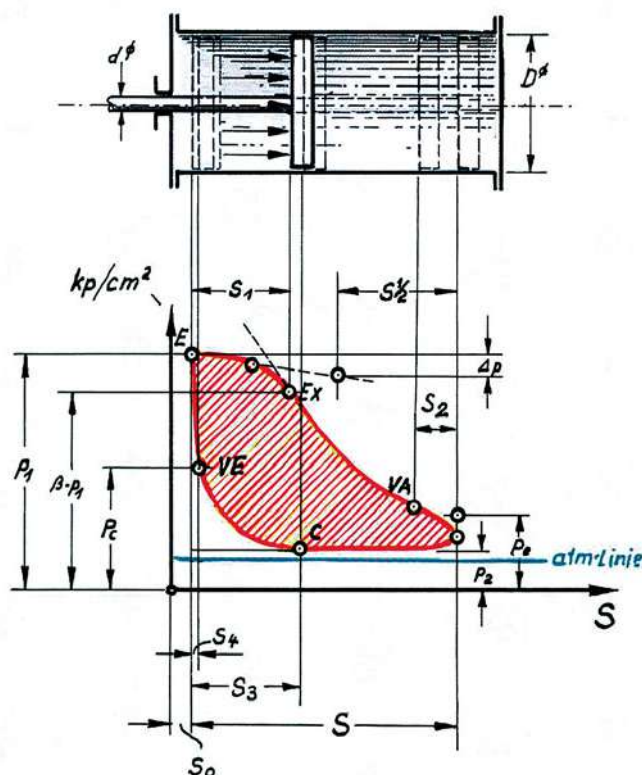
Treibrad der „Adler“ – Nachbau der ersten Lokomotive der Nürnberg-Fürther Eisenbahn. Auch sie besitzt ein innenliegendes Triebwerk.



FOTO: D. KEMPF



Nachbau der Adler-Lokomotive für das 100-jährige Eisenbahnbestehen 1935.
Davor der Treibradsatz einer S 3/6.



S_0 = schädlicher Raum
 S_1 = Kolbenweg bei Füllung
 S_2 = Kolbenweg bis zur Vorausströmung
 S_3 = Kolbenweg bis zum Kompressionsenddruck

S_4 = Kolbenweg bei der Voreinströmung
E = Einströmung
Ex = Expansion
VE = Voreinströmung
VA = Vorausströmung

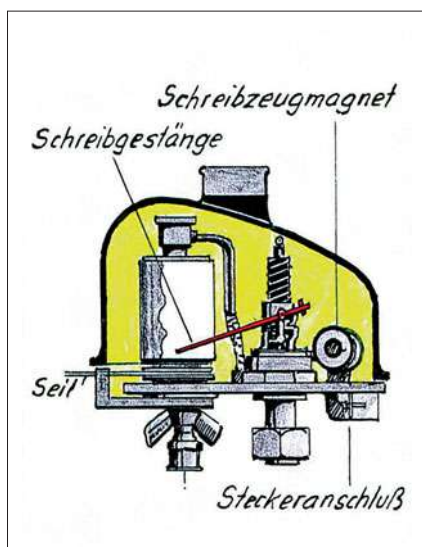
C = Kompression
 P_1 = Eintrittsdruck
 P_2 = Austrittsdruck
 P_C = Kompressionsenddruck
 β = Drosselfaktor
 P_e = Expansionsenddruck
 Δp = Füllungsdruckabfall

Heißdampf haben wir bereits zuvor berichtet.

Dort war auch zu lesen, dass zwischen Volldruck- und Expansionsdampfmaschinen zu unterscheiden ist. Bei Volldruckmaschinen, wie sie die ersten Dampflokomotiven besaßen, lässt man den Dampf während des gesamten Kolbenhubs in den Zylinder einströmen. Der Dampf entweicht beim Ende des Kolbenhubs mit einem Druck, der fast seinem Eintrittsdruck in den Zylinder entspricht und wird dadurch mit hohem Wärmeinhalt ins Freie gelassen. Die Expansionsenergie bleibt ungenutzt; deshalb arbeiten Volldruckmaschinen nur mit einem Wirkungsgrad von 2 %.

Einsatzgebiet der unkompliziert zu bedienenden Volldruckmaschinen bleiben die Luft- und Speisepumpen der Dampflokomotiven und die Antriebsmaschinen für Stoker (mechanische Rostbeschickung). Wesentlich wirtschaftlicher arbeitet die im Dampfverbrauch sparsamere Expansionsdampfmaschine. Bei ihr wird die Dampfzufuhr zum Zylinder unterbrochen, bevor der Kolben seinen Hub beendet hat. Da unter Druck stehende Gase, in

Dampfdruckschaubild (Indikator-Diagramm) einer Expansionsdampfmaschine.



Innenleben und Arbeitsweise des Maihak-Indikators mit Walze und Schreiber zur Aufzeichnung der Messergebnisse.

unserem Falle der Dampf, das Bestreben haben, sich allseitig auszudehnen, treibt der Dampf den Kolben weiter, auch wenn die Dampfzufuhr unterbrochen ist. Die Dampfmenge, die dem Zylinder zugeführt wird, nennt man Füllung. Sie wird vom Lokführer über das Steuerungshandrad eingestellt und in Prozent auf der Steuerungsskala angezeigt. Die Füllung kann zwischen 20 und 80 % des Dampfzylindervolumens betragen. Der Füllungsgrad, mit dem eine Lokomotive gefahren werden kann, ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, so z.B. von der Bauart der Lokomotive und von der Zugmasse. Beim Anfahren und in Steigungen muss der Füllungsgrad höher liegen als bei gleichbleibender Geschwindigkeit in der Ebene. Bei höheren Füllungsgraden sind der Kolbendruck und zwangsläufig auch der Auspuffdruck höher; es geht mehr im Dampf gespeicherte Energie ungenutzt durch den Schornstein, die Maschine arbeitet unwirtschaftlicher. Gegenüber der Volldruckdampfmaschine erreicht die Expansionsdampfmaschine einen Wirkungsgrad von 8 bis 10 %. Das ist zwar das Vier- bis Fünffache des Wirkungsgrades einer Volldruckdampfmaschine, gemessen am Wirkungsgrad der Diesel- und Elektrolokomotiven aber doch sehr bescheiden.

Der Kolben bewegt sich im Zylinder nicht bis zu den Zylinderdeckeln. Zwischen Kolben und Zylinderdeckel verbleibt vielmehr ein Zwischenraum von 10 – 15 mm, der, zusammen mit dem betreffenden Einströmkanal, als schädlicher Raum bezeichnet wird. Dieser Raum kann vom Kolbenhub nicht ge-

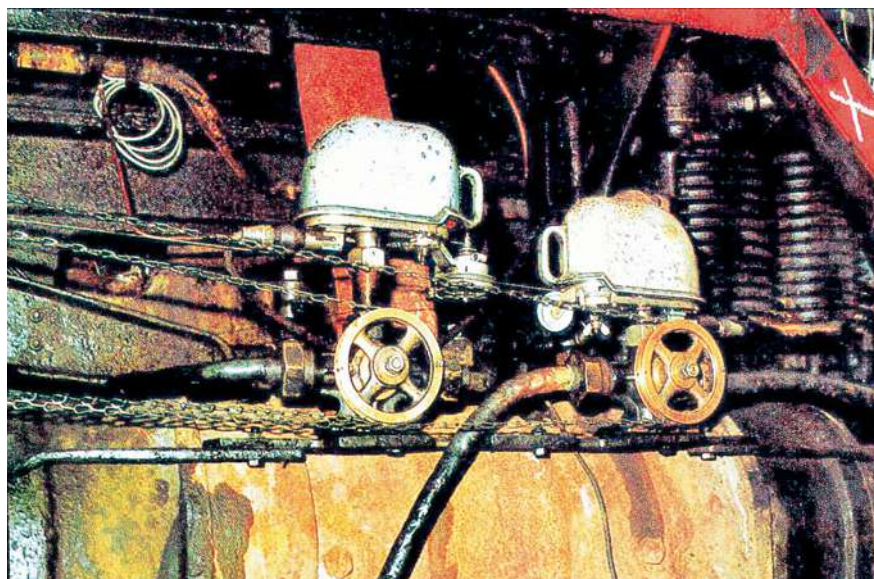
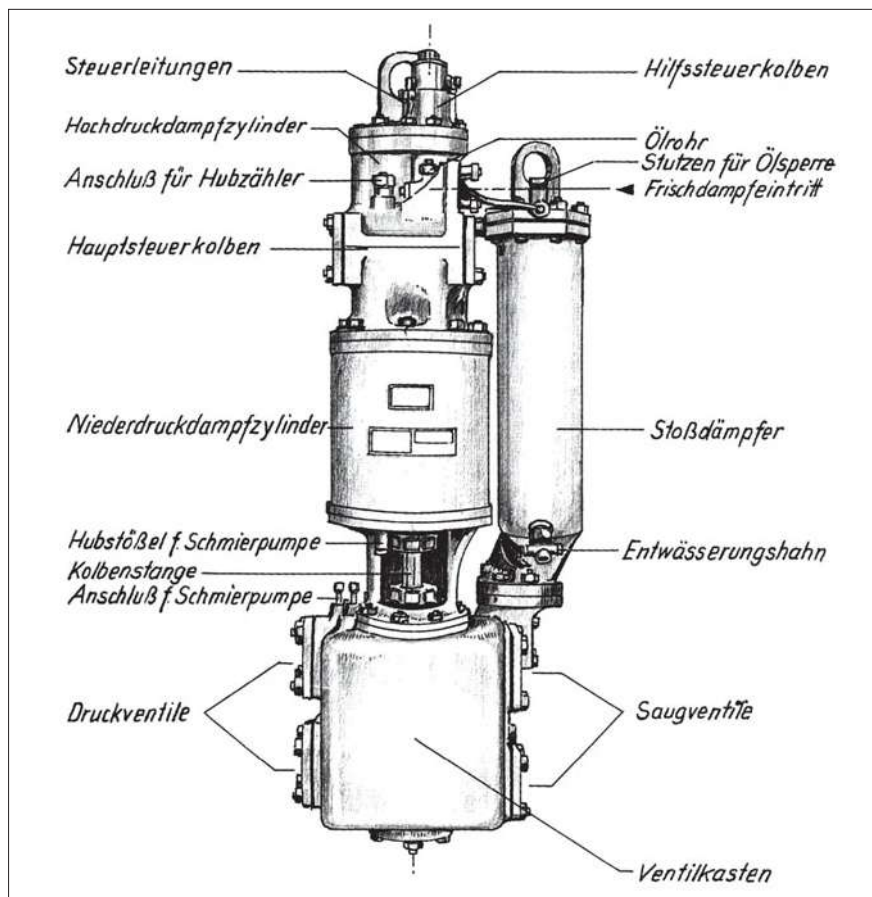


FOTO: M. WEISBROD

Maihak-Indikatoren, für den rechten äußeren und den inneren Zylinder, über dem rechten Dampfzylinder einer Lok der Baureihe 44 angebracht.

nutzt werden; er vergrößert die Abkühlflächen und ist deshalb schädlich für den Dampfverbrauch. Dieser Raum ist aber auch notwendig und nützlich. Notwendig deshalb, damit bei der Einströmung Dampf zwischen Zylinderdeckel und Kolben treten kann, und nützlich, weil das dort entstehende Dampfpolster

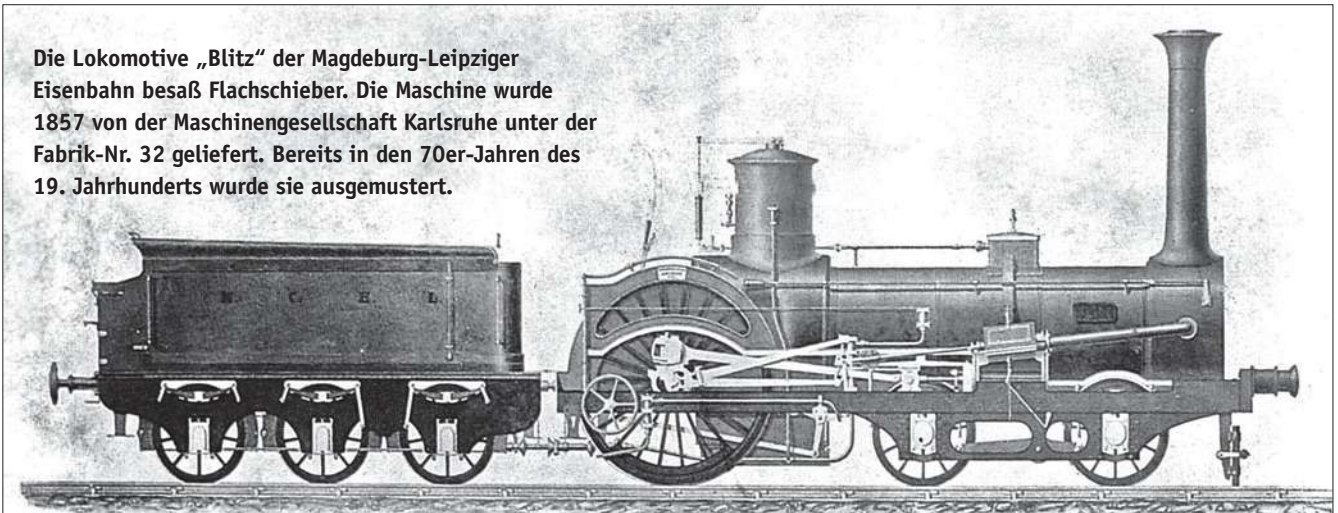
die hin- und hergehenden Massen von Kolben, Kreuzkopf und einem Teil der Pleiße (man rechnet etwa 40 % der Pleißenmasse zu den hin- und hergehenden Massen) beim Hubwechsel abfängt und dämpft. Eine ähnliche Funktion hat der Windkessel bei Pleißen- und Pleißen-



ZEICHNUNGEN (3): R. BARKHOFF

Die Pleißen- und Pleißen-Verfügen, ebenso wie die Luftpumpen, über Volldruckdampfmaschinen, wie sie bei den ersten Dampfloklokomotiven noch üblich waren. Hier eine Pleißenwasserpleißenpumpe KP 4-250.

Die Lokomotive „Blitz“ der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn besaß Flachschieber. Die Maschine wurde 1857 von der Maschinengesellschaft Karlsruhe unter der Fabrik-Nr. 32 geliefert. Bereits in den 70er-Jahren des 19. Jahrhunderts wurde sie ausgemustert.



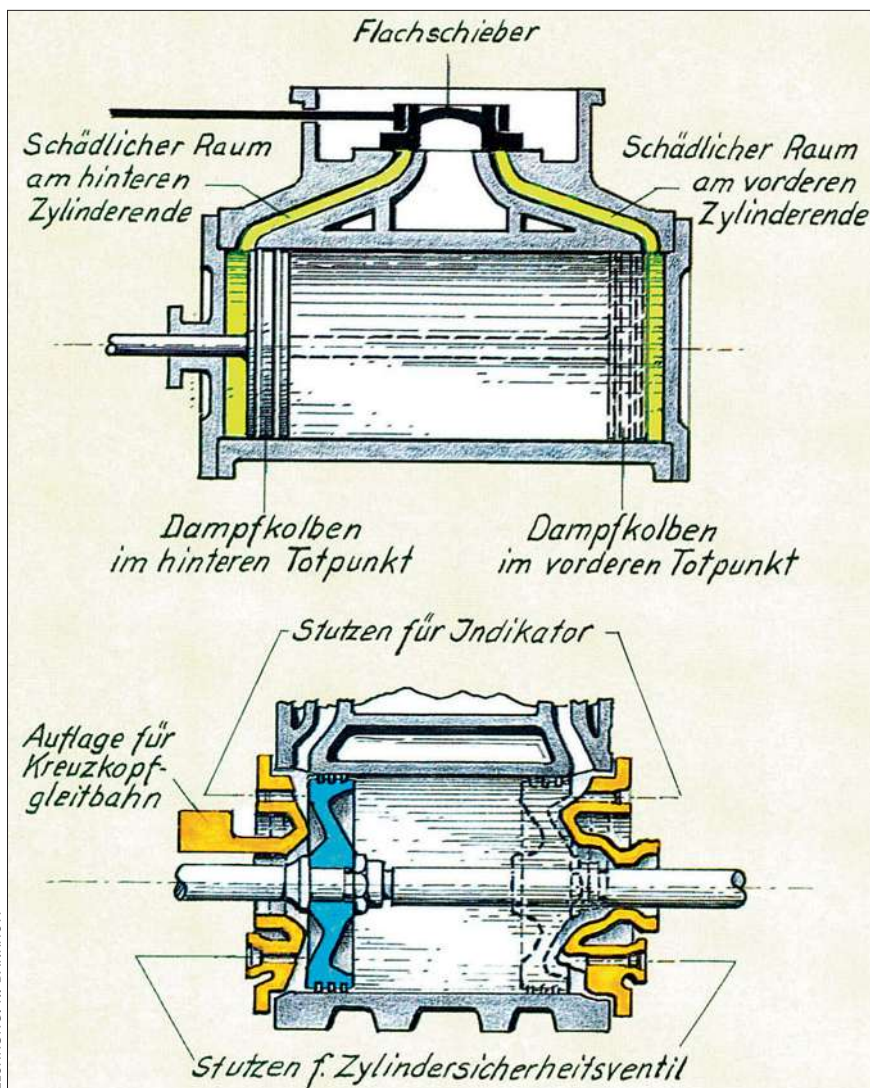
Ein genaues Bild von der Arbeit des Kolbens, der Steuerungsorgane und vom Dampfdruck im Zylinder verschafft man sich durch den Maihak-Indikator. Mit ihm werden die Arbeitsphasen im Dampfzylinder grafisch aufgezeichnet

(im sogenannten Indikator-Diagramm). Anhand dieses Diagrammes kann der Fachmann Fehler in der Dampfverteilung, Undichtigkeiten der Schiebersteuerung und des Dampfkolbens erkennen. Das Indizieren gehört zu den Aufgaben

der Abnahmeinspektion im Ausbesserungswerk und muss entsprechend der Dienstvorschrift nach den Schadgruppen L 2 (Zwischenausbesserung), L 3 (Zwischenuntersuchung) und L 4 (Hauptuntersuchung) erfolgen. Auch nach einer L 0 (Bedarfsausbesserung) mit Aufarbeitung der Steuerung muss indiziert werden. Wir haben hier die Schadgruppeneinteilung der DRG genannt, die auch bei DB und DR nach dem Kriege noch lange Zeit gültig war.

Der Indikator wird an den Dampfzylinder angeschlossen, und sein Schreibstift zeichnet bei langsamer Fahrt (es werden bei angelegten Bremsen nur einige Kolbenbewegungen ausgefahren) das Schaubild eines Kolbenhubes. Mit einem Planimeter kann man den Flächeninhalt des Diagramms ablesen und den Mittelwert des indizierten Druckes ermitteln. Aus dem Indikator-Diagramm kann der Fachmann weiterhin den Zeitpunkt der Voreinströmung und der Vorausströmung sowie den Weg des Kolbens ersehen, den dieser durch die Expansion zurücklegt. Unter Vorausströmung versteht man das vorzeitige Unterbrechen der Expansion durch das Öffnen der Ausströmung, bevor der Kolben seine Endlage erreicht hat. Das Vorausströmen ist durch den Auspuffschlag hörbar. Gleichmaßen wird Frischdampf zugeführt, ehe der Kolben seine Endlage erreicht hat (Voreinströmung), so dass bei Hubwechsel wieder der volle Arbeitsdruck (Schieberkastendruck) anliegt. Dadurch ergeben sich für eine einstufig wirkende Expansionsmaschine während einer Kurbelumdrehung sechs verschiedene Dampfverteilungsphasen:

- Füllung – Expansion – Vorausströmung (Kolben bewegt sich vom linken Totpunkt nach rechts).



Schnitt durch einen Nassdampfzylinder mit Flachschieber (oben) und Schnitt durch einen Zylinder mit Kolbenschieber. Form von Dampfkolben und Zylinderdeckeln. Der Zylinderdeckel folgt der Form des Kolbens, um schädliche Räume klein zu halten.

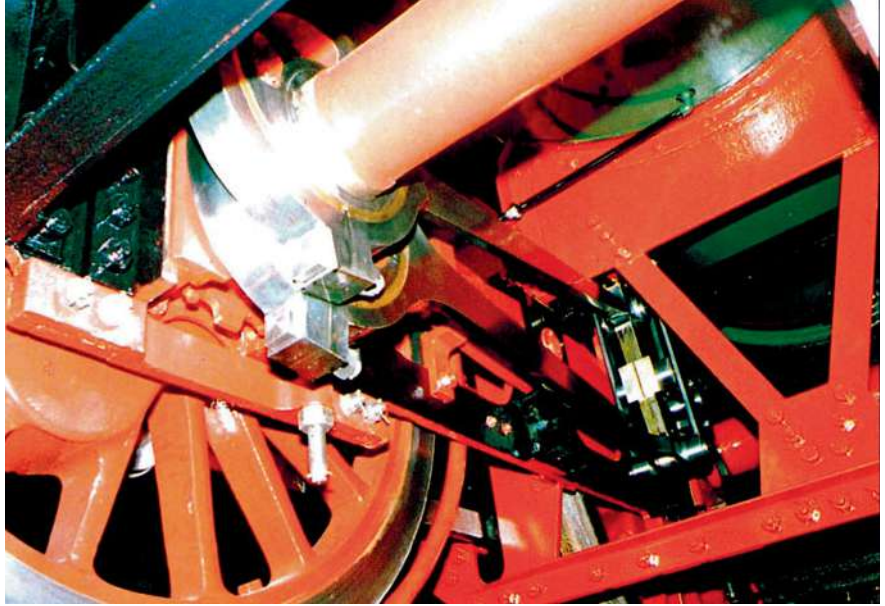
- Ausströmung – Komprimieren – Vor-einströmung (Kolben bewegt sich zum Ausgangspunkt zurück).

Lokomotiv-Dampfmaschinen sind doppelt wirkende, einstufige Expansionsdampfmaschinen. Bei ihnen liegen drei Dampfverteilungsphasen vor und drei hinter dem Kolben. Weil für Einströmung und Ausströmung derselbe Dampfkanal benutzt wird, der Dampf also nach jedem Kolbenhub seine Richtung wechseln muss, spricht man von Wechselstrom-Dampfmaschinen.

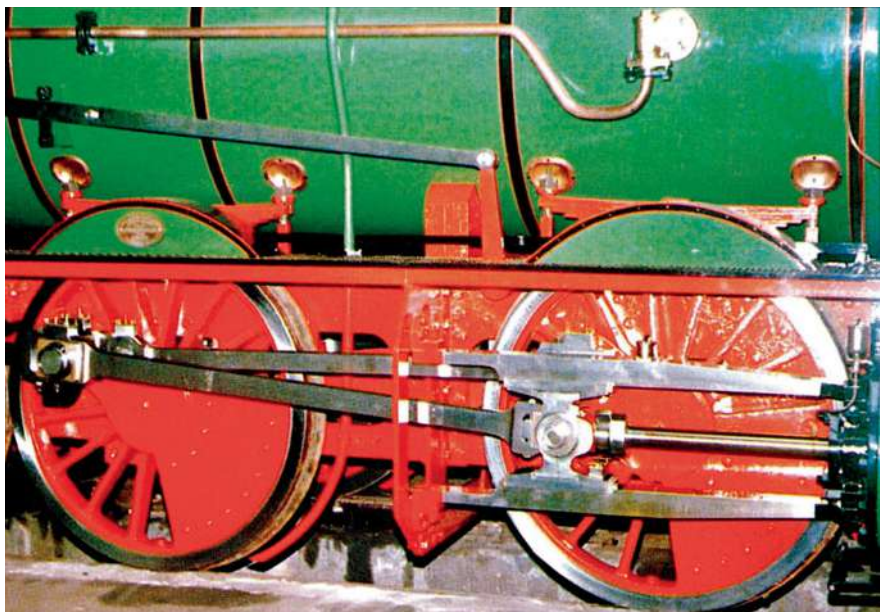
Der Druck, der auf den Dampfkolben während eines Hubes wirkt, ist bei Expansionsdampfmaschinen nicht gleichmäßig. Er ist am größten während der Füllung und nimmt um so mehr ab, je weiter der Dampf den Kolben getrieben hat, also expandiert. Im Indikatordiagramm, auch Dampfdruckschaubild genannt, ist mit Beendigung der Füllung ein deutlicher Druckabfall erkennbar; ein zweiter setzt mit Beginn der Vorauströmung ein. Da sich die Druckverhältnisse im Zylinder ständig ändern, kann man auch nur einen sogenannten mittleren Druck, also den Durchschnittswert ermitteln. Aus dem Dampfdruckschaubild ist auch ablesbar, daß mit der Vor-einströmung beim Hubwechsel wieder der volle Schieberkastendruck anliegt. Beim Hubwechsel verbleibt noch ein Rest Dampf im Zylinder, der dann wieder verdichtet wird. Diese Restdampfmenge, mit einem Druck von 0,2 bis 0,8 bar, wird als Gegendruck bezeichnet. Im Dampfdruckschaubild ist das daran erkennbar, daß das Diagramm nicht auf Null zurückgeht. Dieser Gegendruck geht von der Dampfarbeit im Zylinder verloren. Den Punkt, an dem der im Zylinder verbliebene Dampf wieder komprimiert wird, bezeichnet man als Verdichtungs-punkt.

Zweizylinder- und Mehrzylinder-Dampfmaschinen

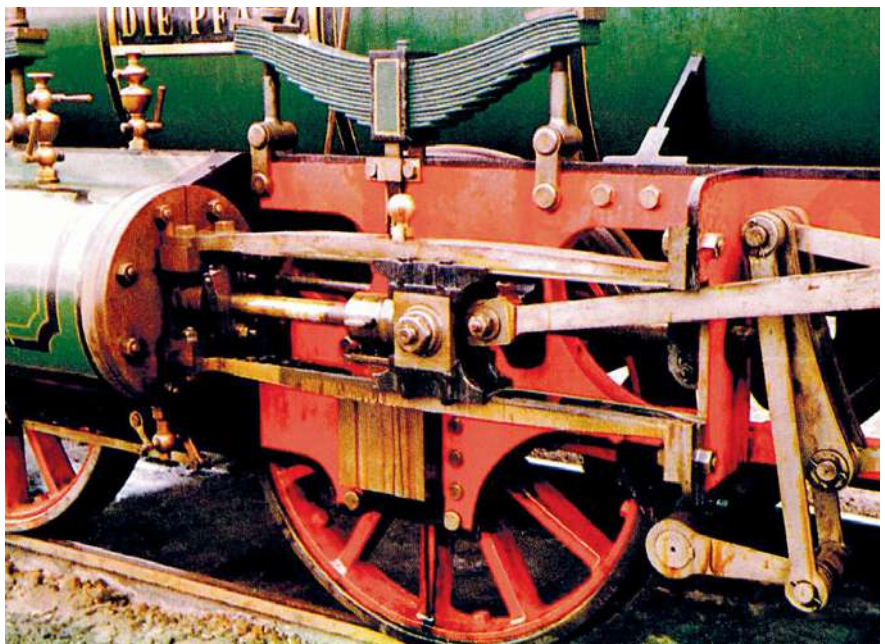
Die ältesten Lokomotiven waren ausschließlich Zweizylinder-Lokomotiven, und die Lokomotive mit der Zweizylinder-Dampfmaschine ist auch bis zum Ende des Dampflokomotivbaus die vorherrschende Ausführung geblieben. Ältere Lokomotiven hatten die Zylinder gelegentlich auch innerhalb des Rahmens, wie beispielsweise die ADLER für die erste deutsche Eisenbahnstrecke zwischen Nürnberg und Fürth. Innenliegende Zylinder bedingten aber eine gekröpfte Treibachse, weshalb sich sehr



Blick unter die preußische G 3. So ist bei Lokomotiven mit innenliegender Flachschiebersteuerung die Schieberkulisze angebracht. Zwei Hubscheiben auf der Achswelle erzeugen die notwendige Bewegung.



Das Triebwerk derselben G 3, von außen gesehen. Auf dem Kurbelzapfen des Treibrades ist nur die Treibstange angelenkt.



Bei der Lokomotive „Die Pfalz“ befand sich die Kulisze der Schiebersteuerung nach System Stephenson außerhalb des Rahmens.



Die Baureihe 01 (mit Neubaukessel) besitzt ein Zweizylinder-Heißdampf-Triebwerk. Die Aufnahme entstand am 29. April 1969 im Bw Paderborn.

bald die Erkenntnis durchsetzte, dass es besser sei, die Zylinder außerhalb des Rahmens anzuordnen. Das Triebwerk war zur Kontrolle, Wartung und Reparatur besser zugänglich. Außerdem konnte man auf die gekröpfte Treibachse verzichten und die Lokomotiven billiger bauen.

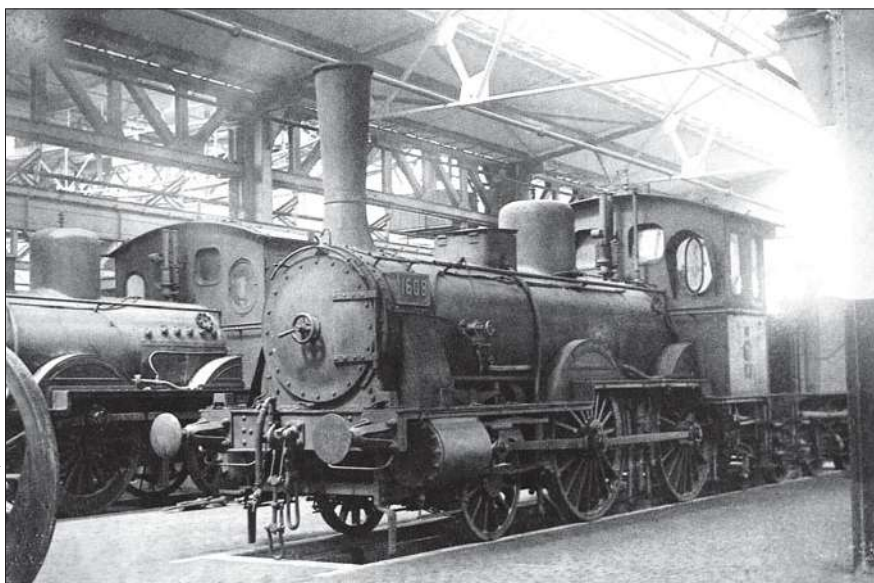
Unter bestimmten Bedingungen reichten aber die zwei Zylinder nicht mehr aus. Das konnte der Fall sein, wenn:

1. größere Zugkräfte gefordert wurden. Größere Zugkräfte verlangten größere Kolbenkräfte und damit größere Zylinder und entsprechend größer dimensionierte Triebwerksteile. Für eine neuere

Dreizylinder-Güterzuglokomotive betrug der Zylinderdurchmesser (= Innendurchmesser) 550 mm. Die Zweizylinder-Einheits-Güterzuglokomotive der Baureihe 43 hatte jedoch 720 mm Zylinderdurchmesser. Den in diesen Zylindern entwickelten Kolbenkräften mussten kräftig dimensionierte Pleuellager und Pleuellager entsprechen. Zylinder und Triebwerksteile lassen sich aber nicht beliebig vergrößern, denn sie dürfen die Begrenzungslinie für Fahrzeuge, entsprechend der B0, nicht überschreiten. Besonders bei Güterzuglokomotiven mit kleinem Kuppelraddurchmesser sind die Grenzen schnell erreicht. Durch die Erhöhung der Zylinderzahl erreicht man ebenfalls die gewünschten größeren Zugkräfte, kann aber die Triebwerksbauteile kleiner halten als bei Zweizylinder-Maschinen.

2. gleichmäßigere Zugkräfte erwünscht sind.

Wie bereits bei den Vorgängen im Dampfzylinder dargestellt, schwankt die Zugkraft während eines Pleuellhubes bzw. während einer Pleuellumdrehung. Ein gleichmäßigeres Angreifen der Zugkräfte am Pleuellhaken kann durch



Die (P3.1) Halle 1608 besitzt ein Zweizylinder-Nassdampftriebwerk. Das Foto wurde 1912 im AW Tempelhof aufgenommen.

Die Baureihe 44 besitzt ein Dreizylinder-Heißdampftriebwerk (Bw Nürnberg Rbf, 14. Juni 1975)



FOTO: D. KEMPF

die Verteilung der Arbeitsleistung auf mehrere Zylinder erreicht werden. Das ist besonders beim Einsatz von Lokomotiven auf Steigungen wünschenswert. Bei Hinzunahme des 3. Zylinders sind die Schwankungen der mittleren Zugkraft wesentlich geringer. Aus dieser Erkenntnis heraus entschied man sich bei den Einheits-Güterzuglokomotiven der Baureihen 43 und 44 für die Dreizylinderbauart der Reihe 44 mit 3 x 550 mm Zylinderdurchmesser gegen die Zweilingslokomotive der Reihe 43 mit 720 mm Zylinderdurchmesser.

3. Zuck- und Drehbewegungen gemindert werden sollen.

Die Zuckbewegungen der Dampflokomotive entstehen durch eine Schwerpunktverlagerung, die durch die hin- und hergehenden Triebwerksteile

Auch „Der Münchner“, die älteste Maffei-Lokomotive, besaß wie die „Adler“ innenliegende Zylinder.



FOTO: WERKARCHIV KRAUSS-MAFFEI

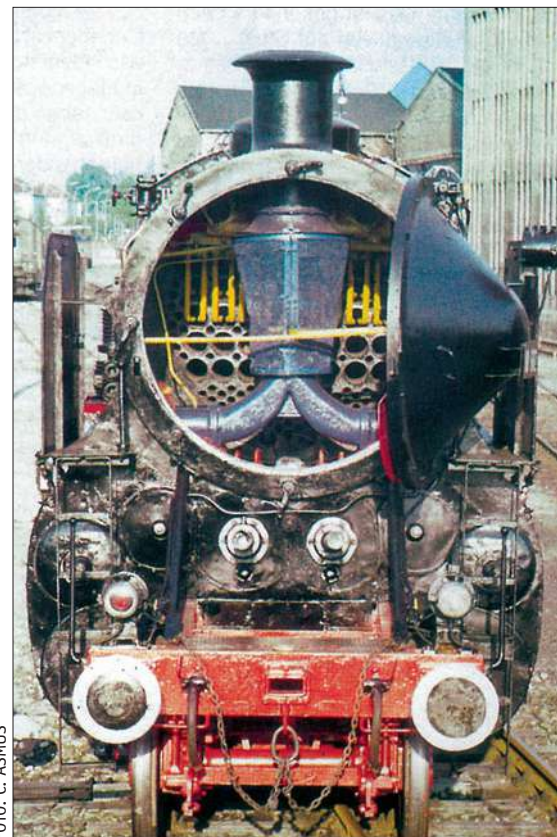
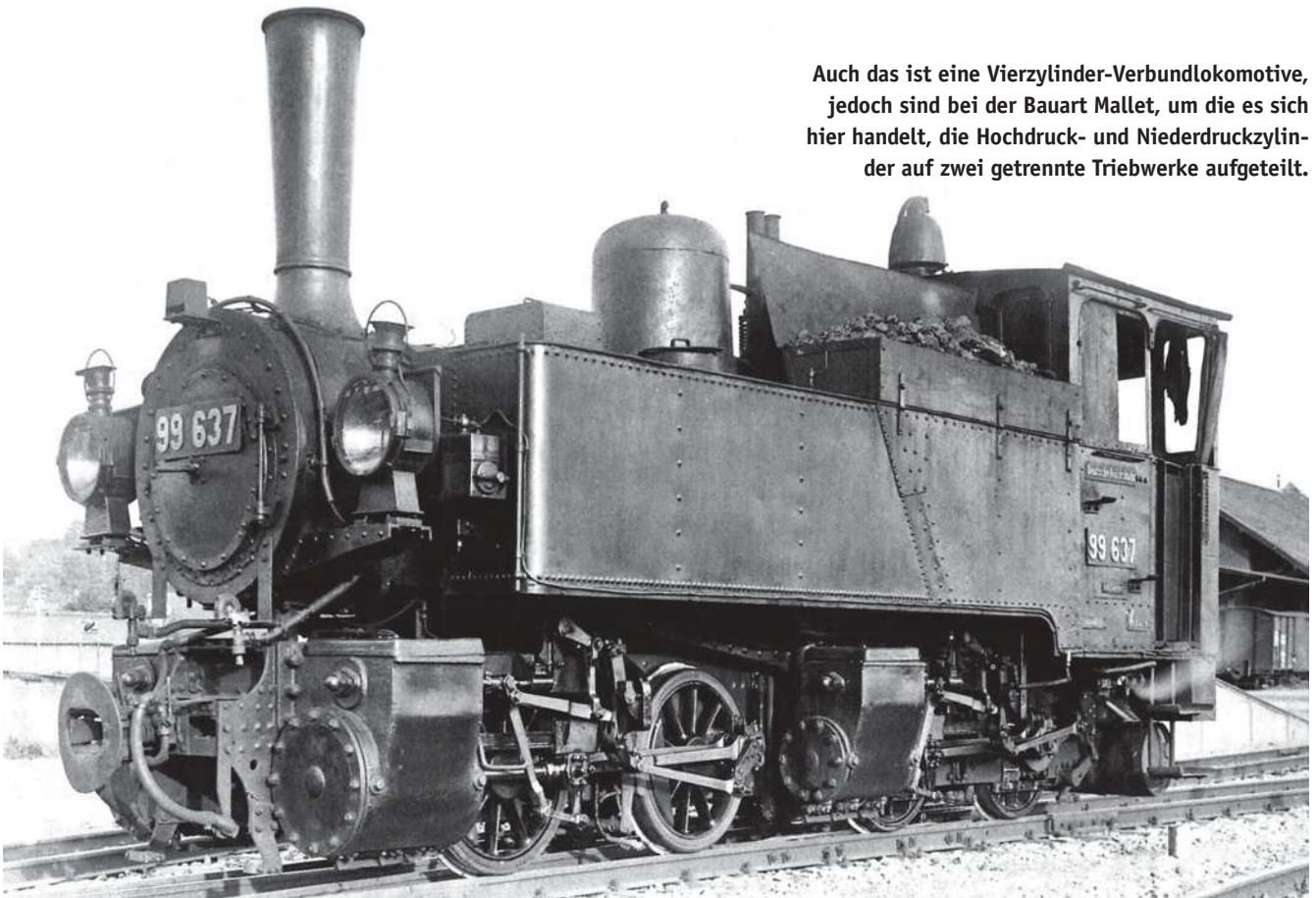


FOTO: C. ASMLUS

Die bayerische S3/6, ebenfalls eine Maffei-Lokomotive, besaß ein Vierzylinder-Verbundtriebwerk. Markant sind die einzelnen Kolben und Schieberstangenschutzrohre.

Auch das ist eine Vierzylinder-Verbundlokomotive, jedoch sind bei der Bauart Mallet, um die es sich hier handelt, die Hochdruck- und Niederdruckzylinder auf zwei getrennte Triebwerke aufgeteilt.

FOTO: H. MAEY, SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER



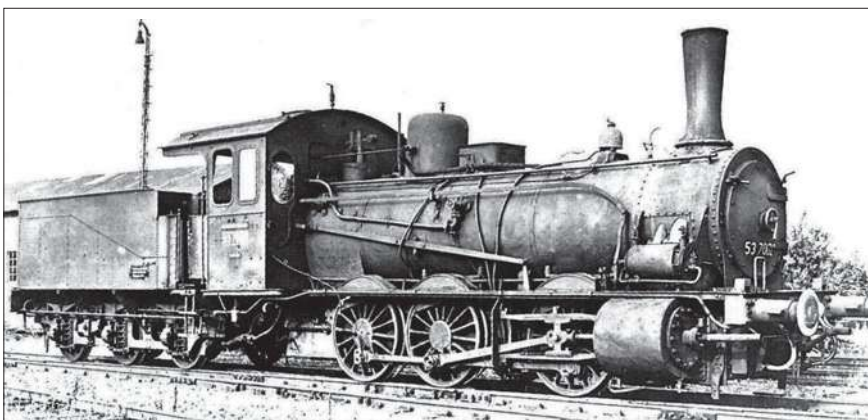
verursacht wird. Es werden verschiedene Möglichkeiten genutzt, die Zuckbewegungen zu dämpfen oder sie gering zu halten. Eine Möglichkeit ist, die Lokomotive mit dem Tender straff zu kuppeln, was unter Zwi-schenschaltung von Federn erfolgt. Eine andere Möglichkeit ist die Anordnung von Gegengewichten in den Rädern, wobei das Gegengewicht dem Kurbelzapfen entgegengesetzt angeordnet ist. Man kann aber die Gegengewichte nicht so groß ausführen, um damit die hin- und hergehenden Massen vollständig auszugleichen. Das wäre nur in dem Moment der Fall, wenn der Kolben im Totpunkt stünde. In allen an-

deren Fällen würden die Gegengewichte durch ihre Fliehkraft bei höchster Stellung des Kurbelzapfens auf die Schienen hämmern oder bei tiefster Stellung des Kurbelzapfens die Achsfahrmasse spürbar verringern. Es ist deshalb vorgeschrieben, die Gegengewichte so zu dimensionieren, dass bei Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive die freie Fliehkraft 15 % des Raddruckes der stehenden Lokomotive nicht überschreitet. Diese Beschränkung verhindert es, bei Zweizylinder-Schnellzuglokomotiven mehr als 15 – 20 %, bei Zweizylinder-Güterzuglokomotiven mehr als 30 – 40 % der hin- und hergehenden Massen

auszugleichen. Die unausgeglichene bleibenden Massen rufen das Zucken hervor. Bei Mehrzylinder-Lokomotiven lassen sich die Zuckbewegungen nahezu völlig ausschalten. Die Dreizylinder-Lokomotive, mit um 120° versetzten Treibkurbeln, hat keine unausgeglichene Massen, die Vierzylinder-Lokomotive auch nicht, wenn die Triebwerke gegenläufig, also um 180° versetzt arbeiten.

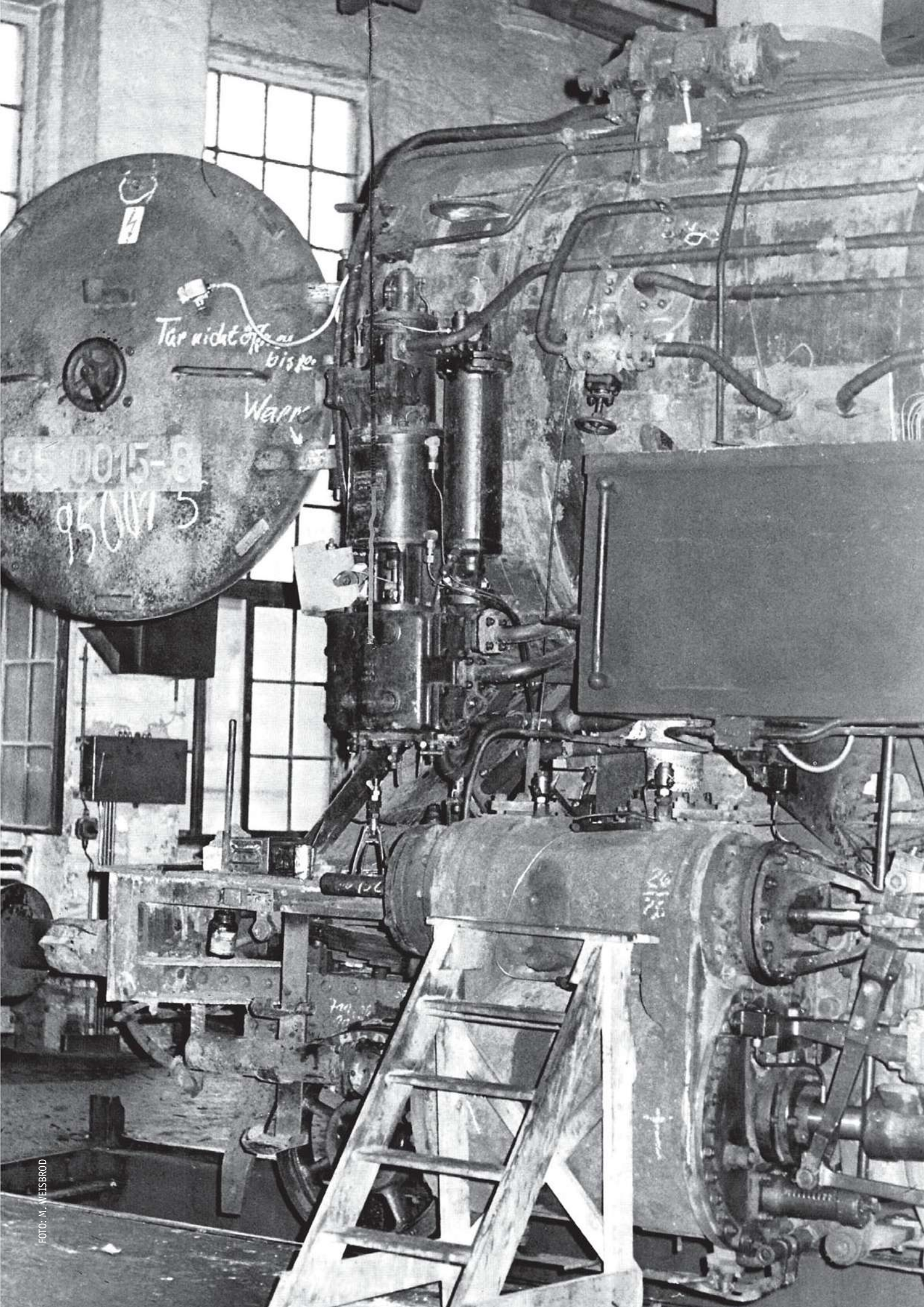
Die Drehbewegung der Lokomotive entsteht, weil die hin- und hergehenden Massen nicht in der Lokomotivlängsachse, sondern rechts und links außen liegen. Deshalb dreht die Lokomotive um die senkrechte Schwerpunktsachse. Nur bei einer Dreizylinder-Lokomotive kann die mittlere Maschine nicht zur Drehbewegung beitragen. Auch die Drehbewegung kann man durch Gegengewichte dämpfen. Bei der Dreizylinder-Lokomotive entsteht dann aber wieder eine Zuckbewegung, weil jetzt die mittlere Maschine unausgeglichene ist. Doch das ist, schon wegen der geringeren Triebwerksmassen, weitaus weniger störend als bei der Zwillingslokomotive. Bei Vierzylinder-Lokomotiven ist die Neigung zum Drehen am geringsten.

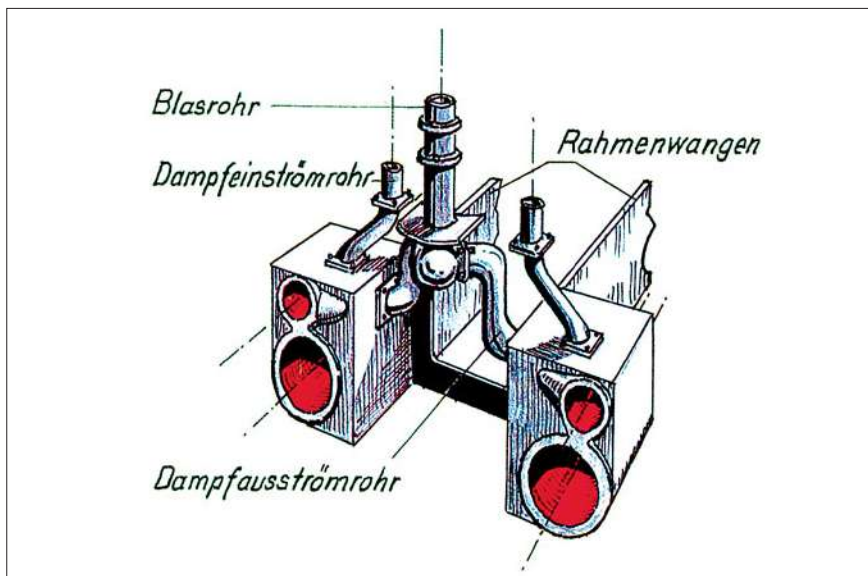
FOTO: H. MAEY



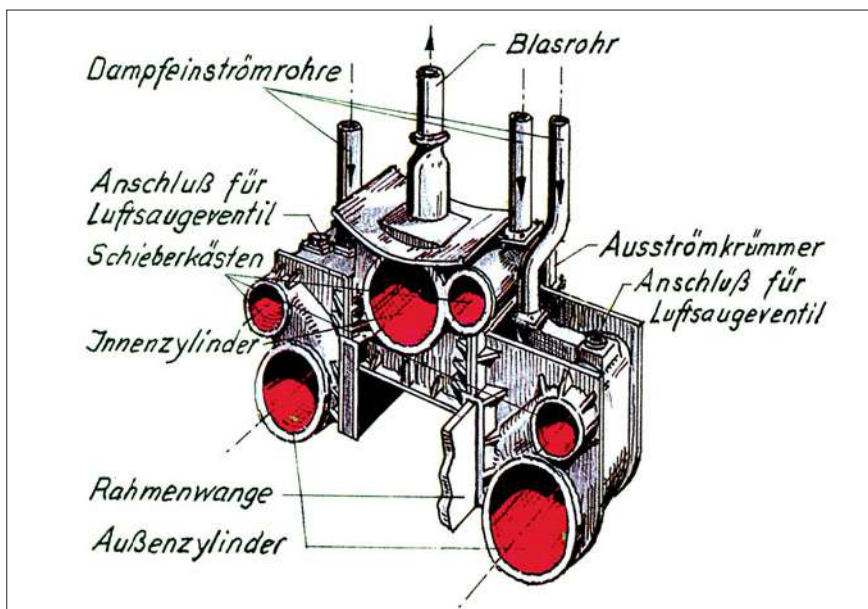
Bei der preußischen G 4.2, spätere Reichsbahn-Baureihe 53, handelt es sich um eine Zweizylinder-Verbundmaschine. Das bei dieser Bauart notwendige Anfahrventil befindet sich hier unmittelbar über dem rechten Zylinder.

Blick auf den Zylinder einer Zweizylinder-Heißdampflokomotive der Baureihe 95.

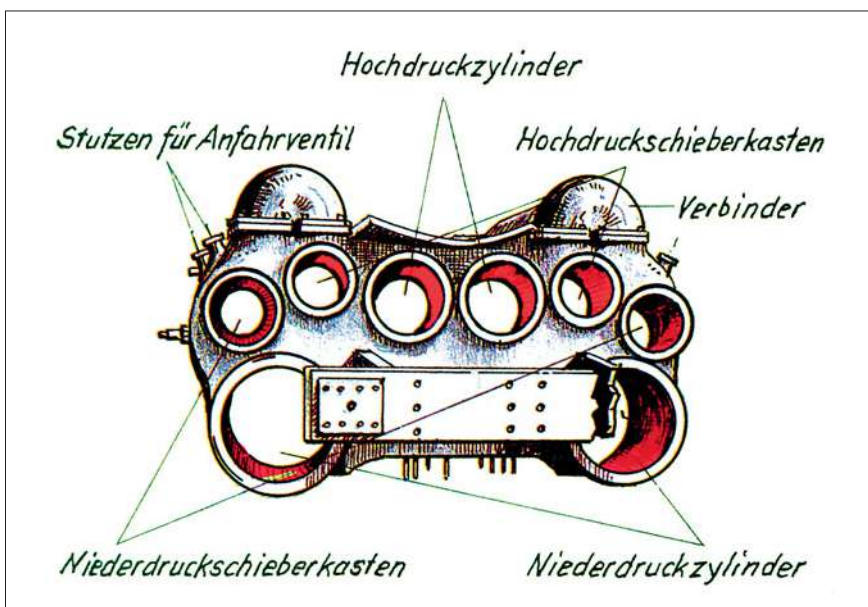




Zylinderblock einer Zweizylinder-Heißdampflokomotive.



Zylinderblock einer Dreizylinder-Heißdampflokomotive.



So sieht der Zylinderblock einer Vierzylinder-Verbundlokomotive aus.

Dampfmaschinen mit einstufiger Dehnung und Verbundmaschinen

Bei der Dampfmaschine mit einstufiger Dehnung wird der Dampf durch den Weg, den er im Zylinder zurücklegt, bis etwas über den atmosphärischen Druck entspannt. Am Ende des Expansionsvorganges beträgt der Druck des austretenden Dampfes noch 1,2 bis 1,8 bar. Dieser Restdruck wird zur Erzeugung des Saugzuges im Schornstein benötigt.

Bei den bis nach der Jahrhundertwende üblichen Nassdampfmaschinen entstand zwischen eintretendem und austretendem Dampf nicht nur ein Druck-, sondern auch ein Temperaturgefälle. Da bei der Wechselstromdampfmaschine für Dampfeintritt und -austritt derselbe Kanal benutzt wird, kühlt der austretende Dampf Zylinder- und Kanalwänden ab. Dem eintretenden Dampf wird durch die abgekühlten Kanal- und Zylinderflächen Wärme entzogen. Diese sogenannte Eintrittskondensation war bereits 1865 durch den Münchner Professor Bauschinger entdeckt worden. Diese Kondensation ist um so stärker, je größer Druck- und Temperaturgefälle sind. Kondensation des Dampfes bedeutet Druck- und damit Leistungsverlust. Anders formuliert: Um die gleiche Leistung zu erzielen, ist der Dampf- bzw. Brennstoffverbrauch höher.

Natürlich gibt es auch bei Heißdampfmaschinen Abkühlungsverluste, aber die sind relativ geringfügig (weil man nie in die Nähe des Kondensationspunktes kommt) und führen nicht zu spürbaren Leistungseinbußen.

Um die Abkühlungs- und damit Leistungsverluste zu vermeiden, ist 1876 vom Schweizer Anatole Mallet die Verbundmaschine entwickelt worden. Bei dieser Bauart wird der Dampf nicht in einem Zylinder, sondern nacheinander in zwei Zylindern in zwei Stufen entspannt. Verbunddampfmaschinen besitzen einen Hochdruck- und einen Niederdruckzylinder. Nur der Hochdruckzylinder erhält Frischdampf aus dem Kessel. Im Hochdruckzylinder expandiert der Dampf, aber man lässt ihn durch rechtzeitiges Öffnen der Ausströmung noch mit einem Druck von mehreren bar in den Verbinder austreten, der die Funktion eines Speichers hat. Vom Verbinder gelangt der teilweise entspannte Dampf in den Niederdruckzylinder und expandiert dort fast vollständig, d.h., bis auf den für die Saugzuarbeit benötigten Überdruck. Um im Niederdruckzylinder die selbe Ar-

Die erste deutsche Verbundlokomotive war eine sog. „Omnibus-Tenderlokomotive“ mit der Achsfolge 1A. Sie wurde 1880 von Schichau gebaut.

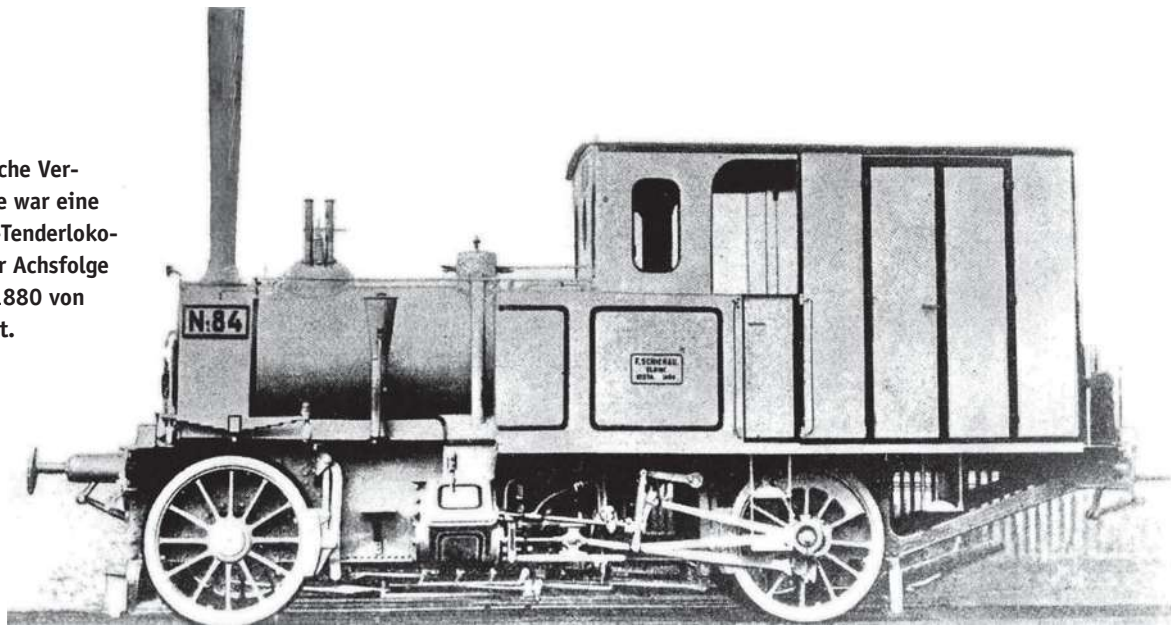


FOTO: WERKFOTO SCHICHAU

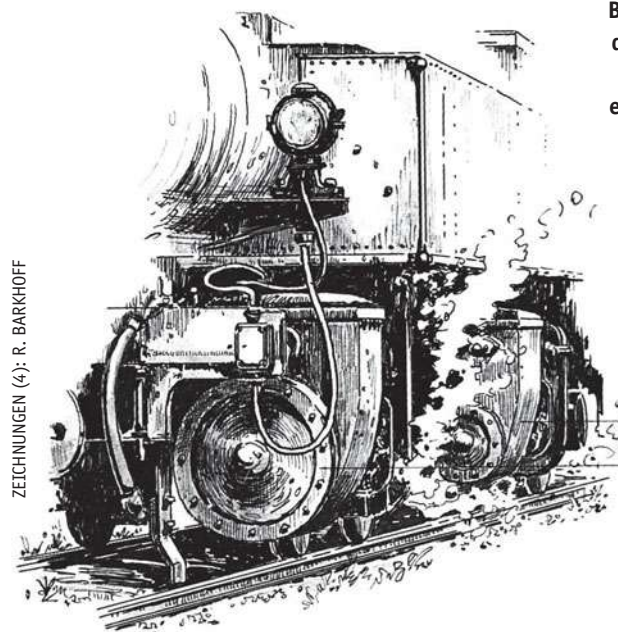
beitsleistung wie im Hochdruckzylinder zu erzielen, muss wegen des schon teilweise entspannten Dampfes die Kolbenfläche und damit auch der Durchmesser des Niederdruckzylinders größer sein. Bei der Verbundmaschine beträgt das Verhältnis der Zylinderräume Hochdruck zu Niederdruck etwa 1:2,5.

Der Vorteil der Verbundmaschine gegenüber der Dampfmaschine mit einstufiger Expansion besteht im geringen Temperaturgefälle zwischen den Zylindern und den geringeren Abkühlverlusten. Die Dampfersparnis beträgt etwa 15 %. (Bei Heißdampflokomotiven sind die Vorteile der Verbundwirkung geringer, weil Heißdampf weniger leicht abkühlt.) Da das Druckgefälle in den Zylindern kleiner ist, werden die Kolbenkräfte gleichmäßiger verteilt, was eine geringere Beanspruchung der Triebwerksteile bedeutet.

Die ersten Verbundlokomotiven waren Zweizylinder-Lokomotiven, die, wie in Deutschland üblich, rechts den HD-, links den ND-Zylinder besaßen. Da nur der HD-Zylinder Frischdampf bekommt, konnte mit diesen Maschinen, wenn die Kurbel des HD-Triebwerkes im Totpunkt stand, nicht angefahren werden. Diese Maschinen brauchten eine Anfahrvorrichtung, mit der Frischdampf auch in den Niederdruckzylinder gelangen konnte. Die erste deutsche Verbundlokomotive war eine Tenderlokomotive mit der Achsfolge 1 A, die 1880 von Schichau (Elbing) für die Preußische Staatsbahn (KED Hannover) gebaut wurde. Diese so genannte Omnibuslokomotive entstand nach einem Auftrag von August von Borries, damals noch Maschinenmeister in Hannover. Die ersten Verbundlokomotiven, die in größeren Stückzahlen gebaut wurden, waren die pr. P 3² (1'B n2v) und die pr.

S 2 (2'B n2v). In Deutschland wurde die Vierzylinder-Verbundlokomotive bevorzugt, mit der es wegen der günstigen Kurbelstellungen und des ausgeglichenen Triebwerkes keine Anfahrprobleme und einen guten Massenausgleich gab. Auch mit einem Dreizylinder-Verbundtriebwerk ist experimentiert worden.

Die 2'B 2'n3v-Schnellfahrlokomotive, von Henschel 1904 gebaut und als S 9 bezeichnet, hatte auf Vorschlag von Wittfeld ein Triebwerk, bei dem der HD-Zylinder innen, die beiden ND-Zylinder außen lagen. Diese Bauart hat sich nicht bewährt und blieb daher ein Einzelstück.



ZEICHNUNGEN (4): R. BARKHOFF

Bei der Bauart Mallet waren die Hoch- und Niederdruckzylinder jeweils auf ein eigenes Triebwerk wirksam. Unsere Zeichnung zeigt eine Schmalspur-Dampflokomotive mit dieser Zylinderanordnung der Baureihe 99.

Hochdruckzylinder kleiner \varnothing
Niederdruckzylinder größer \varnothing

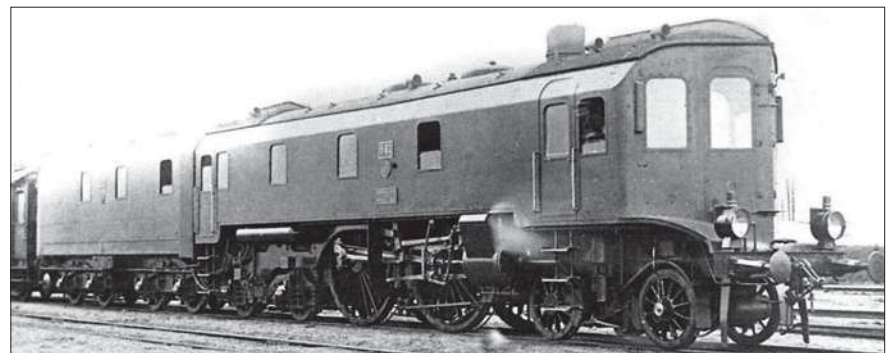
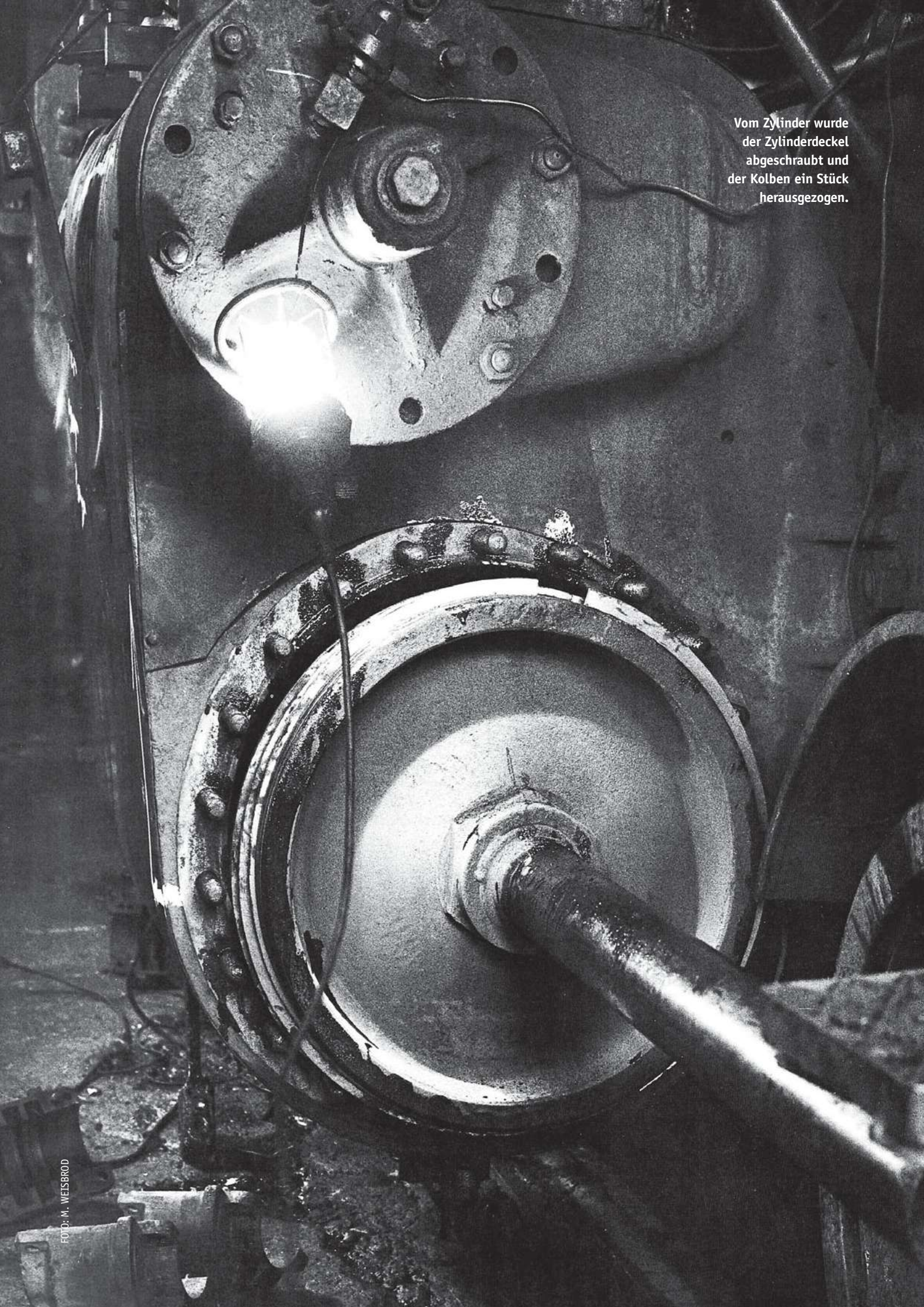


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Die preuß. S 9 (Versuchslok Bauart Wittfeld) war als einzige Lokomotive mit einem Dreizylinder-Verbundtriebwerk ausgerüstet. Da sich diese Bauart nicht bewährte, blieb es bei diesem Einzelstück.



Vom Zylinder wurde
der Zylinderdeckel
abgeschraubt und
der Kolben ein Stück
herausgezogen.

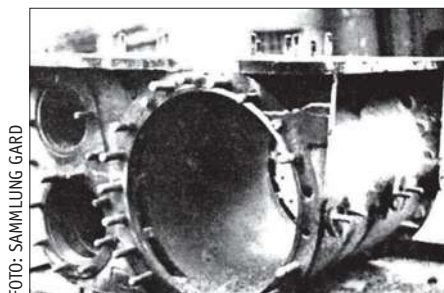


Der Dampfzylinder mit Kolben und Kolbenstange

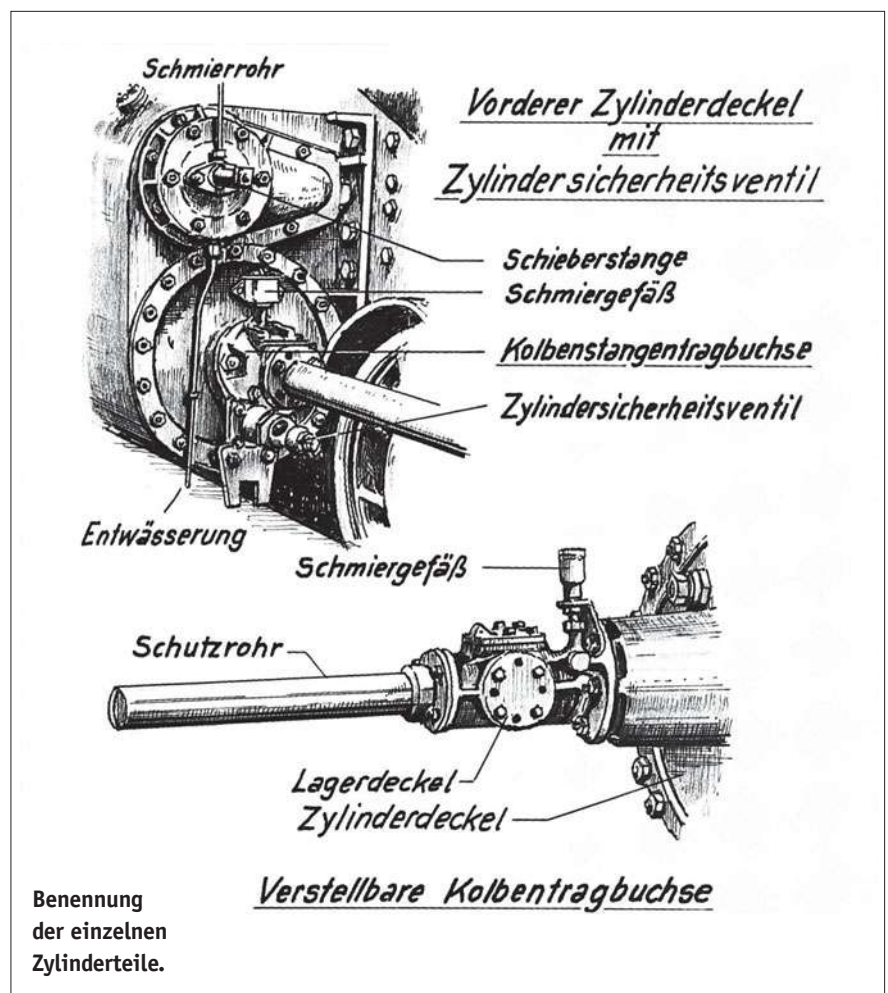
Der Zylinderblock

Der Zylinderblock besteht aus dem Dampfzylinder, dem Schieberkasten und dem Ausströmkasten. Das Material für den Zylinderblock besteht in der Regel aus Gusseisen. Der amerikanische Lokomotivbau bevorzugte Zylinder aus Stahlguss. Bei der Deutschen Reichsbahn entwickelte das Raw Meiningen Zylinderblöcke in Stahlschweißkonstruktion aus Walzblechen, mit denen zuerst Maschinen der Baureihe 62, später die meisten Rekolokomotiven der Baureihe 01⁵ ausgerüstet worden sind.

Dampfzylinder und Schieberkasten bilden in jedem Falle ein Gussstück. Die Ausströmkästen waren früher angeschraubt, aber schon bei den Baureihen



Umgelegter Zylinderblock einer preuß. T 16¹. In normaler Lage befindet sich die Schieberbohrung des Zylinderblockes immer über der Bohrung des Dampfzylinders.





Lokomotive der Baureihe 01 noch weitgehend in der Ursprungsausführung mit Wagner-Windleitblechen, jedoch mit vom Raw Meiningen gefertigten Ersatzzylindern in Stahl-Schweißkonstruktion (01 118 in Königstein/Taunus am 30.0 Mai 1982).



Blick in die Halle des Ausbesserungswerkes Braunschweig (1975).

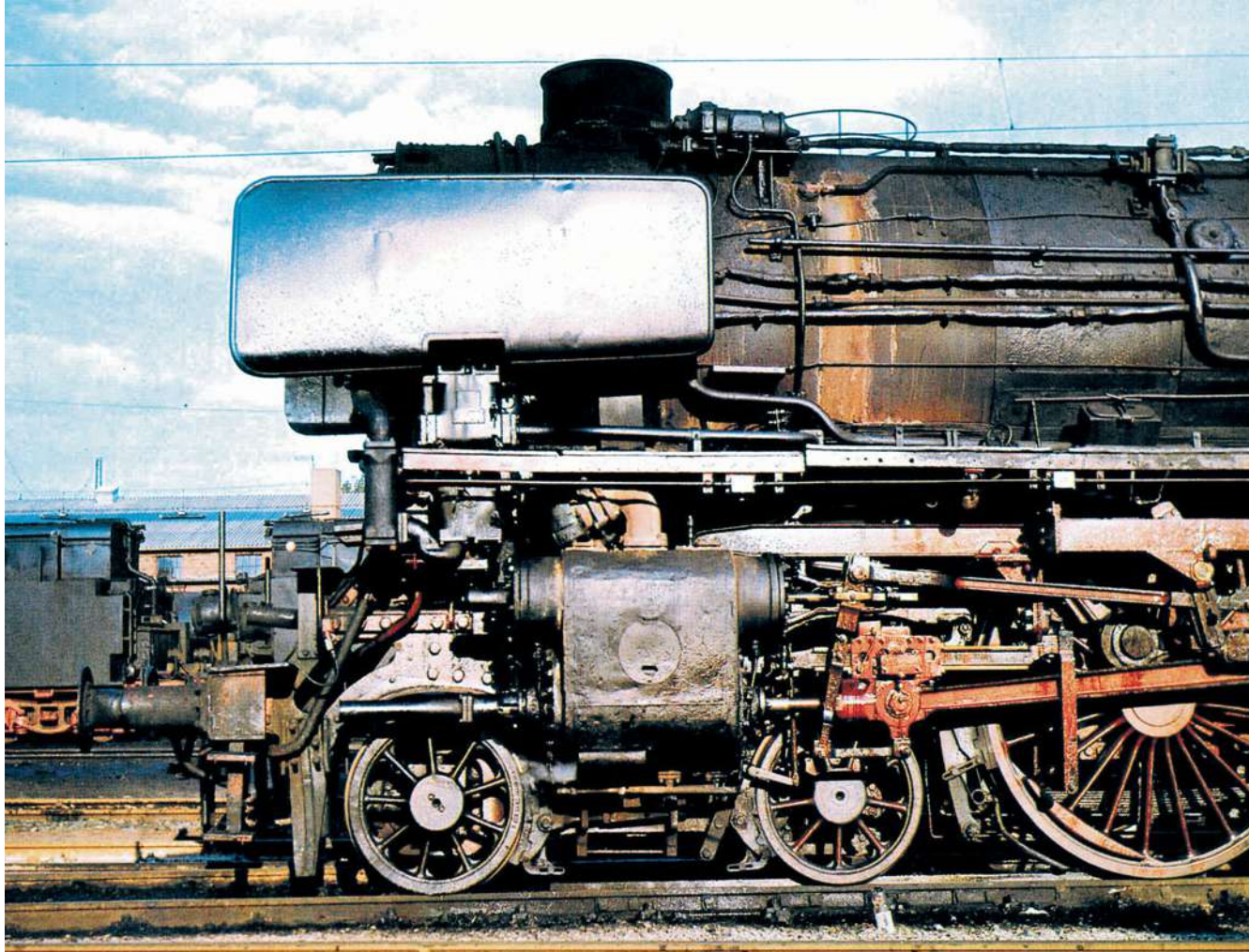


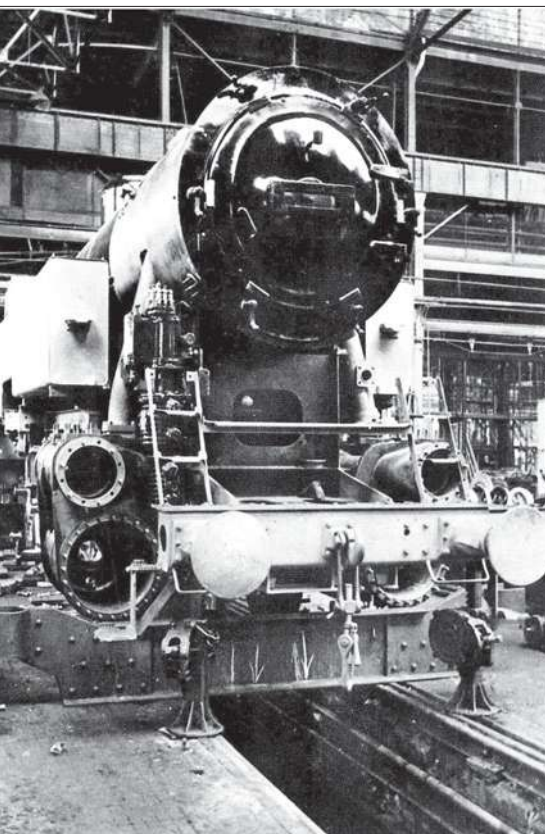
FOTO: D. KEMPF

Hier das Triebwerk einer 01¹⁰ (Dreizylinder-Maschine). Erkennbarer Unterschied: Bei einer Dreizylinder-Maschine konnte der Zylinderblock kleiner dimensioniert werden, weil gegenüber einer gleichstarken Zweizylinder-Lok der Durchmesser der Dampfkolben geringer ist (012055, aufgenommen am 22. September 1974 im Bw Rheine).



FOTO: W. STAIGER

Ein weiterer Blick in die Richthalle des AW Braunschweig. Im März 1975 wurden damals noch Lokomotiven der Baureihen 042, 043, 044 und 050 – 053 ausgebessert.



Fertigstellung einer Lokomotive der Baureihe 82 (DB-Neubau): Bald wird der Radsatz darunter gerollt.

FOTO: WERKFOTO HENSCHEL



Bei der Lokomotive 23 105 wurde der Zylinderdeckel abgeschraubt und mittels Flaschenzug abgesetzt. Die Aufnahme lässt die Kolbenstangendichtungssegmente sowie das Zylindersicherheitsventil am Kolbendeckel erkennen.

42 und 52 waren sie mit angegossen. Bei Zweizylinder-Lokomotiven sind der rechte und linke Zylinder baugleich. Sie können von einem Modell abgegossen werden und sind untereinander tauschbar, was die Ersatzteilkhaltung wesentlich vereinfacht.

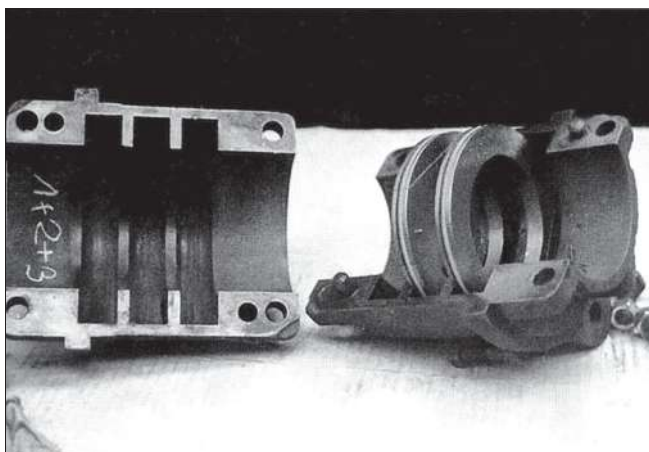
Der Zylinderblock wird mit einem großen Flansch seitlich gegen den Rahmen geschraubt. Mit einer oberen Winkelleiste stützt sich der Zylinderblock auf dem Rahmen ab. Angegossene Winkelleisten

greifen in Ausschnitte des Rahmens und verhindern die Längsverschiebung des Zylinderblockes. Die exakte Lage wird durch Passstücke zwischen Leisten und Kanten des Rahmenausschnittes fixiert und der gesamte Zylinderblock durch Passschrauben gesichert.

Der Einströmkanal, der mit dem Einströmrohr verbunden ist, ist oben in der Mitte des Zylinderblocks eingegossen und mündet in eine Ringkammer, die die Schieberbuchse umschließt. Da-



Blick in die Schieberbuchse der Lok 23 105.



Die Stopfbuchsen der Kolbenstange bei der 23 105 sind abgeschraubt.



Auf die Kolbendichtungsringe wird das zweiteilige Stopfbuchsengehäuse aufgesetzt.

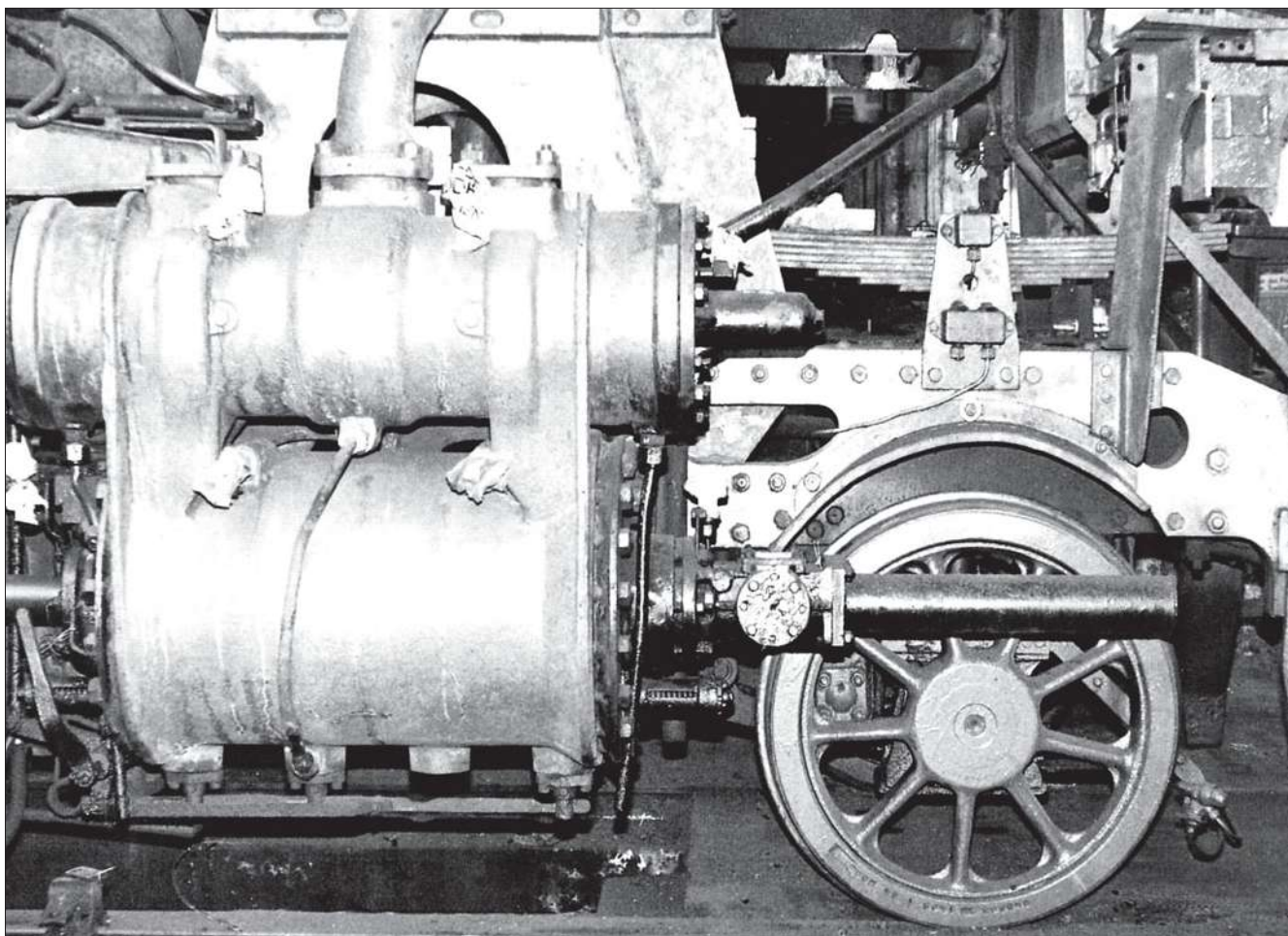


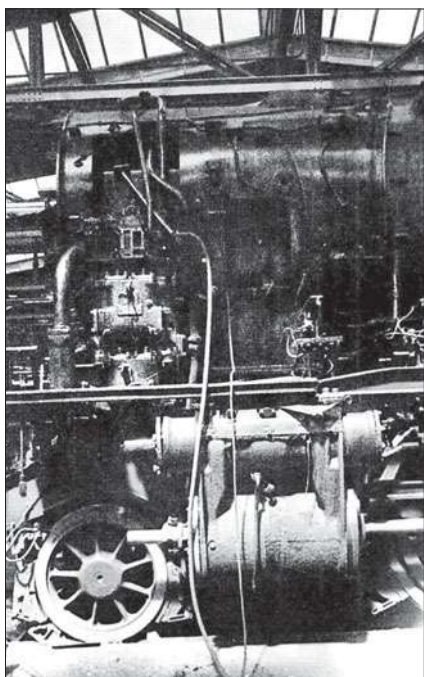
FOTO: M. HEHL

Dank der abgenommenen Zylinderverkleidung der 41018 lässt sich die Zylinderkonstruktion gut erkennen.

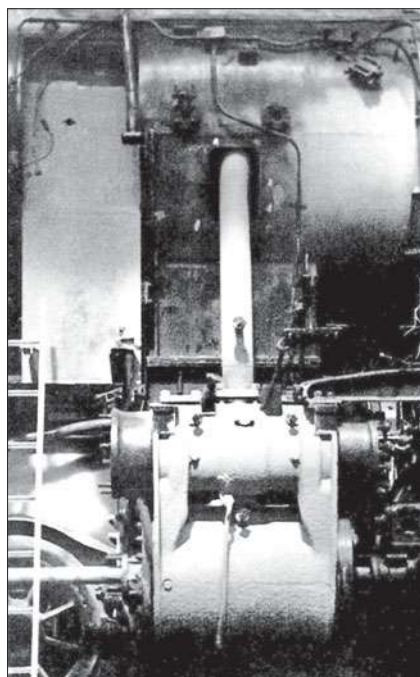
durch kann der Dampf allseitig in den Schieberaum eintreten. Er kann auch auf dem gesamten Umfang wieder austreten und in den Zylinder einströmen. Durch zwei Bohrungen am Boden der

Ringkammer läuft das Kondenswasser ab (Schieberkastenentwässerung). In einem Stutzen im Einströmkanal wird beim rechten Zylinder das Fernthermometer, beim linken Zylinder das Schie-

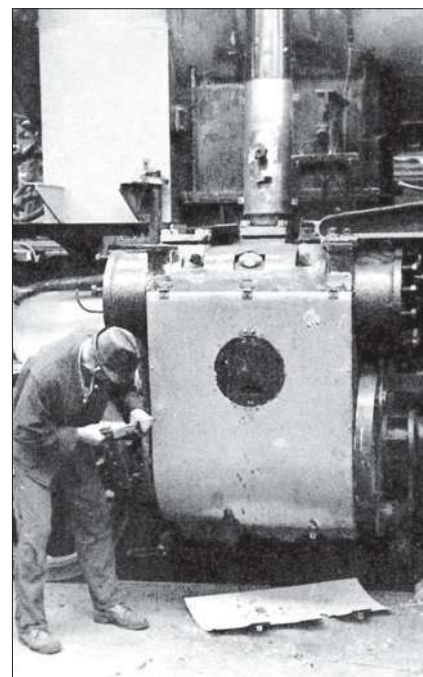
berkastenmanometer angeschlossen. Bevor die Druckausgleichkolbenschieber (z.B. Bauarten Karl Schulz, Müller, Trofimoff) eingeführt wurden, saßen auf den Schieberkästen noch die Druckausglei-



Entkleideter Zylinder der 23105. Es fehlt noch das Dampf einströmröhr.



Das Dampf einströmröhr zum Zylinder ist angesetzt.



Nun wird bei der 23105 die Zylinderverkleidung angebracht.

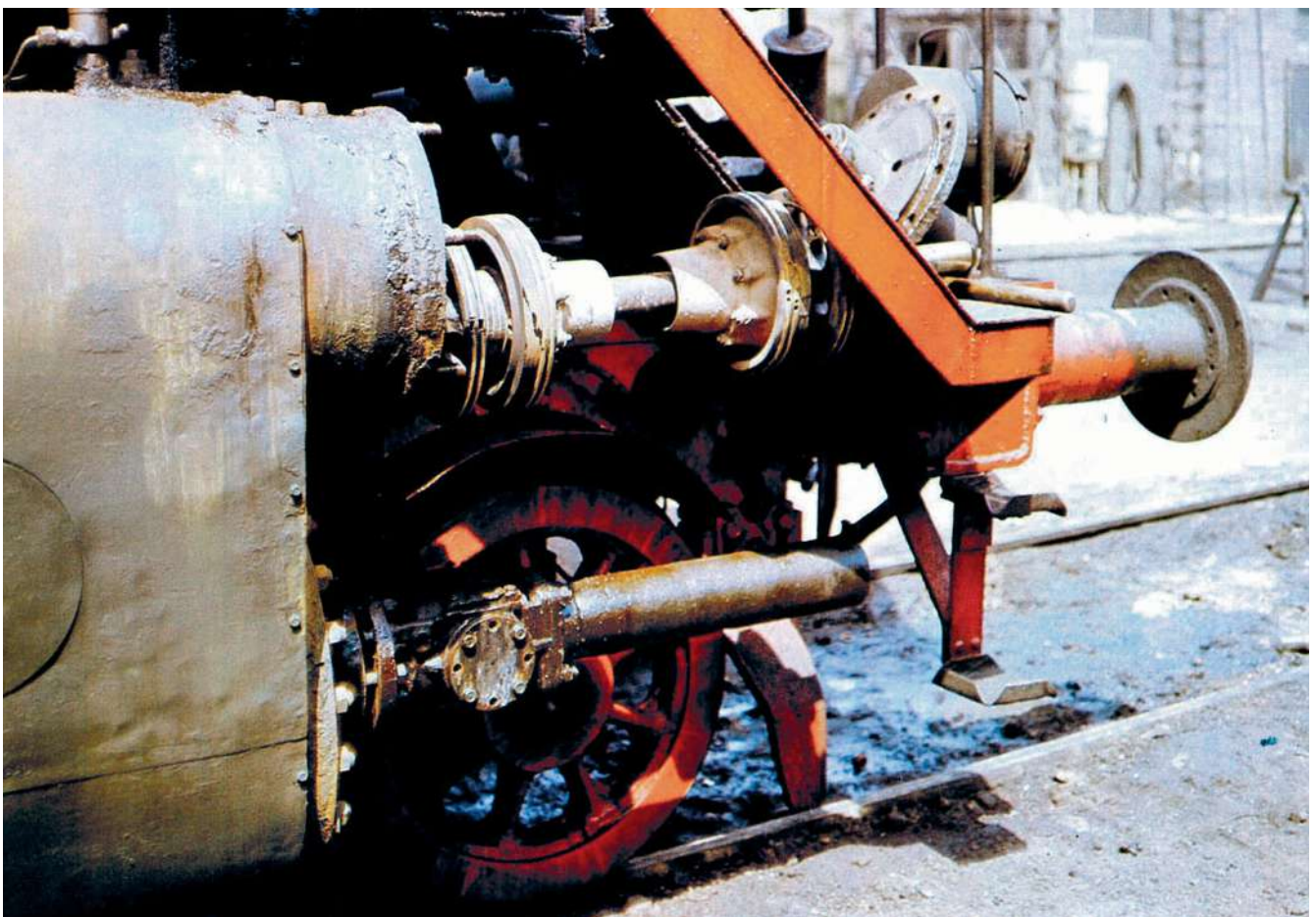
FOTOS (7): H. GARD



An der 23 105 wird die Schieberschubstange am Voreilhebel eingehängt.

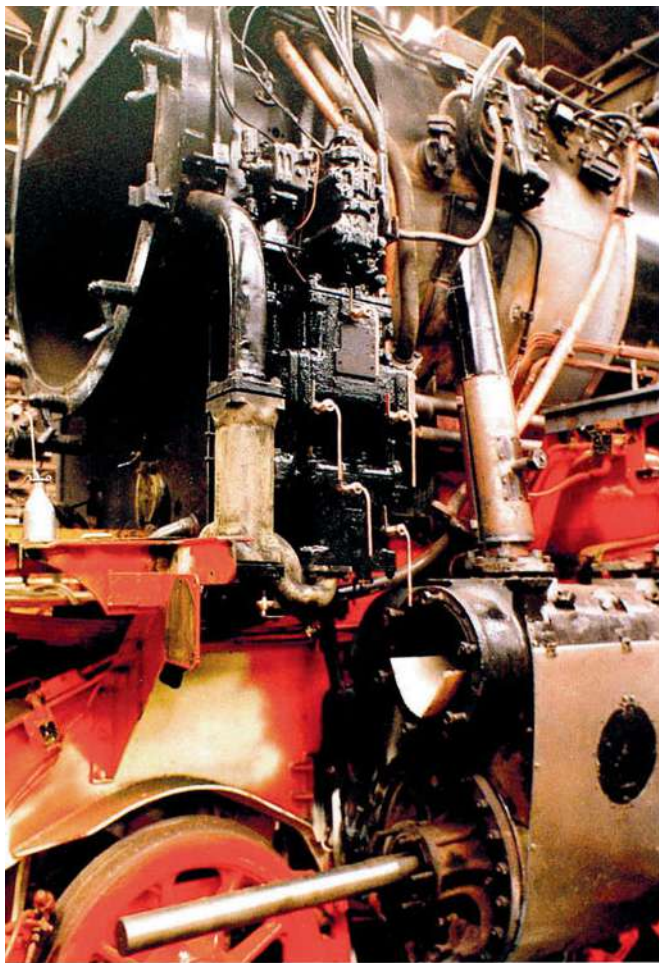


Einbau des linken Kolbenschiebers an der Lok 23 105.



Zur Revision nach vorne herausgezogener Kolbenschieber Bauart Karl Schulz einer Lok der Baureihe 44 der Deutschen Reichsbahn.

FOTO: H. GARD



Vorderansicht des Zylinders der 23 mit abgeschraubter vorderer Kolbenstangenführung.

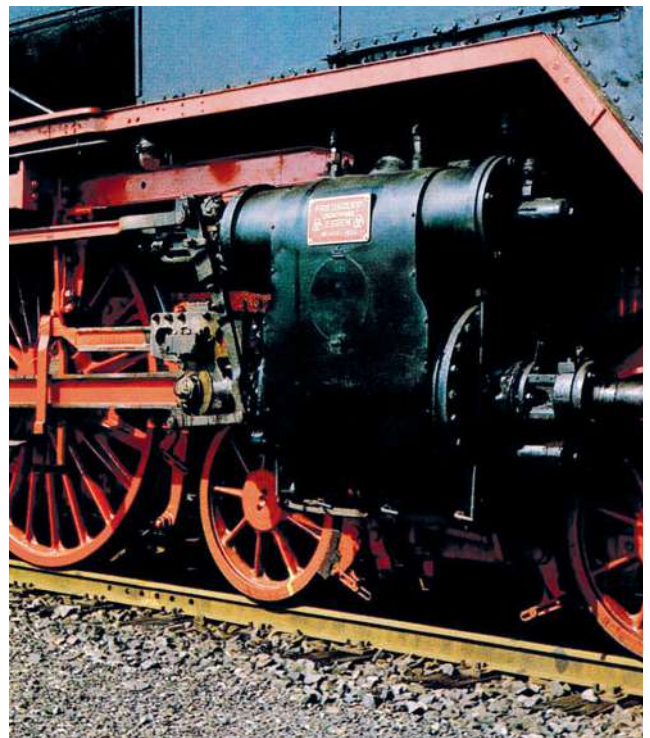


FOTO: D. KEMPF

Vorderansicht eines kompletten Zylinderblocks der 01 118. Ersatzzylinder in Stahl-Schweißkonstruktion.

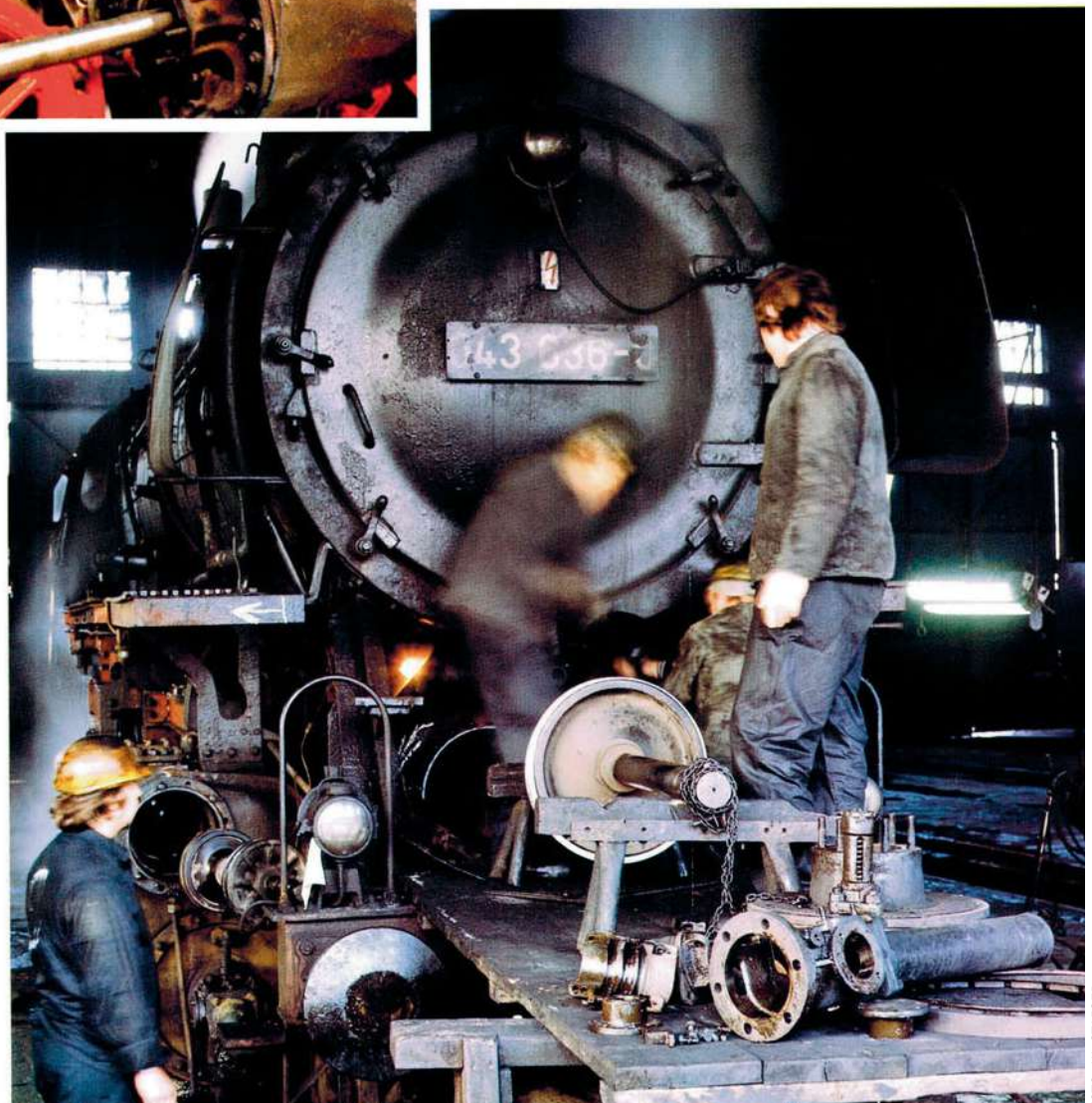
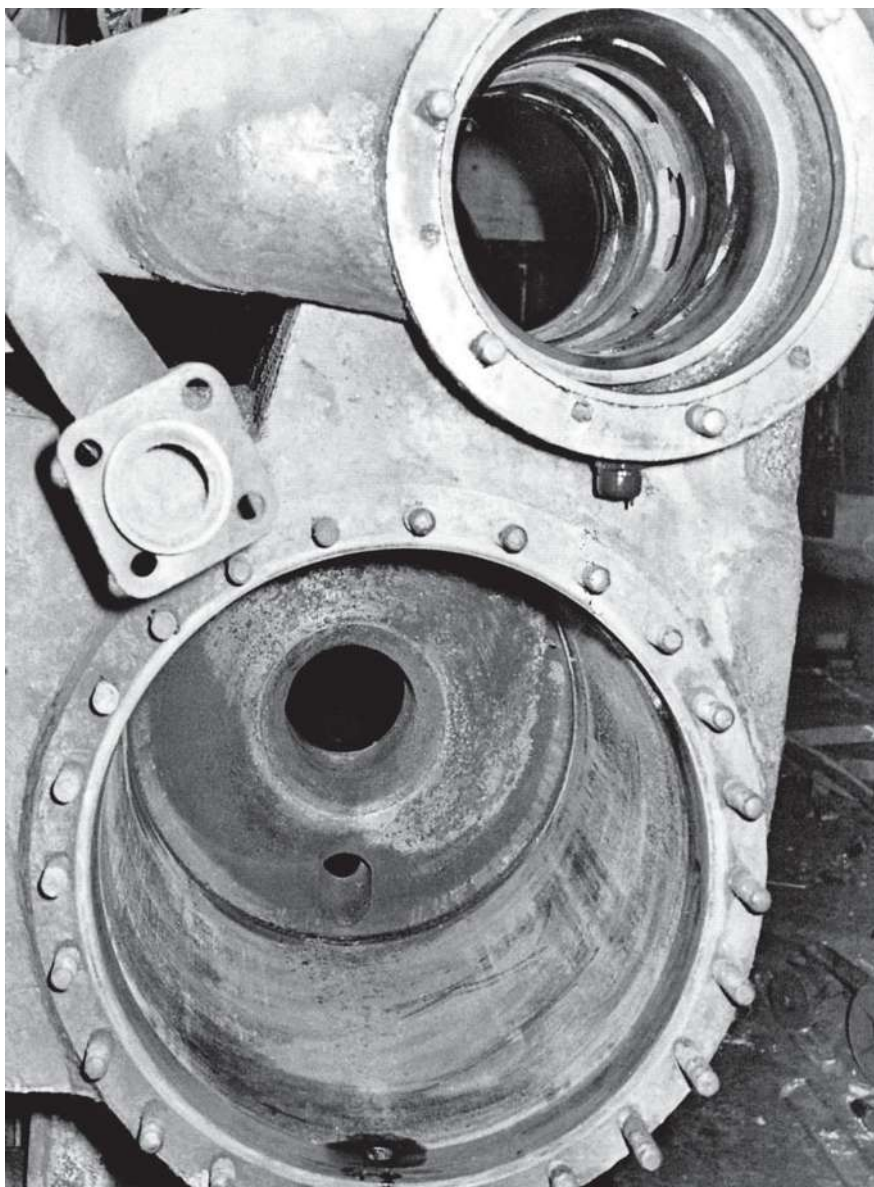


FOTO: W. STAIGER

Bei der 043 636 wurde gerade der mittlere Kolben gezogen (Bw Rheine, November 1974).



cher, bei preußischen Lokomotiven die der Bauart Knorr, bei Einheitslokomotiven die Eckventildruckausgleicher.

Die Dampfkanäle, die von der Schieberbuchse zum Dampfzylinder führen, sind ebenfalls ringförmig ausgebildet, so dass der Dampf auf dem gesamten Umfang aus dem Schiebergehäuse austreten und in den Zylinder strömen kann. Die Zylinderlauffläche ist geschliffen, damit der Kolben gut abdichtet. Die Zylinderlauffläche ist kürzer als das Maß von Kolbenhub und Kolbenbreite, so dass der Kolben in den Endstellungen etwas übergleitet. Dadurch können sich im Betrieb keine Grate bilden oder gar Riefen eingearbeitet werden. Außerdem lässt sich der Dampfkolben leichter einbauen. Auf dem Scheitel des Dampfzylinders ist eine Bohrung angebracht, durch die der Dampfkolben mit Heißdampfschmieröl versorgt wird. Unterhalb der Dampfkanäle liegen Stutzen mit Bohrungen zum Abführen des Kondenswassers. An beide Stutzen ist je ein Zylinderventil geschraubt, das bei der Zylinderausrüstung noch beschrieben wird.

Wenn der Dampf im Zylinder seine Arbeit verrichtet hat, strömt er wieder durch die Schieberbuchsen in den Ausströmkasten. Das Ausströmröhr ist meist nur mit einem der Ausströmkästen verbunden; die Verbindung beider

Blick von vorne in Schieberbuchse und Zylinder.



Riss am rechten Zylinderblock einer preußischen T 14¹.



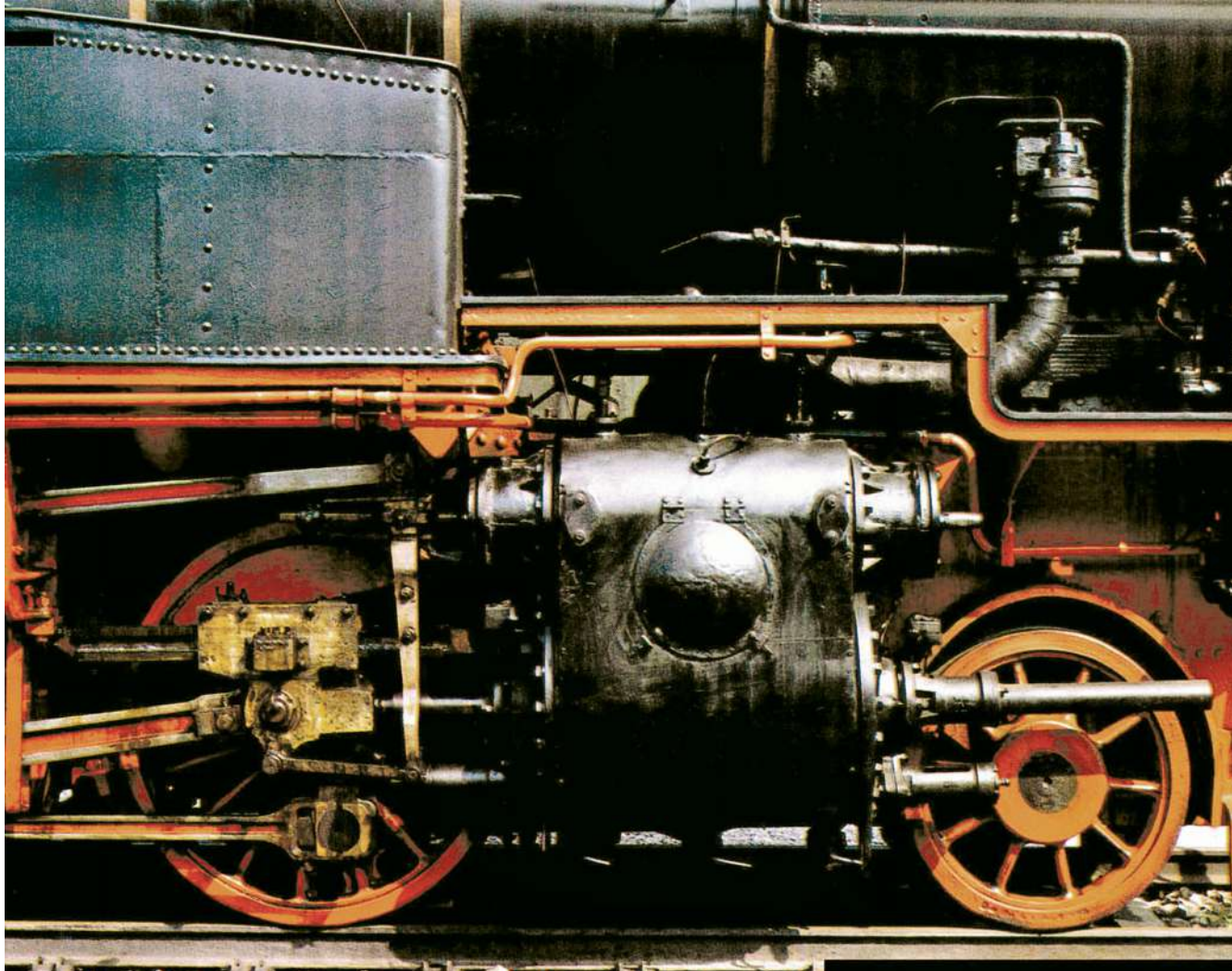


FOTO: D. KEMPF

Der Zylinder der 93 230 (pr. T 14) zeigt die bei älteren Lokomotiven typischen verflanschten Schaulöcher in Höhe des Schieberkastens, durch die beim Einregulieren der Steuerung die Stellung der steuernden Kanten des Schiebers beobachtet wurde.

Ausströmkästen stellt ein Stahlrohr her.

Den vorderen und den hinteren Abschluss des Dampfzylinders bilden die Zylinderdeckel. Ihre Form ist der des Dampfkolbens angepasst, um die schädlichen Räume so gering wie möglich zu halten. Der lineare Abstand zwischen

Ein Zylinderriss an einer Lok der Baureihe 93 wird geschweißt.

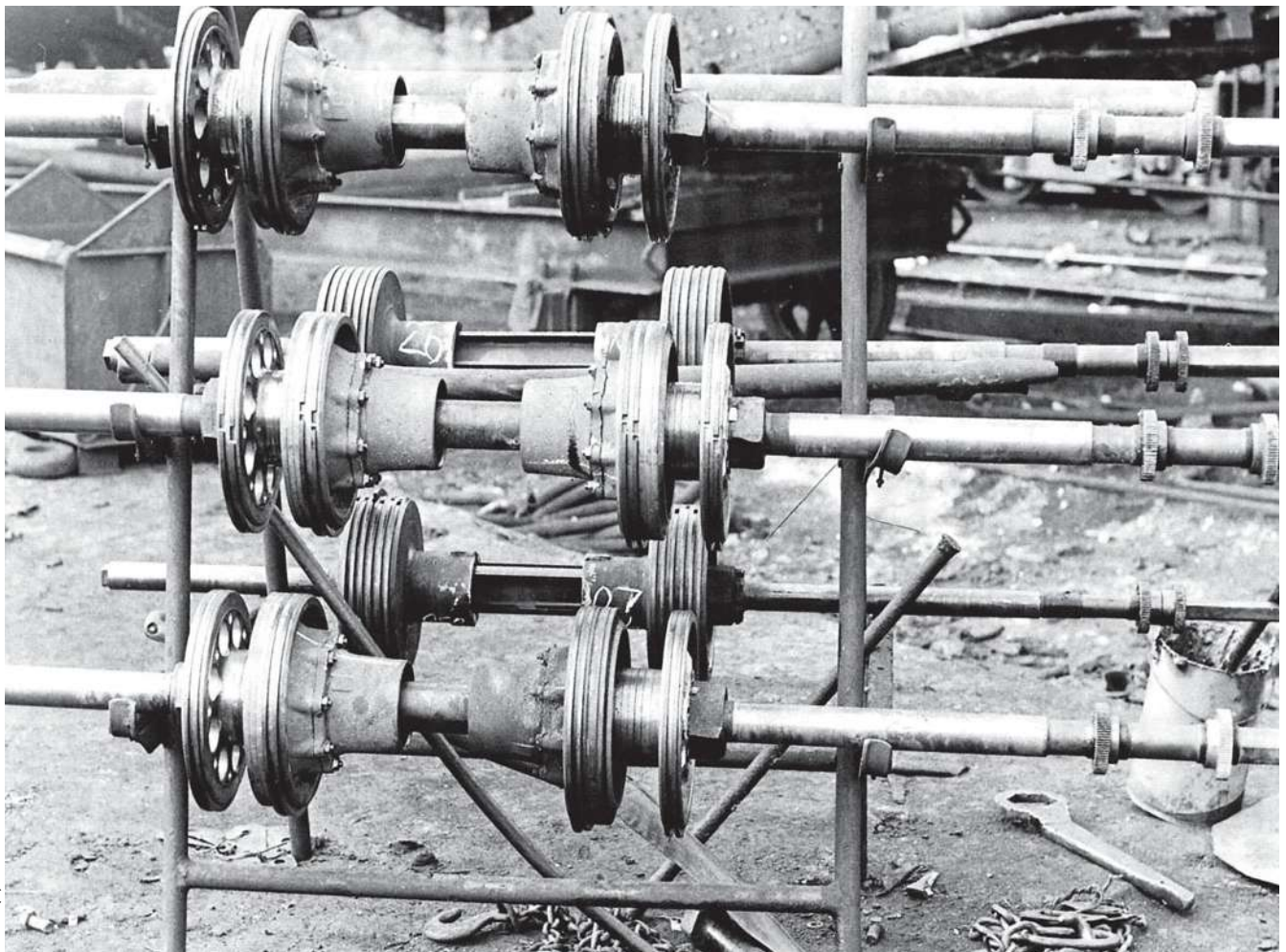


FOTOS (3): SAMMLUNG GARD



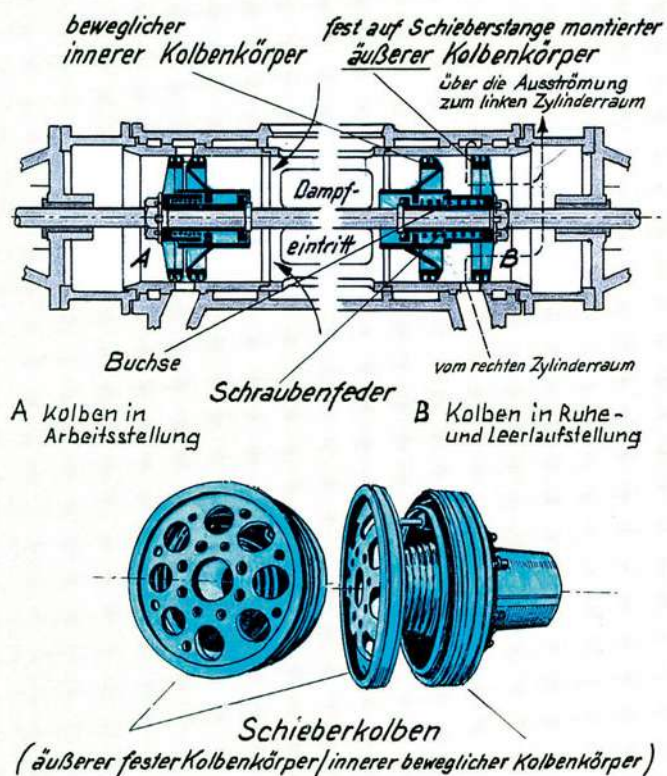
FOTO: SAMMLUNG GARD

Arbeiten an der Nockenstange mit den Zylinderventilen einer preuß. T 14¹.



Unterschiedliche Kolbenschieber! Im vorderen Teil des Ständers Karl-Schulz-Schieber (mit den kreisförmigen Aussparungen). Im hinteren Teil Trofimoff-Schieber.

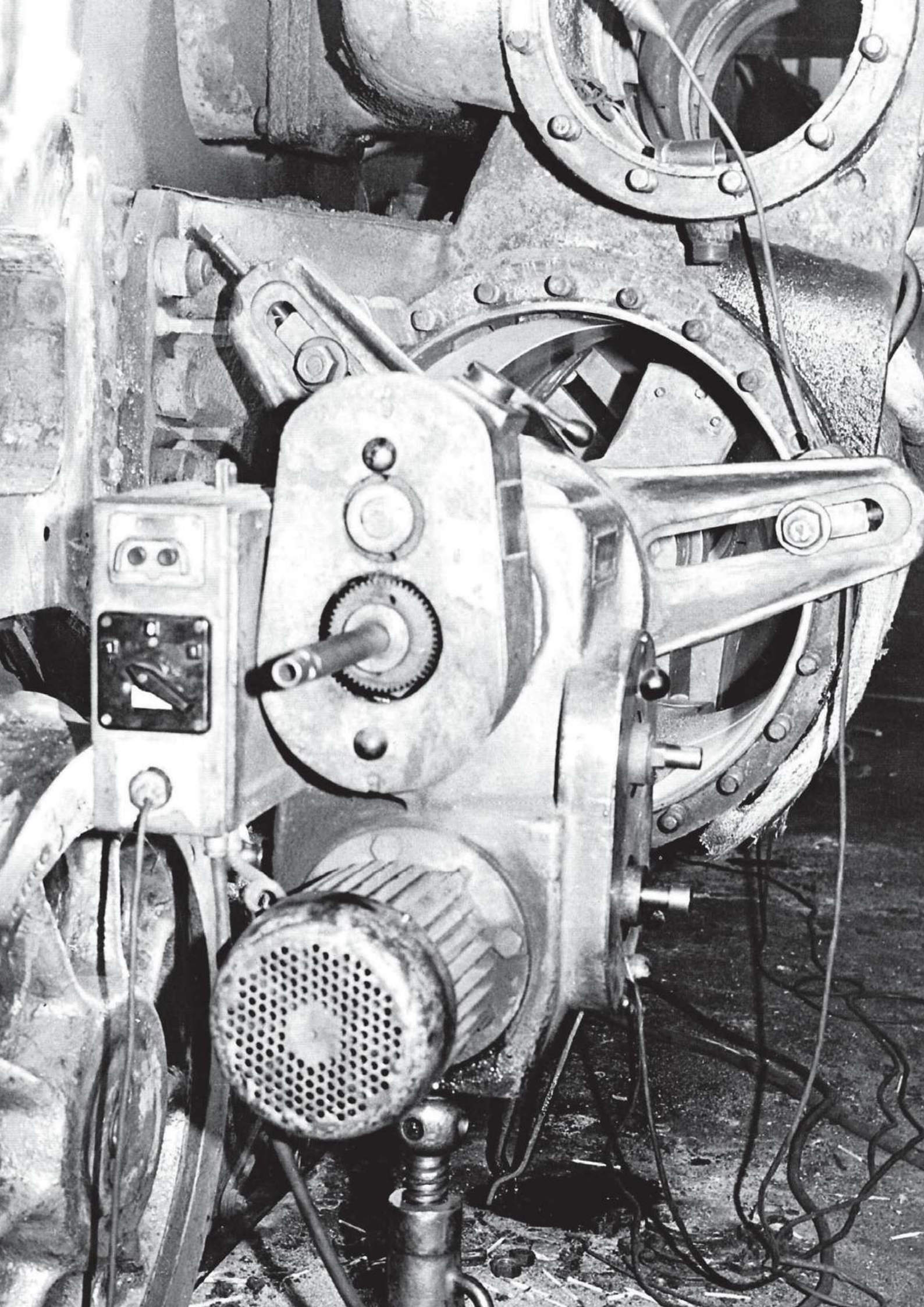
ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

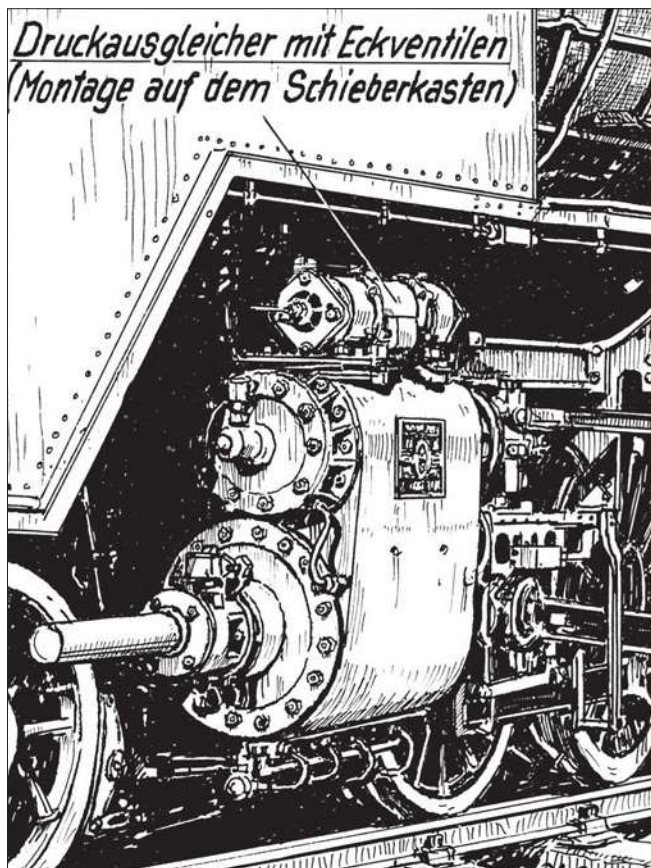


Schnittzeichnung eines Zylinders mit Kolbenschieber der Bauart Karl Schulz.

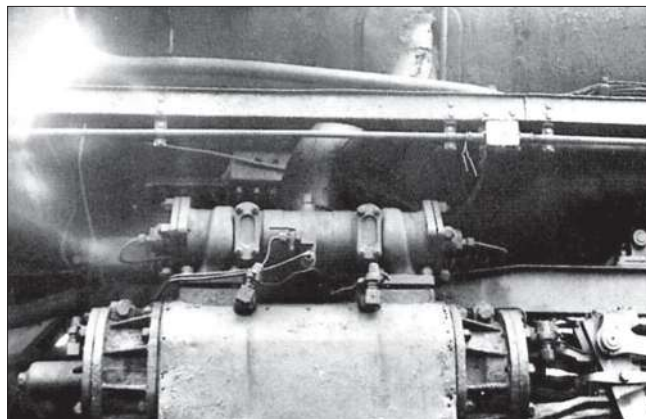
Zylinderdeckel und Dampfkolben betrug bei Einheitslokomotiven vorn 16 mm und hinten 12 mm. Die Zylinderdeckel sind aus Stahlguss und besitzen zur Verstärkung angegossene Rippen. Jeder Zylinderdeckel besitzt in der Regel zwei Stutzen. In den einen ist das Zylindersicherheitsventil (oder eine Bruchscheibe) eingebaut, in den zweiten kann der Indikator (zur Kontrolle der Dampfverteilung) bei Probefahrten eingeschraubt werden. Beide Zylinderdeckel sind dampfdicht aufgeschliffen, so dass eine besondere Dichtung überflüssig ist. Da der vordere Deckel zur Untersuchung des Kolbens gelegentlich abgebaut wird, besitzt er einen Druckring, der das Entfernen der Zylinderstiftschrauben beim Neueinschleifen überflüssig macht. Am hinteren Zylinderdeckel ist eine Auflage für die Kreuzkopfgleitbahn angegossen. Der Dampfkolben hat den vollen Kesseldruck (in der Regel 16 bar) aufzunehm-

Ausbohren des linken Dampfzylinders bei 01065. Es ist auch erkennbar, wie der Zylinderblock mit dem Rahmen verschraubt ist.

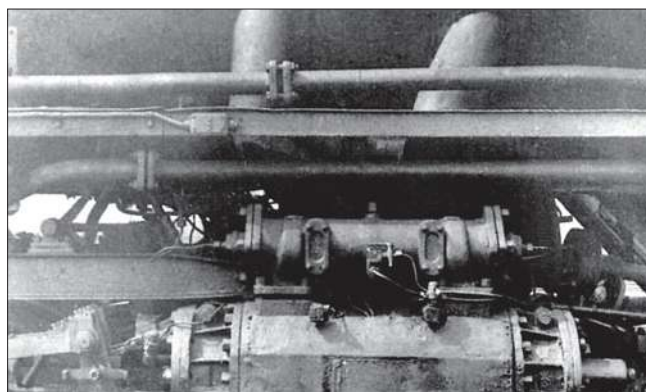




Druckausgleicher mit Eckventilen, unmittelbar auf dem Schieberkasten montiert.



Eckventil-Druckausgleicher an einer Lokomotive der Baureihe 45. Am unteren Bild erkennbar sind die Zylindereinstromrohre für den Außen- und den Innenzylinder.



FOTOS (2): VERLAGSARCHIV

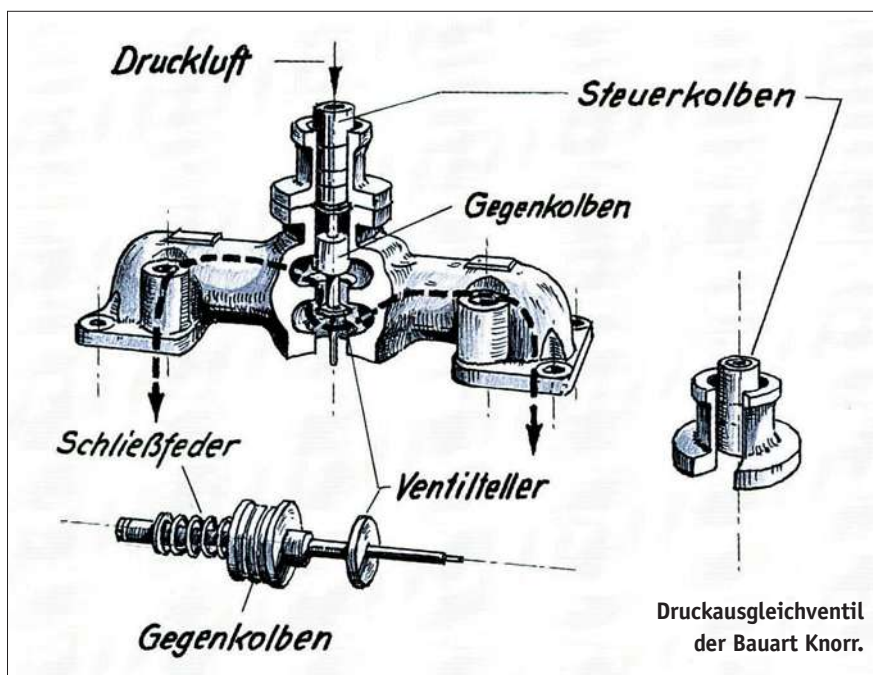
men, muss aber trotzdem relativ leichtgehalten werden, da er zu den hin- und hergehenden Massen gehört. Er ist deshalb aus Stahlguss oder wird aus Stahl geschmiedet oder gepresst. Im Schnitt gesehen, bilden bei neueren Lokomotiven Kolbenflansch, Kolbenscheibe und Nabe ein Z. Der Kolben ist im Durchmesser etwas kleiner als der Zylinderdurch-

messer, so dass er die Zylinderwandungen nicht berührt. Den dampfdichten Abschluss des Kolbens gegen die Zylinderwandung besorgen die Kolbenringe (früher 3, heute 5 Stück), die in Nuten des Kolbenflansches liegen. Die Ringe bestehen aus weichem Gusseisen, sind aufgeschnitten und federn nach außen, wodurch sie stets an der Zylinderlaufflä-

che anliegen. Die Breite der Kolbenringe beträgt 8 mm, die Höhe zwischen 12 und 16 mm. Die Stöße der Kolbenringe sind gegeneinander um ca. 60° versetzt, denn beim zufälligen Hintereinanderliegen der Stöße könnte sich der Dampf einen Weg suchen.

Der Kolben ruht nicht auf den Kolbenringen, da dies zu einseitiger Abnutzung von Zylinderlauffläche und Kolbenringen führen würde. Er wird vielmehr von der Kolbenstange, die hinten vom Kreuzkopf, vorn von einer Kolbentragbuchse geführt wird, so geführt, dass er im Zylinderraum „schwebt“. Die Kolbenstange ist eines der am höchsten beanspruchten Bauteile der Dampflokomotive. Sie besteht deshalb aus besonders hochwertigem Stahl. Der Dampfkolben wird auf die Kolbenstange hydraulisch aufgespresst und mit einer vernieteten Mutter gesichert.

Bei den meisten Länderbahnlokomotiven sowie bei allen Einheits- und Neubaulokomotiven ist die Kolbenstange im vorderen und hinteren Zylinderdeckel hindurchgeführt. Geführt wird die Kolbenstange vorn von der Kolbenstangen-tragbuchse, hinten vom Kreuzkopf. Der amerikanische Lokomotivbau beispielsweise bevorzugte einseitige Kolben-



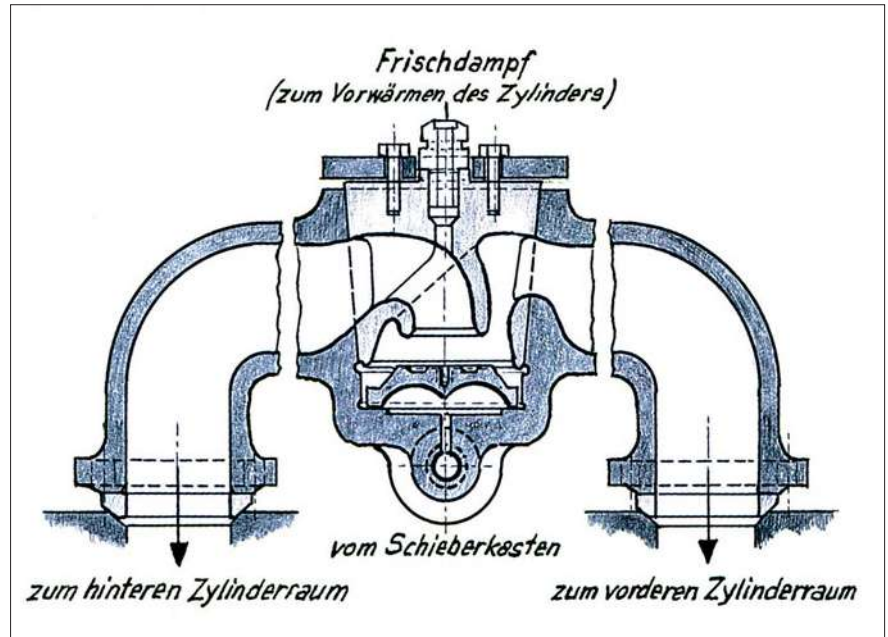
stangen, die nur hinten vom Kreuzkopf geführt waren.

Die Kolbenstange, die durch den vorderen Zylinderdeckel geführt wird, ist vor dem Dampfkolben ausgebohrt. Da sie zu den hin- und hergehenden Massen gehört, verringert man dadurch die nicht auszugleichenden Massen. Die Kolbenstange muss in den Zylinderdeckeln gegen den Dampfdruck im Zylinder abgedichtet werden. Das erfolgt durch so genannte Stopfbuchsen, die aus gusseisernen Ringen in mehreren hintereinanderliegenden Kammern bestehen. Die Ringe werden durch Schlauchfedern aus nichtrostendem Stahl auf die Kolbenstange gepresst.

Die Zylinderausrüstung

Zur Zylinderausrüstung zählen die Zylinderventile für die Entwässerung, die Zylindersicherheitseinrichtungen, die Luftsaugeventile und die Druckausgleicheinrichtungen. Durch die Zylinderventile werden Schieberkästen und Zylinder entwässert. Die Bedienung der Ventile erfolgt vom Führerstand aus und ist erforderlich, wenn die Zylinder angewärmt werden, falls die Maschine nach Dienstende abgestellt wird und sich Wasser im Zylinder befindet.

Die Zylindersicherheitsventile haben die Aufgabe, das Entstehen zu hoher Drücke im Zylinder zu verhindern. Diese können entstehen, wenn die Zylinder nicht schnell genug oder nicht vollständig entwässert sind. Das Zylindersicherheitsventil ist an den Zylinderdeckel angeflanscht. Im Ruhezustand

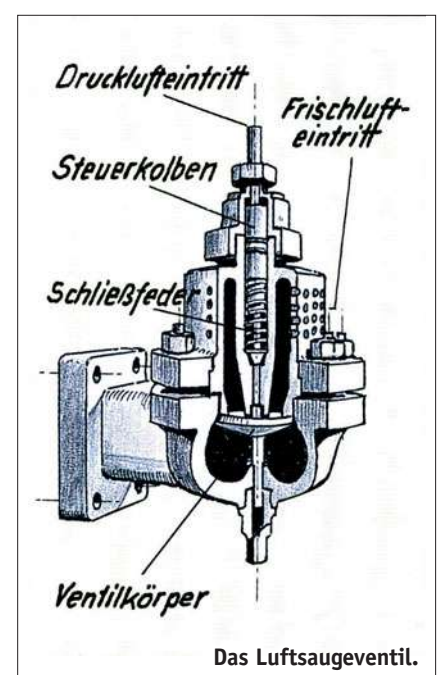
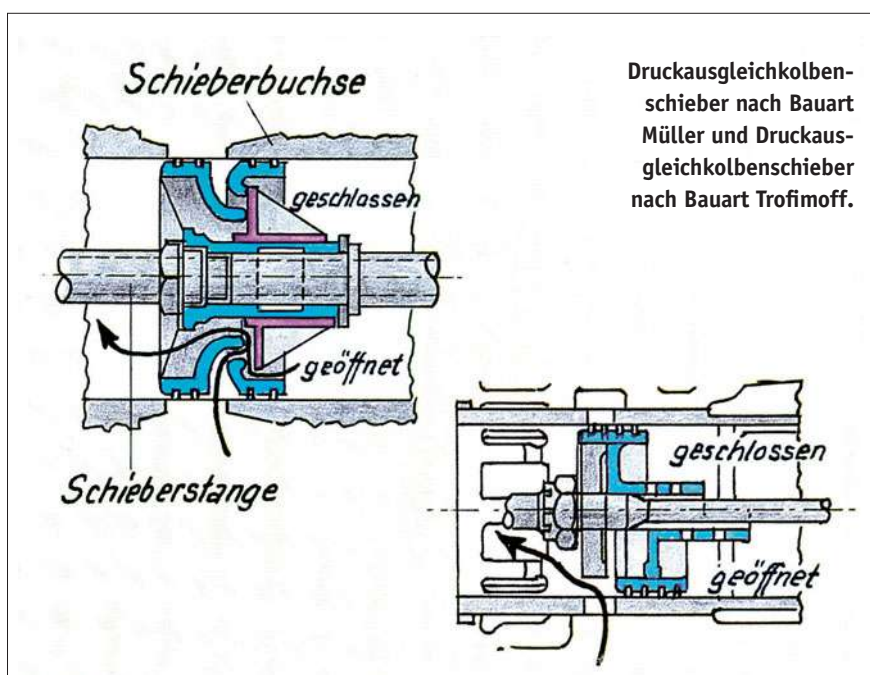


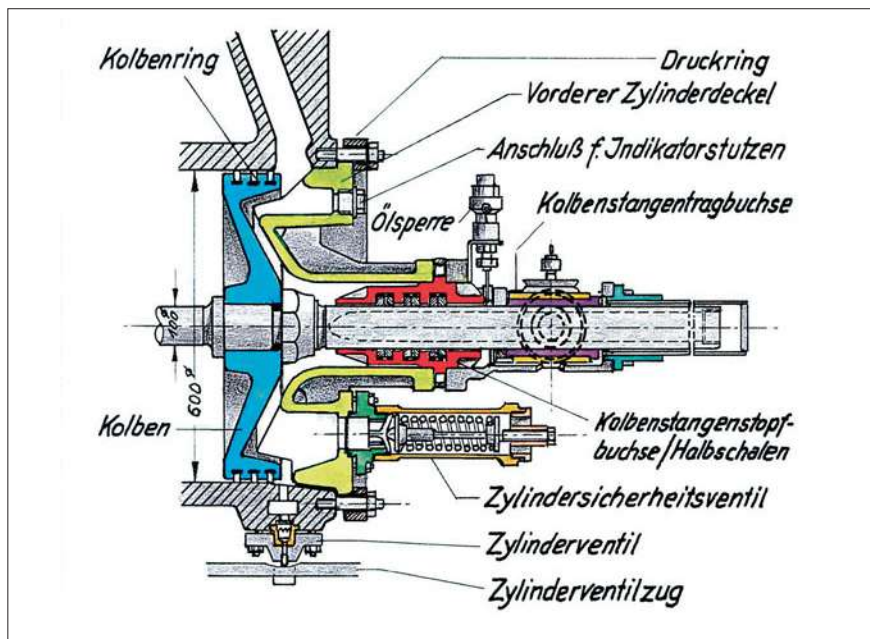
Druckausgleicher der Bauart Winterthur.

stand drückt eine Schraubenfeder, die auf den Kesseldruck eingestellt ist, das Ventil auf den Sitz. Bei Nassdampfmaschinen mit Flachschiebern sowie bei Druckausgleichkolbenschiebern ist kein Zylindersicherheitsventil erforderlich, da beim Auftreten von Überdruck die Schieber oder Teile davon abklappen und die Ausströmung öffnen. Anstelle der Zylindersicherheitsventile kann man auch Bruchscheiben aus Gusseisen einbauen, die bei Überdruck zerspringen und leicht auswechselbar sind. Bruchscheiben sind erstmals bei der Kriegslokbauerei 52 eingebaut worden. Wenn der Regler geschlossen, die Dampzufuhr also unterbrochen wird,

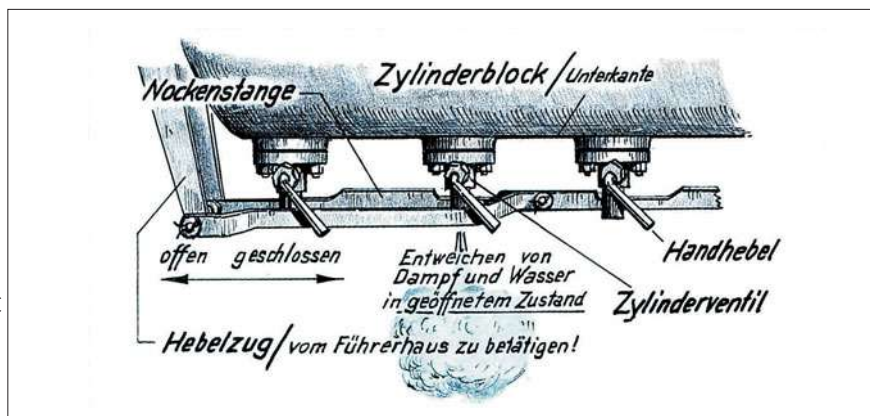
arbeitet die Lokomotive im Leerlauf. Der sich bewegende Kolben erzeugt im jeweils sich vergrößernden Zylinderraum einen Unterdruck. Der Unterdruck kann sich über die Ausströmung fortsetzen, so dass heiße Rauchgase und Verbrennungsrückstände (Rauchkammerlösch) angesaugt werden. Das führt zu Verkrustungen an den Zylinderwandungen, zur Verbrennung des Schmierfilmes und zu Riefenbildung an den Kolbenringen und den Zylinderinnenwänden. Diese möglichen Schäden werden durch Druckausgleicher verhindert.

Druckausgleicher verbinden die beiden Arbeitsräume des Zylinders im Leerlauf





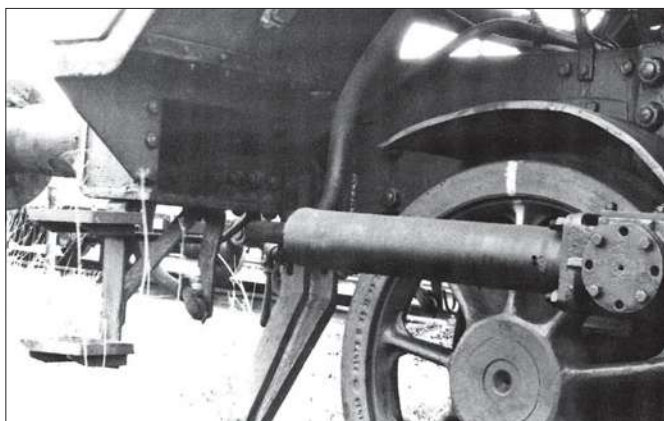
Übersicht mit Benennung verschiedener Zylinderdeckelteile.



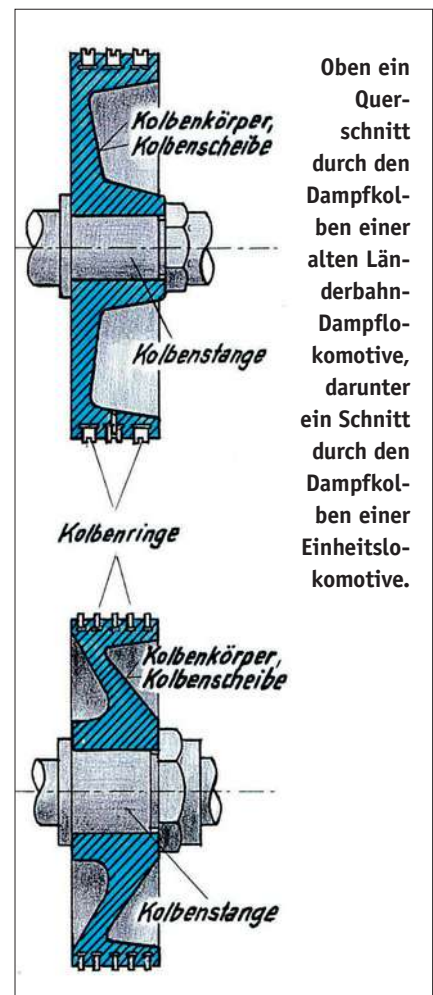
Mit Hilfe der Nockenstange werden die Zylinderventile geöffnet. Der Hebelzug dazu wird vom Führerhaus aus betätigt.

miteinander. Dadurch werden ungünstige Druckverhältnisse vermieden, und der Zylinderinhalt (Luft und etwas Dampf) wird von einer Zylinderhälfte in die andere geschoben. Die hin- und hergehenden Triebwerksmassen werden weiterhin im Totpunkt durch ein Dampf-Luft-Polster abgefangen, so dass die Massen nicht hart auf Zapfen und Lager schlagen. Das

Luftsaugventil ist eine Zusatzeinrichtung des Druckausgleichers, weil bei höheren Fahrgeschwindigkeiten, wenn das Saug- und Druckvolumen zwischen den beiden Zylinderhälften schnell wechselt, die Querschnitte bestimmter Druckausgleicher (Bauarten Knorr, Winterthur) nicht ausreichen, um jeden Unterdruck im Zylinder zu vermeiden.



Kolbenstangenschutzrohr und Kolbenstangentragsbuchse. Das normalerweise darauf befindliche Schmiergefäß ist abgenommen.



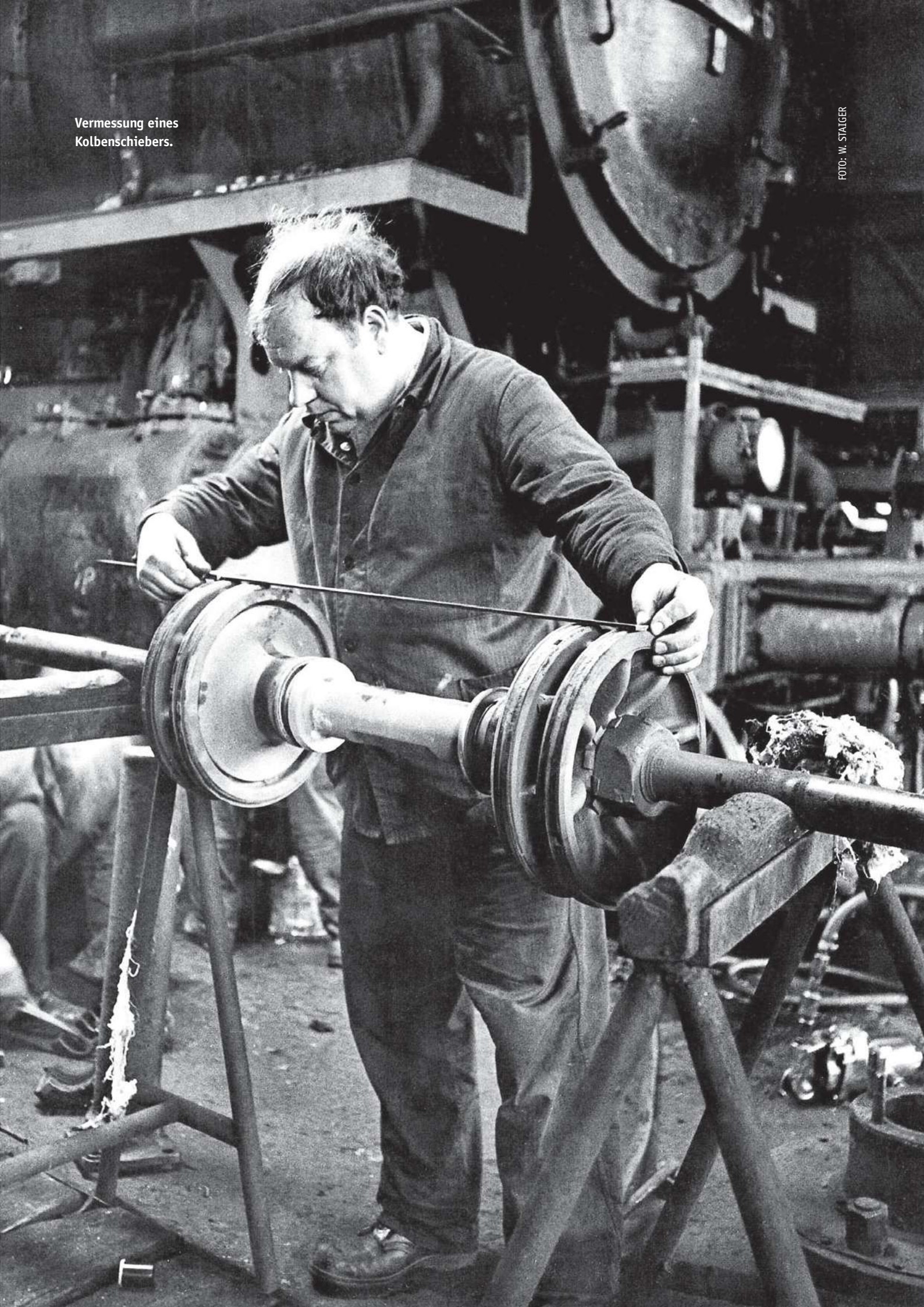
Oben ein Querschnitt durch den Dampfkolben einer alten Länderbahn-Dampflokomotive, darunter ein Schnitt durch den Dampfkolben einer Einheitslokomotive.

Preußische Lokomotiven wie die P 8 besaßen Druckausgleicher der Bauart Knorr, die zwischen den Rahmenwangen angebracht waren. Die ersten Einheitslokomotiven besaßen Druckausgleicher mit Eckventilen, die auf den Schieberkästen angebracht waren. Die Eckventil-Druckausgleicher wurden vom Führerstand aus mit Druckluft betätigt. Der Anstellhahn hatte drei Stellungen: Anfahren – Fahrt unter Dampf – Leerlauf. Wesentlich einfacher und unkomplizierter war der Druckausgleicher der Bauart Winterthur, den die Baureihen 42 und 52, aber auch die Baureihe 39 (pr. P 10) besaßen. Er kam völlig ohne Federn aus und besaß in der Verbindungsleitung nur ein Tellerventil, das bei Fahrt unter Dampf vom Dampfdruck geschlossen wurde. Beim Leerlauf fiel es durch seine Eigenmasse herunter und stellte die Verbindung zwischen beiden Zylinderhälften her.

Die pr. G 12 (Baureihe 58¹⁰⁻²¹) besaß am mittleren Zylinder ein kombiniertes Zylindersaug- und -druckausgleichventil der Bauart Knorr-Müller, das hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll.

Vermessung eines
Kolbenschiebers.

FOTO: W. STAIGER



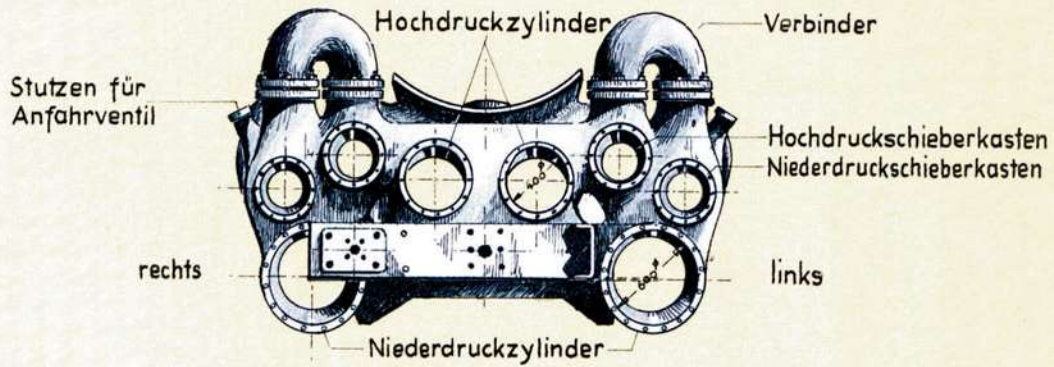


Die Nockenstangeneinstellung wird überprüft.



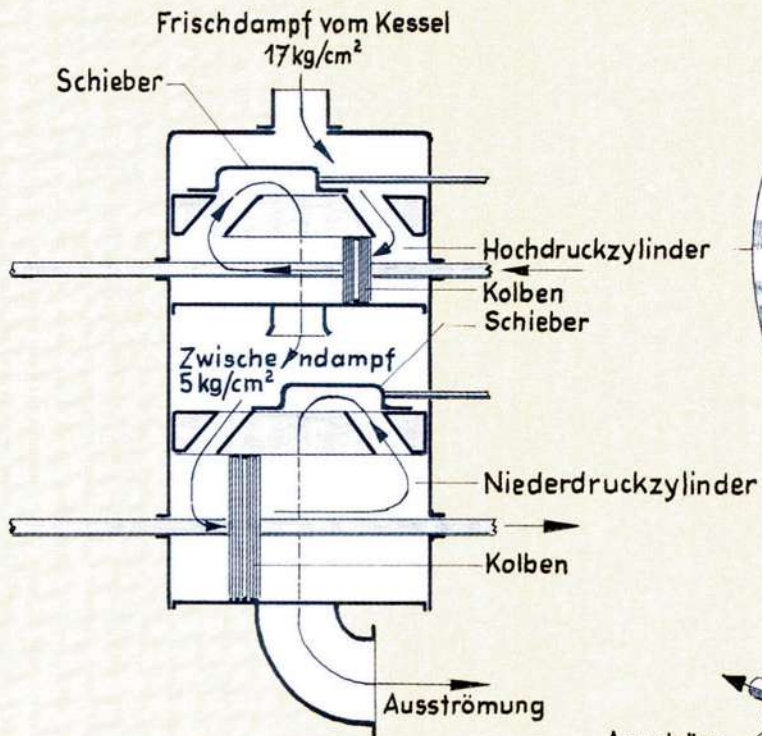
An einer Lok der Baureihe 44 werden bei einer Probefahrt die Zylinderventile überprüft (Zylinderentwässerung).

Zylinderanordnung einer Vierzylinder-Verbundlokomotive



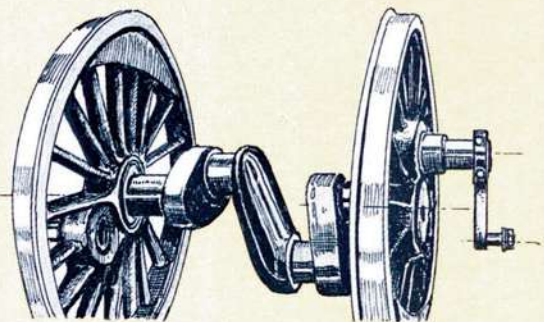
Wirkungsweise der Verbundmaschine

Wirkungsweise der Verbundmaschine

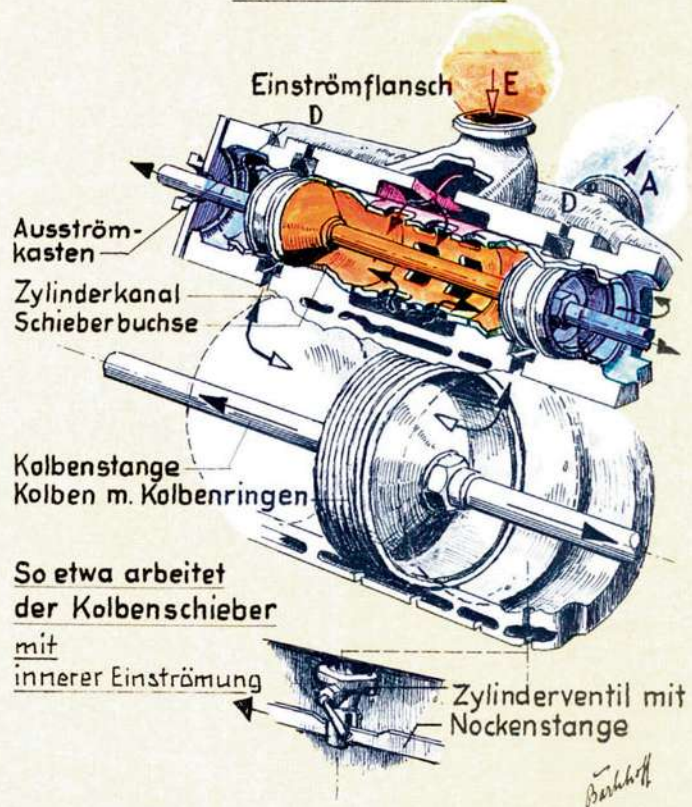


Treibradsatz einer

Treibradsatz einer 4-Zylinder-Lokomotive

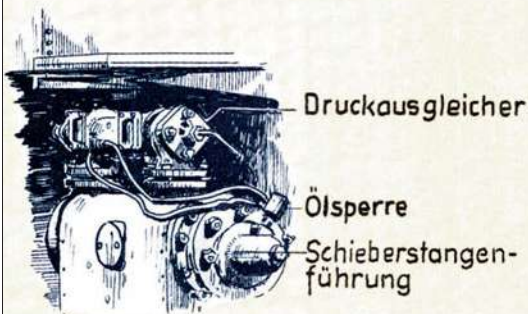


Kolbenschieber

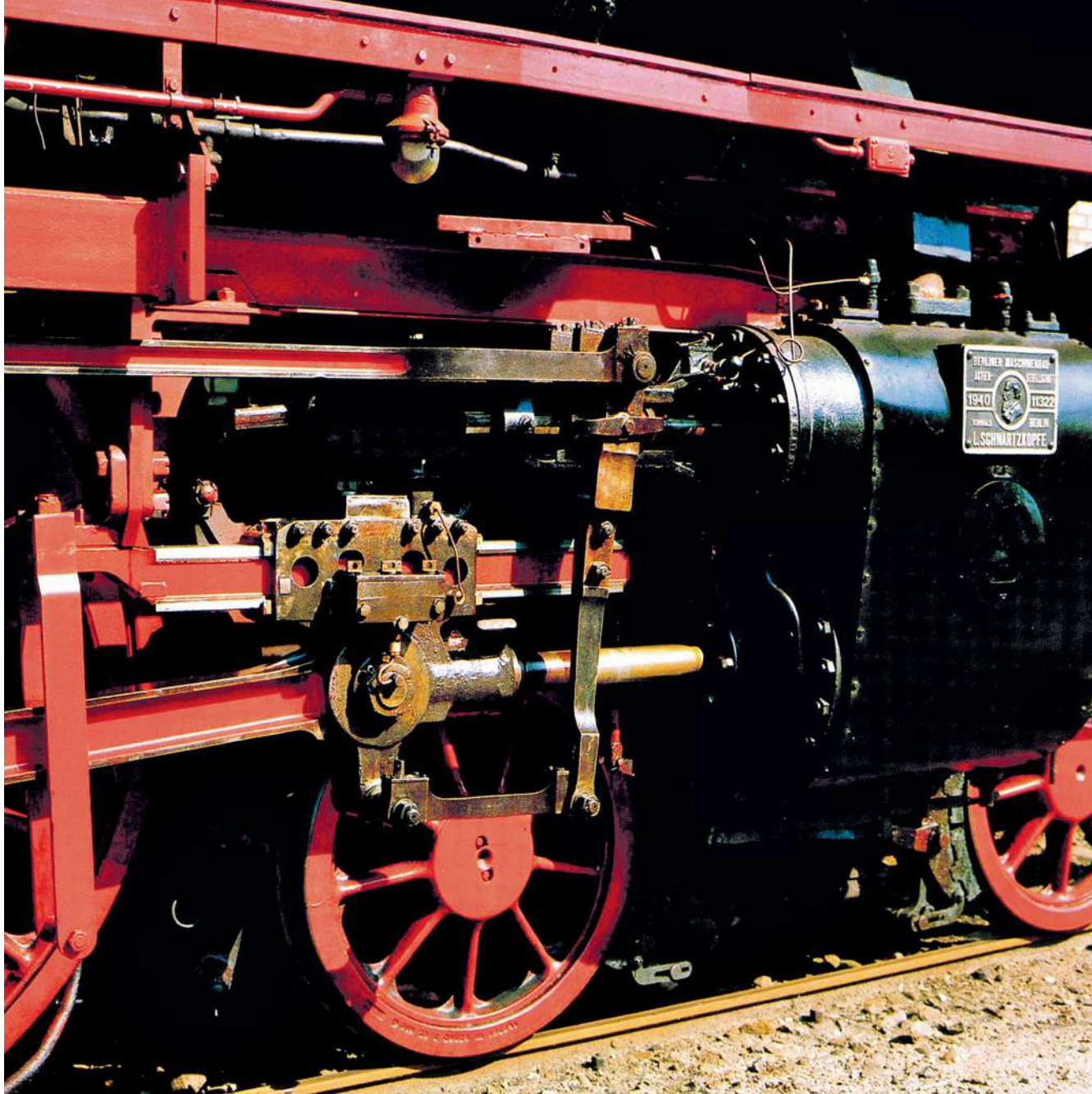


So etwa arbeitet
der Kolbenschieber
mit
innerer Einströmung

Lage des Druckausgleichers auf dem Lokomotivzylinder



Die Zeichnung zeigt die Zylinderanordnung einer Vierzylinder-Verbundlokomotive, die Wirkungsweise der Verbundmaschine, den Treibradsatz einer Vierzylinder-Verbundlokomotive, einen auf dem Lokomotivzylinder angeordneten Druckausgleicher sowie die Funktionsweise eines Kolbenschiebers mit innerer Einströmung.



Das „Kraftwerk“ der 01 1066 Die Lokomotive ist im Besitz der Ulmer Eisenbahnfreunde. Die Aufnahme entstand am 08. Juli 1984 im AW Offenburg.

Das Triebwerk

Bei der Kolbendampfmaschine muss die hin- und hergehende Bewegung des Dampfkolbens in eine Drehbewegung umgewandelt werden, um die Lokomotive in Bewegung zu setzen. Die dazu erforderlichen Bauteile sind Kreuzkopf mit Gleitbahn und Treibstange, die den Kurbeltrieb bilden. Bilden Kolbenstange und Treibstange eine Linie, kann kein Drehmoment entwickelt werden. Das ist der Fall, wenn der Kurbelzapfen am Treibrad die äußerste rechte oder linke Stellung einnimmt. In beiden Fällen steht der Kurbeltrieb im Totpunkt. Deshalb sind für eine Dampflokomotive immer mindestens zwei Zylinder erforderlich. Der Treibzapfen des zweiten Triebwerkes ist gegenüber dem

ersten um 90° versetzt, so dass immer eine Maschinenseite in einer günstigen Anfahrstellung steht.

Der Kreuzkopf ist das Gelenk, das Kolbenstange und Treibstange verbindet. Er läuft in Richtung der Kolbenstange geradlinig auf der Kreuzkopfgleitbahn und nimmt (je nach Fahrtrichtung) die nach oben und unten wirkenden Kräfte auf. Der Kreuzkopf kann ein- oder zweischienig geführt werden. Vor allem bei sächsischen Länderbahnlokomotiven war eine zweischienige Führung üblich. Bei der DRG und bei den deutschen Neubaulokomotiven hat sich die einschienige Führung durchgesetzt.

Der Kreuzkopf besteht aus Stahlguss und umschließt die Gleitbahn. Damit

er an- und abgebaut werden kann, ist er geteilt ausgeführt. Entweder hat er eine seitlich anschraubbare Deckplatte oder ein Zwischenstück, das den Kreuzkopfkörper oben abschließt und mit Passschrauben befestigt ist. Zwischen Kreuzkopf und Gleitbahn darf möglichst wenig Spiel sein, weil der Kreuzkopf sonst „eckt“, die Gleitbahn und die Kreuzkopfgleitplatten ungleichmäßig beansprucht und die Kolbenstange auf Biegung beansprucht würde, was zum Bruch führen kann.

Die Kolbenstange ist am Kreuzkopf mittels eines Keils befestigt. Sie ist am hinteren Ende kegelförmig 1:15 geschliffen, und in eine Aussparung der Kolbenstange wird ein kegelförmiger



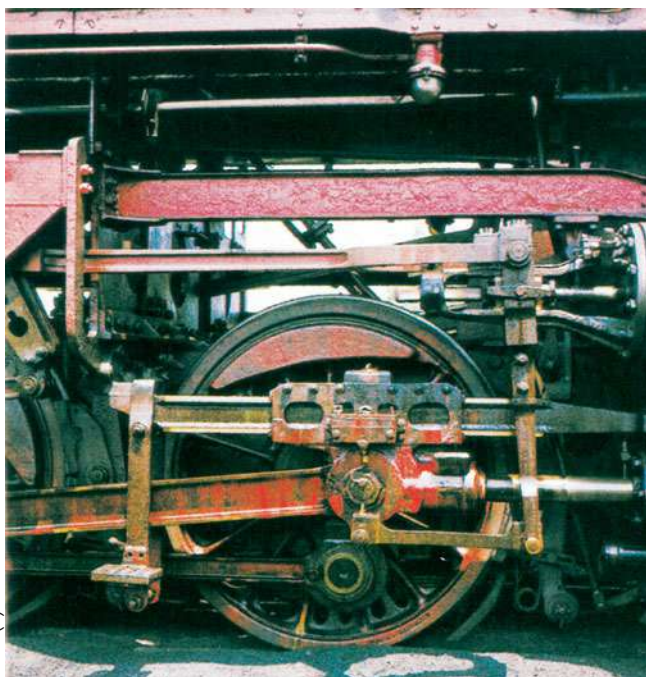
Zylinderblock und Kreuzkopf der DB-Baureihe 65 sind gegenüber den Bauteilen der Einheitslokomotiven fast unverändert, obwohl zwischen der Einheitslokomotive und der neueren DB-Maschine rund 25 Jahre Entwicklungszeit liegen. Die Aufnahme entstand in Kleinwallstadt im Juli 1972.

Keil (1:30) getrieben. Das darf nicht durch Hammerschläge erfolgen, was zu Anrissen im Keilloch und am Kreuzkopfhals führt, sondern durch gleichmäßigen hydraulischen Druck oder eine Spindel. Kreuzkopf und Pleuellstange sind durch den Pleuellkopfbolzen verbunden, der aus einem kegelförmigen Kopf und

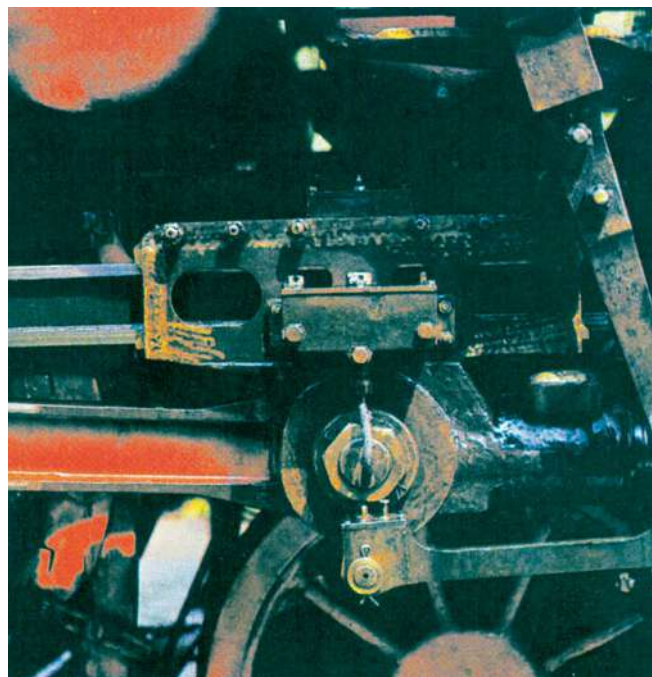
einem zylindrischen Schaft besteht, den das vordere Pleuellstangenlager umfasst. Gleitbahn und vorderes Pleuellstangenlager bedürfen als hochbeanspruchte Teile einer besonders sorgfältigen Schmierung.

Die Pleuell- und Pleuellstangen sind aus Stahl geschmiedet und zu L-för-

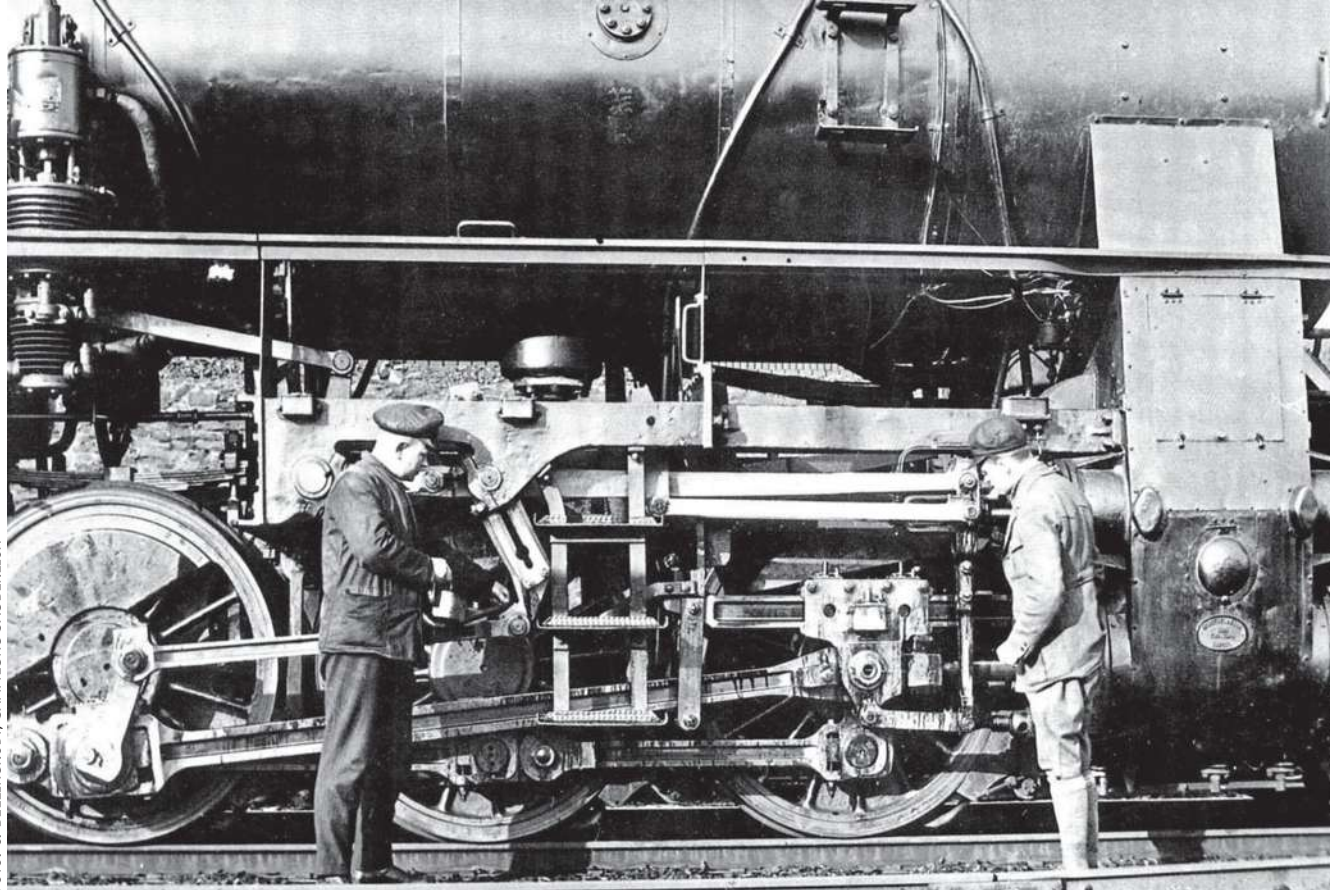
migem Profil ausgefräst, da sie trotz möglichst geringer Masse sehr widerstandsfähig sein müssen. Die Enden der Stangen bezeichnet man als Stangenköpfe, die die Lagerbauteile aufnehmen. Bei der Kriegslokbaureihe 52 waren die Stangen aus Walzprofil und die im Gesenk geschmiedeten Stangenköpfe



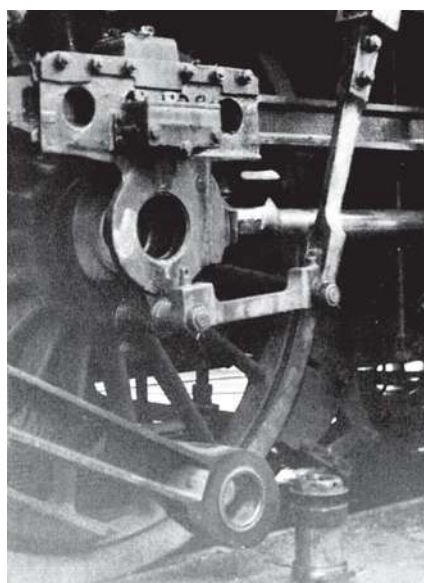
Kreuzkopf einer Einheitslokomotive der BR 44.



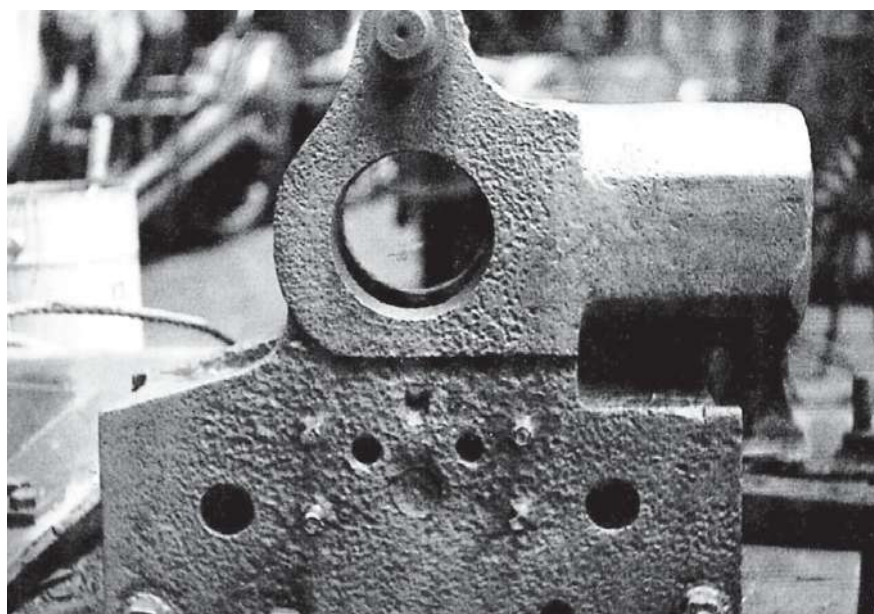
Im Vergleich dazu der Kreuzkopf einer 01 der DR.



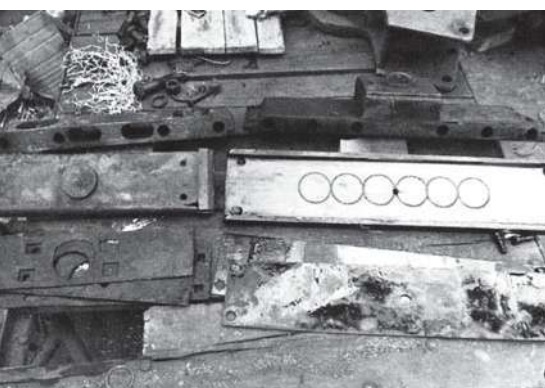
Komplettes Triebwerk einer preußischen G 12 (58 1793), aufgenommen im Bw Neuss im Januar 1931.



Kreuzkopf der DB-23 105 mit abgebauter Treibstange und Kreuzkopfbolzen.



Kreuzkopf der 93 075, der 1984 im Gelände des AW Kaiserslautern gefunden wurde.



Links Kreuzkopfgleitplatten der Lok 93 075, rechts Kreuzkopfgleitplatten der Lok 23 105 mit verschiedenen Beilagestreifen aus Blech.



Vorrichtung zum Aufplatten von Gleitbahnen auf das Gleitbandtrageeisen. Aufnahmejahr 1933.



FOTO: D. KEMPF

Die preußische T3 (Baureihe 89⁷⁰⁻⁷⁵) besitzt einen zweischienigen Kreuzkopf (fotografiert am 20. März 1975).

stumpf angeschweißt. Das vordere, im Kreuzkopf gelagerte Treibstangenlager ist bei neueren Lokomotiven als Buchsenlager ohne Keilnachstellung ausgebildet und besteht aus Rotguss. Früher war es durch einen Stellkeil nachstellbar, doch der Keilausschnitt war eine Ursache von Stangenbrüchen.

Das hintere Treibstangenlager ist nachstellbar und besitzt geteilte Lagerschalen: Eine Grundlagerschale, die nicht nachstellbar ist, und eine Keillagerschale, die durch Nachziehen des Stellkeils verschoben werden kann. Der Lagermetalleinguss besteht aus Weißmetall mit einer Eingussdicke von 3 bis 5 mm. Man spricht dann von Dünngusslagern. Damit der Einguss gut haftet, besitzt die Lagerschale Schwalbenschwanz-Ringnuten. Gegenüber früher üblichen Dickgusslagern mit Eingüssen von 10 bis 20 mm hat das Dünngusslager den Vorteil, teureres Weißmetall zu sparen, einer längeren Erhaltung des Lagerspiels (weil der Einguss nicht herausgequetscht werden kann), einer besseren Wärmeableitung und letztlich einer längeren Betriebsdauer. Da im Betrieb ein Lager ausschmelzen kann,

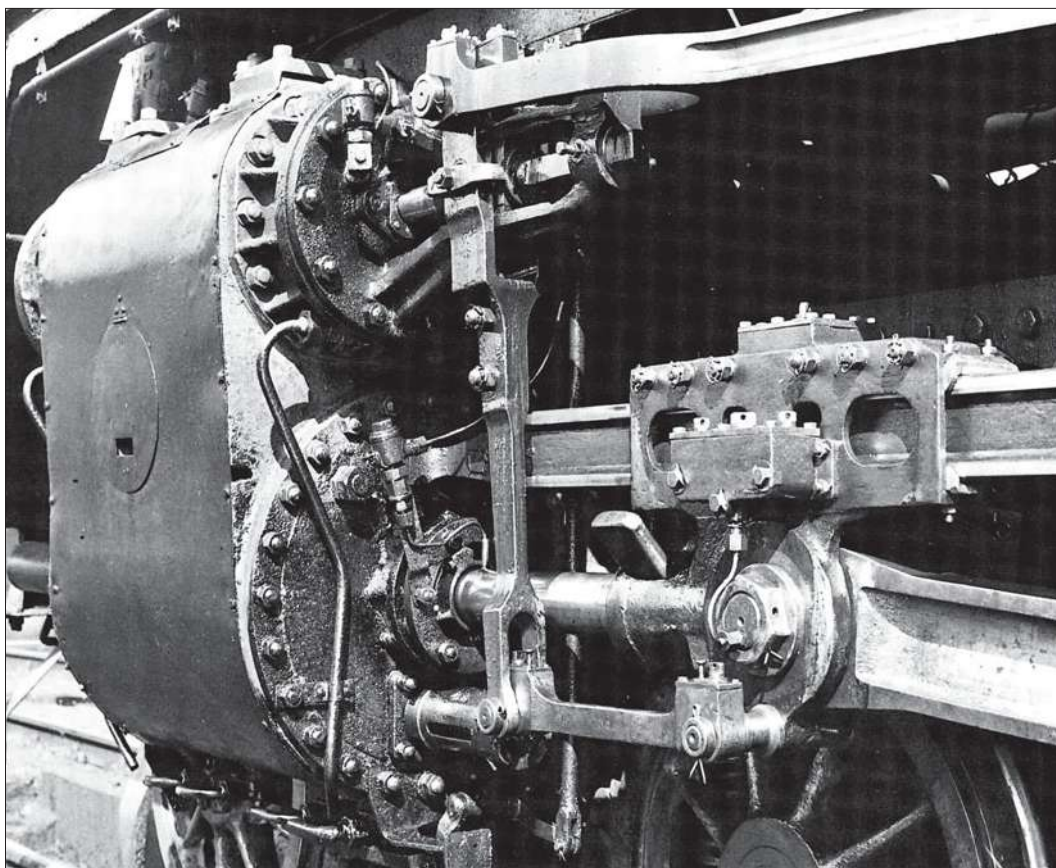
muss es Notlaufeigenschaften besitzen, damit die Lokomotive noch in langsamer Fahrt ein Bahnbetriebswerk erreichen kann. Lagerschalen aus Rotguss

besitzen diese Notlaufeigenschaften. Lagerschalen aus Stahl, der keine Notlaufeigenschaften besitzt, wie sie bei neueren Lokomotiven üblich sind, müs-



FOTO: M. WELSBROD

Zweischienig geführter Kreuzkopf der Schmalspurlokomotive 99 1574 (sächsische Gattung IV K).



Detaillierte Ansicht von Zylinder und Kreuzkopf der 01 120 (DR). Die sehr gepflegten Triebwerks- und Steuerungsteile lassen den Antrieb der Schiebersteuerung ausgezeichnet erkennen.

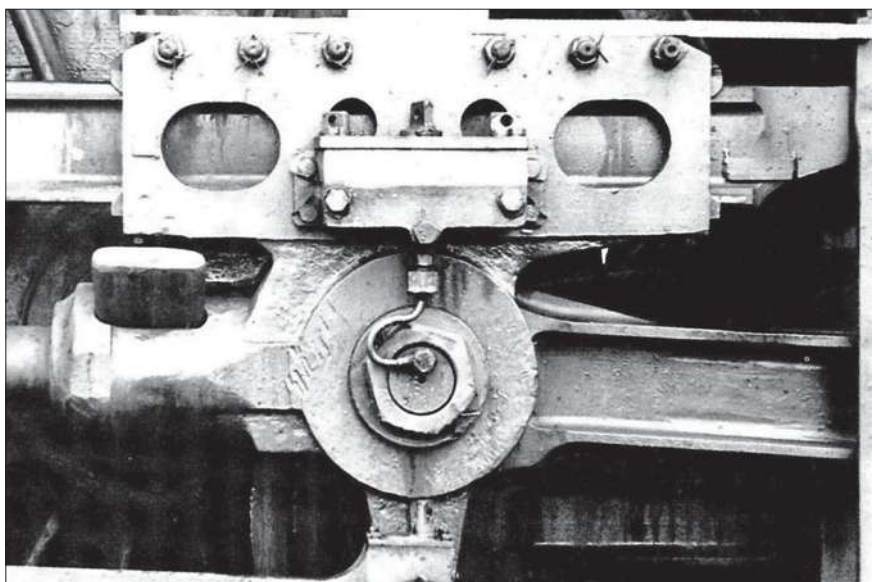
sen in den Ausgüssen der Lagerschalen Messingstreifen oder Messingputzen für den Notlauf besitzen.

Bei den innenliegenden Triebwerken der Drei- und Vierzylinder-Lokomotiven kann wegen der Achswelle kein geschlossener Stangenkopf aufgebracht werden. Hier sind offene Stangenköpfe (bei den hinteren Treibstangenlagern) erforderlich, die einen besonderen Verschluss haben. Beim Marinekopf wird die Lagerhalbschale parallel zur Treibstange mit oberhalb und unterhalb der Treibstange liegenden Bolzen ver-

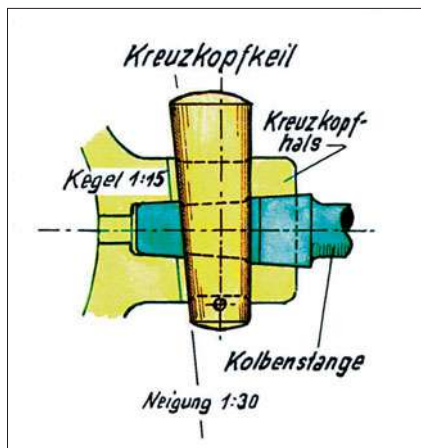
schraubt. Gebräuchlicher ist der Schnallenkopf mit senkrechter Verschraubung zwischen Treibstange und Lagerschale. Bei beiden Lagern liegt der Stellkeil vor dem Lager, also zwischen Treibstange und Lagerschale.

Durch die Kuppelstangen wird ein Teil der von der Treibstange auf den Treibzapfen übergeleiteten Kraft auf die gekuppelten Radsätze übertragen. Kuppelstangenlager sind bei neueren Lokomotiven als nicht nachstellbare Buchsenlager ausgebildet. Da meist jede Achse einzeln abgefedert ist und senk-

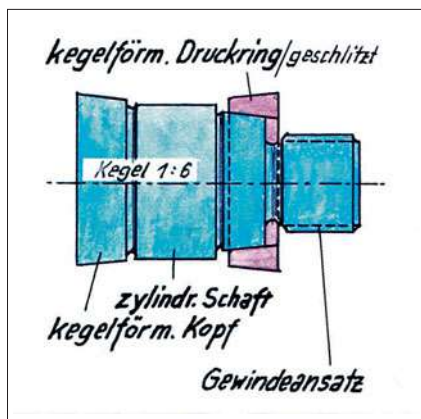
rechte Bewegungen ausführen kann, müssen die Kuppelstangen gelenkig miteinander verbunden sein. So umfasst das als Gabel ausgebildete Kuppelstangenende den etwas schwächer gehaltenen Ansatz am Kopf der benachbarten Kuppelstange. Bei mehrfach gekuppelten Lokomotiven sind seitenverschiebliche Kuppelradsätze erforderlich. Die Kuppelstangenlager müssen dieser Seitenverschiebbarkeit folgen können, weil sich sonst die Kuppelstangen verbiegen würden. Um das Lager dem Seitenspiel der Achsen folgen zu lassen, gibt es mehrere Möglichkeiten. Einmal kann man den Kuppelzapfen länger ausbilden als das Lager, so dass das Lager auf dem Zapfen gleiten kann. Bei führenden seitenverschiebbaren Kuppelachsen besteht dann allerdings die Gefahr der Kollision mit dem Kreuzkopf. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung sogenannter Walzen- bzw. Schwenklager, die um eine senkrechte Achse drehbar sind. Bei dieser Bauart hat der rechteckig ausgefräste Kuppelstangenkopf walzenförmige Gelenkstücke aufzunehmen, in denen das Buchsenlager der Kuppelstange um die eigene senkrechte



Kreuzkopf mit Kreuzkopfbolzen, Kreuzkopfbolzenschmiergefäß einer Einheitslokomotive der BR 44.



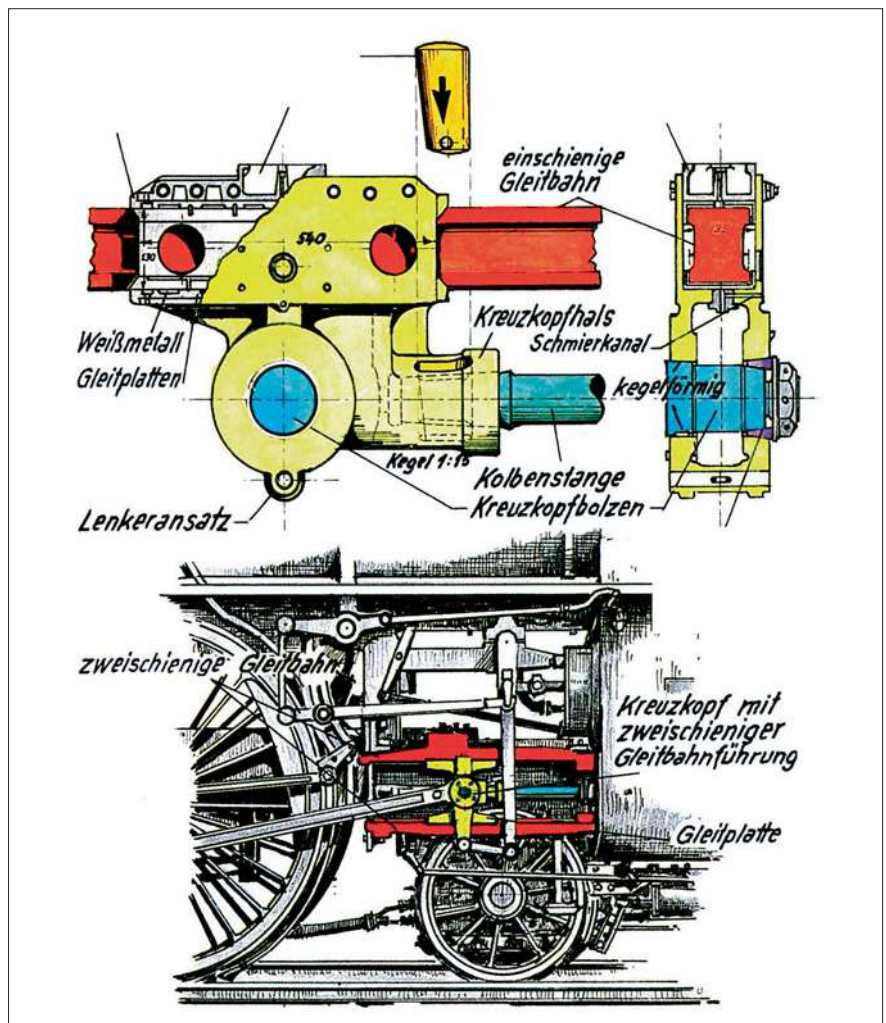
Querkeilverbindung zwischen Kreuzkopf und Kolbenstange.



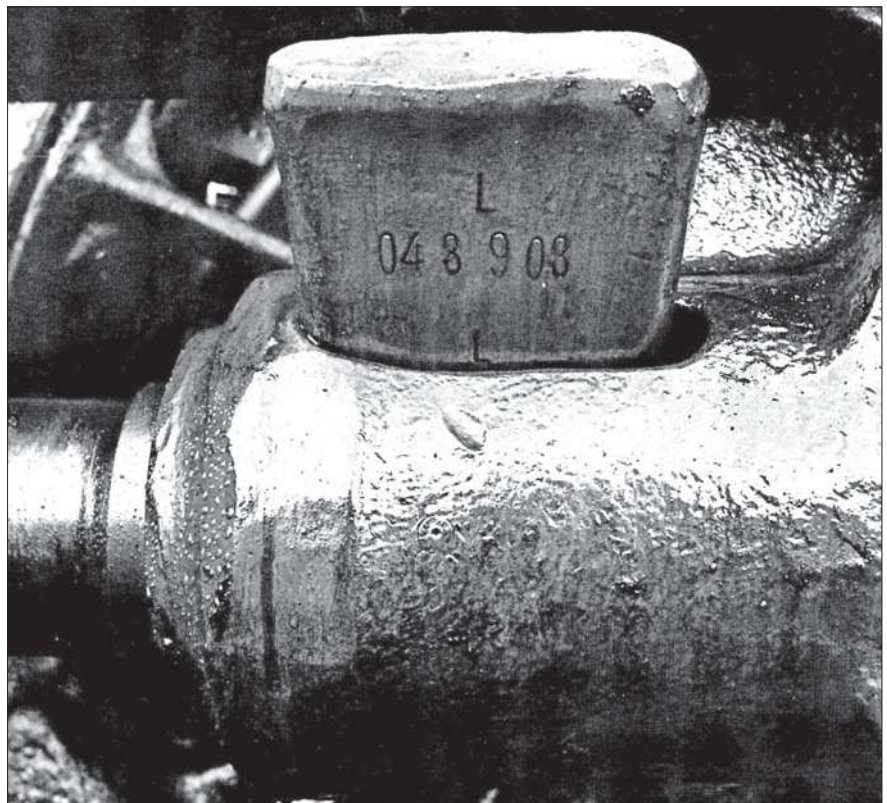
Schnittdarstellung eines Kreuzkopfbolzens.

Achse schwenkbar ist. Diese Bauart ist beispielsweise am 1. Kuppelradsatz der Baureihen 41, 45 und 50 anzutreffen, bei der Baureihe 50 auch am 5. Kuppelradsatz.

Ältere Lokomotiven besaßen noch Keilnachstellung der Kuppelstangenlager. Da sich der Lagereinguss im Betrieb in Richtung der Stangenkraft abnutzt, die Keilnachstellung nur so lange funktioniert, bis beide Lagerschalen aneinanderstoßen, erhielten die Lagerschalen Blechbeilagen, die bei Abnutzung des Eingusses gegen schwächere ausgetauscht wurden. Einheitslokomotiven besaßen in die Stangenköpfe eingepresste Buchsenlager ohne Nachstellmöglichkeit, die bei entsprechender Abnutzung neue Eingüsse erhalten mussten. Die bisher besprochenen Bauarten waren Gleitlager. Die Deutsche Bundesbahn unternahm Versuche mit Wälzlagern in den Stangen (so u.a. bei den Baureihen 01 und 23). Zwar werden beim Wälzlager die Stangenköpfe größer und damit auch schwerer, was sich auf die Ausbildung der Gegengewichte aus-



Ein- und zweischienige Kreuzkopfführung mit den entsprechenden Gleitbahnen.



So sieht der Kreuzkopfkeil, mit dem die Kolbenstange im Kreuzkopfhals gehalten wird, am Vorbild aus.

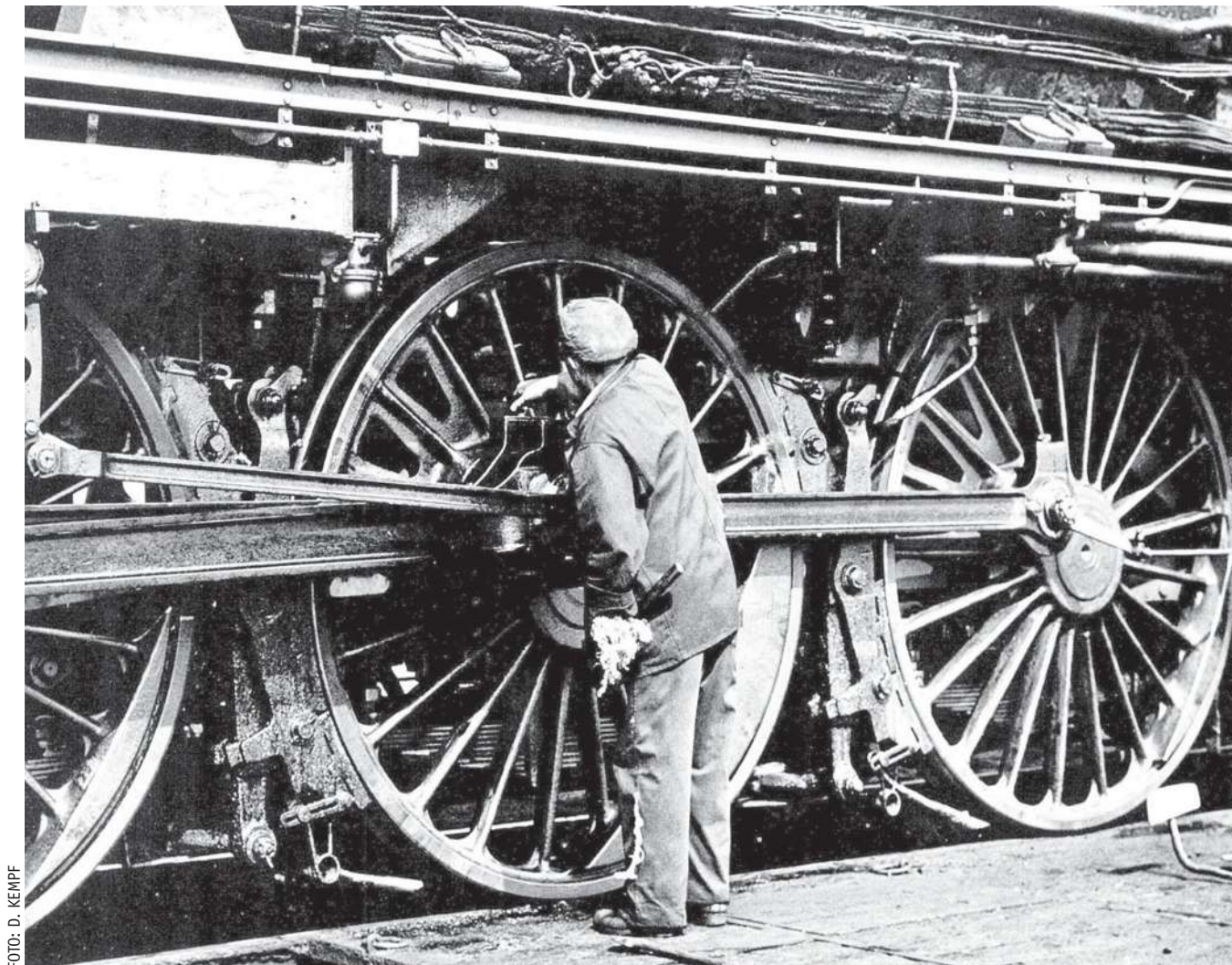


FOTO: D. KEMPF

Kuppelstange einer Lokomotive der BR 01 mit Buchsenlager. Diese Kuppelstangenlager waren nicht nachstellbar und wurden bei Verschleiß jeweils neu ausgegossen.

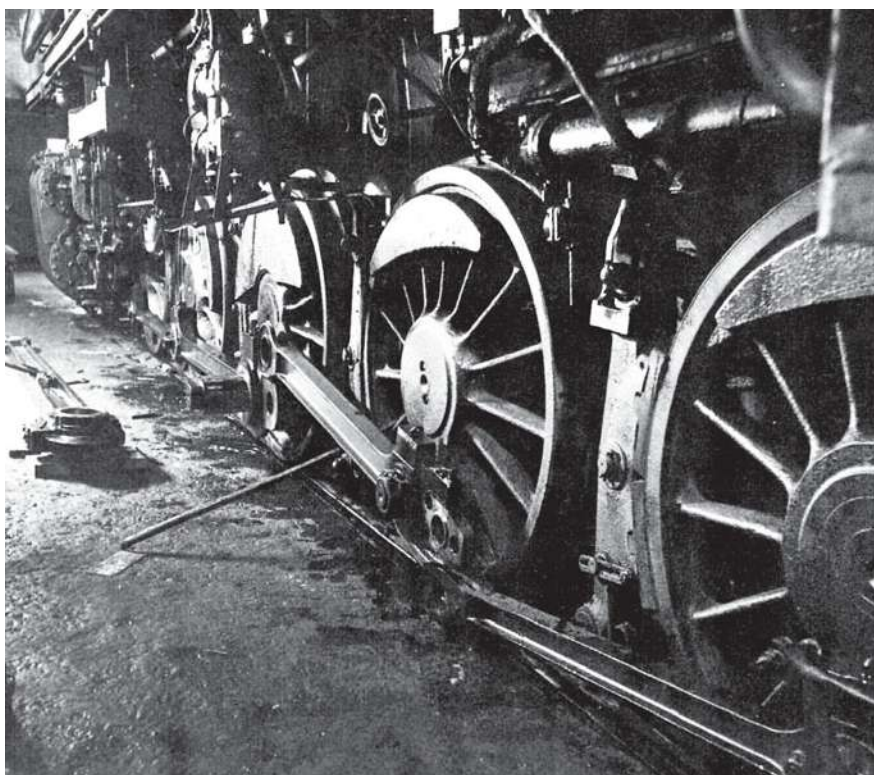
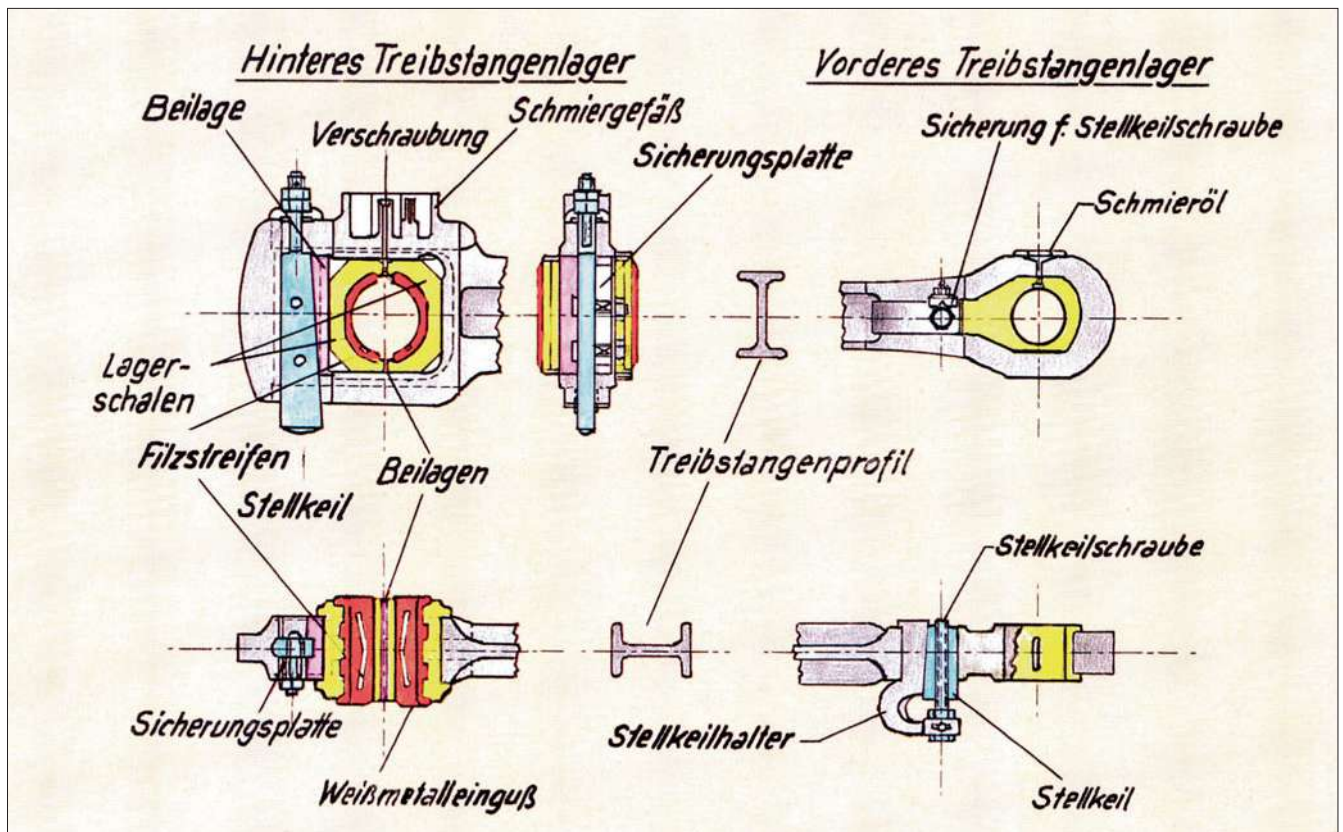


FOTO: W. STAIGER

Abmontierte Kuppelstangen mit Buchsenlager an einer Lokomotive der BR 44.

wirkt, doch sind Schmierstoffverbrauch und Unterhaltungskosten wesentlich geringer. Üblich waren Fischer-Pendelrollenlager in Treib- und Kuppelstangen und Zylinderrollenlager im hinteren Treibstangenlager.

So wichtig wie die Beachtung des Lagerspiels ist für die Treib- und Kuppelstangenlager die Schmierung (was für alle beweglichen Teile der Dampflokomotive gilt). Sind sie als Gleitlager ausgebildet, muss der Schmierölvorrat regelmäßig überprüft und ergänzt werden. Je nach Beanspruchung der Lokomotive kann das mehrmals täglich der Fall sein. Die Schmiergefäße sitzen auf den Stangenköpfen, wo sie entweder eingefräst oder aufgeschweißt sind. Neuere Lokomotiven haben Nadelschmierung. Der Ölzufluss durch das Schmierloch im Stangenkopf wird durch eine Nadel dosiert, wobei je nach Viskosität des Öls eine dickere oder dünnere Nadel eingesetzt werden kann. Die Nadelführung ist eingeschraubt, das Schmiergefäß



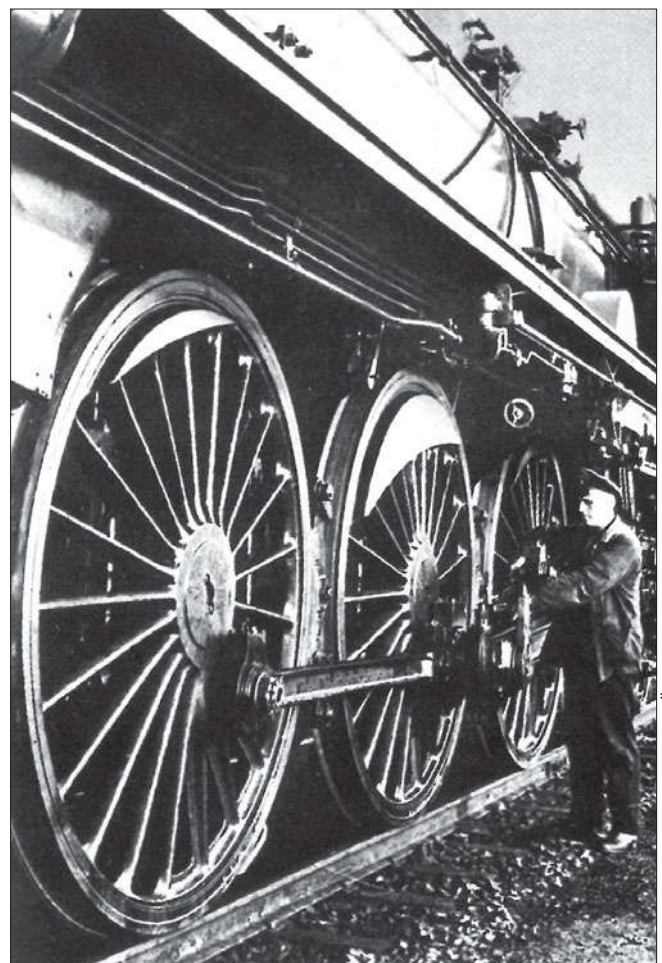
Nachstellbare vordere und hintere Treibstangenlager einer Einheitslokomotive.

verschlossen. Es muß jedoch garantiert sein, dass immer ein Luftpolster über dem Ölspiegel steht, weil sonst kein Öl nachfließen kann.

Zylinder- und Triebwerksanordnungen

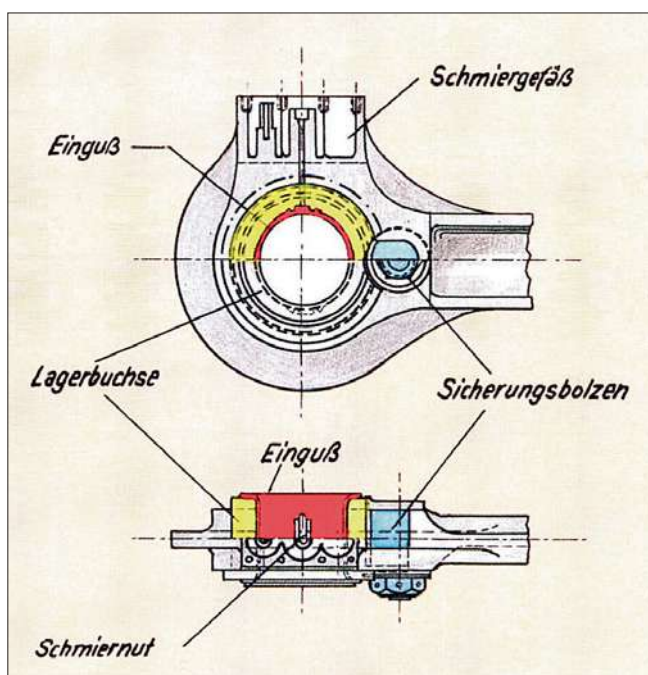
Bei Zweizylinder-Lokomotiven werden die Zylinder, gleichgültig, ob es sich um Zwillings- oder Verbundlokomotiven handelt, außen angeordnet. Innen angeordnete Zylinder, wie sie in der Frühzeit

Hinterer Kuppelradsatz der 03 003 mit rechtem Kuppelstangenbuchsenlager. Die Aufnahme entstand im Jahre 1931.

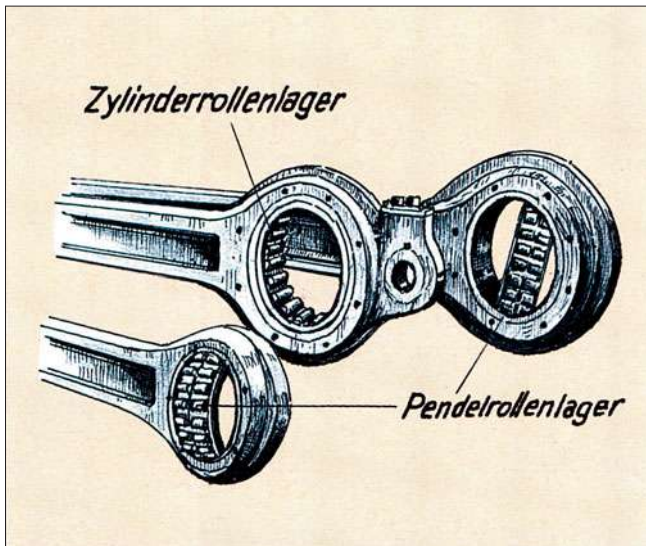


ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

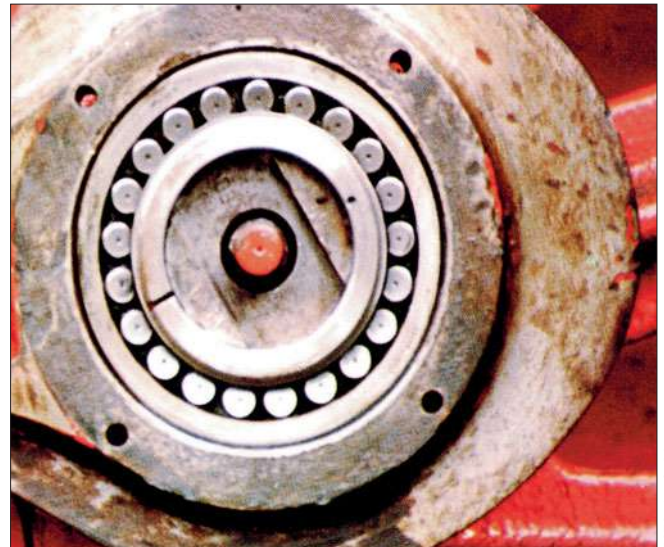
FOTO: C. BELLINGRODT, SAMMLUNG SÄUBERLICH



Schematische Darstellung eines Kuppelstangenbuchsenlagers.



Treib- und Kuppelstangen mit Wälzlager.



Kuppelstangenwälzlager der 23105.

FOTO: H. GARD



FOTO: H. GARD

Treibradsatz mit Kuppel- und Triebstange mit Wälzlager der 23105.

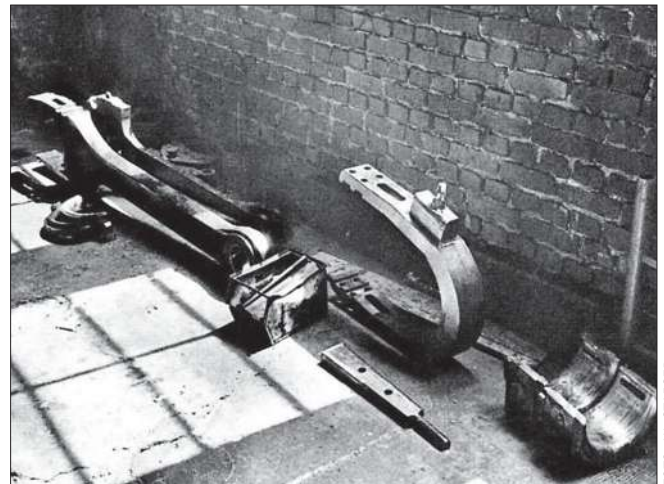


FOTO: W. STAIGER

Innere Triebstange mit Schnallenkopf.

der Dampflokomotive üblich waren, bedingen eine gekröpfte Triebachse, die die Herstellung und Unterhaltung verteuert.

Die Wahl der Triebachse muss so erfolgen, dass die Triebstange weder zu lang noch zu kurz wird. Zu lange Triebstangen sind knickgefährdet, zu kurze Triebstangen erhöhen die Kreuzkopfdrücke und bewirken Unregelmäßigkeiten

in der Dampfverteilung infolge des aus der Mechanik bekannten Fehlergliedes beim Kurbeltrieb. Bei Zweizylinder-Triebwerken sind die Triebkurbeln um 90° versetzt.

Bei Mehrzylinder-Lokomotiven unterscheidet man zwischen Einachs- und Zweiachsantrieb. Wenn nicht die erste gekuppelte Achse angetrieben wird,

müssen der oder die mittleren Zylinder meist geneigt eingebaut werden, um mit der Triebstange über die Achswelle des ersten Kuppelradsatzes hinwegzu-

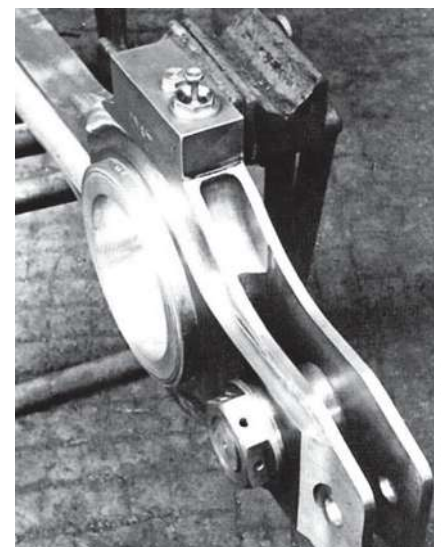
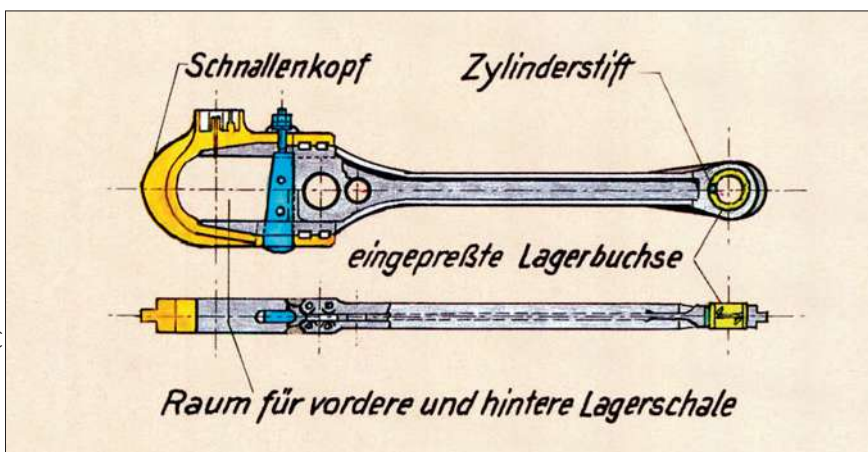


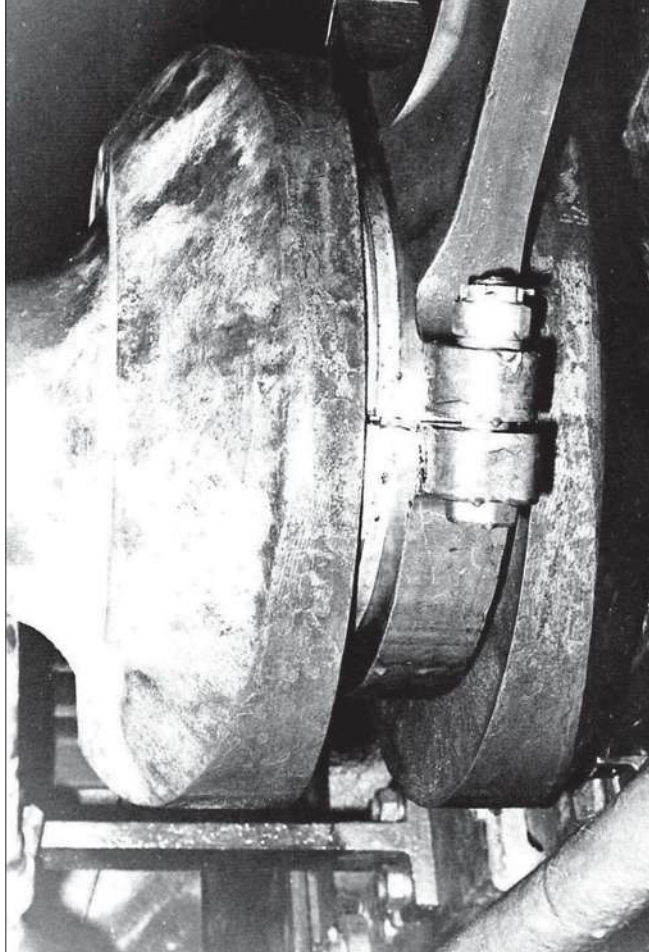
FOTO: WERKFOTO HENSCHEL

Buchsenlager der linken Hauptkuppelstange mit Kuppelstangenscharnier und Kuppelstangenbolzen einer Lok der BR 82.



ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

Schematische Darstellung der inneren Triebstange mit Schnallenkopf.



Hubscheibe zum Antrieb der inneren Schiebersteuerung bei einer Dreizylinder-Lokomotive.



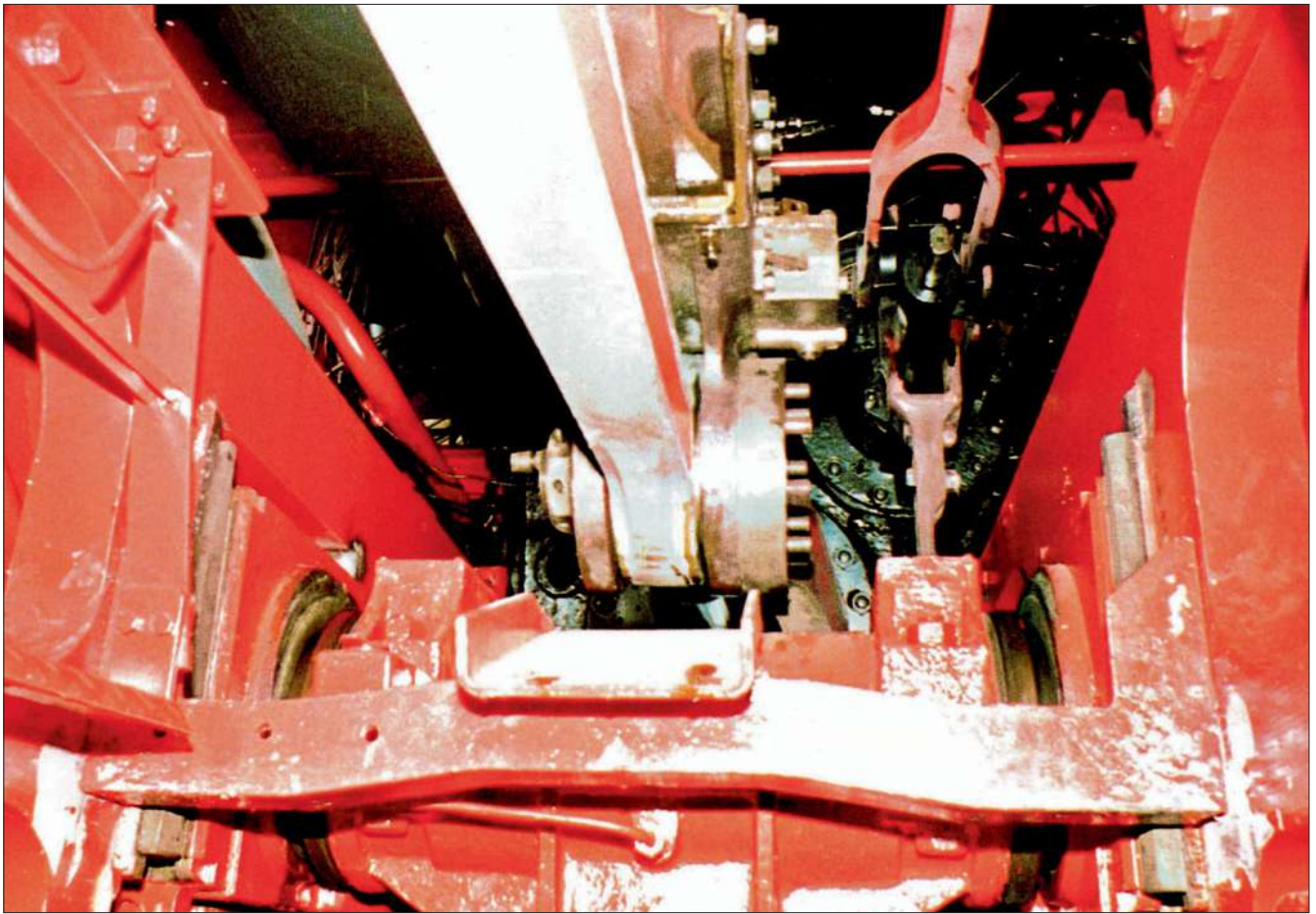
Radsatzgruppe einer Lok der BR 44. Im Vordergrund die Treibachse mit Kropfachswelle, dahinter die Achse mit der Kröpfung für den Hubscheibenantrieb der Steuerung des mittleren Zylinders. Gut erkennbar sind auch die polierten Laufbunde an den Achsschenkeln.

FOTOS (2): M. WEISBROD



Kropfachse mit Treibstange des Innenzylinders. Ausgezeichnet erkennbar auch die Verschraubung des Schnallenkopfes des hinteren Treibstangenlagers.

FOTO: W. STAIGER



Innerer Zylinder und Schieber mit Treib- und Schieberschubstange der 45 010 im Jahr 1984 im AW Trier.

kommen. Die Pleuellstangenkurven der Dreizylinder-Lokomotive sind um 120° versetzt. Bei geneigtem Mittelzylinder muss der Neigungswinkel des Zylinders berück­ sichtigt werden. Dreizylinder-Verbundlokomotiven waren in Deutschland nicht üblich, so dass die Dreizylinder-

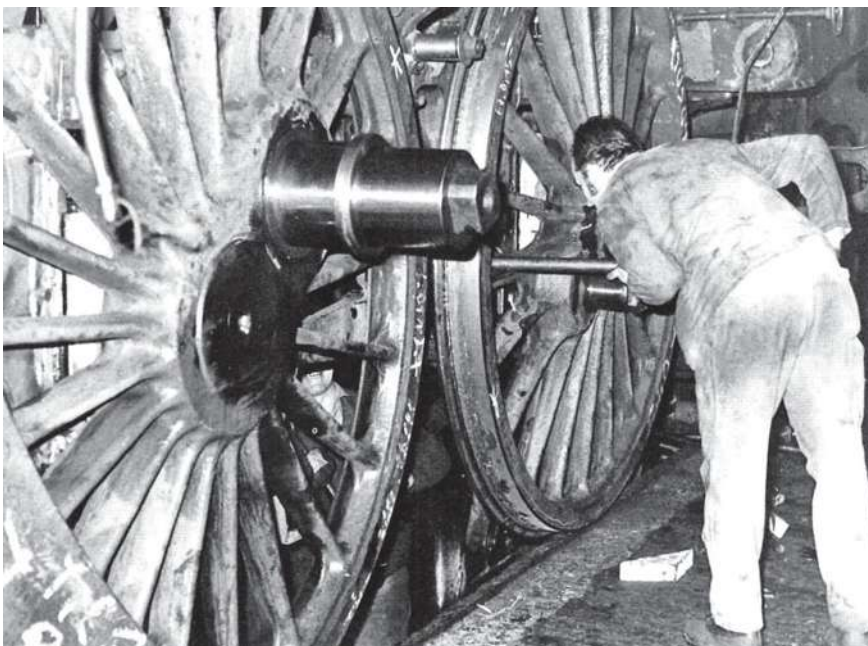
Lokomotive (BR 01¹⁰, 03¹⁰, 39, 44) mit einfacher Dampfdehnung arbeitet.

Bei Vierzylinder-Lokomotiven, gleichgültig, ob sie als Vierling (mit einfacher Dehnung) oder als Verbundmaschine ausgeführt sind, ist ebenfalls Ein- oder Zweiachs­ antrieb möglich. Typisches

Beispiel für eine Vierlingsmaschine mit Einachs­ antrieb ist die pr. S 10 (Baureihe 17⁰⁻¹). Bei der Ausbildung von Vierzylinder-Lokomotiven wählte man aber meist die Verbundausführung, um die wirtschaftlichen Vorteile der zweistufigen Dampfdehnung zu nutzen. Beim Einachs­ antrieb der Bauart von Borries liegen die Niederdruckzylinder außen, weil sie wegen ihrer Größe meist nicht mehr zwischen den Rahmen­ wangen unterzubringen sind. Die beiden Hochdruckzylinder liegen innen, und ihre Pleuellstangen sind um 90° gegeneinander versetzt. Die Pleuellstangen der Niederdruckzylinder sind gegenüber den Pleuellstangen der zugehörigen Hochdruckzylinder um 180° versetzt, arbeiten also gegenläufig.

Bei Vierzylinder-Verbundmaschinen mit Zweiachs­ antrieb (Bauart de Glehn) arbeiten die Innenzylinder auf die erste, die Außenzylinder auf die zweite gekuppelte Achse. Die Außenzylinder sind meist gegenüber den Innenzylindern nach hinten versetzt, um zu lange Pleuellstangen zu vermeiden und die Massen besser zu verteilen.

Wo hohe Leistung auf krümmungsreichen Strecken gefordert wurde, war es



Treibrad einer Schnellzuglokomotive. Am Pleuellzapfen erkennt man die beiden Lagerflächen für Pleuell- und Pleuellstange und den Vierkant, der die Pleuellstange aufnimmt.



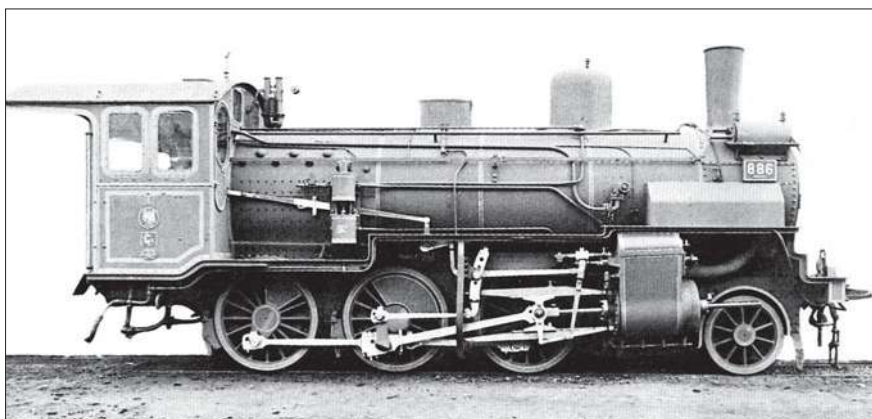
Die größte Tenderlokomotive Deutschlands war die bay. Gt 2 x 4/4 (spätere Baureihe 96) mit Vierzylinder-Verbundtriebwerk in der Bauart Mallet. Diese Lokomotiven hatten von allen deutschen Dampflokomotiven die meisten Kuppelradsätze.

problematisch, die Zahl der Kuppelradsätze bogenläufig auszuführen. So entwickelte Ende des 19. Jahrhunderts der Schweizer Anatole Mallet die nach ihm benannte Bauart von Lokomotiven, bei der zwei Triebwerksgruppen vorhanden waren, eine davon als Drehgestell ausgebildet. Markanteste und wuchtigste Vertreterin der Mallet-Lokomotiven in Deutschland war die bayer. Gt 2 x 4/4 (Baureihe 96), die über nicht weniger als acht Kuppelradsätze verfügte. Die beiden Hochdruckzylinder trieben die fest im Rahmen gelagerten 4 Kuppelradsätze der hinteren Gruppe an, die beiden Niederdruckzylinder die als Drehgestell gelagerten 4 Kuppelradsätze der vorderen Triebwerksgruppe. Die Mallet-Bauart ist bei Tender- und Schlepptender-Lokomotiven verwendet worden.

Bei der Bauart Meyer war das Triebwerk ebenfalls in zwei Gruppen unterteilt, jedoch waren hier beide Triebwerksgruppen in Drehgestellen gelagert. Meyer-Lokomotiven waren meist auch mit Verbundmaschinen ausgerüstet, jedoch lagen die Zylinder einander



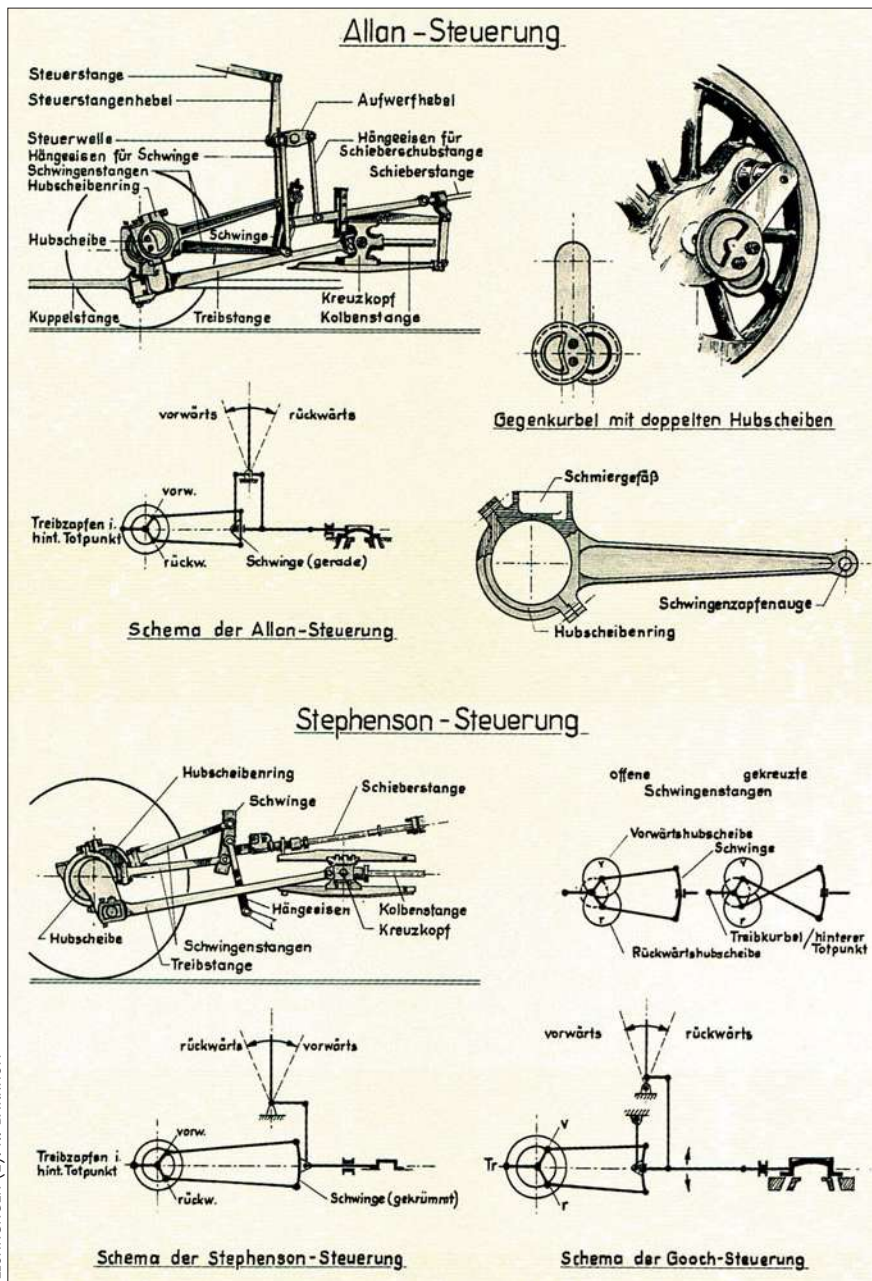
Bei der achtachsigen Baureihe 96 handelt es sich um eine Verbundlokomotive, deren vorderes Triebwerk von Niederdruckzylindern und das hintere Triebwerk von Hochdruckzylindern angetrieben wurden. Diese Maschinen wurden bereits 1949 und 1954 ausgemustert.



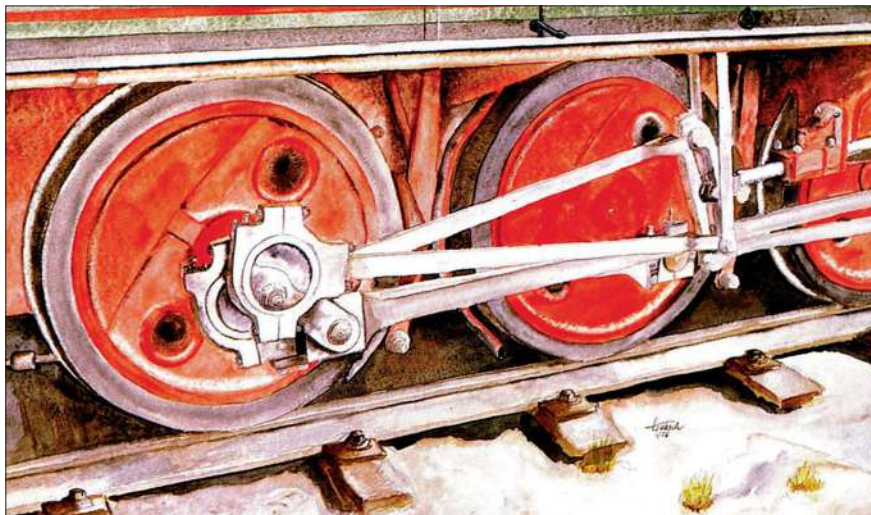
Bei der preuß. G 5.4 ist auf der rechten Rauchkammerseite das Anfahrventil als Sondereinrichtung für Zweizylinder-Verbundlokomotiven angebracht.

FOTOS (2): WERKARCHIV KRAUSS-MAFFEI

FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER



Unserem Kapitel „Die Steuerung“ möchten wir einige erklärende Zeichnungen über Steuerungen voranstellen, die zu Zeiten der DRG nicht mehr gebaut wurden. Auf sie wird im folgenden Text nicht näher eingegangen. Oben: Funktion der Allan-Steuerung, darunter die der Stephenson-Steuerung und rechts im Eck das Schema der Gooch-Steuerung.



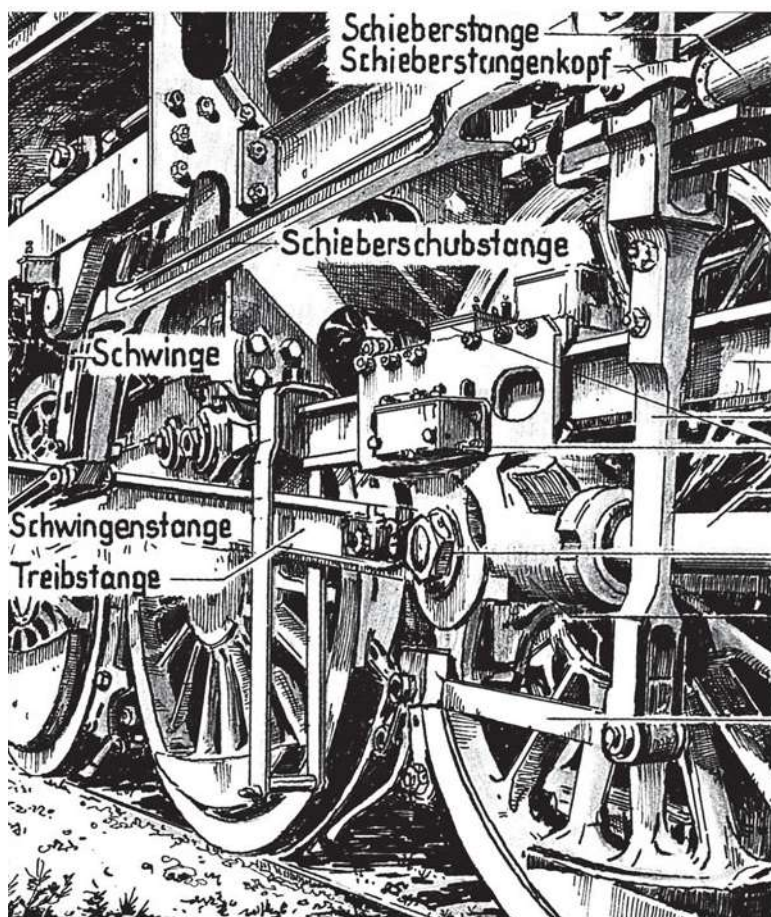
zugekehrt etwa unter Kesselmitte der Lokomotiven. Bekannteste Vertreterin deutscher Mallet-Lokomotiven ist die sächs. IV K, eine Schmalspurlokomotive für 750 mm Spurweite, die heute noch in der DDR auf sächsischen Strecken (Oschatz – Mügeln – Kemmlitz und Wolkenstein – Niederschmiedeberg) zu finden ist.

Es gab noch andere Bauarten gelenkig ausgeführter Lokomotiven, die aber hier nicht behandelt werden können.

Besondere Einrichtungen an Verbundlokomotiven

Bei Verbundlokomotiven sind Anfahrrichtungen erforderlich, die ein leichteres Anfahren der Lokomotive bewirken oder das Anfahren überhaupt erst ermöglichen. Wenn bei einer Zweizylinder-Verbundlokomotive der HD-Kolben im Totpunkt steht, ist das Anfahren unmöglich, da der in günstiger Anfahrstellung stehende ND-Kolben keinen Dampf bekommt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Vierzylinder-Verbundlokomotive. Hier bekommen zwar beide HD-Zylinder Frischdampf, und selbst wenn ein Kolben in Totpunktlage ist, steht der andere in einer günstigen Anfahrstellung. Seine Kolbenkraft ist aber unter Umständen nicht ausreichend, einen schweren Zug in Bewegung zu setzen. Es muss eine Möglichkeit vorhanden sein, beim Anfahren auch den ND-Zylindern Frischdampf zuzuführen. Die einfachste Art der Anfahrvorrichtung sind die Druckausgleicher. Die Druckausgleicher am HD-Zylinder bleiben geöffnet. Bei geöffnetem Regler gelangt über den Druckausgleicher Dampf in den Verbinderr, bis zu einem durch das Sicherheitsventil begrenzten Druck. Wenn der HD-Druckausgleicher geschlossen ist, wird im ND-Zylinder der Druck im Verbinderr, im HD-Zylinder der Druckunterschied zwischen Verbinderr- und Kesseldruck wirksam, und die Lokomotive kann mit zwei Zylindern anfahren. Ist kein Druckausgleicher vorhanden, so ist eine Anfahrinrichtung erforderlich. Diese gab es in verschiedenen Ausführungen. Sie arbeiteten fast alle nach dem selben Prinzip: Auf dem Führerstand ist ein Anfahrhahn oder ein Anfahrventil vorhanden, mit dem Frischdampf aus der HD-Einströmung in den Verbinderr gegeben

Triebwerkdetail der Schmalspurlokomotive „Hoya“ der Museumseisenbahn Bruchhausen-Vilsen – Asendorf.



Die Steuerung



Übersicht über die einzelnen Teile, dargestellt am Beispiel einer Heusinger-Steuerung.

werden kann, der als Arbeitsdampf in die Niederdruckzylinder gelangt, so dass die Lokomotive anfahren konnte. Die Anfahrereinrichtungen waren z.T. mit der Steuerung gekuppelt, so dass sie erst wirksam wurden, wenn die Steuerung, wie zum Anfahren erforderlich, auf über 70 % ausgelegt war.

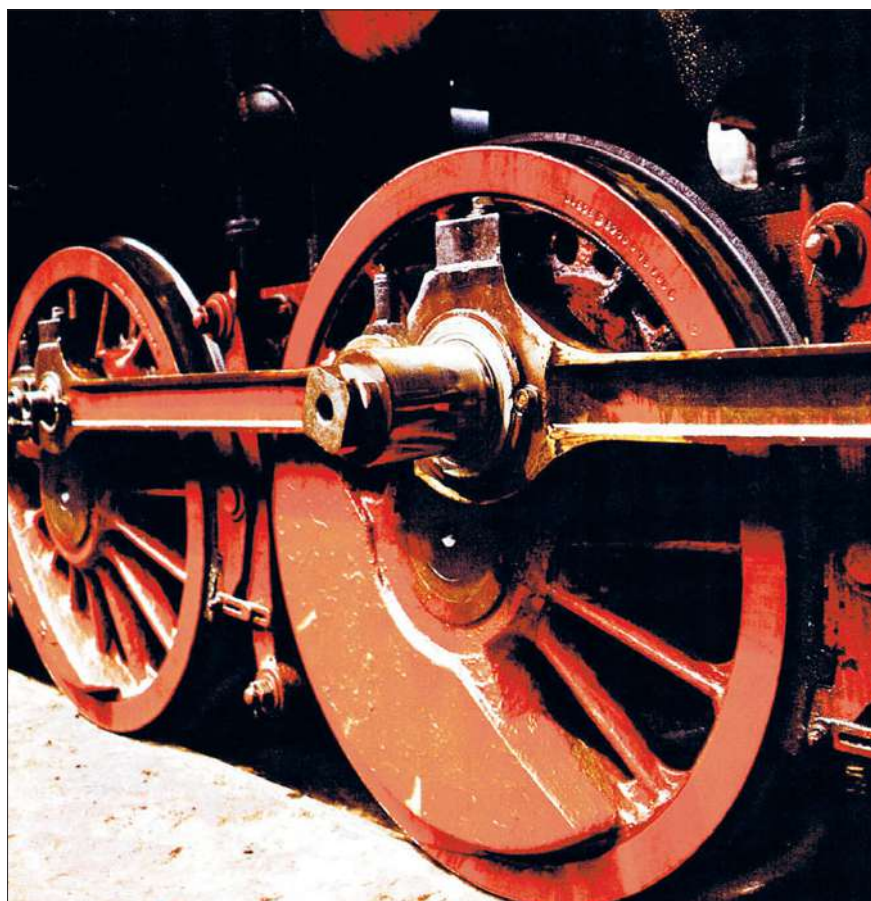
Die Steuerung der Dampflokomotive hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Sie muss dafür sorgen, dass der Dampf zur richtigen Zeit an der richtigen Stelle in den Zylinder eintritt.
2. Mit ihr muss sich die Zylinderfüllung und damit die Leistung der Lokomotive in einem möglichst großen Bereich verändern lassen.
3. Die Lokomotive muss von Vorwärts- auf Rückwärtsfahrt und umgekehrt umgesteuert werden können.

Man unterscheidet zwischen innerer und äußerer Steuerung.

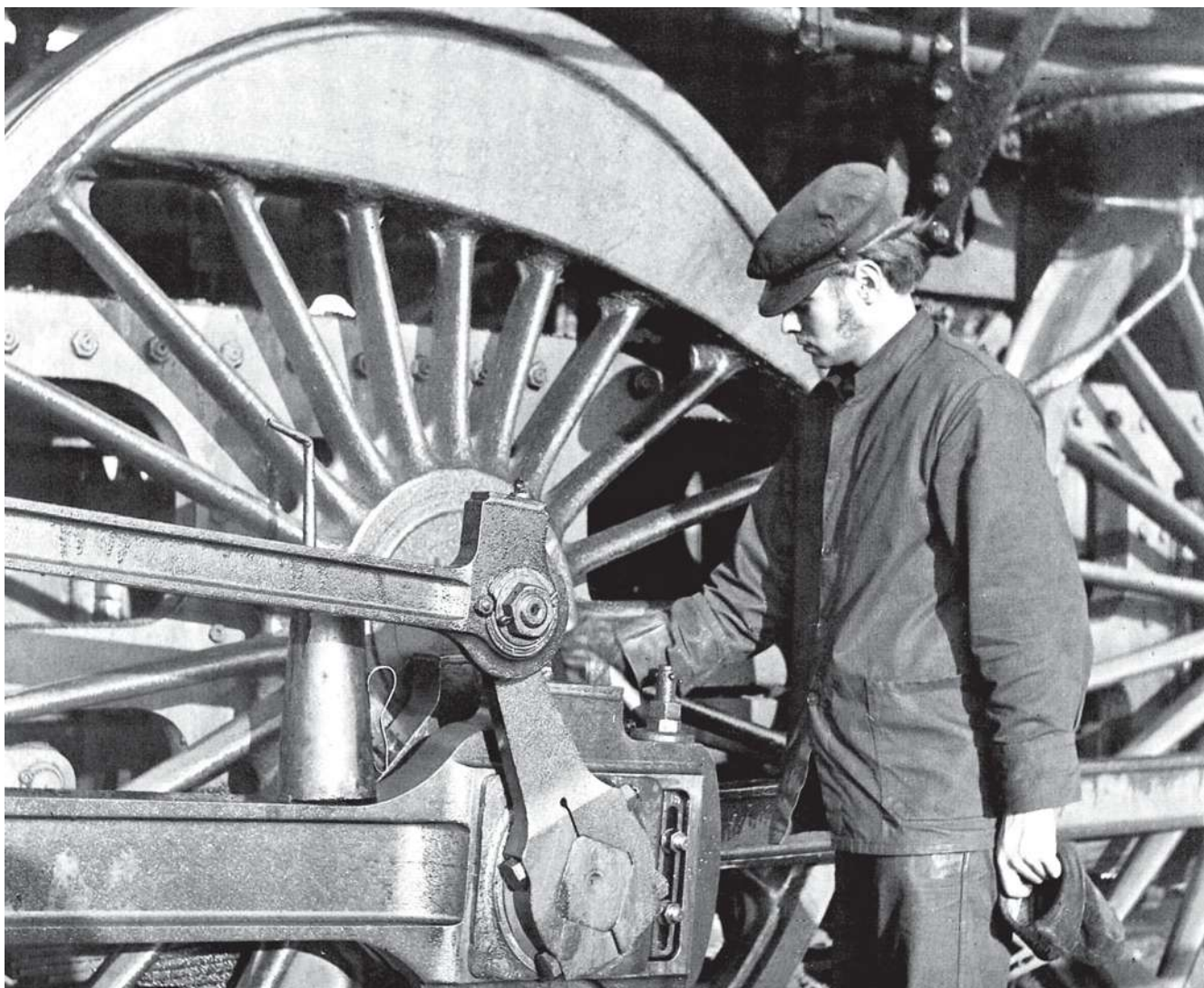
Die innere Steuerung

Unter innerer Steuerung werden die eigentlichen Steuerorgane, die die Dampfverteilung besorgen, die sogenannten Schieber, verstanden. Zur äußeren Steuerung zählen alle Teile, die den Antrieb



Kurbelzapfen des Treibradsatzes einer Lok der Baureihe 44.

FOTO: M. WEISBROD



Treibrad der 001 202 mit Treibstangenlager, Gegenkurbel und Schwingenstange, aufgenommen am 14. August 1971.

der inneren Steuerung bewirken. Außer den verbreiteten Schiebersteuerungen gab es auch noch Ventilsteuerungen. Sie sollten den Nachteil der Schiebersteuerungen, die Querschnitte nicht plötzlich, sondern nur allmählich freigeben zu können, beseitigen, weil dies zu Drossel-, d.h., Leistungsverlusten führt. Die Ventile wurden durch Federn auf ihren Sitz gedrückt und von einer Nockenstange geöffnet, die von der äußeren Steuerung auf übliche Weise angetrieben wurde. Ventilsteuerungen sind bei der Oldenburgischen Staatsbahn bevorzugt worden, bei der DRG kamen sie über das Versuchsstadium nicht hinaus.

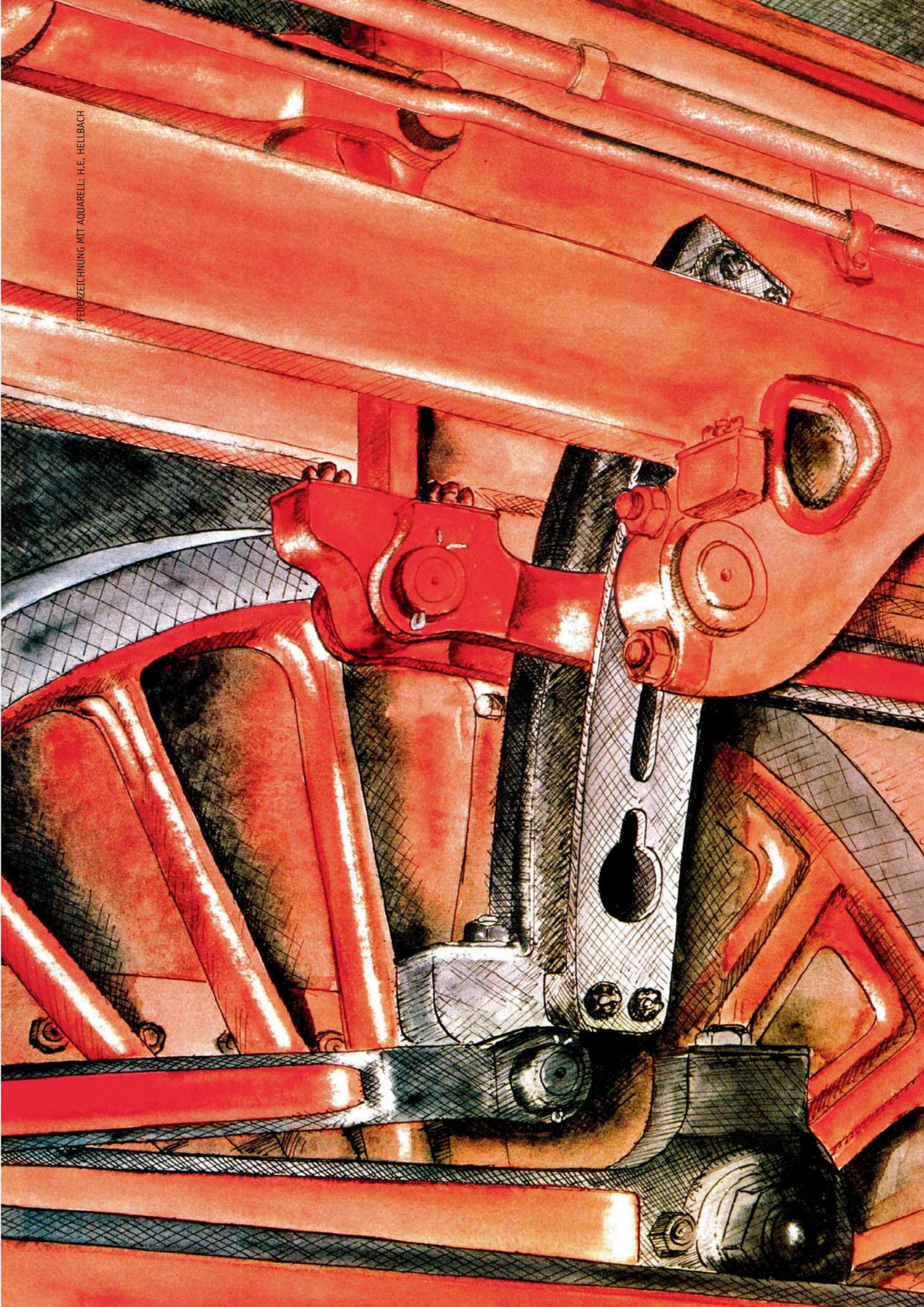
Bei der inneren Steuerung unterscheidet man zwischen Flach- oder Muschelschiebern und Kolbenschiebern. Der Flachschieber ist die ältere Bauform und ausschließlich bei Nassdampfmaschinen zu finden. Bei ihm läuft der Schieberkörper, der von der äußeren Steuerung bewegt wird, auf dem Schieberspiegel, von dem die Dampfkanäle zu den Zy-

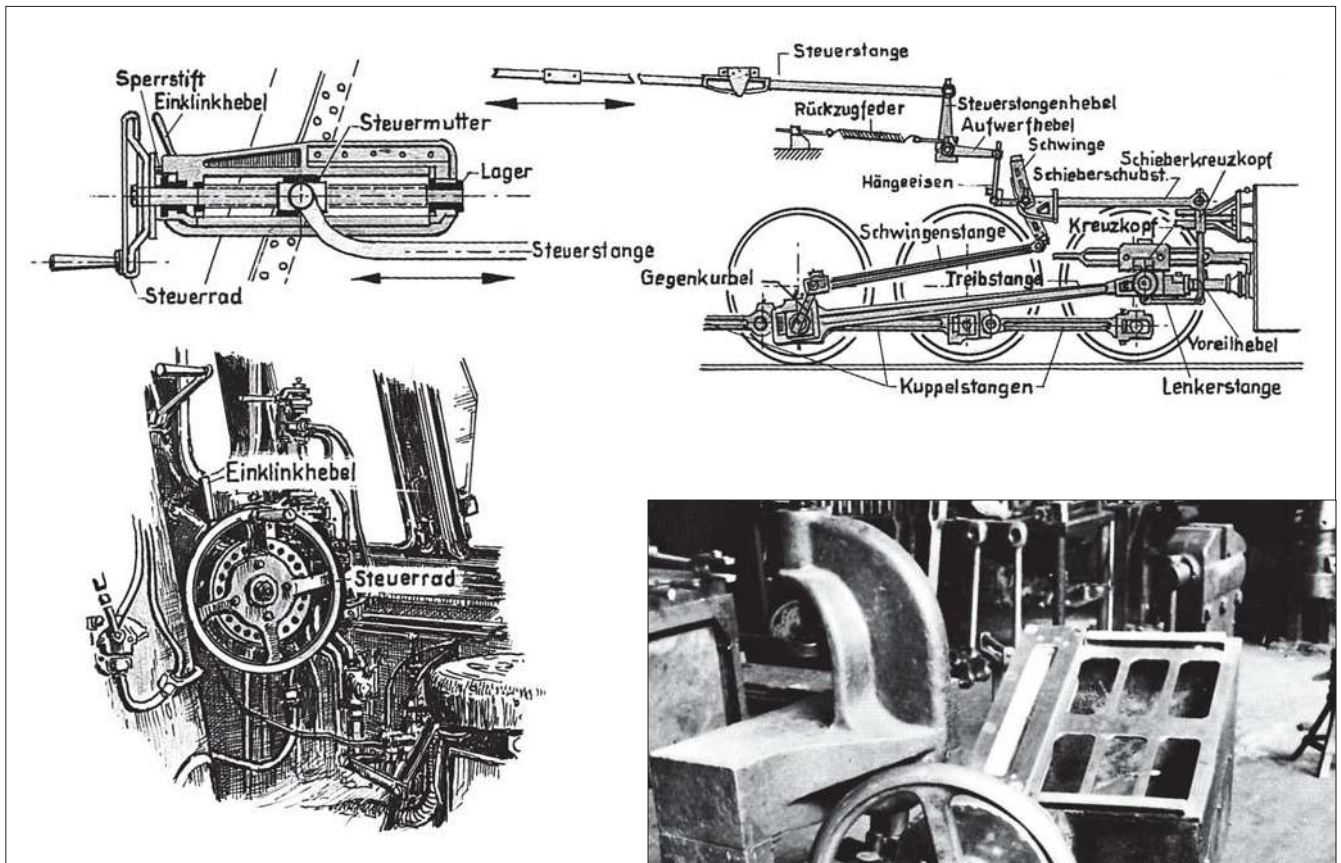
lindern und zur Ausströmung abgehen. Der Flachschieber wird vom Dampfdruck belastet. Die Anpresskraft des Dampfes erfordert nicht nur eine gute Schmierung des Schiebers; vielmehr ist dieser zur Verbesserung der Gleiteigenschaften aus Rotguss gefertigt (oder aus Grauguss mit Rotguss-Gleitschuhen). Mehr als 10 bis 12 bar Druck sind dem Flachschieber nicht zuzumuten, da dann der Verschleiß zu groß würde. Es gab auch entlastete Flachschieber, die bei Schieberkastendrücken von mehr als 8 bar verwendet wurden.

Da der Dampf, von der Einströmung kommend, auf den Flachschieber trifft und durch dessen Bewegungen auf dem Schieberspiegel, welche die Einströmkanäle freigeben, in den Zylinder gelangt, bezeichnet man den Flachschieber als einen Schieber mit äußerer Einströmung. Die Bezeichnung der verschiedenen Teile des Schiebers finden Sie in der Abbildung auf Seite 80. Die beiden Schieberlappen überde-

cken in der Mittelstellung die Ein- und Ausströmung. Das Maß, um das die Schieberlappen die Dampfkanäle nach außen überragen, nennt man Einströmüberdeckung; das Maß, um das sie die Dampfkanäle nach innen überragen, die Ausströmüberdeckung. Wenn sich der Schieber aus der Mittelstellung nach rechts bewegt, so dass die Einströmüberdeckung dem Dampf den Weg in den linken Zylinderraum freigibt, wird gleichzeitig die Ausströmung geöffnet, und der expandierte Dampf kann durch die Schiebermuschel in den Ausströmkanal gelangen. Die Außenkanten der Schieberlappen, die dem Dampf den Weg in den Dampfkanal freigeben oder versperren, nennt man steuernde Kanten. Da dem Zylinder Dampf zugeführt werden muss, wenn der Kolben im Totpunkt steht, muss der Schieber zu diesem Zeitpunkt bereits seine Mittel-

Schwinge mit Schieberschubstange und Hängeeisen.

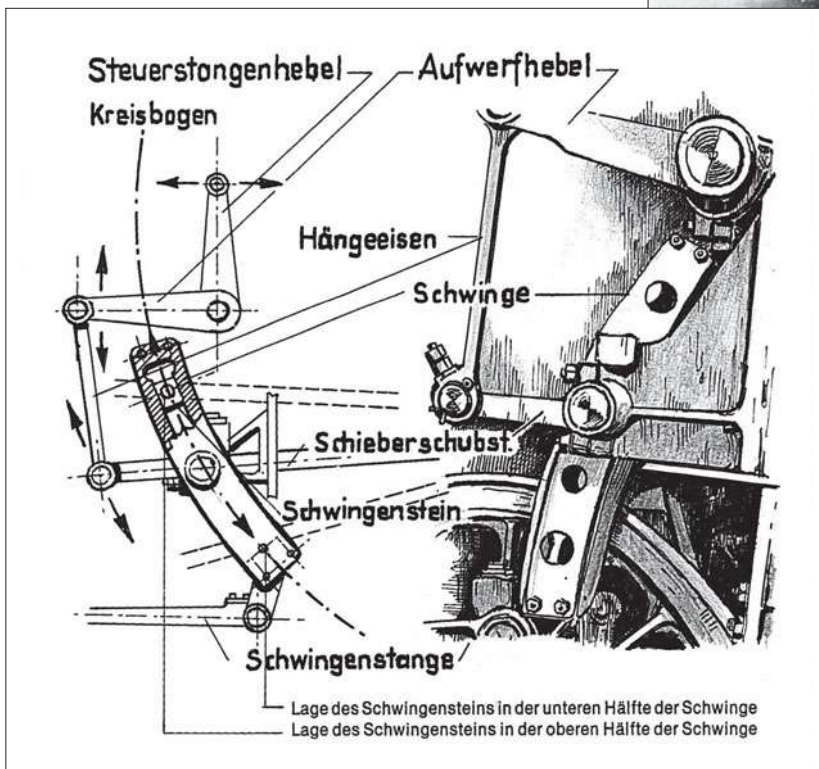




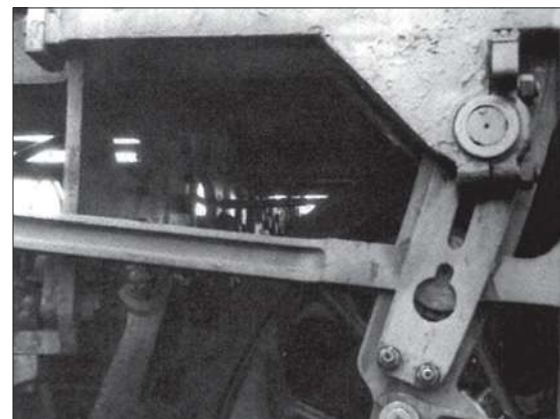
Funktion und Schema
der Heusinger-Steuerung
mit Hängeeisen.

Steuerbock
einer Loko-
motive der
Baureihe 82.

FOTO: WERKTOTO HENSCHEL



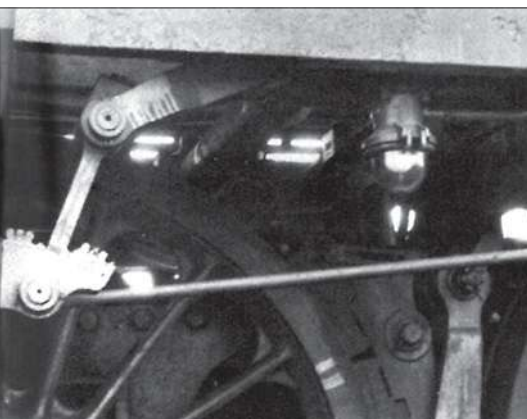
Funktion der Schwinde bei Steuerung mit Hängeeisen.



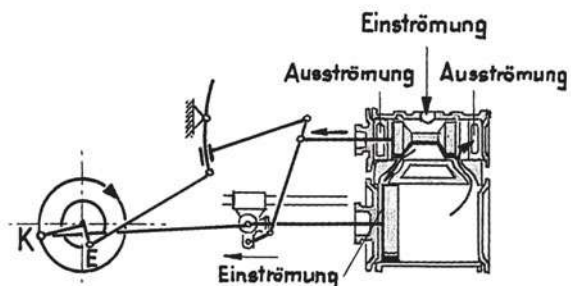
lage verlassen haben. Für den Schieber gibt es keinen Totpunkt; man misst die Schieberbewegungen von der Mittellage nach rechts und links. Nun lässt man den Dampf aber in den Zylinderraum einströmen, bevor der Kolben seinen Totpunkt erreicht hat. Das ist die sogenannte Voreinströmung. In linker Totpunktlage des Kolbens beispielsweise muss sich der Schieber also um den Betrag der Einlassüberdeckung und um einen weiteren Betrag nach rechts bewegt haben, der so groß sein muss, dass die steuernde Kante des Schiebers die Einströmung in den Dampfkanal zum Zylinder freigibt. Diesen Betrag nennt man das lineare Voreilen des Schiebers.

Die hier beschriebenen Vorgänge, die die Arbeit des Schiebers nur grob skizziert wiedergeben, gelten im Prinzip auch für den Kolbenschieber. Es ist bereits erwähnt worden, dass sich der Flachschieber nicht für hohe Drücke und nicht für die Temperaturen des Heißdampfes eignet, weil bei hohen Drücken trotz ausreichender Schmierung die Reibung zu groß ist und Temperaturen, wie sie der Heißdampf aufweist, sogar zum Verziehen des Schiebers führen können. Das gilt auch für den entlasteten Flachschieber. Noch einen weiteren Nachteil hat der Flachschieber: Die bei ihm erforderliche äußere Einströmung erfordert eine gute Abdichtung der Schieberstange durch Stopfbuchsen. Innere Einströmung ist beim Flachschieber nicht mög-

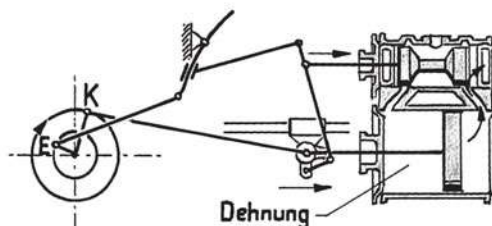
Schwinge und Schieberschubstange an der 45 (Stellung Vorwärtsfahrt). Durch die Schieberschubstangenbewegung wird auch zugleich die Schmierfettpumpe für die Spurkranzfettschmierung durch ein Gestänge angetrieben. Aufgrund der Fotomontage ist die Abbildung etwas verzerrt (Heizerseitenansicht).



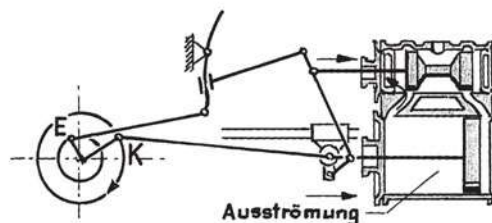
Die vier wichtigsten Schieberstellungen im Betrieb bei Vorwärtsfahrt der Lokomotive.



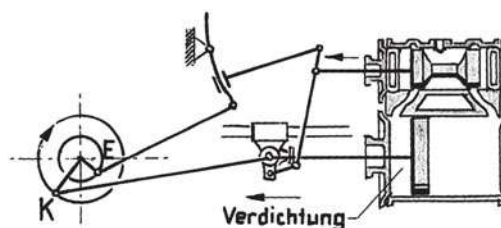
I Beginn der Dampfeinströmung



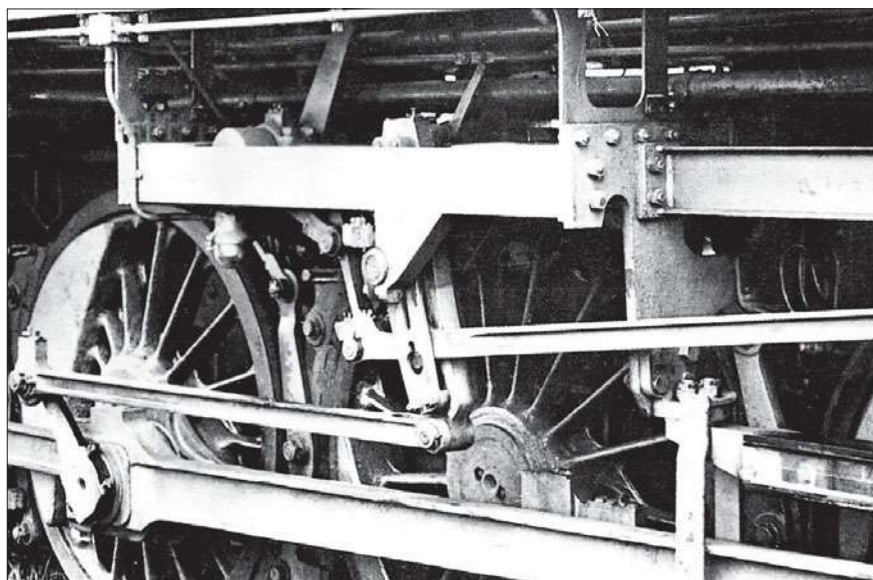
II Beginn der Dampfdehnung



III Beginn der Dampfausströmung



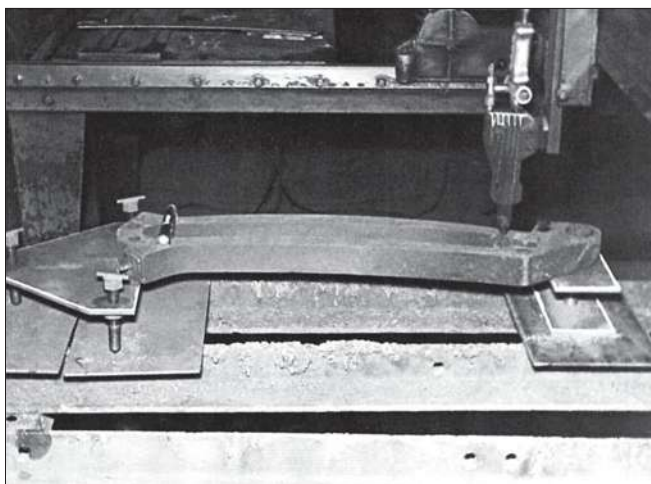
IV Beginn der Verdichtung



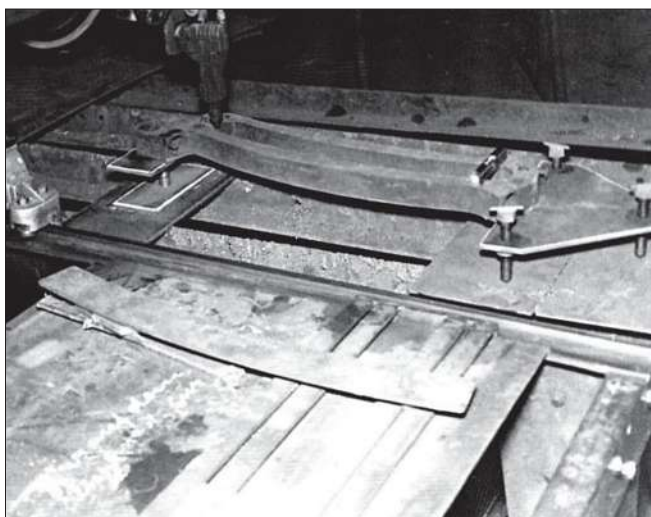
Die Schwinge auf der Lokführerseite der 45 010.

ZEICHNUNGEN (3): R. BARKHOFF

FOTOS (2): VERLAGSARCHIV



Ausbrennen einer neuen Schwinge auf der Schablonenbrennmaschine. Das Foto stammt aus dem Jahr 1955.

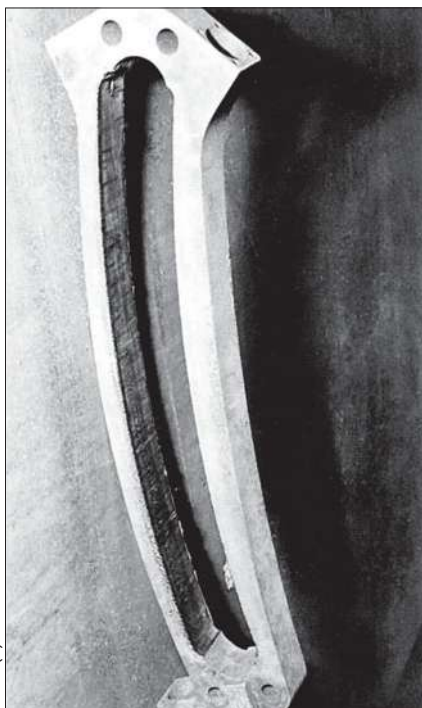


Das Brenngerät wird genau nach Schablone geführt.



Schieberschubstange der 23 105 bei der Aufarbeitung.

FOTO: H. GARD



Der fertige Schwingerohling, der auf der Schablonenschneidmaschine ausgebrannt wurde.

FOTOS (3): SAMMLUNG GARD

lich, da der Schieber nur lose auf dem Schieberspiegel geführt wird und durch den Dampfdruck abheben würde. Diese Eigenschaft ist zugleich einer seiner Vorteile: Lokomotiven mit Flachschiebern können auf Zylindersicherheitsvorrichtungen und Druckausgleichsvorrichtungen verzichten.

Flachschieber heben beim Leerlauf und beim Überreißen von Wasser einfach ab (siehe Abschnitt Dampfzylinder) und schaffen auf diese Weise den Druckausgleich. Der Kolbenschieber hat den Flachschieber abgelöst. Die einfachste Ausführung ist der sogenannte Kolbenschieber der Regelbauart (Regelschieber), wie ihn die Länderbahnlokomotiven und die ersten Einheitslokomotiven besaßen. Hier sitzen die beiden Schieberkörper aus Grauguss auf der Schieberstange. Um die beweglichen Massen so klein wie möglich zu halten, sind die Schieberkörper dünnwandig ausgeführt, und die Schieberstange ist oft hohlgebohrt. Die Abdichtung gegen

die Schieberbuchsen erfolgt wie beim Dampfkolben mit federnden Kolbenschieberringen, die in Nuten des Schieberkörpers sitzen. Die Ringe sind gegen Verdrehen gesichert, und alle Stöße müssen stets unten liegen. Über die gesamte Länge der von den Schieberkörpern bestrichenen Schieberbuchsen befindet sich unten ein breiter Steg, auf dem die Ringstöße laufen, damit sie nicht in den Aussparungen der Buchsen (Dampfkanalfenster) hängenbleiben oder auffedern.

Kolbenschieber für Heißdampflokomotiven arbeiten mit innerer Einströmung, so dass der Dampf zwischen beiden Schieberkörpern einströmt. Als steuernde Kanten gelten die äußeren Kanten der Schieberkörper, nicht die der Kolbenringe. Für den Kolbenschieber der Regelbauart sind Druckausgleichsvorrichtungen erforderlich.

Diese sind bei den sogenannten Druckausgleichkolbenschiebern überflüssig. Die bekanntesten sind die Bau-

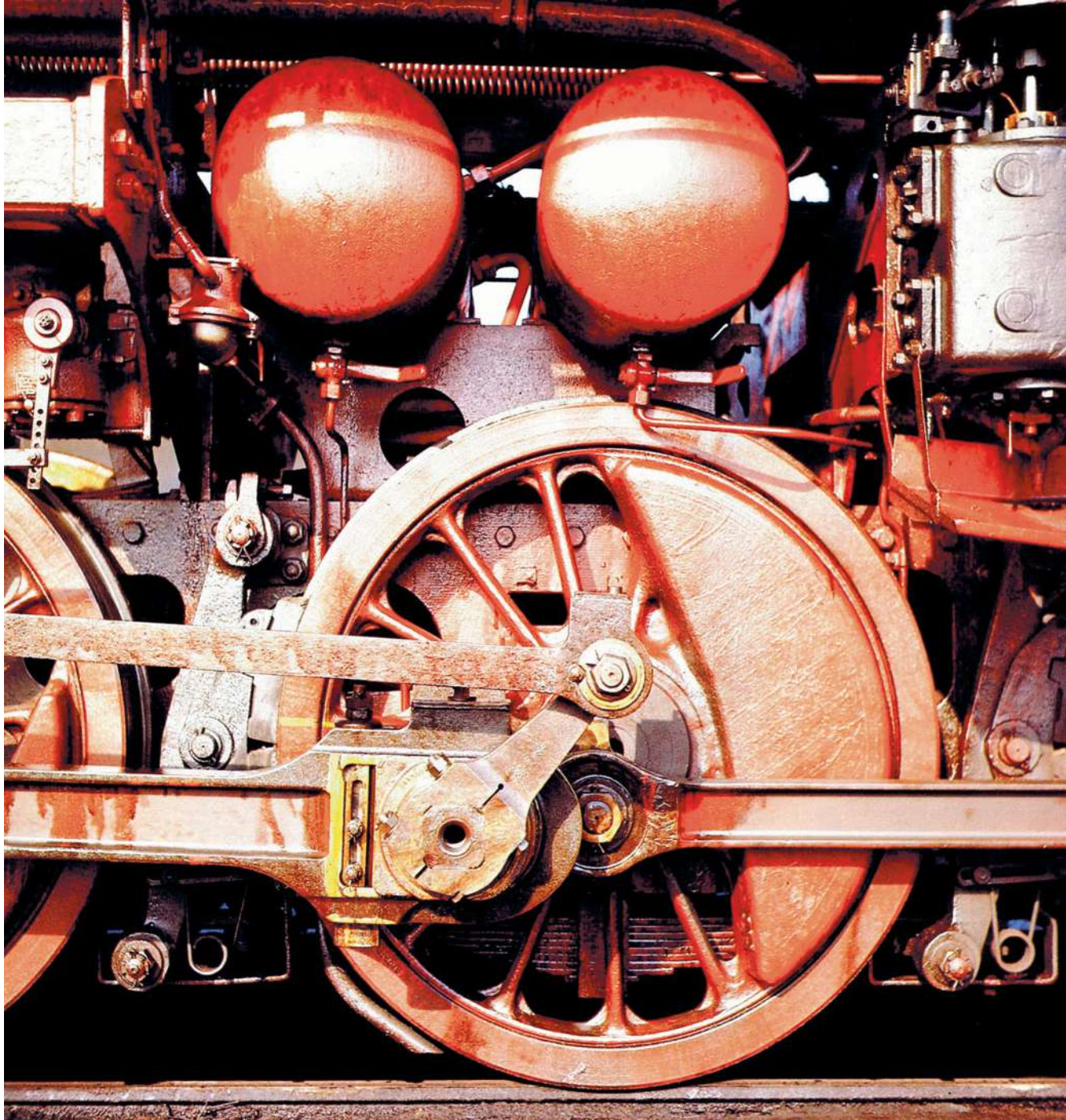


FOTO: D. KEMPF

Treibrad mit Gegenkurbel einer 44, am 3. Juni 1972 im Bw Ehrang aufgenommen.

arten Karl Schulz (identisch mit der Bauart Nicolai), Müller und Trofimoff.

Der Druckausgleichkolbenschieber der Bauart Karl Schulz besteht aus zwei auf der Schieberstange festsitzenden Kolben sowie aus zwei auf der Schieberstange beweglichen Kolben. Die festsitzenden Körper befinden sich jeweils außen. Bei geschlossenem Regler (keine Dampfzufuhr) werden bewegliche und starre Kolbenhälften durch eine Spiralfeder auseinandergedrückt. Bereits ein Schieberkastendruck von 0,5 bis 1,0 bar drückt die Federn zusammen, die beiden Kolbenhälften klappen zusammen und nehmen die Breite eines Schieberkörpers der Regelbauart ein.

Bei allen Lokomotiven mit Druckausgleichkolbenschiebern muss der Regler behutsam geöffnet werden, damit die Schieberhälften beim Zusammenklap-

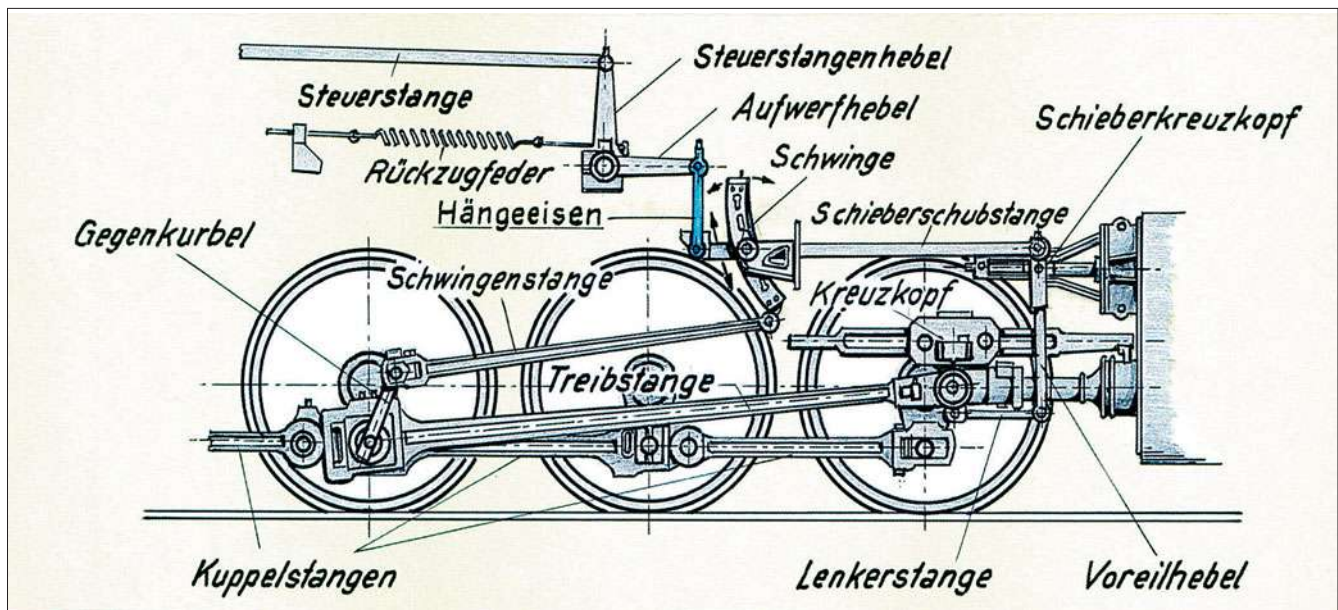
pen nicht beschädigt werden. Wird der Regler geschlossen, drücken die Federn die Schieberhälften wieder auseinander, und es entsteht ein ringförmiger Raum, durch den über die Ausströmkästen eine Verbindung beider Dampfzylinderhälften hergestellt und der im Zylinder verbliebene Restdampf hin- und hergeschoben wird. Der innere (bewegliche) Kolben ist an der Stoßstelle abgefasst, so dass ein Überdruck im Zylinder (Wasserschlag o.Ä.) die inneren Schieberkörper von den äußeren abdrücken und der Überdruck durch die Ausströmung entweichen kann. Zylindersicherheitsventile oder Druckausgleicher sind deshalb nicht erforderlich.

Ganz ohne Federn arbeitet der Trofimoff-Schieber, der u.a. von der Deutschen Reichsbahn bevorzugt wurde. Wird der Regler geschlossen (Leerlauf),

bleiben die Schieberkörper in ihrer Stellung stehen, und die Schieberstange läuft, entsprechend dem Antrieb durch die äußere Steuerung, durch sie hindurch. Bei geöffnetem Regler drückt der Dampf die losen Schieberkörper gegen die fest auf der Schieberstange sitzenden Stützplatten, und der Trofimoff-Schieber arbeitet wie ein Regelschieber.

Von allen Schieberbauarten hat der Trofimoff-Schieber den besten Druckausgleich, weil durch die Schieberbewegung im Leerlauf die Kanalquerschnitte nicht geändert werden. Es gibt also auch keinen Geschwindigkeitsverlust durch Drosselung im Zylinder.

Der Müller-Schieber ist eine Verbesserung des Karl-Schulz-Schiebers. In seiner weiterentwickelten Ausführung sind die Federn entfallen, so dass er, wie der Trofimoff-Schieber, federlos arbeitet.



Die Teile der Heusinger-Steuerung mit Hängeseisen und ihre Bezeichnungen.

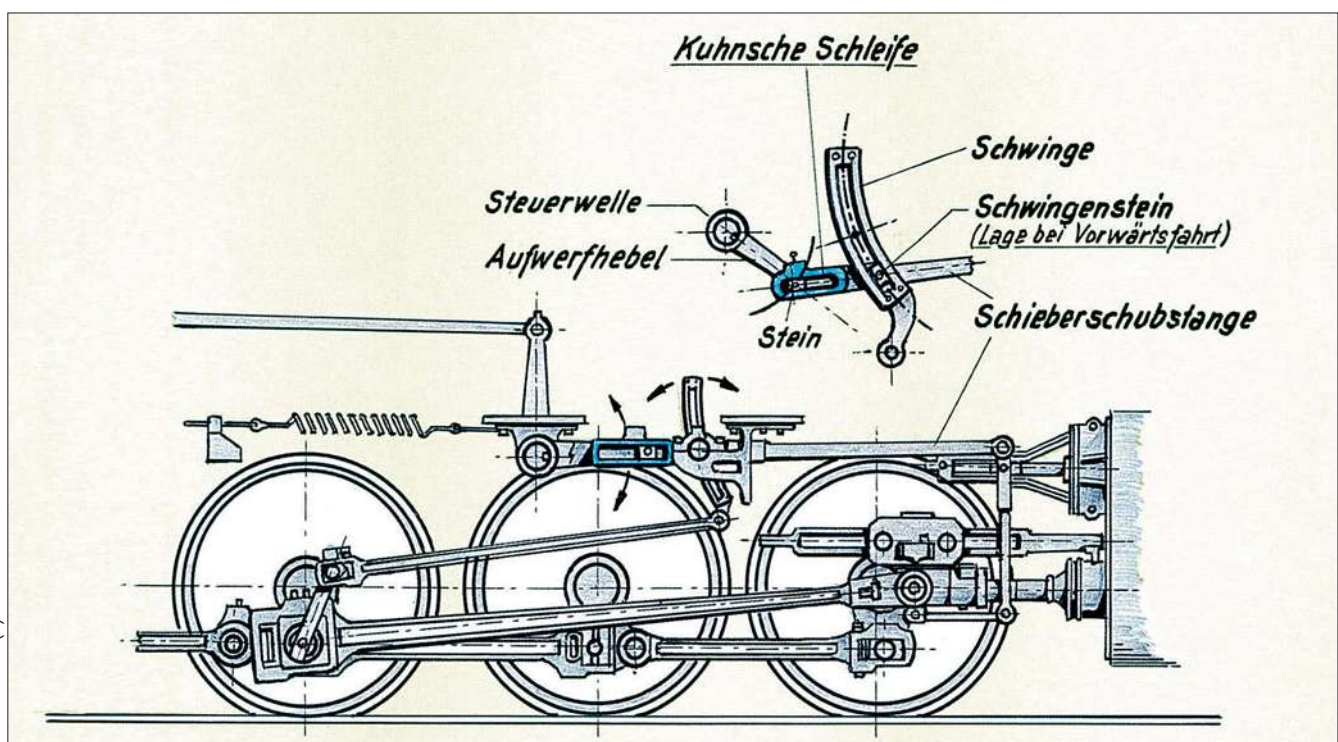
Die äußere Steuerung

Bei der Entwicklung der Dampfmaschine und speziell der Dampflokomotive sind auf der Suche nach einer zuverlässig funktionierenden und möglichst wartungsarmen Steuerung viele Bauarten entwickelt worden. Die in der Welt verbreitetste Ausführung ist die der Bauart Heusinger, benannt nach Edmund Heusinger von Waldegg (1817 – 1866), der, unabhängig von dem belgischen Ingenieur Walschaert, als Maschinenmeister der Taunusbahn 1849 die Schwingensteuerung erfand. Wir müssen uns hier aus Platzgründen auf die Darstellung der

Heusinger-Steuerung beschränken und die Interessenten anderer Steuerungsbauarten auf die Fachliteratur verweisen.

Die Dampfschieber werden von einem der angetriebenen Radsätze bewegt, bei der außenliegenden Heusinger-Steuerung durch die auf einen Vierkant des Treibzapfens aufgesetzte Schwingen- oder Gegenkurbel. Diesen Vierkant hat 1934 das Vereinheitlichungsbüro eingeführt. Vorher war die Gegenkurbel in einen Kurbelzapfenschlitz eingeführt. Die Gegenkurbel ist mit der Schwingenstange verbunden, die an ihrem vorderen Ende an der Schwinde angreift. Es

gibt zwei Bauarten der Schwinde, die Schlitzschwinde und die Taschenschwinde. Beide sind kreisförmig gebogen. Die Schwinde, gleich welcher Bauart, bildet das Verbindungsglied zwischen der vom Führerhaus kommenden Steuerstange, der Schwingenstange und der Schieberschubstange. Schlitz- und Taschenschwinde sind in der Funktion gleich, unterscheiden sich jedoch in der Art der Führung des Schwingensteines. Bei der Schlitzschwinde wird der gusseiserne Schwingenstein von der Schieberschubstange gabelförmig umfaßt. Bei der Taschenschwinde ist der



Die Teile der Heusinger-Steuerung mit Kuhnscher Schleife und ihre Bezeichnungen.

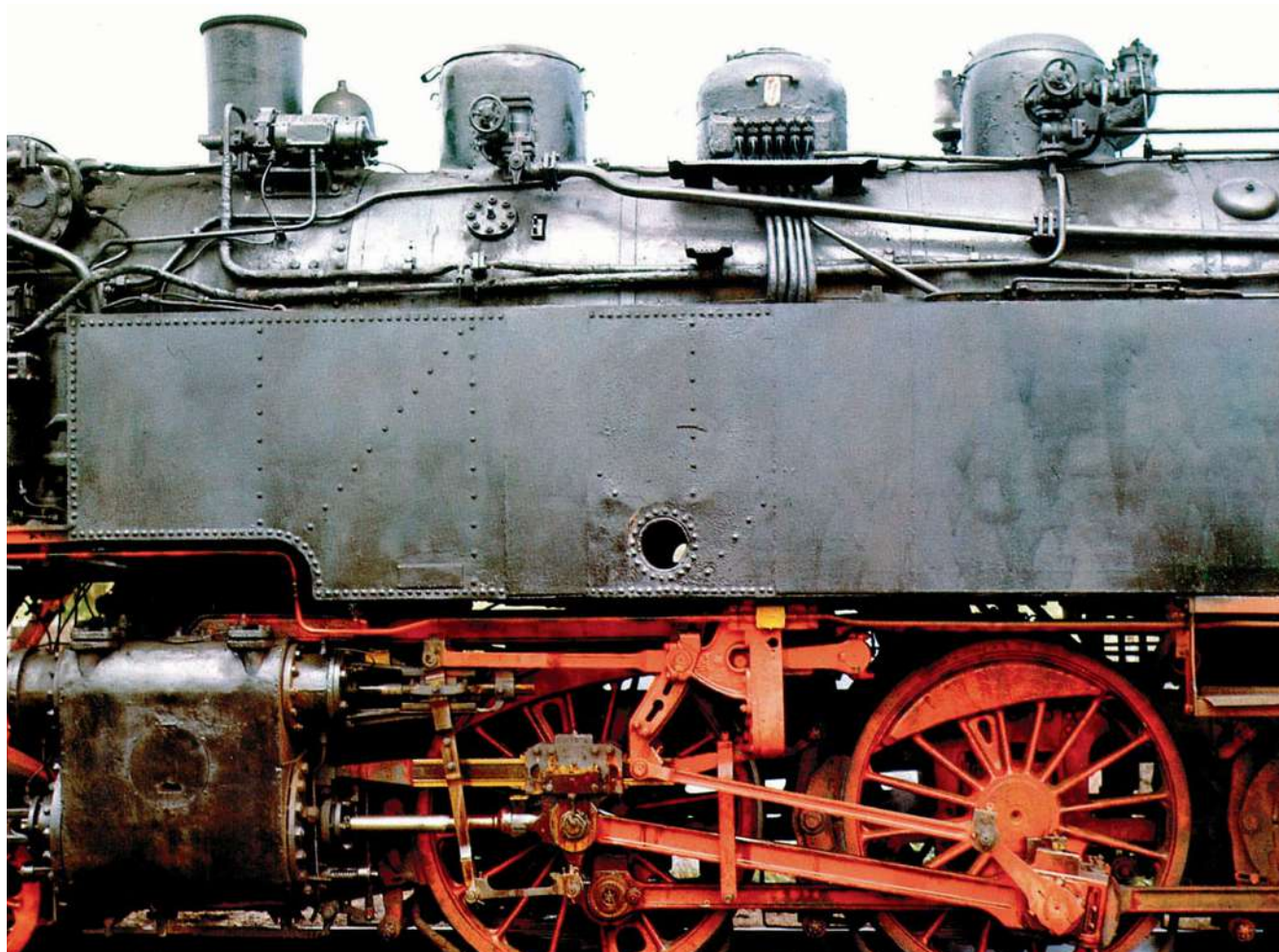


FOTO: D. KEMP

Heusinger-Steuerung der 64 106 mit Kuhnscher Schleife im Mai 1971 in Miltenberg Nord aufgenommen. Die Steuerung liegt in Mittelstellung der Schieber, so dass die Lokomotive nicht anfahren könnte.

Schwingenstein geteilt. Beide Hälften sind mit der Schieberschubstange durch einen Bolzen verbunden und gleiten in Taschen. Befindet sich der Schwingenstein in der unteren Hälfte der Schwinge, bedeutet das bei Lokomotiven mit innerer Einströmung Vorwärtsfahrt. Ist er in der oberen Hälfte, fährt die Lokomotive rückwärts. Durch Heben und Senken des Schwingensteines in der oberen bzw. unteren Hälfte der Schwinge lässt sich der Füllungsgrad der Dampfzylinder beeinflussen. Das Heben und Senken des Schwingensteines bewegt durch die Kreisbogenform der Schwinge die Schieberschubstange und beeinflusst damit die Stellung des Schieberkolbens. Die Kreisbogenform verkürzt bzw. verlängert die Schieberschubstange. Das Heben oder Senken des Schwingensteines erfolgt durch die Steuerstange. Die Steuerstange reicht in den Führerstand und mündet im Steuerbock, der bei Einheitslokomotiven am Stehkessel befestigt war. Bei Neubaulokomotiven war der Steuerbock am Rahmen befestigt, wodurch er nicht der Wärmedehnung des

Kessels folgen musste, die zu Ungenauigkeiten bei der Dampfverteilung führte.

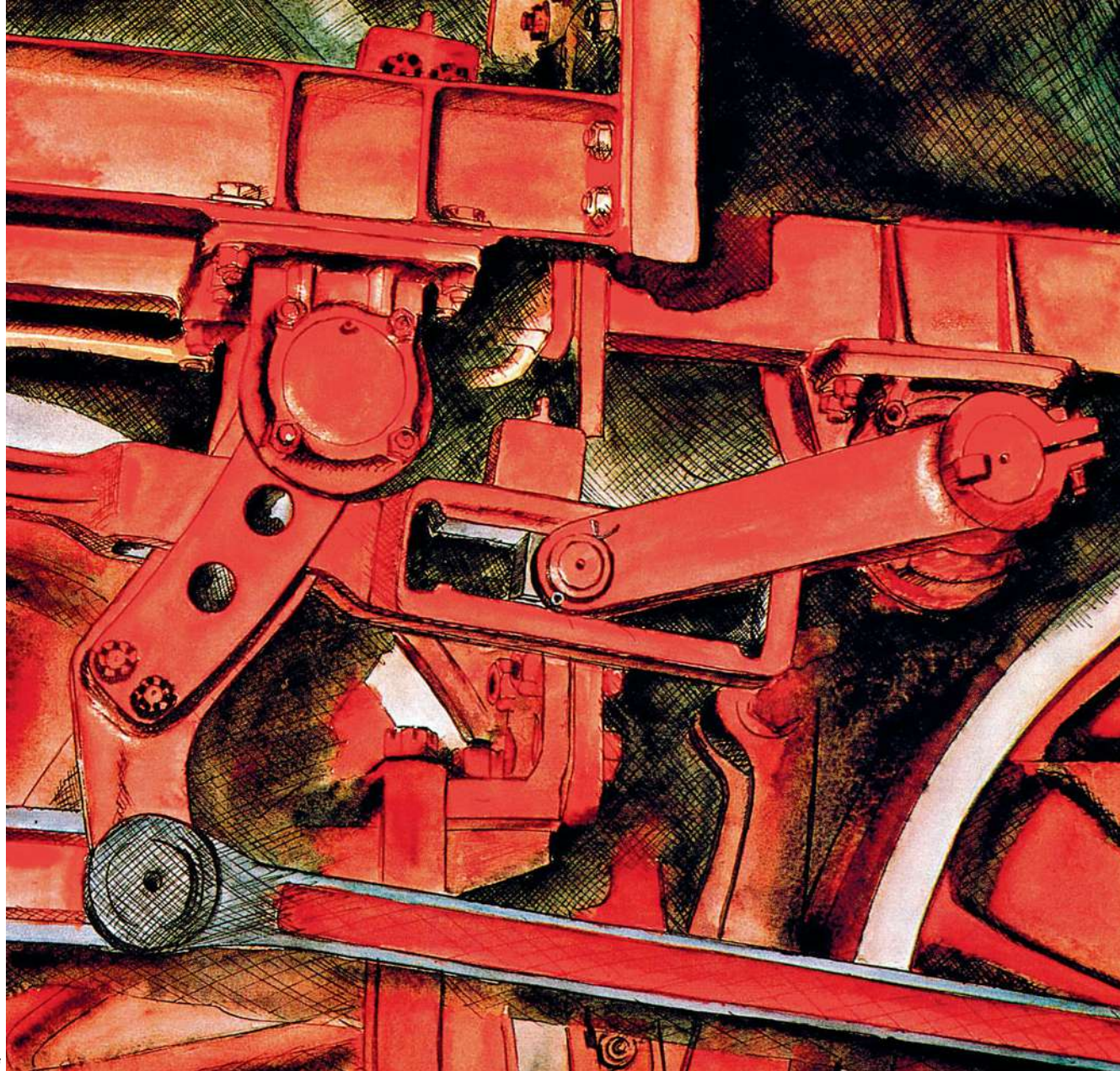
Die Steuerstange ist mit ihrem gabelförmigen hinteren Ende in den Zapfen der Steuermutter gelagert. Die Steuermutter kann sich nicht drehen, wird aber durch Drehen mit der Handkurbel (bei Länderbahnlokomotiven) oder dem Steuerrad (bei Einheits- und Neubaulokomotiven) in Längsrichtung verschoben und zeigt auf der Steuerskala den jeweiligen Füllungsgrad bei Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt an. Die Steuermutter bewegt sich sinnfällig bei Vorwärtsfahrt nach vorn, bei Rückwärtsfahrt nach hinten. Mit dem Handrad oder der Kurbel wird die Steuerstange vorwärts oder rückwärts bewegt. Eine Sperrklinke hält die Steuermutter und damit die eingestellte Füllung in jeder beliebigen Lage fest.

Die Steuerstange ist vorn gelenkig mit dem Steuerstangenhebel verbunden, der mit dem winklig angesetzten Aufwerfhebel ein Bauteil bildet. Steuerstangen- und Aufwerfhebel sind auf einer Steuerwelle befestigt. Die Steuer-

welle verbindet die rechte mit der linken Lokomotivseite und überträgt die Bewegungen der Steuerstange auf die linke Lokomotivseite, damit die Teile der äußeren Steuerung auf der Heizerseite die Bewegungen synchron ausführen.

Die Verbindung der Schieberschubstange mit dem Aufwerfhebel kann auf zweierlei Weise erfolgen: Entweder durch das Hängeisen oder die Kuhnsche Schleife. Bei der Kuhnschen Schleife wird der Aufwerfhebel in einem Schlitz (Schleife) am Ende der Schieberschubstange in einem drehbaren Stein geführt. Der Schwingenstein gleitet während der Fahrt ständig auf und ab. Man nennt diesen Vorgang das „Steinspringen“. Es beeinflusst die Dampfverteilung in den Zylindern nachteilig. Bei der Aufhängung mit Kuhnscher Schleife ist das Steinspringen in beiden Fahrtrichtungen gering. Diese Bauart wird deshalb vorzugsweise bei Tenderlokomotiven angewandt, die gleichermaßen für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt eingerichtet sind.

Bei der anderen Bauart sind Aufwerfhebel und Schieberschubstange durch



Heusinger-Steuerung mit Kuhnscher Schleife einer Lok der Baureihe 066. Der Aufwerfhebel drückt die Schieberstange nach unten, stellt also Vorwärtsfahrt ein.

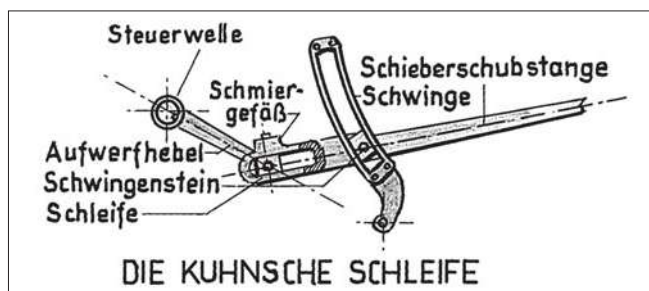
das so genannte Hängeisen verbunden. Befindet sich der Schwingenstein in der unteren Hälfte der Schwinne (= Vorwärtsfahrt bei Lokomotiven mit innerer Einströmung), ist der Unterschied der Bewegungen zwischen Schieberstange und Schwinne geringer als bei der Kuhnschen Schleife; der Stein springt weniger, und die Dampfverteilung ist gleichmäßiger. Deshalb wird die Heusinger-Steuerung mit Hängeisen

bevorzugt bei Schlepptenderlokomotiven mit der Hauptfahrrichtung vorwärts angewandt. Um dem Lokführer das Bewegen der Steuerungsteile zu erleichtern und das Steuerungshandrad vom Gewicht der Steuerungsteile zu befreien, ist eine Rückholfeder eingebaut, die am Steuerstangenhebel angreift.

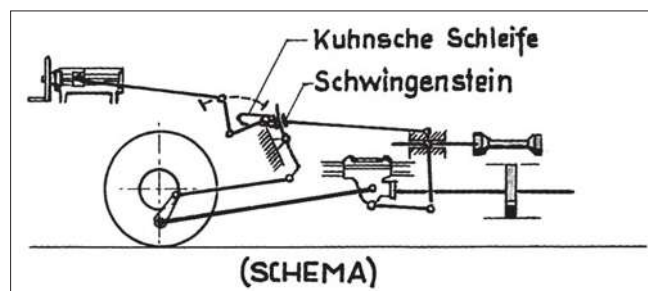
Die Schieberstange und damit der Kolbenschieber wird einerseits durch die von der Schwinne angetriebene Schie-

berschubstange, andererseits durch den Voreilhebel bewegt. Der Voreilhebel ist durch die Lenkerstange mit dem Kreuzkopf verbunden.

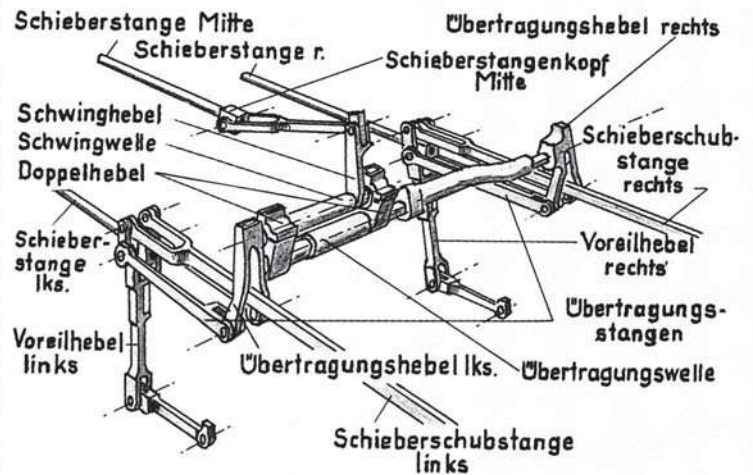
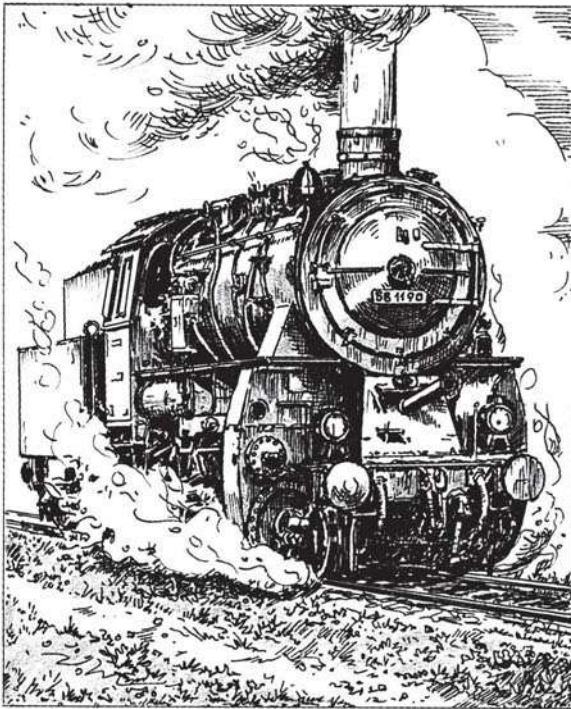
Die Schieberstange gabelt sich am vorderen Ende und ist durch einen Gelenkbolzen mit dem Voreilhebel verbunden. Der Voreilhebel umfasst den Schieberstangenkopf und bewegt die Schieberstange. Die Schieberstange wird in den Schieberkastendeckeln von



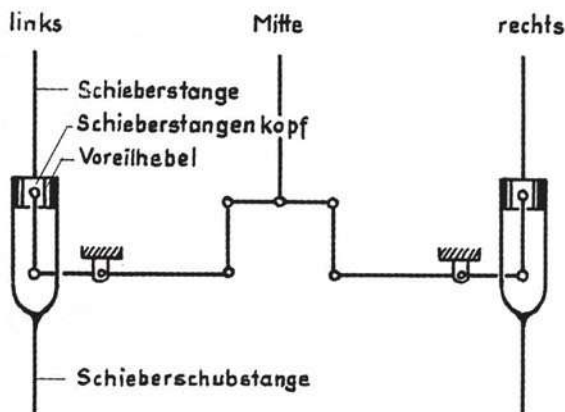
Dieses und das nächste Bild zeigen die verschiedenen Fahreinrichtungen einer Steuerung mit Kuhnscher Schleife. Die Abbildung zeigt die Steuerung in der Position „Vorwärtsfahrt“.



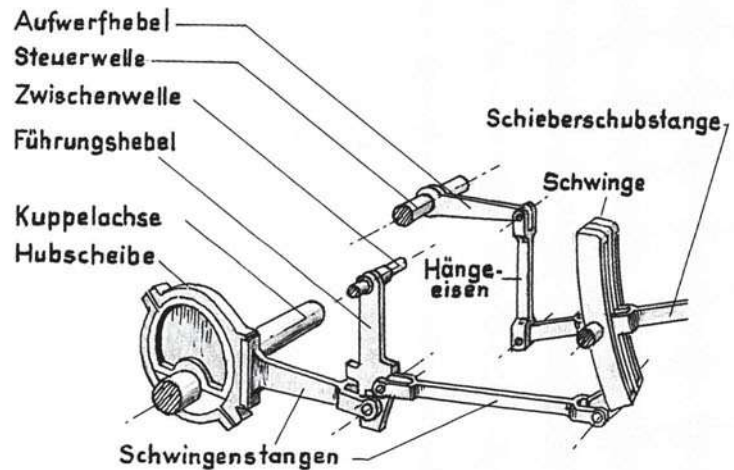
Diese Steuerungstellung zeigt Rückwärtsfahrt an.



Ableitung der Steuerungsbewegung für den Innenzylinder v. d. außen liegenden Steuerungen

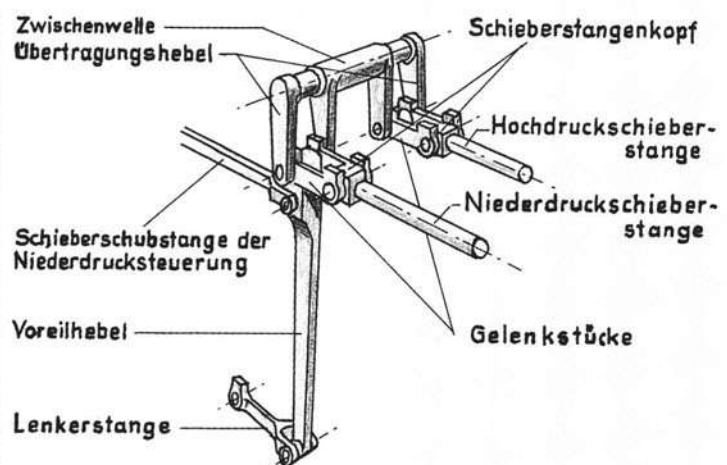
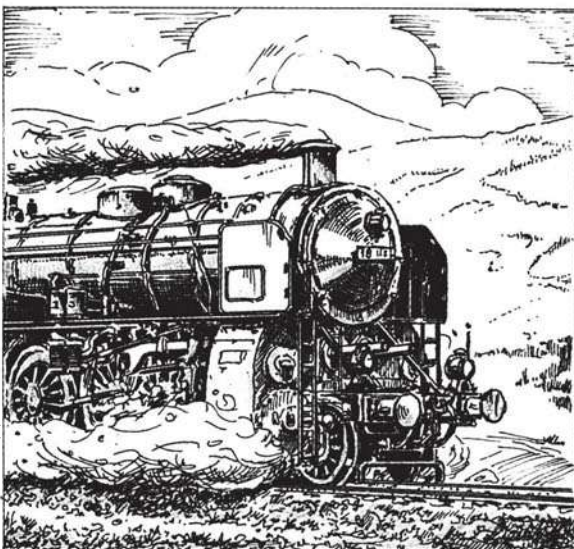


Ableitung der Steuerungsbewegung für den Innenzylinder von den außen liegenden Steuerungen



Schwingenantrieb des Innenzylinders durch Hubscheibe

ZEICHNUNGEN (3): R. BARKHOFF



Steuerung einer Vierzylinder-Verbundlokomotive mit gegenläufigem Triebwerk

Schema der innenliegenden Steuerungen für 3 und 4 Zylinder mit unterschiedlichen Systemen: Zum einen die Ableitung der Steuerungsbewegung für den innenliegenden Zylinder von den außenliegenden Steuerungen; zum anderen der Schwingenantrieb des Innenzylinders durch Hubscheibe (Exzentrerscheibe) und als drittes die Steuerung einer Vierzylinder-Verbundlokomotive mit gegenläufigem Triebwerk, bei dem die Schieberstellung des innenliegenden Hochdruckschiebers durch den außenliegenden Niederdruckschieber bestimmt wird.



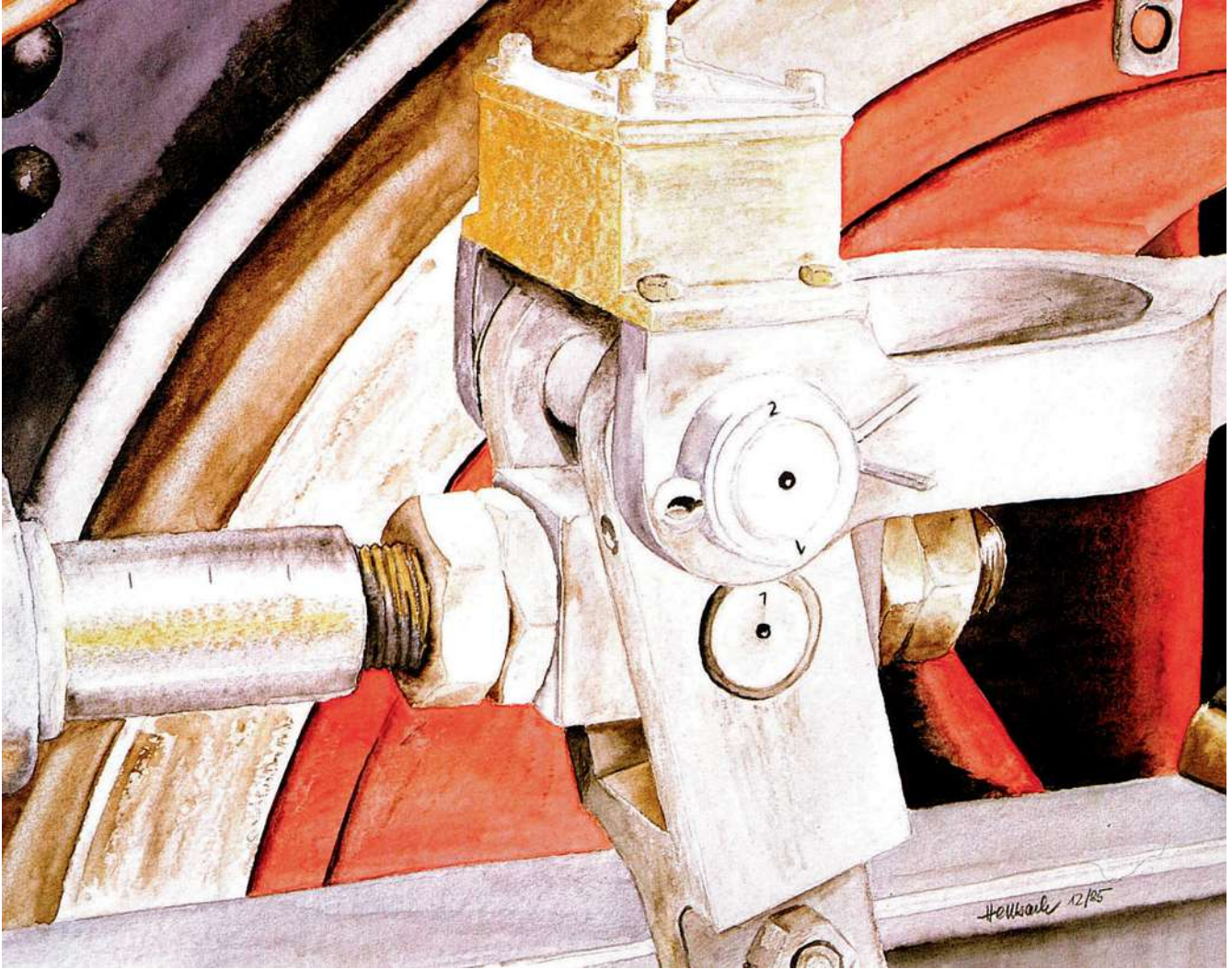
Ein Blick auf das äußere Triebwerk der 044 256 des Bw Ottbergen (29. Mai 1976).

Tragbuchsen aus Gusseisen getragen, die zugleich gegen den Auspuffdampf abdichten. Der Schieberstangenkopf hat oben und unten Gleitschuhe und läuft in einer Schieberstangenführung, die die senkrechten Kräfte aufnimmt, die durch den Antrieb entstehen. Die Schieberstange trägt am hinteren Ende Gewinde und zwei Stellmutter, wodurch die Stellung des Schieberstangenkopfes auf der Schieberstange geändert werden kann. Das ist erforderlich, um die Steuerung einregulieren zu können, bis der Schieber für beide Zylinderhälften eine gleiche Dampfverteilung sichert. Bei der hinteren Schieberstangenführung gibt es eine Vielzahl von Bauarten; die hier

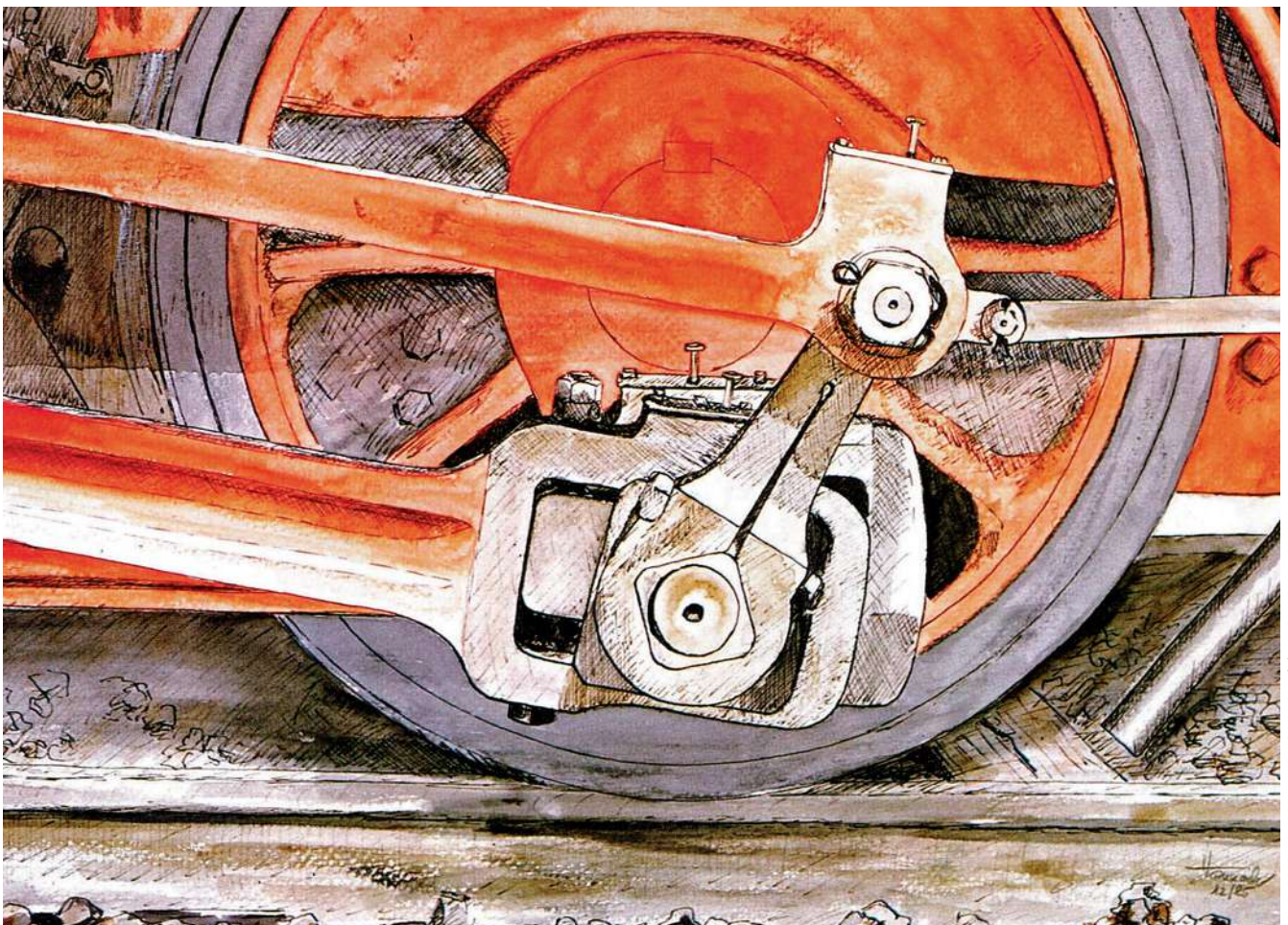
beschriebene entspricht der Ausführung bei Einheitslokomotiven. Bei Mehrzylinder-Lokomotiven muss auch der Antrieb der Schieber für die inneren Zylinder vorgesehen werden. Bei Vierzylinder-Lokomotiven ist es üblich, den Steuerungsantrieb des inneren HD-Zylinders vom äußeren ND-Zylinder abzuleiten. Dazu wird die Bewegung der Schieberstange des ND-Zylinders im Schieberstangenkopf von einer Übertragungswelle auf den Schieberstangenkopf des HD-Zylinders übertragen. Damit laufen die Schieber einer Triebwerksseite synchron. Weil HD- und ND-Triebwerk aber gegenläufig arbeiten müssen, bekommt der HD-Schieber innere, der ND-Schieber äußere

Einströmung. Dieser abgeleitete Antrieb der Steuerung für die Innenzylinder hat den Nachteil, dass alle Ungenauigkeiten bei der Dampfverteilung der äußeren Zylinder auf die inneren übertragen werden. Die Ungenauigkeiten werden um so größer, je mehr im Betrieb das Lagerspiel der beweglichen Teile zunimmt.

Eleganter und zuverlässiger ist die Lösung, die beispielsweise bei den Dreizylinder-Lokomotiven der Einheitsbaureihen 01¹⁰, 03¹⁰ und 44 angewandt wurde. Hier übernimmt eine Hubscheibe auf der Achswelle der 3. bzw. 4. Kuppelachse den Antrieb der Schwingenstange. Im Gegensatz zur abgeleiteten Steuerung arbeitet diese direkte genauer.



Schieberkreuzkopf mit Schieberschubstange und Schieberstange einer 1C-Henschel-Werklokomotive (äußere Einströmung).



Kuppel-, Treibstangenlager und Gegenkurbel einer B-Lokomotive (Eisenbahnmuseum Bochum-Dahlhausen).

FEDERZEICHNUNGEN MIT AQUARELL (2): H.E. HELLBACH

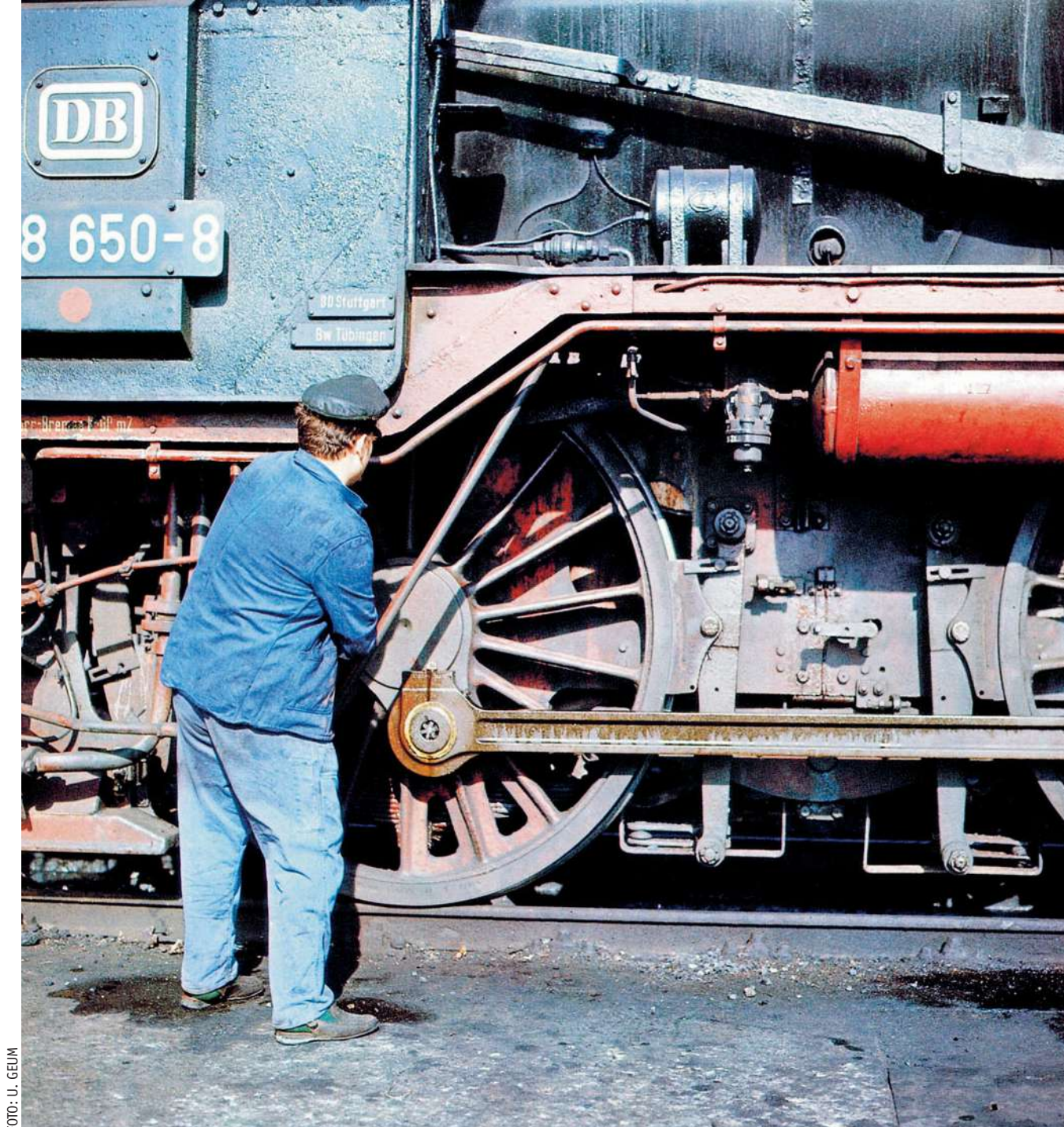


FOTO: U. GEUM

Die preußische P 8 (spätere Baureihe 38¹⁰⁻⁴⁰) besitzt ein Laufwerk im Blechrahmen. Das Foto entstand am 23.09.1971 in Freudenstadt.

Das Fahrgestell

Das Fahrgestell der Lokomotive besteht aus zwei Baugruppen, dem Rahmen und dem Laufwerk. Der Rahmen trägt den Kessel, das Führerhaus und die Dampfmaschine. In seinen Achslagerausschnitten nimmt er das Laufwerk auf, und schließlich überträgt er die entwickelten Zugkräfte auf den angehängten Wagenzug.

Der Rahmen

Nach ihrer Anordnung zu den Radsätzen sind Innen- und Außenrahmen zu unterscheiden. Beim Außenrahmen liegen die Längsträger des Rahmens, die Rahmenwangen, vor den Radsätzen (die Räder

also zwischen den Rahmenwangen), beim Innenrahmen liegen die Räder vor den Rahmenwangen. Der Außenrahmen ist die weniger gebräuchliche Bauform. Er ist bei Lokomotiven kleiner Spurweiten verwendet worden oder, wie bei Zahnradlokomotiven, wenn der Raum zwischen den Rahmenwangen für die unterzubringenden Bauteile zu eng ist.

Es gab auch Lokomotiven, die Außen- und Innenrahmen zugleich hatten. Ein Beispiel dafür sind die sächs. IXV und IXHV (Baureihen 56⁵ und 56⁶), bei denen drei der vier Kuppelachsen im Innenrahmen, die vierte Kuppelachse (Hohlachse der Bauart Klien-Lindner)

im Außenrahmen gelagert war. Bei den Meyer-Lokomotiven der Gattung sächs. IV K, die wir bereits erwähnten, besitzt das hintere Drehgestell Außen-, das vordere Innenrahmen.

Von der Ausführung (Bauform) her unterscheidet man zwischen Blechrahmen, Barrenrahmen, kombiniertem Blech-/Barrenrahmen und Stahlgussrahmen. Der Blechrahmen besteht aus hohen Rahmenwangen von 25 bis 40 mm Dicke. Die Bauhöhe ist zur Aufnahme der Achslagerausschnitte ohne Einbuße an Stabilität erforderlich. Die relativ schwachen Rahmenwangen müssen in Längs- und Querrichtung gut versteift



FOTO: W. STAIGER

Barrenrahmen der 044 377 mit den für diese Bauausführung typischen Aussparungen zur Gewichtseinsparung. Deutlich erkennbar sind im Vordergrund auch die Ausgleichhebel des Federungsausgleiches.

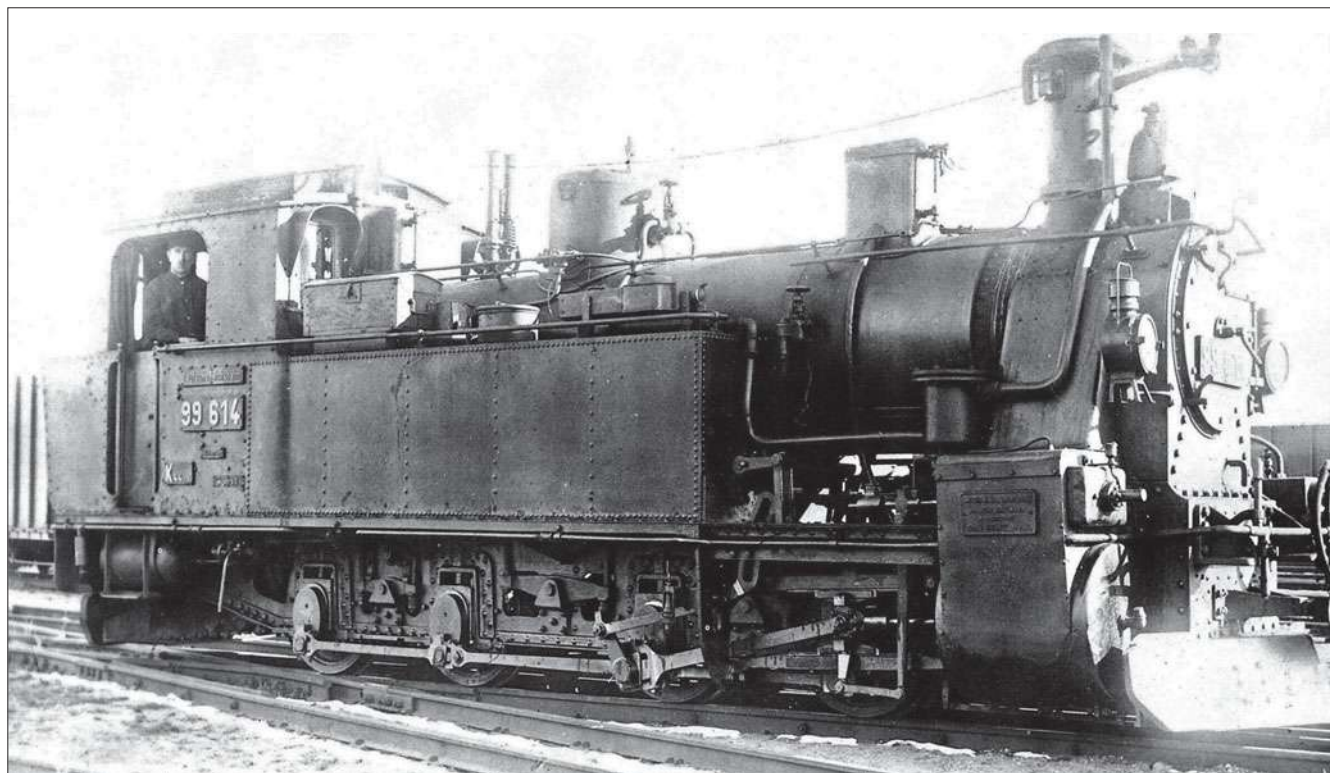
werden, besonders, um die horizontalen Kräfte der Treib- und Kuppelachsen aufnehmen zu können. Ein Blechrahmen ist auch ohne aufgesetzten Kessel ein verwindungssteifer Träger. Der Kessel ist lediglich vorn mit dem Rauchkammerträger fest verbunden, hinten ist er nur mit Klammern am Stehkesselträger befestigt. Die Bauhöhe des genieteten Blechrahmens zwingt dazu, den Stehkessel zwischen den Rahmenblechen einzuziehen (z.B. Baureihe 38¹⁰⁻⁴⁰, die preuß. P 8).

Der Barrenrahmen hingegen besteht aus 70 bis 100 mm dicken gewalzten Stahlbarren mit sehr viel niedrigerer Bauhöhe als der Blechrahmen. Wegen seiner großen Masse und der Achslagerausschnitte darf der Barrenrahmen

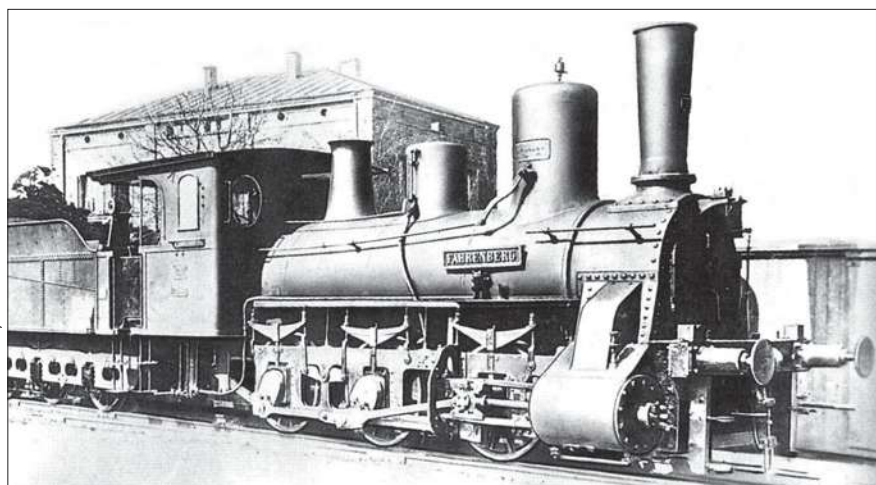
nur mit aufgesetztem Kessel angehoben werden. Zwar kann der Kessel allein abgehoben werden, doch dann muss der Rahmen auf dem Laufwerk ruhen. Der Barrenrahmen braucht wegen seiner größeren Materialstärke weniger aufwendige Querversteifungen, und seine niedrige Bauhöhe gestattet es, den Stehkessel auf den Rahmen zu setzen und zur Erzielung einer großen Rostfläche rechts und links über den Rahmen hinausragen zu lassen. Blechrahmen wie Barrenrahmen haben ihre Vorzüge und Nachteile. Der Barrenrahmen erfordert einen größeren Materialeinsatz und trägt nicht unwesentlich zur Gesamtmasse der Lokomotive bei. Durch Achslager- und andere Ausschnitte waren die Barrenrahmen mancher Baureihen

anfällig für Brüche oder Risse. Die geringe Bauhöhe hatte den Vorteil, dass alle Triebwerksteile relativ gut zugänglich waren. Die DRG bevorzugte den Barrenrahmen bei fast allen Einheitslokomotiven, weil die allseitige maschinelle Bearbeitung der Rahmenwangen außer den genannten Vorteilen auch den Austausch erneuerungsbedürftiger Teile ohne aufwendige Passarbeiten garantierte. Bei den großen Einheits-Schnellzug- und -Güterzuglokomotiven wirkte der niedrige und durchbrochene (Aussparungen zur Material- bzw. Gewichtseinsparnis) Rahmen sehr filigran.

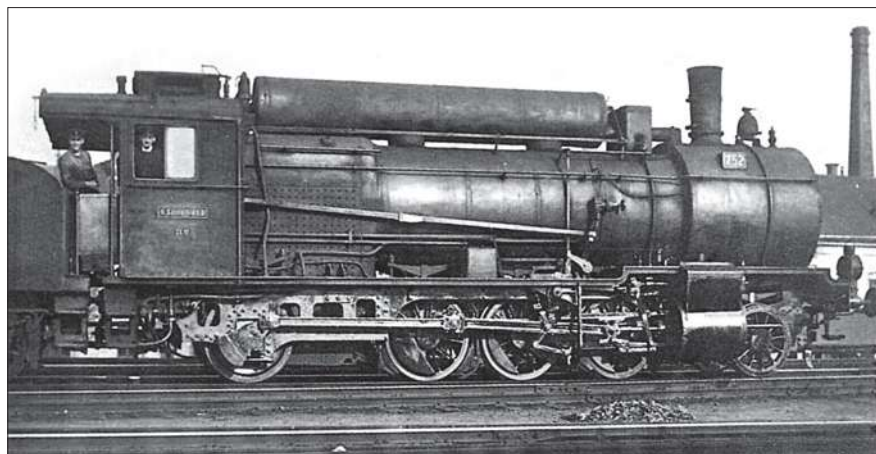
Der Blechrahmen ist leichter, weniger materialintensiv und seit Vervollkommen der Schweißtechnik auch kostengünstig mit kräftigen Ober- und



Schmalspurlokomotive mit Außenrahmen für 750 mm Spurweite. Eine ehemalige sächsische VK, 1905 von Hartmann gebaut.



Vor der Jahrhundertwende hatten auch Normalspurlokomotiven häufig Außenrahmen-Fahrwerke. Hier die bayerische C III „Fahrenberg“, die 1874 von Sigl in Wien gebaut wurde.



Außen- und Innenrahmen besaß diese sächsische IX V, Baujahr 1902, die 1925 in 56 502 umgezeichnet wurde.

Untergurten als sogenannter Brückenträgerrahmen wesentlich bauniedriger herzustellen, so dass die Nachkriegsbauten beider deutscher Bahnverwaltungen wieder zum Blechrahmen übergegangen waren. Die vervollkommnete Schweißtechnik garantierte auch beim Blechrahmen den Austauschbau ohne Passarbeiten. Es soll hier nicht darüber befunden werden, ob die eine oder die andere Rahmenbauart die bessere war. Es gibt wohl keinen Barrenrahmen einer 01-Lokomotive, der nicht mehrere Schweißnähte an Rißstellen gehabt hätte, und viele der Neubaulokomotiven sind nicht am Kessel, sondern am Rahmen „gestorben“. Bei den bis zuletzt noch in der DDR eingesetzten Schmalspurlokomotiven waren die Blechrahmen der Neubaulokomotiven für 750 mm und 1000 mm Spurweite so verschlissen (verzogen), dass die Wahl eigentlich nur zwischen Ausmusterung oder der Beschaffung neuer Rahmen liegen konnte. Die Einheitslokomotiven gleicher Spurweite mit Barrenrahmen kennen diese Probleme nicht. Kombinierte Barren-/Blechrahmen sind verwendet worden, um bei Mehrzylinder-Lokomotiven den oder die Innenzylinder einfacher einbauen und warten zu können. So besaß beispielsweise die preuß. S 10² (Baureihe 17²) die Treib- und Kuppelradsätze im Blechrahmen, dem ein Barrenrahmen vorgeschuht war, der den Mittelzylinder und das Drehgestell aufnahm.

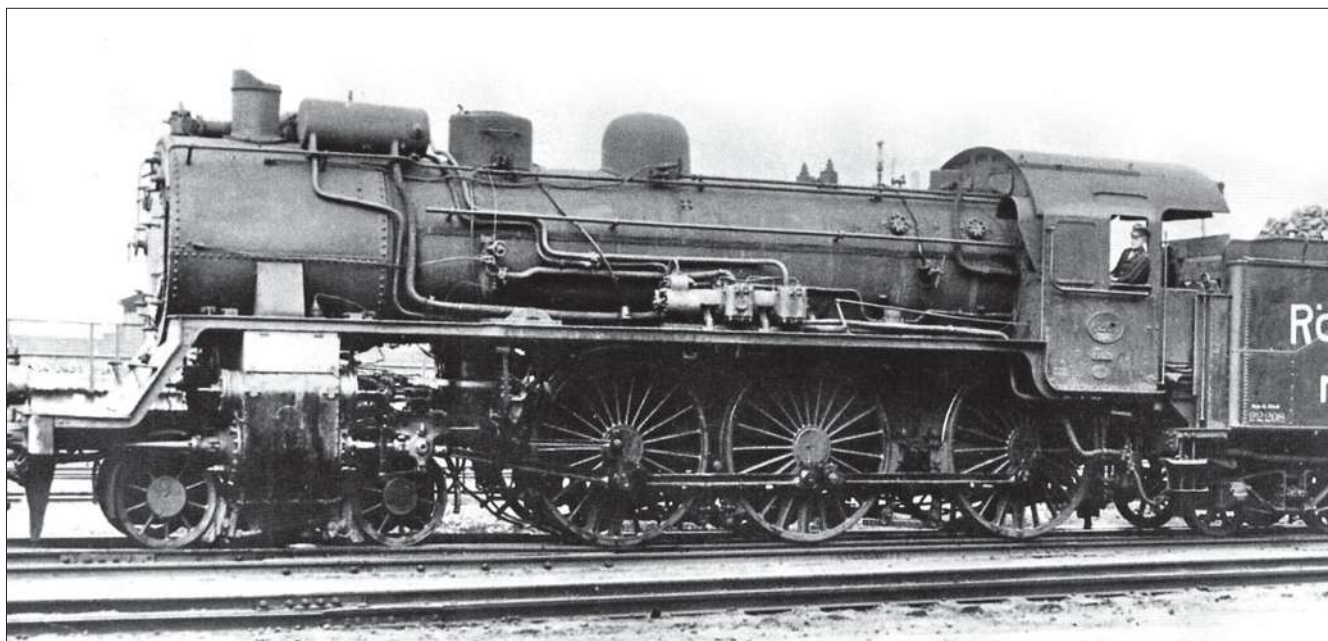


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Die „hohe Schule“ des Rahmenbaues ist der Stahlgussrahmen; diese Technik wurde perfekt von einigen amerikanischen Lokomotivfabriken beherrscht. Waren zunächst nur die Rahmenwangen Stahlgussteile, so stellte man später den gesamten Rahmen mit allen Querverbindungen und den Dampfzylindern als ein Gussstück her. Es gab nur wenige Firmen, die diese Technologie beherrschten – in Europa keine! Bei der Baureihe 10 der Bundesbahn sind erstmals im deutschen Lokomotivbau die drei Dampfzylinder aus Stahlguss

hergestellt und mit dem Rahmen verschweißt worden, so dass Zylinder und Rahmen eine Baugruppe bildeten. Von der Baureihe 10 gab es aber nur zwei Lokomotiven.

Rahmenverbindungen

Da der Rahmen zu den am höchsten beanspruchten Bauteilen der Lokomotive zählt, müssen seine Verbindungen auch höchsten Beanspruchungen gewachsen sein. Die wichtigste Rahmenverbindung ist die zwischen den Zylindern, weil hier die Kolbenkräfte und die

Die preußische S 10², spätere Baureihe 17², hatte im vorderen Teil Barren- und im hinteren Teil Blechrahmen. Der Barrenrahmen musste an den Blechrahmen, der die Kuppelachsen aufnahm, angeschuht werden. Das Foto zeigt die S 10² Elberfeld 1205.

Masse des auflagernden Kessels wirksam werden. Wenn nicht der oder die Innenzylinder die Verbindung zwischen den Rahmenwangen bilden, ist bei Zweizylinder-Lokomotiven der Rauchkammerträger die Verbindung. Er kann geschweißt, genietet oder aus Stahl-

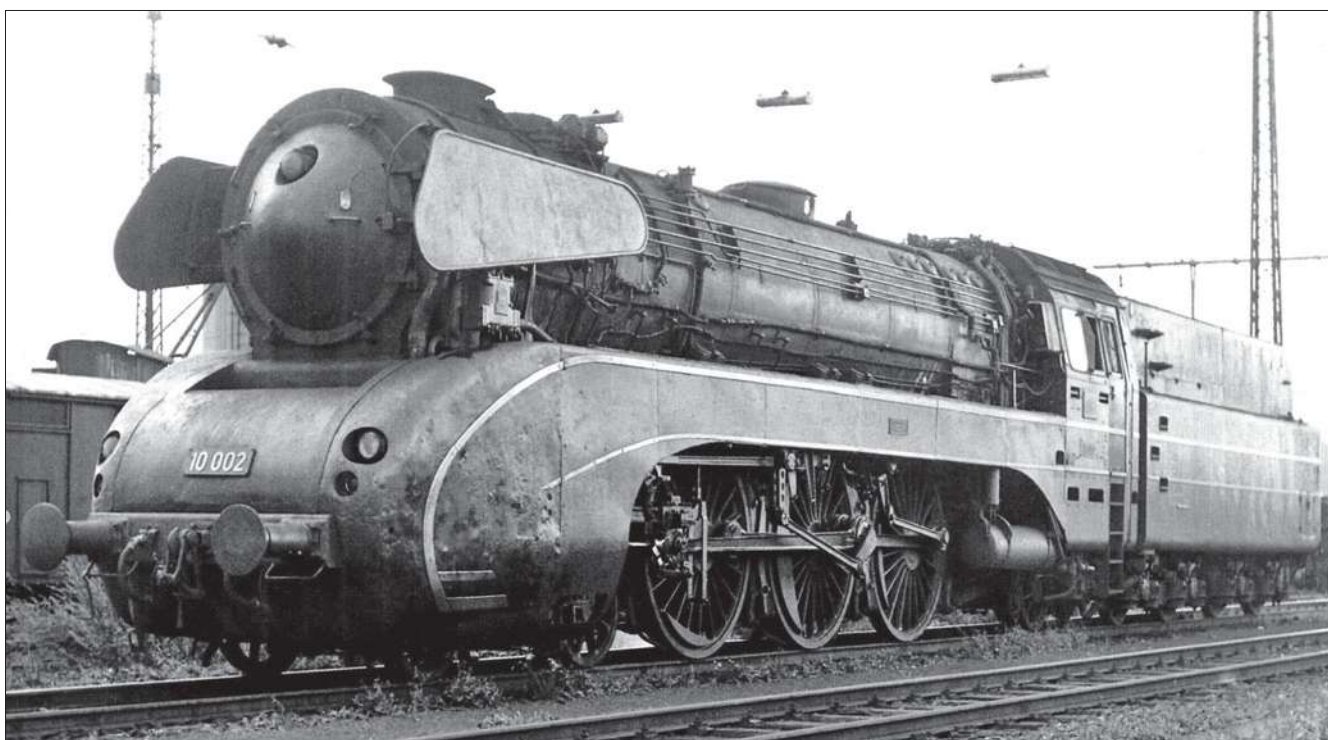
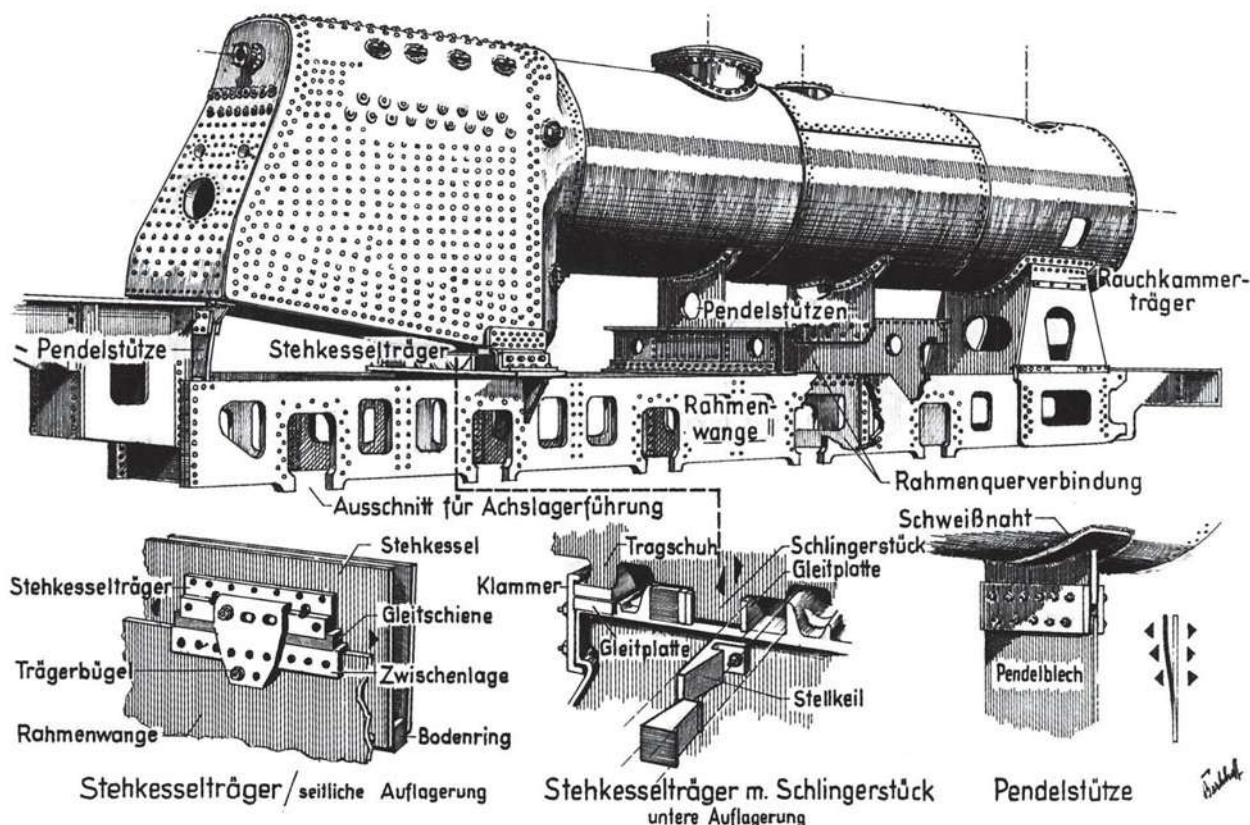


FOTO: H. OBERMAYER

Die Baureihe 10 der DB, von der es nur zwei Lokomotiven gab, besaß ein Dreizylindertriebwerk, dessen Zylinder aus Stahlguss hergestellt und mit dem Rahmen verschweißt waren.



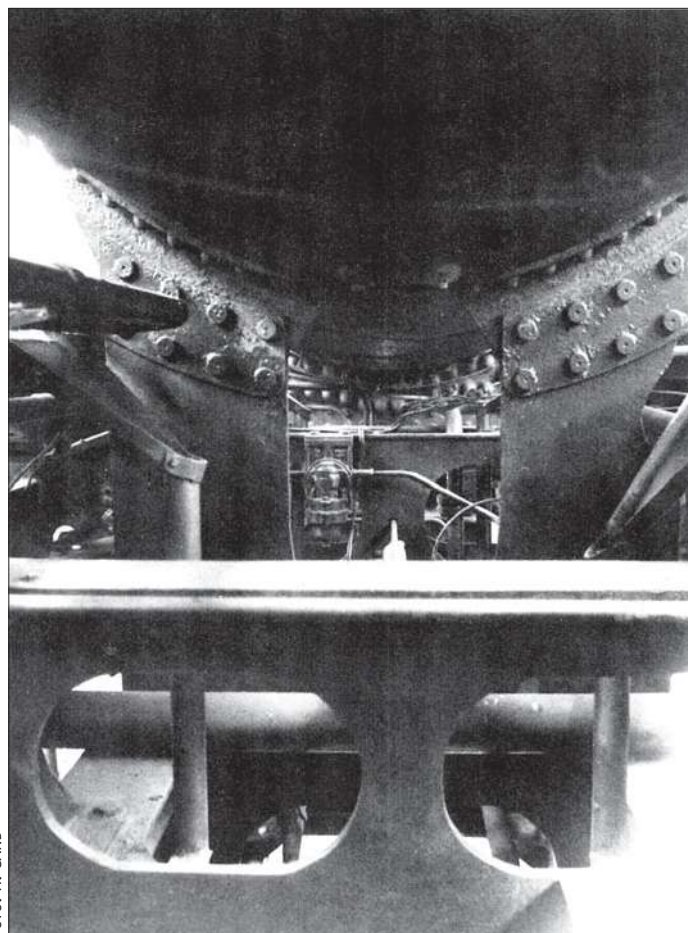
Lagerung des Kessels auf dem Rahmen. Gut sichtbar sind die Pendelstützen und -bleche sowie der mit Rahmen und Rauchkammer fest verbundene Rauchkammerträger. Abgebildet sind Kessel und Barrenrahmen der Lok-BR 95°.

guss sein. Bei Lokomotiven mit Dreh- oder Lenkgestell nimmt der Rauchkammerträger unten den Drehzapfen der Vorlaufachse oder -achsen auf.

Vorderste Rahmenverbindung ist der Pufferträger, normalerweise aus Pressblech hergestellt. Bei Schlepptenderlokomotiven ist die hintere Rahmen-

versteifung der Kuppelkasten, ein aus Blechen genietetes oder aus Stahlguss bestehendes Bauteil, das die Kuppelungseinrichtungen zwischen Lok und Tender aufnimmt. Bei Tenderlokomotiven ist die hintere Rahmenverbindung wieder ein Pufferträger. Rahmenquerverbindungen sind weiterhin nahe den Ausschnitten der Treib- und Kuppelachslager angebracht, weil hier große Kräfte wirksam werden. Diese Rahmenquerverbindungen dienen oft auch als hintere Gleitbahnträger oder nehmen Schwingen- und Steuerwellenlager auf. Gegen quer zur Lokomotivachse wirkende Kräfte sind horizontale Querverbindungen erforderlich. Bei manchen Tenderlokomotiven werden sie zugleich als Rahmenwasserkasten ausgeführt. Als Langkesselträger dienen die Pendelbleche, die Rahmen und Kessel fest verbinden. Sie sind an den Rahmenquerverbindungen angeschraubt. Die 8 bis 10 mm dicken Bleche können der Kesselausdehnung folgen; sie sind so berechnet, daß sie bei warmem Kessel senkrecht stehen.

Der Kessel dehnt sich bei Erwärmung um ca. 2,0 mm je Meter Kessellänge aus. Da er vorne am Rauchkammerträger fest mit dem Rahmen verbunden ist, muss am hinteren Ende das Kesselaufleger so ausgebildet sein, dass sich der Kessel ungehindert entsprechend der Wär-



Innerhalb des Rahmens, zur Rauchkammerstütze hin fotografiert, die Kesselpendelbleche bei der 23105.

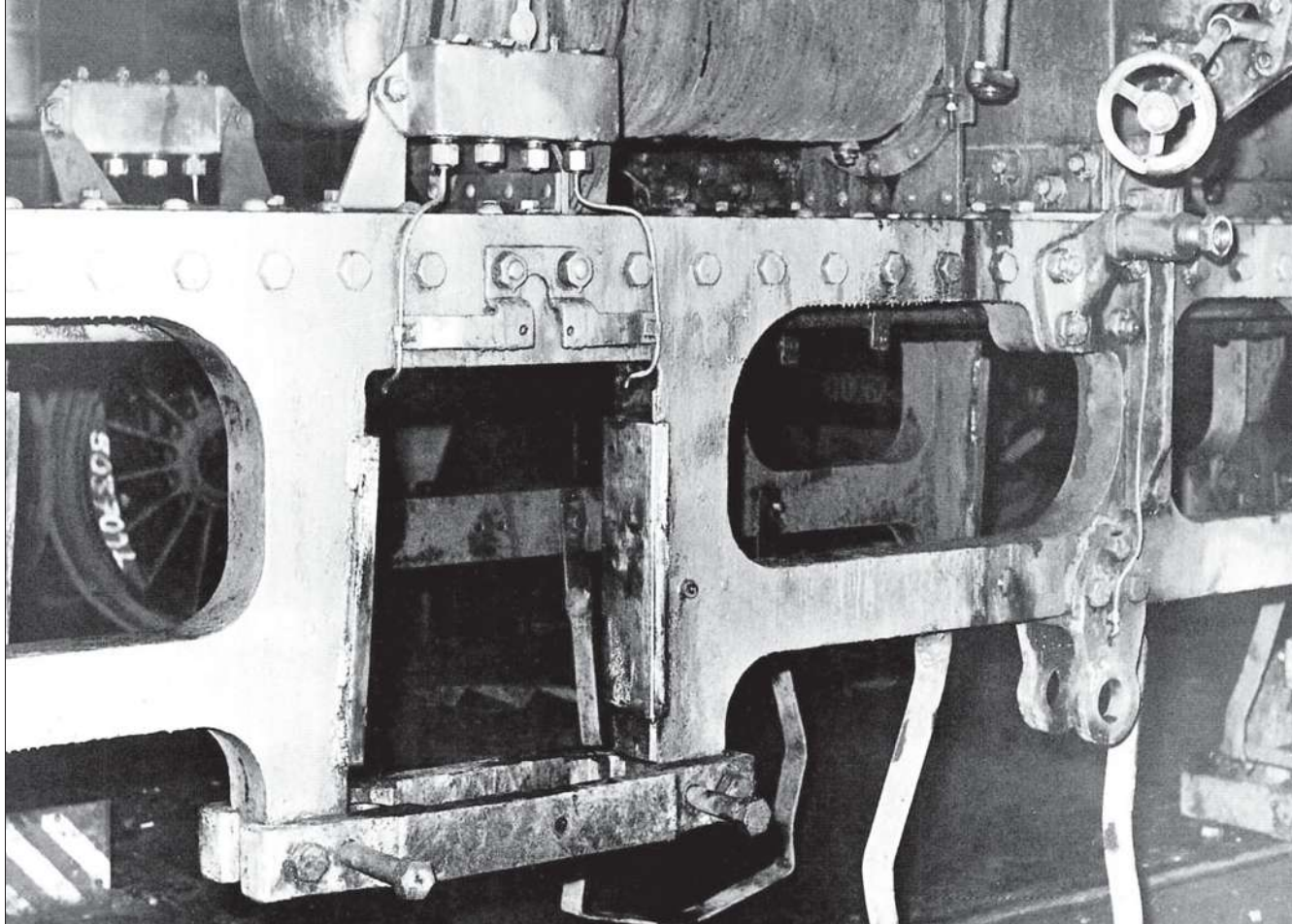


FOTO: M. WEISBRÖD

Barrenrahmen einer Einheitslokomotive der BR 01 mit einem Ausschnitt für die Achslagerführung und den darunter befindlichen Achsgabelstegen. Aus dem darüber angebrachten Schmiergefäß führen rechts und links Schmierleitungen zu den Achslagergleitplatten.

medehnung längs verschieben kann. Zugleich muss gesichert sein, dass der Kessel nicht abheben oder seitliche Bewegungen ausführen kann. Bei Stehkesseln, die zwischen den Rahmenwangen liegen, erhalten die Stehkesselseitenwände Träger, die sich auf der Rahmenoberkante abstützen. Gleitschienen und Schmierung sorgen dafür, dass die Gleitbewegung ungehindert bleibt. Wenn der Stehkessel, wie bei den meisten Einheitslokomotiven, auf dem Rahmen liegt, wird der Bodenring als Kesselaufleger benutzt, und er erhält Tragschuhe, die sich auf Rahmenverbindungen unter dem Stehkessel, den sogenannten Stehkesselträgern, abstützen. Seitliche Kesselbewegungen verhindern die so genannten Schlingerstücke, die sich in einer Führung einer Rahmenverbindung nur in Längsrichtung verschieben können. Stellkeile regulieren den abnutzungsbedingten Verschleiß. Einheitslokomotiven hatten z.T. zwei Schlingerstücke, eines unter der Stehkesselvorderwand, das zweite unter der Stehkesselrückwand.

Sicherheitseinrichtungen

Zu den Sicherheitseinrichtungen am Rahmen zählen die Fangbügel, die unterhalb der Bremsbalken liegen (siehe Kapitel „Die Bremsen“), und je ein Fangbügel am rechten und linken Gleitbahn-

träger, der die Treibstange bei Kreuzkopf- oder Stangenschäden auffängt. Am vorderen (bei Tenderlokomotiven auch am hinteren) Ende des Rahmens sind die Bahnräumer angeschraubt, die bis 65 mm über Schienenoberkante (SO) reichen müssen. Die Bahnräumer sind mit Langlöchern versehen, damit sie bei abgenutzten Radreifen nachgestellt werden können. Einige Lokomotiven der

Baureihen 42, 50 und 52 waren anstelle der Bahnräumer mit Schneeräumern ausgerüstet, einem schneepflugartig geformten Blech.

Kupplergriffe unterhalb der Stoßpuffer und Tritte und Griffe am vorderen Pufferträger, die das Besteigen des Rauchkammertrittbleches ermöglichen, gehören ebenfalls zu den Sicherheitseinrichtungen am Rahmen.

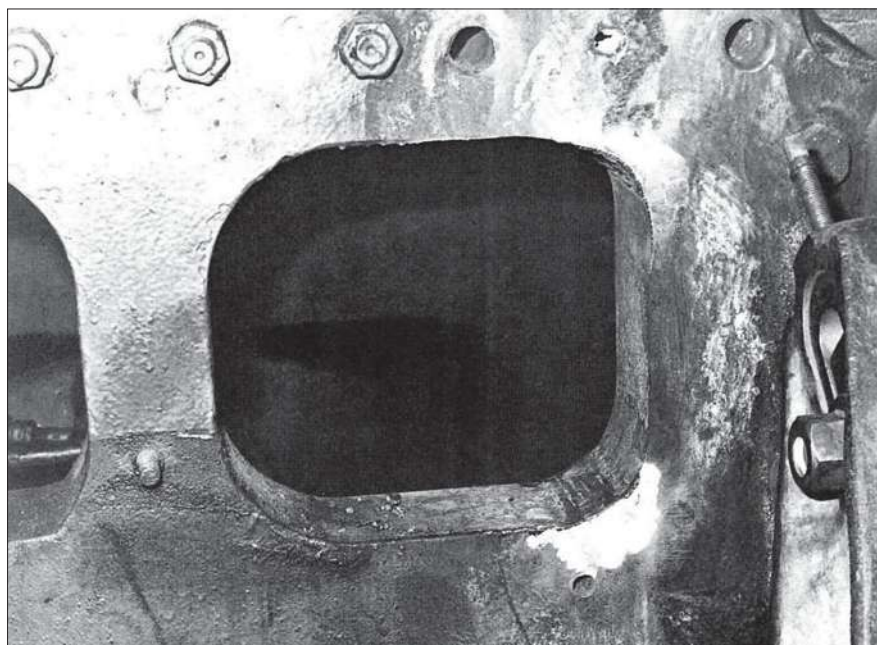


FOTO: M. WEISBRÖD

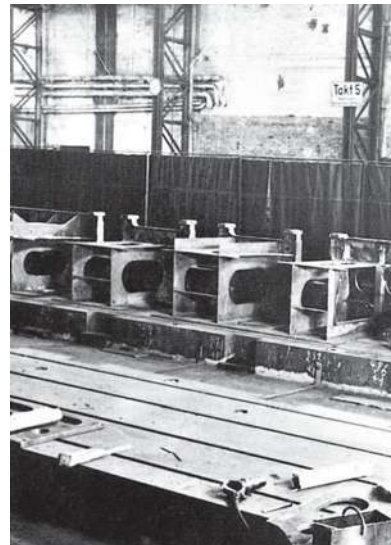
Bei dieser Aufnahme eines Barrenrahmens ist die Materialstärke gut sichtbar. Die helle Stelle in der rechten unteren Rundung des Ausschnittes markiert eine Schweißstelle, an der der Rahmen angerissen war.



So entsteht ein geschweißter Blechrahmen. Beide Rahmenhälften sind gerade in Bearbeitung.

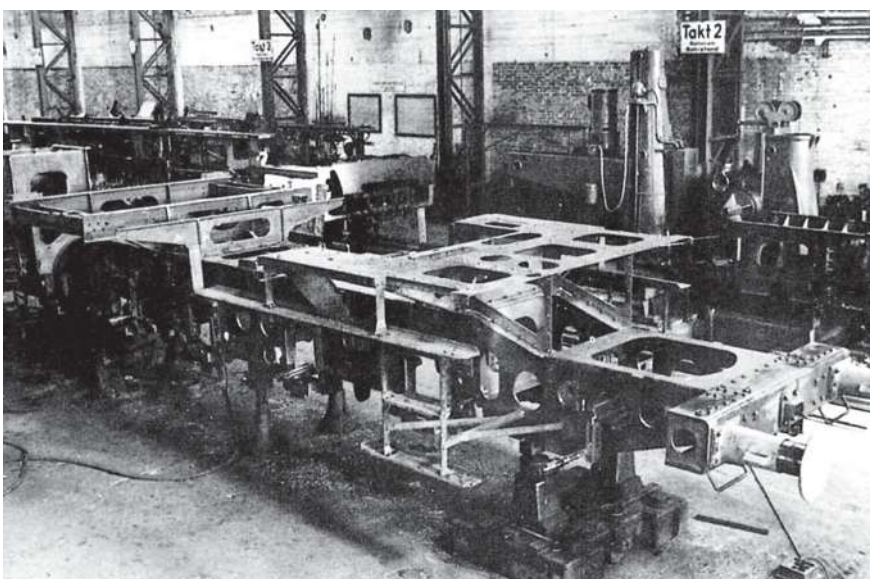
Eine Seite des Rahmens ist fertiggestellt.

Bevor die zweite Hälfte angeschweißt wird, mussten Innenversteifungen und Verstrebungen verschweißt werden.

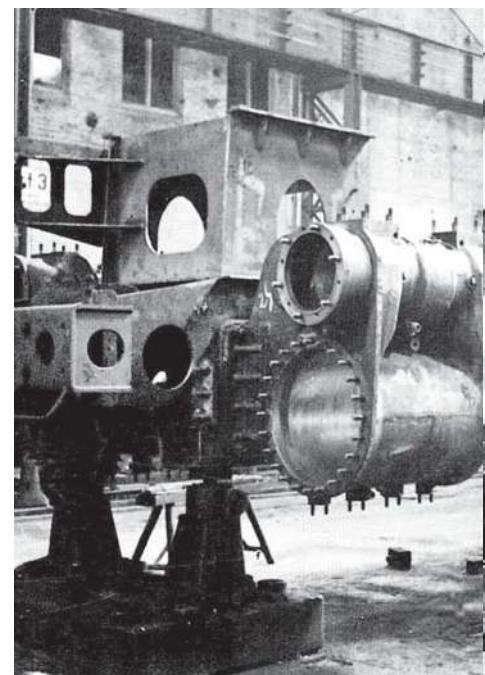


Nun werden die unteren Versteifungsbleche an den Rahmen geschweißt.

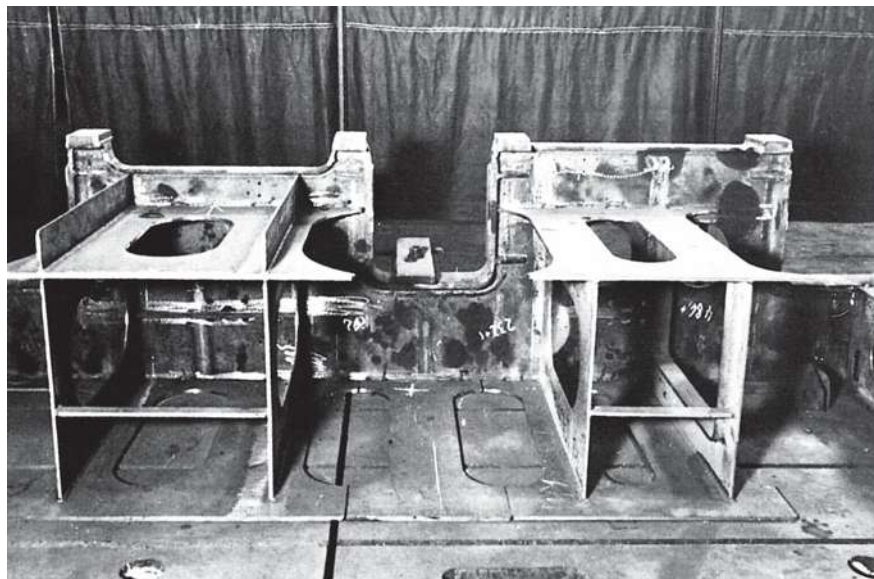
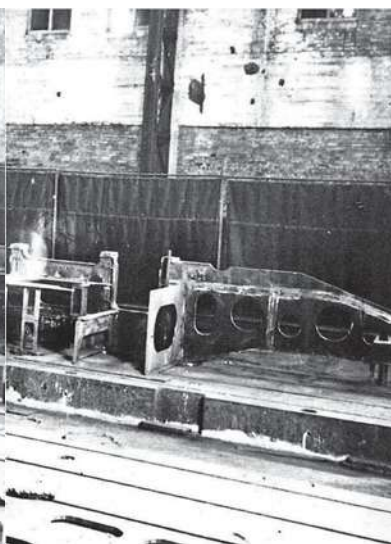
So sieht ein Achslagerauschnitt einer 82 von innen aus.



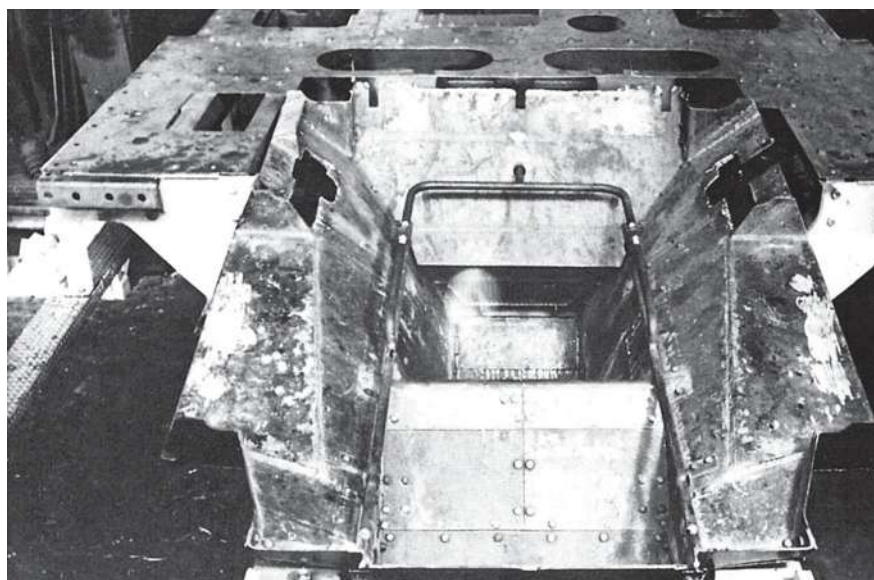
Der fast fertige Rahmen, vom hinteren Ende aufgenommen. Vorne die Rauchkammerstütze, danach die Pendelbleche mit den Steuerungsträgern, die Bodenplatte für das Führerhaus mit Aufstiegsleitern und der Aussparung für Aschkasten und Stehkessel.



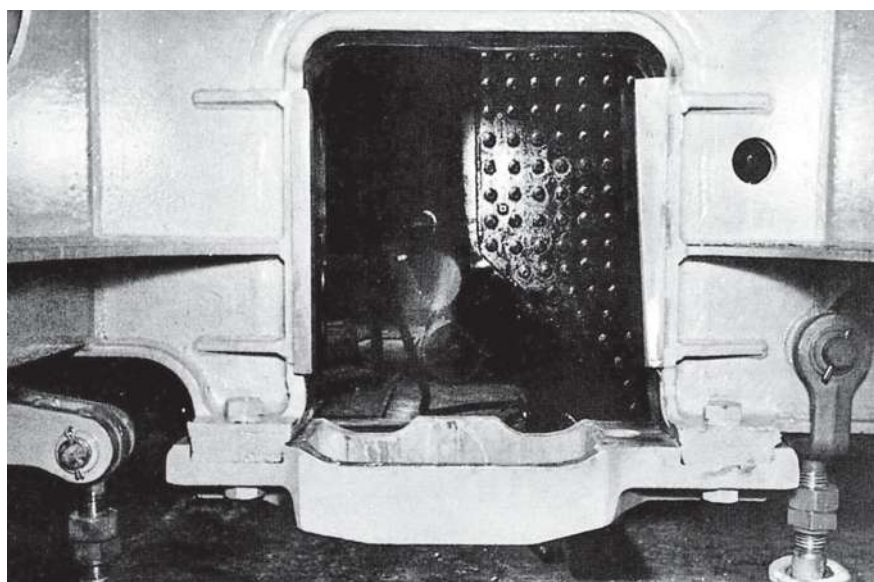
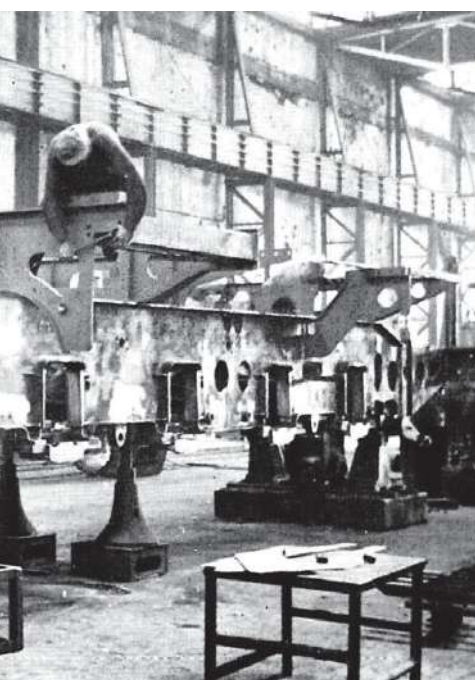
Vor dem Lackieren wird letzte Hand an den Rahmen gelegt.



Mit den Achslagerausschnitten nach oben steht die vorbereitete Rahmenhälfte für eine Lok der BR 82 zum Anschweißen der gegenüberliegenden Rahmenwange bereit.

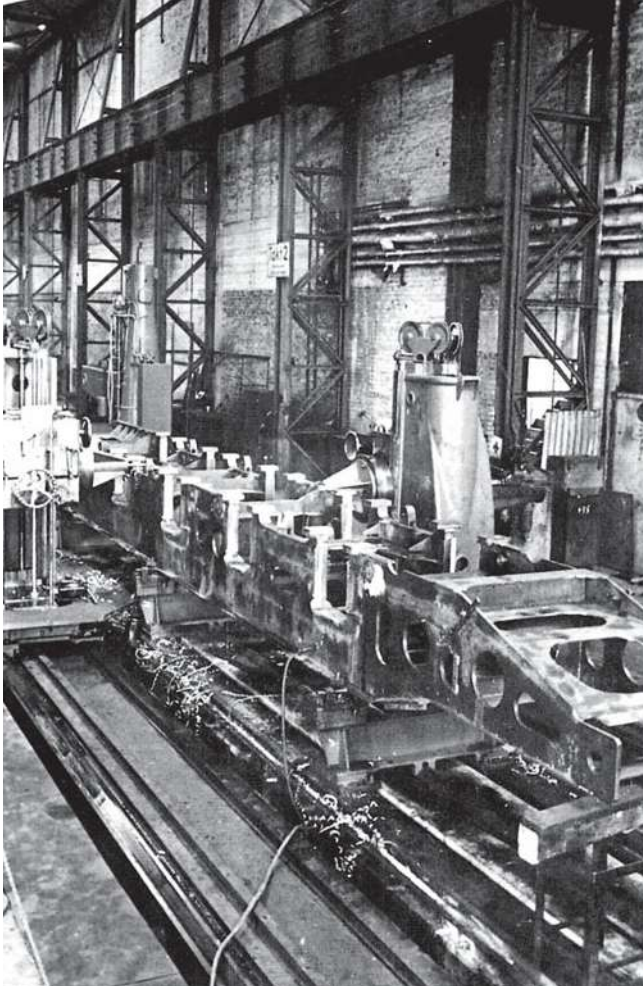


Zwischen den geschweißten Blechrahmenteilen ist Platz für den Aschkasten der Lokomotive.

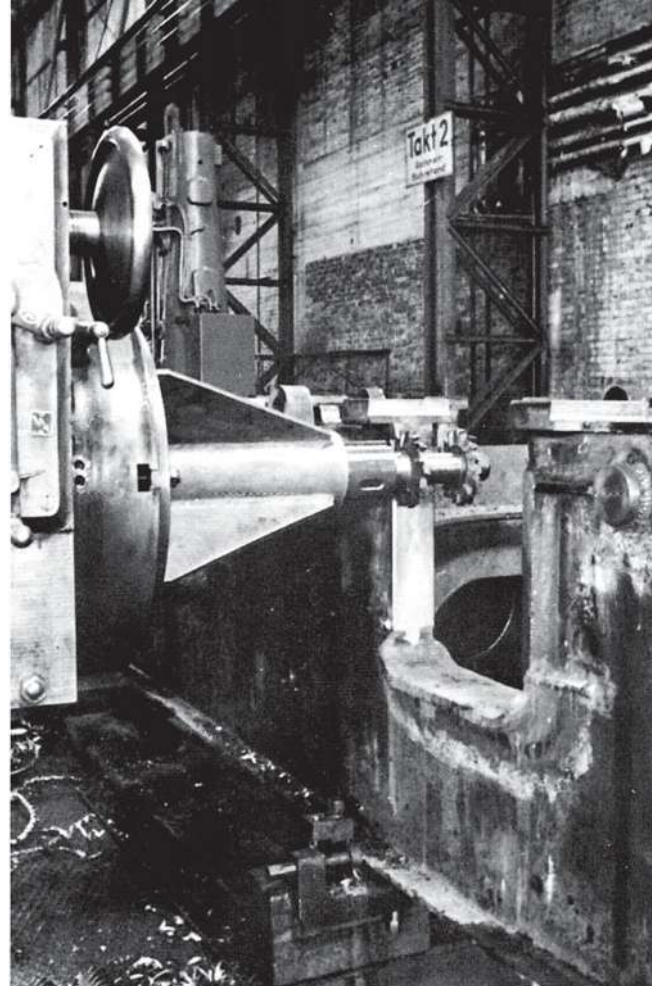


Achslagerausschnitt des fertigen Rahmens einer Lok der Baureihe 82.

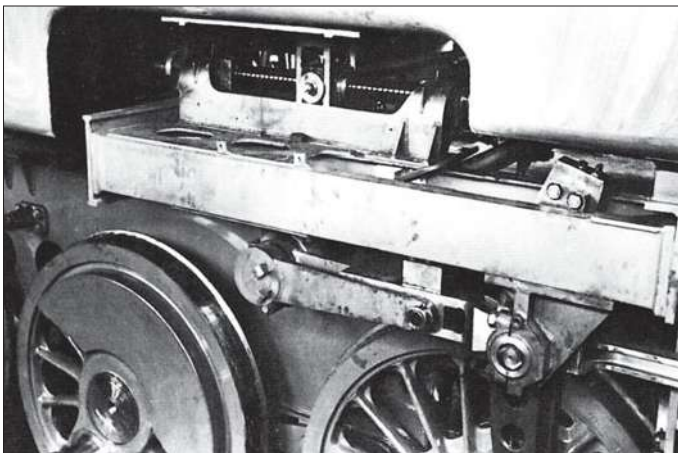
FOTOS (9): WERKFOTO HENSCHEL



Gleichzeitig werden auf beiden Seiten die Achslagerführungen passgenau aus- und nachgefräst.



Zwei Fräswerkzeuge bearbeiten gleichzeitig die Vorder- und Hinterkante der Achslagerführung.



Die Rahmenversteifungen, auf denen die Pendelbleche sitzen, dienen zugleich auch als Steuerungsträger. Erkennbar sind die Steuerspindel, der Aufwerfhebel und die Kuhnsche Schleife.

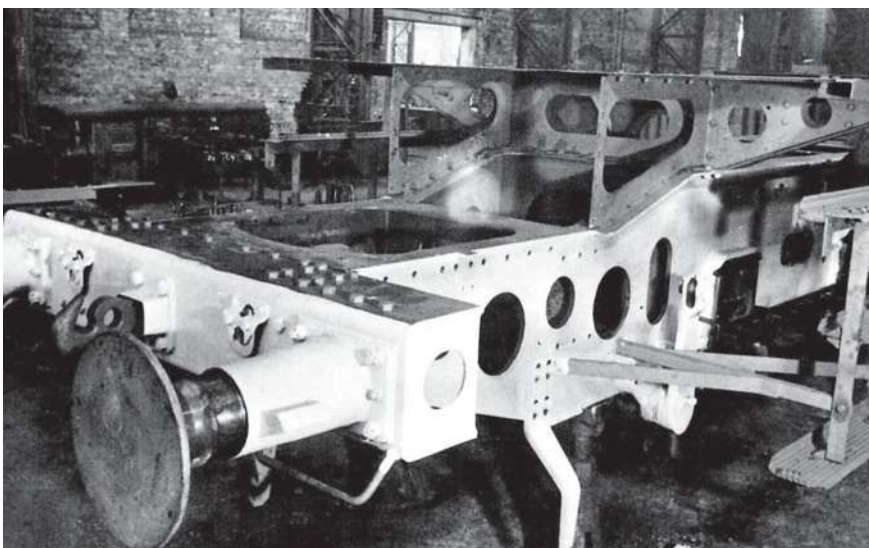
Zug- und Stoßeinrichtungen

Unter diesem Begriff werden Pufferträger, Puffer, Zughaken, Schraubenkupplung und die Kupplung zwischen Lok und Tender zusammengefasst.

Die Kupplung zwischen Lokomotive und Tender hat nicht nur die Aufgabe, den Tender an der Lokomotive zu befestigen. Um die schlingernden Bewegungen der Lokomotive zu dämpfen, müssen Lok und Tender möglichst eine Masse bilden, d.h., straff gekuppelt sein, so dass der Tender die Bewegungen der Lokomotive vermindern kann.

Der Kuppelkasten des Tenders enthält ein Hauptkuppel- und zwei Notkuppel-eisen. Die Notkuppel-eisen werden nur wirksam, wenn das Hauptkuppel-eisen bricht. Am Hauptkuppel-eisen hängt nicht nur die Masse des Tenders, sondern des gesamten angehängten Wagenzuges. Die „Augen“ der Kuppel-eisen sind oben und unten aufgeweitet, so dass sich Lok und Tender auch in senkrechter Richtung gegeneinander bewegen können, was z.B. bei Gleisunebenheiten, Befahren von Drehscheiben und bei Veränderung der Vorräte erforderlich ist.

Die erforderliche feste Verbindung zwischen Lok und Tender erzeugen zwei Stoßpuffer im Kuppelkasten des Tenders, die gegen Stoßpufferplatten am Kup-



Ein gutes Stück Arbeit ist geleistet. Der Rahmen der 82 ist fertiglackiert.

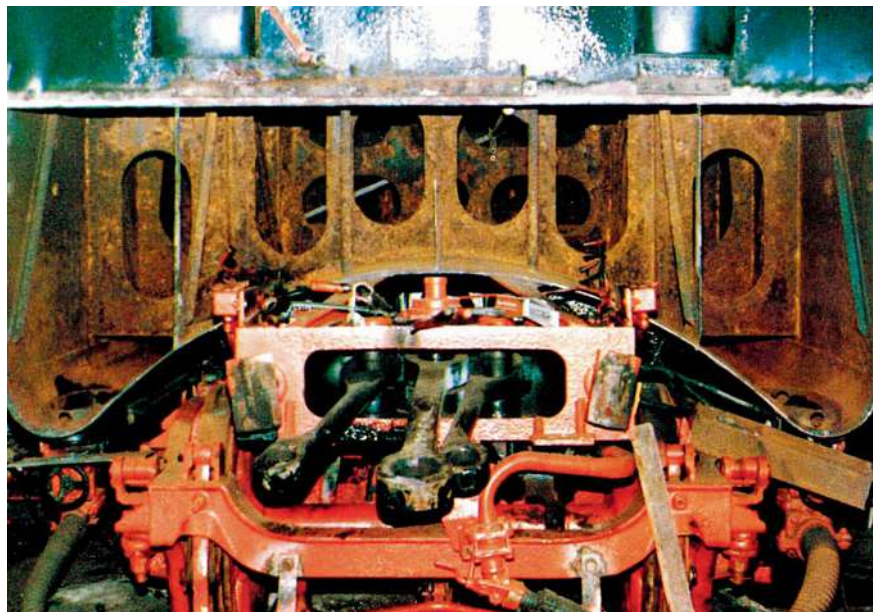
pelkasten der Lokomotive drücken. Die Köpfe der Stoßpuffer sind prismatisch, die Stoßpufferplatten konkav geformt, um das notwendige Spiel beim Befahren von Krümmungen zu gewährleisten. Die Stoßpuffer werden durch eine Blattfeder (Stoßfeder) gegen die Pufferplatten gedrückt, die eine Vorspannung von 13 oder 21 Mp bei Einheitslokomotiven hat. Das Hauptkuppeleisen ist also auch bei leer fahrender Lokomotive nie ganz entlastet.

Stoßeinrichtungen sind die Puffer, auch Stoßpuffer genannt, von der an jeder Fahrzeugseite zwei Stück angebracht sind (bei Tenderlokomotiven am vorderen und hinteren Pufferträger, bei Schlepptenderlokomotiven zwei an der Stirnseite und zwei am Tender). Die Stoßpuffer müssen beim Aufeinanderfahren von Fahrzeugen die Stoßenergie federnd auf den Rahmen übertragen, und sie ermöglichen, die Fahrzeuge unter Spannung (bei eingedrückten Stoßpuffern) miteinander zu kuppeln, so dass beim Anfahren und bei Geschwindigkeitsänderungen keine Stöße und Zerrungen auftreten, die zum Zerreißen der Kupplungen führen können. Jeder Stoßpuffer hat einen Pufferteller, von denen der rechte konvex gewölbt, der linke flach ist. Somit berühren sich die Pufferteller immer nur in einem Punkt und können beim Befahren von Gleiskrümmungen nicht verbogen werden.

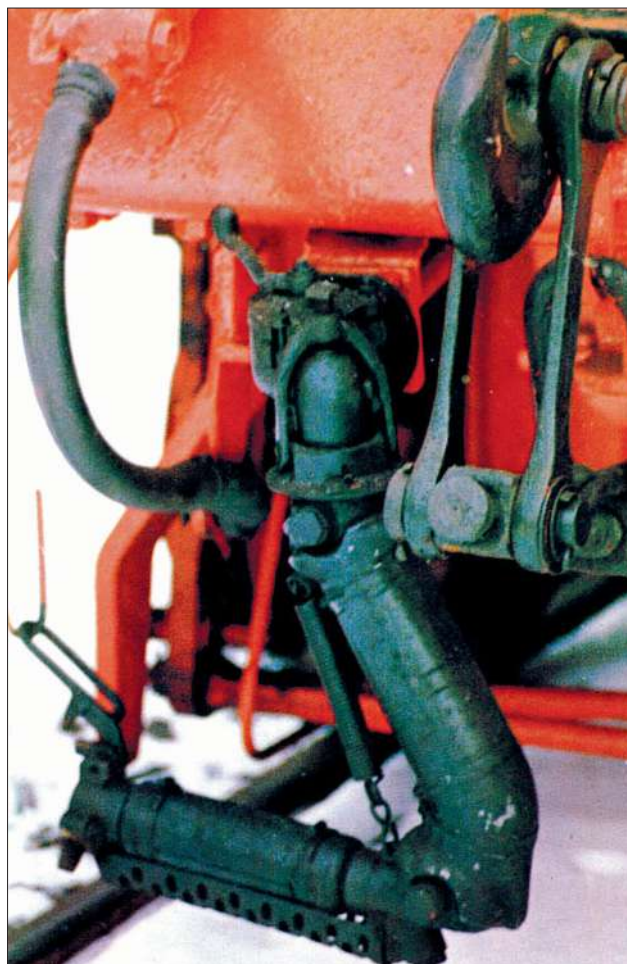
Bei den Länderbahnen war der Stangenpuffer verbreitet, wobei der Pufferteller auf einer dünnen Stange saß, die leicht verbogen werden konnte. Die DRG führte den Hülsenpuffer ein, bei dem der Pufferteller auf einem starken zylindrischen Stößel sitzt, der von einer Hülse geführt wird. Der Stößel wird durch eine Wickelfeder oder eine Uerdinger Ringfeder abgefedert.

Für die Anordnung der Puffer sind in der Eisenbahn-Bau- und -Betriebsordnung (BO) Vorschriften enthalten, die die Betriebssicherheit und den freizügigen Einsatz der Fahrzeuge auch auf den Gleisen anderer Bahnverwaltungen garantieren. So muss der Abstand von Puffermitte zu Puffermitte zwischen 1740 mm und 1770 mm betragen; als Regelfmaß sind 1750 mm vorgeschrieben. Die Höhe der Puffermitteebene über SO muß mindestens 940 mm und darf höchstens 1065 mm betragen.

Die Zugeinrichtung besteht aus dem Zughaken, der Zughakenführung, den



Kupplung zwischen Lokomotive und Tender. Beide sind mit einem Hauptkuppeleisen und zwei Notkuppeleisen verbunden. Die Aufnahme zeigt den Tender der 23 105.

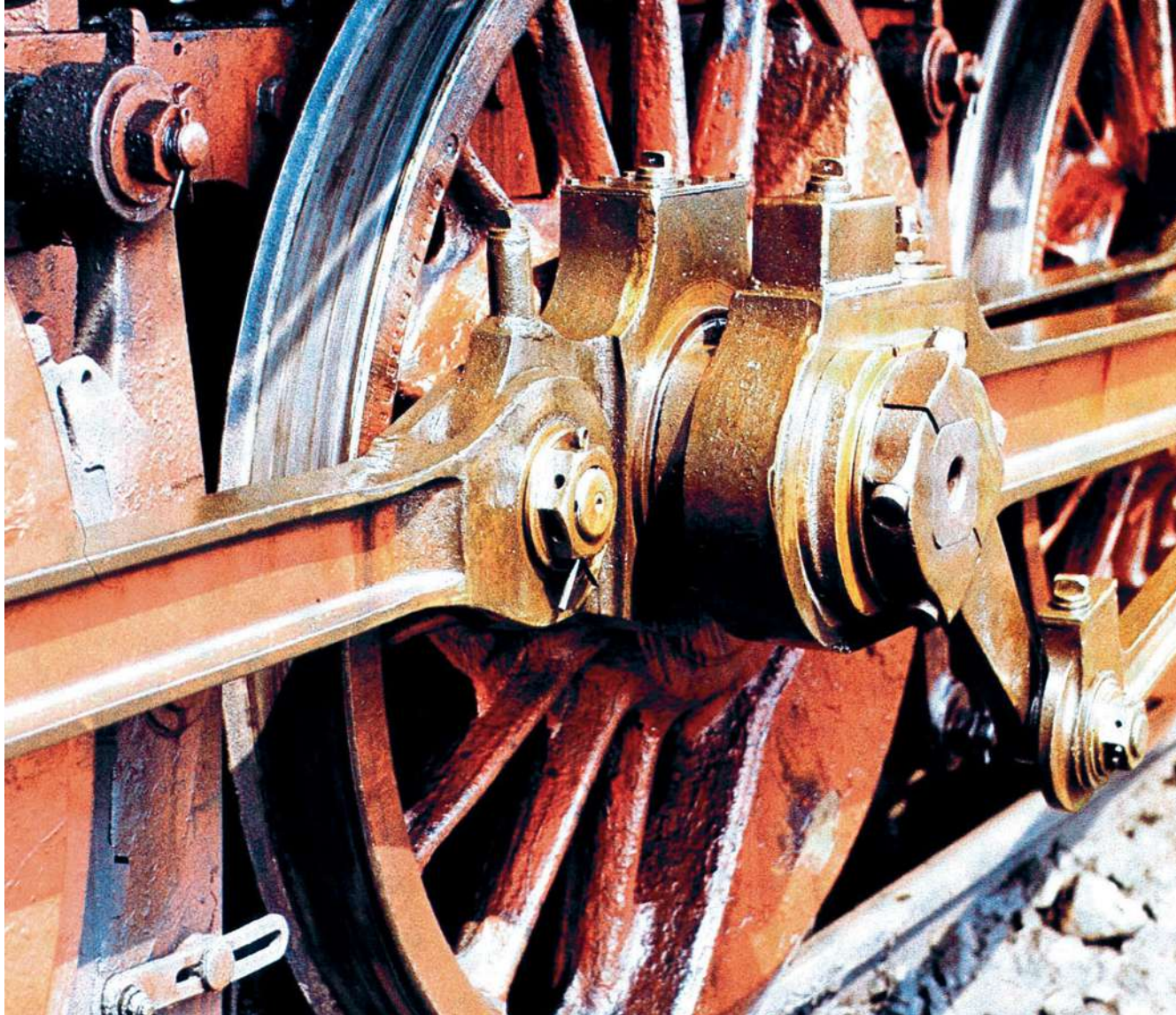


Vorderer Zughaken und Schraubenkupplung. Durch die Kupplungsspindel werden angehängte Wagen und die Lokomotive straff gekuppelt.

Zughakenfedern und der Schraubenkupplung. Tenderlokomotiven haben vorne und hinten diese Zugeinrichtung. Beim Kuppeln wird der Kupplungsbügel über den Zughaken des zu kuppelnden Fahrzeuges gelegt und mit dem Kupplungsschwengel die Kupplungsspindel (Links- und Rechtsgewinde) so weit angezogen, bis sich die Puffer der Fahrzeuge fest berühren.

Bei Einheitslokomotiven ist der Zughaken nicht nur längs-, sondern auch seitenbeweglich. Innerhalb der Zughakenführung ist der Zughakenschaft vierkantig, damit er nicht verdreht werden kann.

Schmalspurlokomotiven haben wesentlich einfachere Zug- und Stoßeinrichtungen, die bei den verschiedenen Bahnen unterschiedlich sind.



Treibrad einer Lokomotive der Baureihe 44.

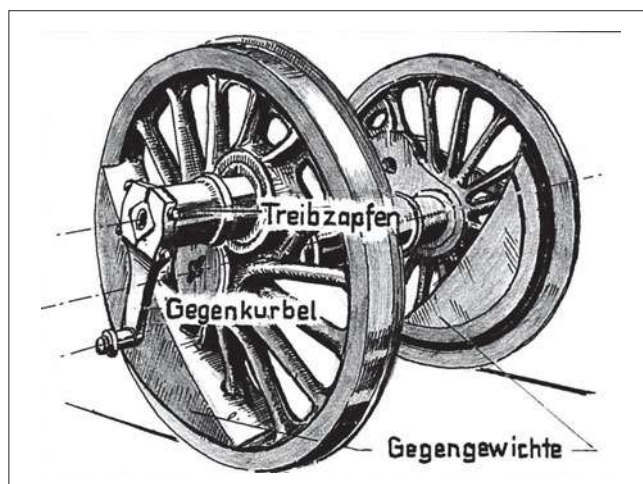
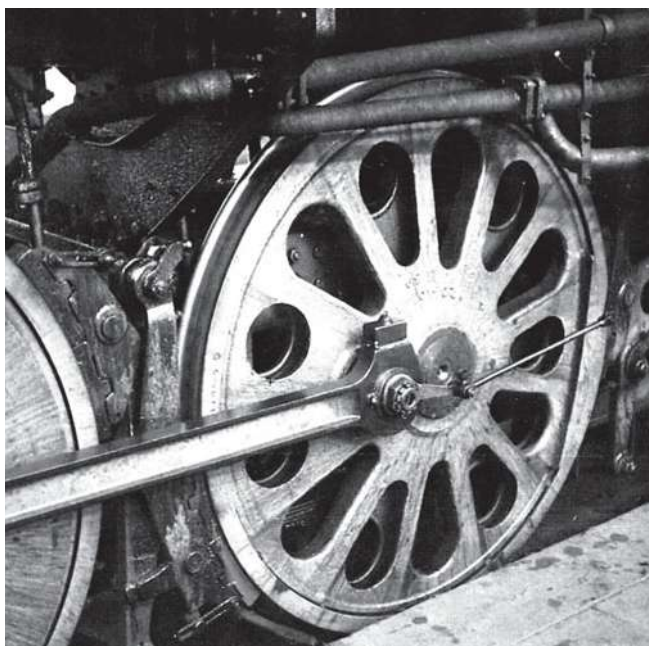
Das Laufwerk

Zum Laufwerk einer Lokomotive gehören nicht nur die Radsätze, sondern auch alle Bauteile, mit denen sich der Rahmen auf den Radsätzen

abstützt: Achslager, Achslagergehäuse, Tragfedern und Ausgleichhebel.

Es wird zwischen Treib-, Kuppel- und Laufradsätzen unterschieden, wobei je-

der Radsatz aus zwei Radkörpern (Radsternen), den darauf aufgeschraubten Radreifen und der Achswelle besteht. Die Radsterne werden mit hohem Druck



Boxpok-Rad, das bei der DR an der O1⁵ über eine gewisse Zeitspanne hinweg erprobt wurde.

Treibradsatz einer Zweizylinder-Lokomotive mit Treibzapfen und Gegenkurbel.

auf die Achswelle gepresst und sind durch Keile gegen Verdrehen gesichert. Die deutschen Länderbahnen und die DRG verwendeten ausschließlich Speichenradsätze bei Lokomotiven und Tendern. Aus Gründen der Stahlersparnis wurden bei Lauf- und Tenderachsen ab 1940 Scheibenradsätze eingesetzt, die aus Stahl gepresst waren. Die Deutsche Reichsbahn unternahm bei der Rekonstruktion der Baureihe 01 zur Baureihe 01⁵ Versuche mit Boxpok-Radsätzen für Treib- und Kuppelachsen. Boxpok-Räder sind Doppelscheiben-Hohlkonstruktionen und zur Aufnahme hoher Achsfahrmassen bestimmt. Im amerikanischen und im sowjetischen Lokomotivbau wurde diese Radsatzform häufig verwendet.

Treib- und Kuppelradsätze haben einen Kurbelarm eingegossen, der die Bohrung für den Treib- bzw. Kuppelzapfen aufnimmt. Auch die Treib- und Kuppelzapfen werden mit starkem Druck eingepresst und gegen Verdrehen durch Keile gesichert. Eingegossen ist auch das Gegengewicht. Es dient zum Ausgleich der sich außermittig drehenden Massen: Kurbelarm, Kuppelzapfen und Kuppelstange. Die Massen sind um so größer, je höher die Drehzahl der Achse ist, und würden, wenn das Gegengewicht fehlte, immer dann, wenn der Kuppelzapfen den tiefsten Punkt erreicht, einen enormen Schlag auf die Schiene erzeugen. Andererseits würde das Rad, wenn der Kuppelzapfen den höchsten Punkt erreicht, erheblich entlastet.

Auf die Radkörper werden die Radreifen warm aufgeschrumpft und durch eingewalzte und eingelegte Sprengringe gegen Lösen und Verdrehen gesichert. Die Radreifen unterliegen starkem Verschleiß und sind deshalb auswechselbar. Ihre Stärke beträgt im Neuzustand bei regelspurigen Lokomotiven 75 mm. Die Lauffläche des Radreifens ist kegelig abgedreht und an der Innenseite durch den Spurkranz begrenzt. Der lichte Abstand der Räder eines Radsatzes zwischen den Spurkränzen beträgt 1360 + 3 mm. Die Lauffläche des Radreifens ist 1:20 geneigt. Da beide Räder eines Radsatzes bestrebt sind, auf Kreisen gleichen Durchmessers zu laufen, zentriert sich der Radsatz während der Fahrt selbst, so dass Mitte Radsatz und Mitte Gleis übereinstimmen. Damit das funktioniert, ist ein so genanntes Spurspiel erforderlich. Der lichte Abstand zwischen den Schienenköpfen beträgt bei der Regelspur 1435 mm. Der Abstand

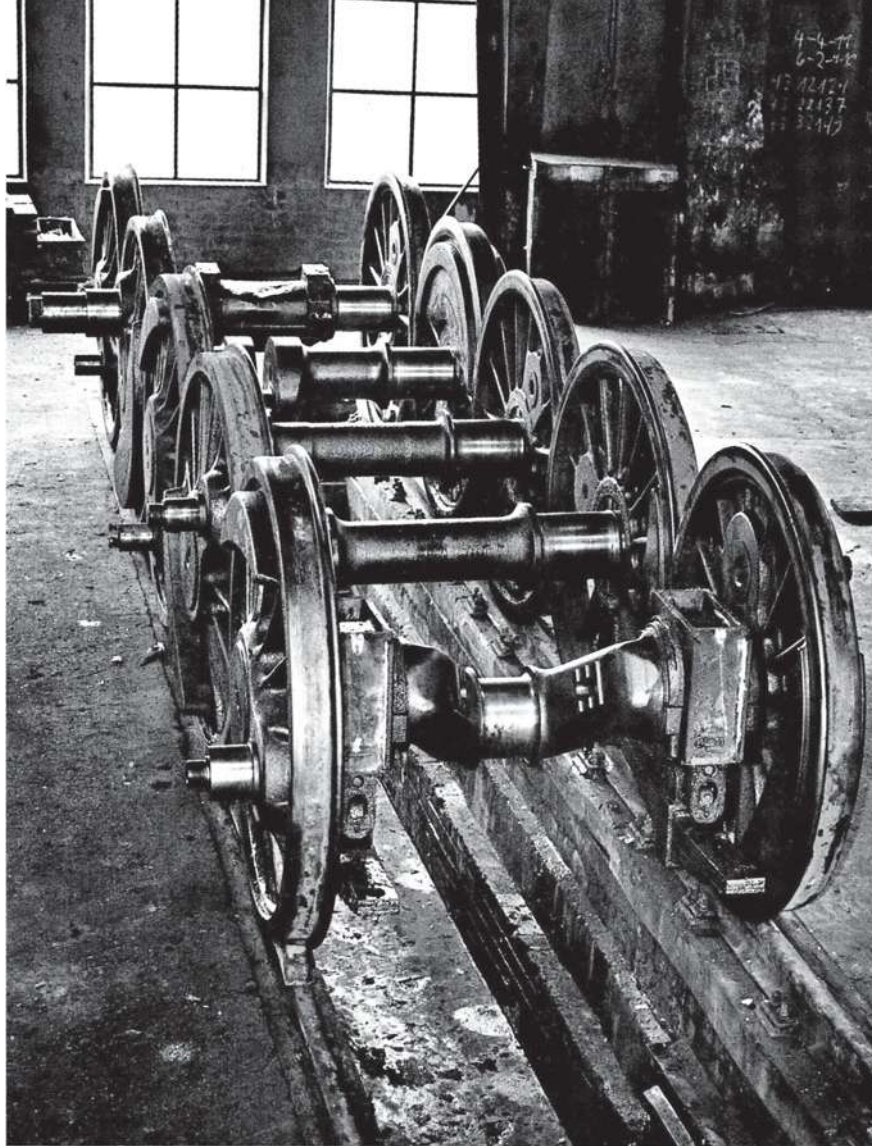


FOTO: W. STAIGER

Radsatzgruppe einer 44; die Radsätze sind allerdings nicht in der richtigen Reihenfolge aufgestellt.

der Spurkränze von den Schienenköpfen muß mindestens 10 mm oder maximal 25 mm geringer sein. Die Spurkränze der Radsätze führen das Fahrzeug (Lokomotiven wie Wagen) im geraden Gleis und in der Krümmung. In der Geraden laufen die Spurkränze ständig rechts oder links an den Schienenkopf an und

zentrieren sich durch das Spurspiel wieder. Im Gleisbogen läuft der Spurkranz des in der Krümmung außenliegenden Rades an den Schienenkopf an. Dadurch verschleiben die Spurkränze, und im Ausbesserungswerk wird, wenn der Radreifen noch nicht das Werkgrenzmaß erreicht hat, durch Abdrehen das

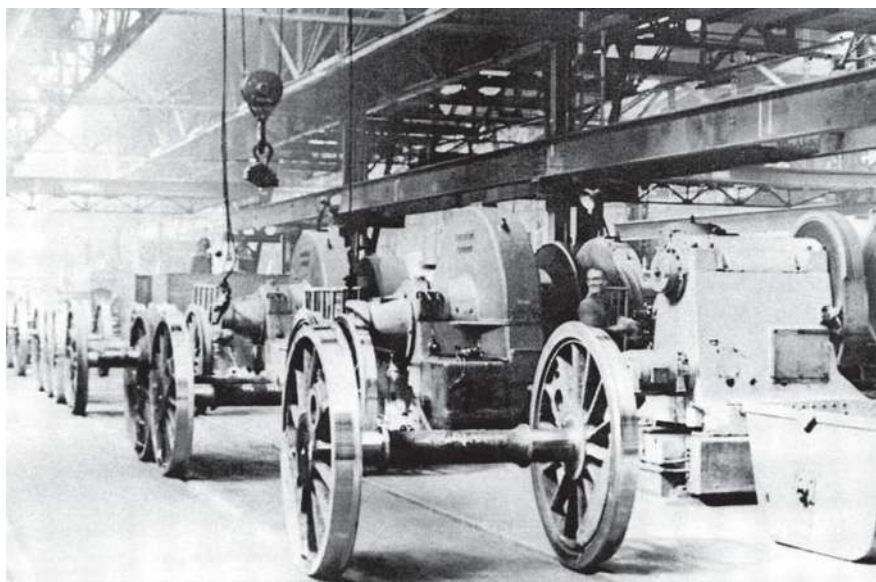
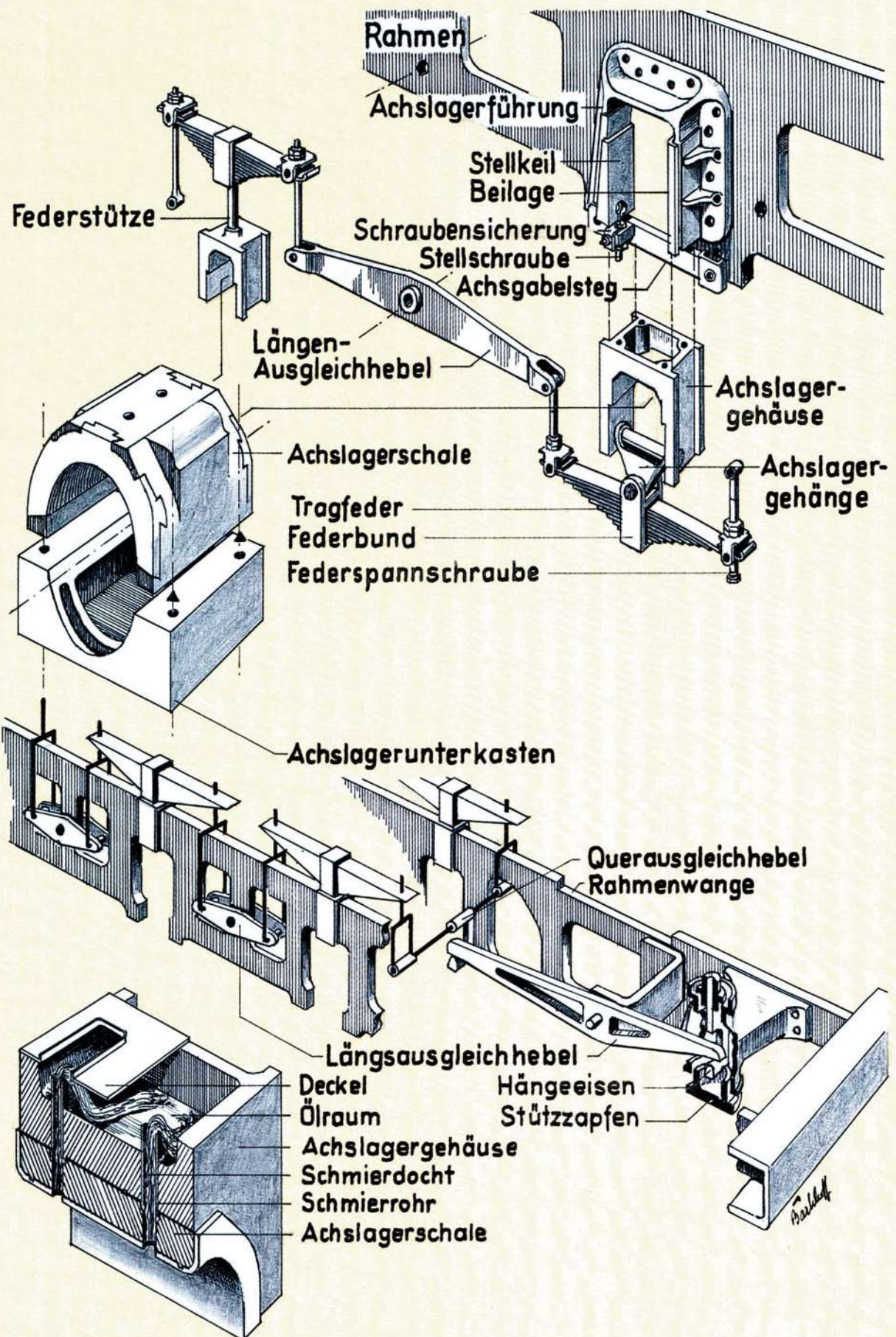


FOTO: SAMMLUNG GARD

Radsatzdreherei im AW Kaiserslautern.



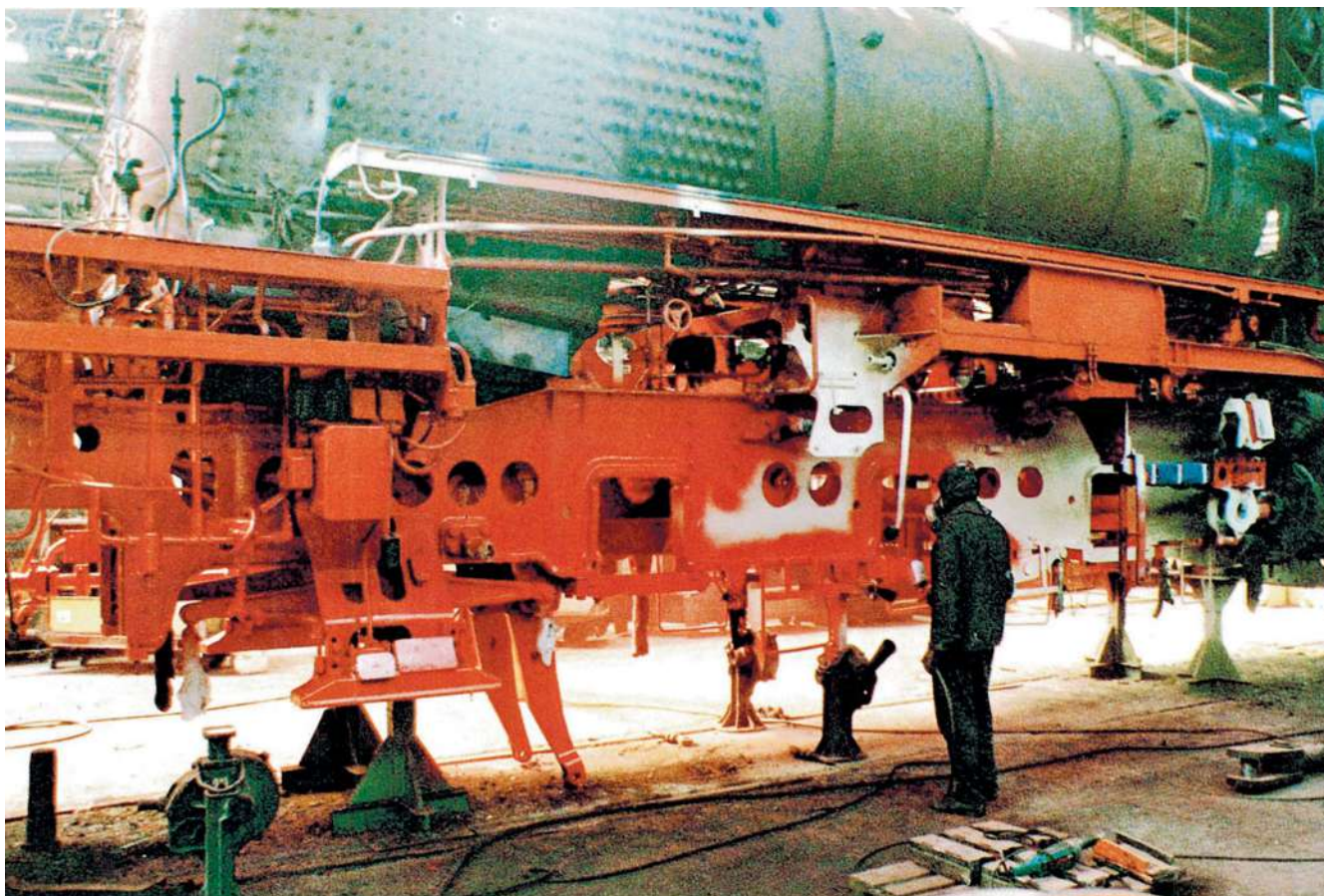


FOTO: H. GARD

Lokomotivrahmen der 23 105 beim Spritzlackieren. Hinter dem Indusimagnet die Ausgleichhebel zum Einstellen verschiedener Achsdrücke (17 bzw. 19 Tonnen). Die beiden herabhängenden Hebel sind die Bremshebel, die nach Einbau mit den Bremszylindern verbunden werden.

ursprüngliche Verhältnis von Lauffläche (Kegel) und Spurkranz wieder herstellt. Der Radreifen muss gewechselt werden, wenn er bei gebremsten Rädern nur noch 30 mm, bei ungebremsten nur noch 25 mm dick ist (Werkgrenzmaß).

Zum besseren Bogenlauf vor allem mehrfach gekuppelter Lokomotiven kann der Spurkranz des mittleren Radsatzes um 10 oder 15 mm schwächer ausgeführt sein. Die Größe und Ausführung eines Radsatzes richtet sich nach dem Verwendungszweck. Voranlaufende Laufachsen haben einen Durchmesser von 850 oder 1000 oder 1100 mm (gemessen am Laufkreis), Schleppachsen einen Durchmesser von maximal 1250 mm. Da Laufradsätze keine außermittig sitzenden Massen (Kurbelarme, Kuppelzapfen) haben, sind natürlich auch keine Gegengewichte erforderlich. Bei angetriebenen und gekuppelten Radsätzen galten bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft folgende Werte für

den Laufkreisdurchmesser der Einheitslokomotiven:

Rangierlokomotiven	1100 mm	(BR 80, 81)
Güterzuglokomotiven	1400 mm	(BR 44, 50)
schnellfahrende		
Güterzuglokomotiven	1600 mm	(BR 41, 45)
Personenzuglokomotiven	1750 mm	(BR 23)
Schnellzuglokomotiven	2000 mm	(BR 01, 03)
Schnellfahrlokomotiven	2300 mm	(BR 05, 61)

Beide Räder eines Radsatzes sind durch die Achswelle verbunden. Die Teile der Achswelle, die in den Achslagern laufen und auf denen das Gewicht der Lokomotive ruht, bezeichnet man als Achsschenkel. Sie besitzen einen Bund, der die Anlaufkräfte auf die inneren Stirnflächen der Achslager überträgt. Der Treibzapfen hat zwei Lagerflächen. Auf der inneren (am Radstern) läuft das Lager der Kuppelstange, auf der äußeren das Treibstangenlager.

Bei Lokomotiven mit mehr als zwei Zylindern ist eine besondere Form der Achswelle für die Treibstange oder -stangen erforderlich, die von dem oder den inneren Zylindern angetrieben werden. Bei Dreizylinder-Lokomotiven

ist die Achswelle einfach gekröpft, bei Vierzylinder-Lokomotiven zweifach. Kröpfungsfachsen sind kostspielige und schmidetechnisch aufwendig herzustellende Bauteile. Glatte (ungekröpfte) Achswellen sind gewöhnlich hohlgebohrt, um Gewicht zu sparen und den Werkstoff zu prüfen.

Achslager

Der Rahmen und die Masse des Kessels ruht mit den Achslagern auf den Achsschenkeln und damit auf den Radsätzen. Die Achslager sitzen in nach unten offenen Aussparungen des Rahmens, den Achslagerführungen, die von unten durch den Achsgabelsteg verschlossen werden, damit sich der Rahmen nicht aufbiegen kann. Besondere Achslagerführungen sind beim Blechrahmen erforderlich, der wegen seiner geringen Materialstärke keine ausreichende Auflagefläche für die Achslagergehäuse bietet. Achslagerführungen beim Blechrahmen sind meist eingeschweißte Stahlgussstücke, die zugleich den durch den Achslagerausschnitt geschwächten Rahmen verstärken. Beim Barrenrahmen mit seiner großen Materialstärke ist die

Anordnung von Achslager, Achslagerführung und Tragfedern sowie schematische Darstellung der Ausgleichhebel an einem Dampflokomotivrahmen.

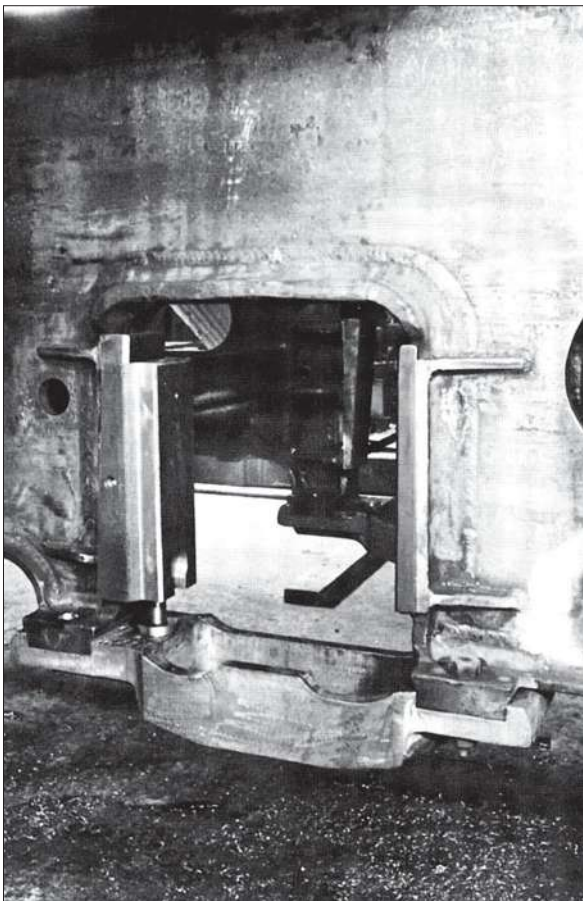


Vermessen des Achslagergehäuses.

Achslagerführung einfacher. Sie besteht aus Führungsstücken, die am Barrenrahmen angeschraubt sind. Auch hier umfassen je zwei Achsgabelstege ein Lager und schließen die Achslagerführung nach unten ab.

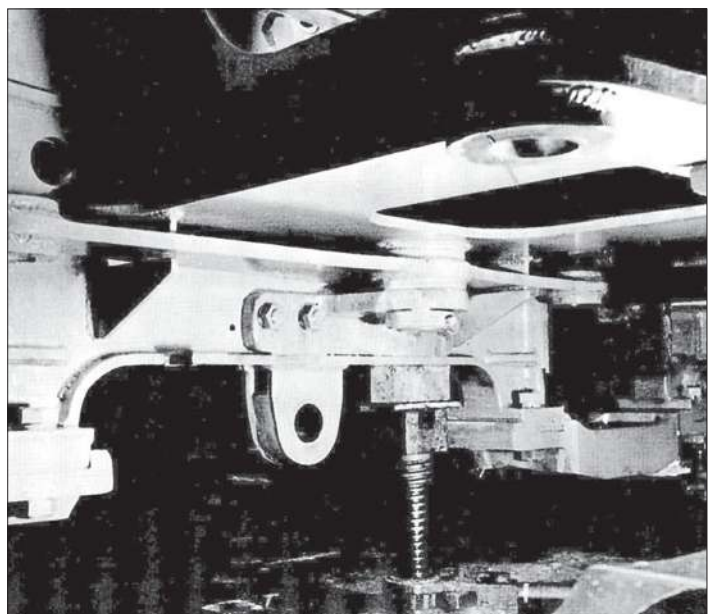
Da bei einseitigen Gleissenkungen oder -erhöhungen sich der Radsatz einseitig hebt oder senkt, die Achse also zum Rahmen geneigt steht, müssen sich auch die Achslagergehäuse schrägstellen können.

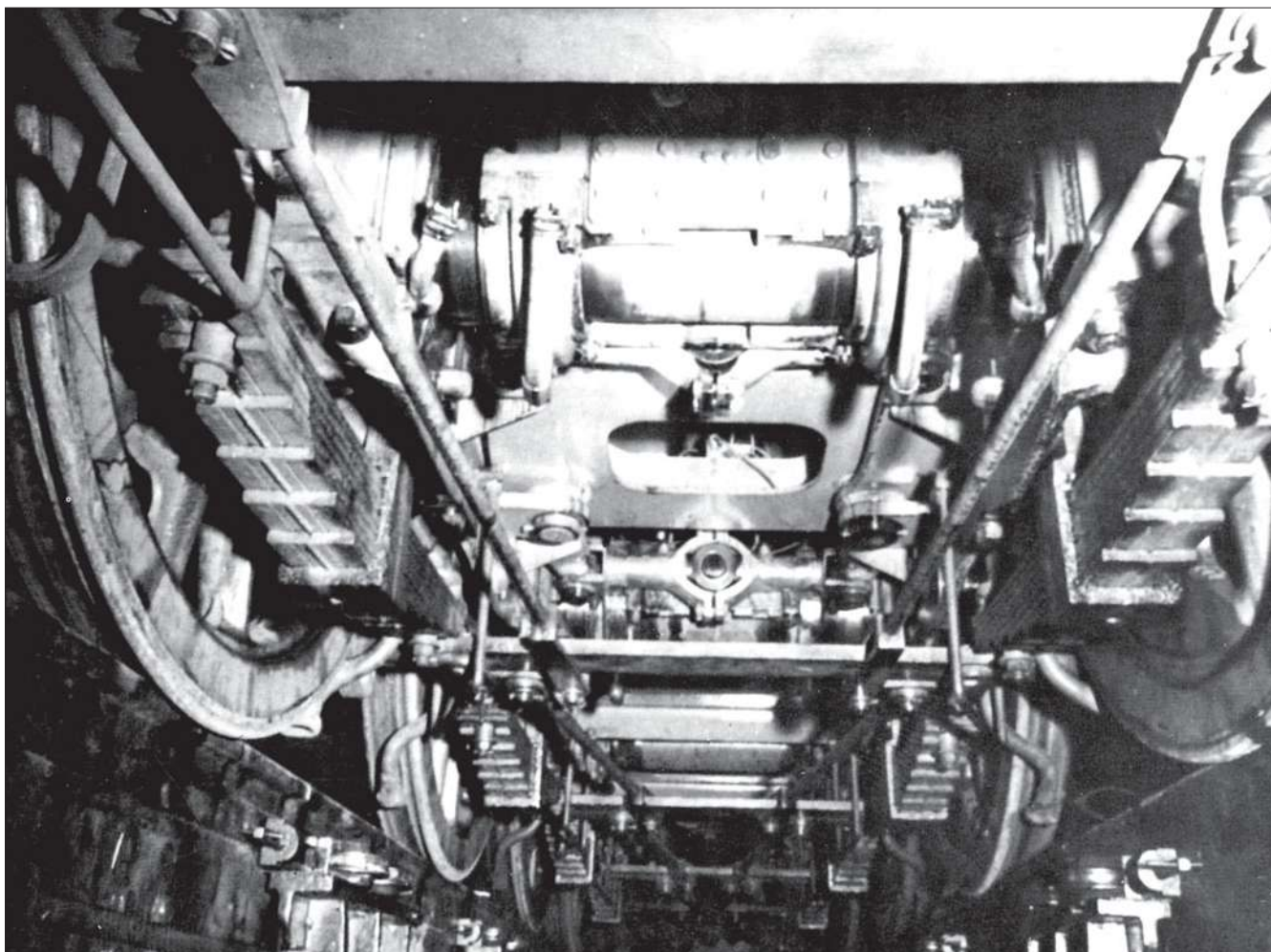
Deshalb sind die Gleitplatten der Achslagerführung nicht durchgehend parallel, sondern im Anschluss an ein gerades Mittelstück oben und unten abgeschrägt. Das Achslager selbst besteht aus dem Achslagergehäuse und der Lagerschale. Damit sich die Lagerschale nicht verdrehen kann, ist die Außenkontur ein Vieleck (fünf ebene Flächen). Ein Verschieben in Richtung der Achse



Achslagerführung mit Stellkeil. Unten am Stellkeil ist die Stellschraube erkennbar. Der Achsgabelsteg ist probenhalber aufgeschraubt (BR 82).

Sicht auf die Achslagerführung und den Achsgabelsteg von der Rahmeninnenseite her gesehen.





Blick von unten auf das Fahrgestell einer Lok der Baureihe 82 und die Achslageraufhängung mit Tragfedern.

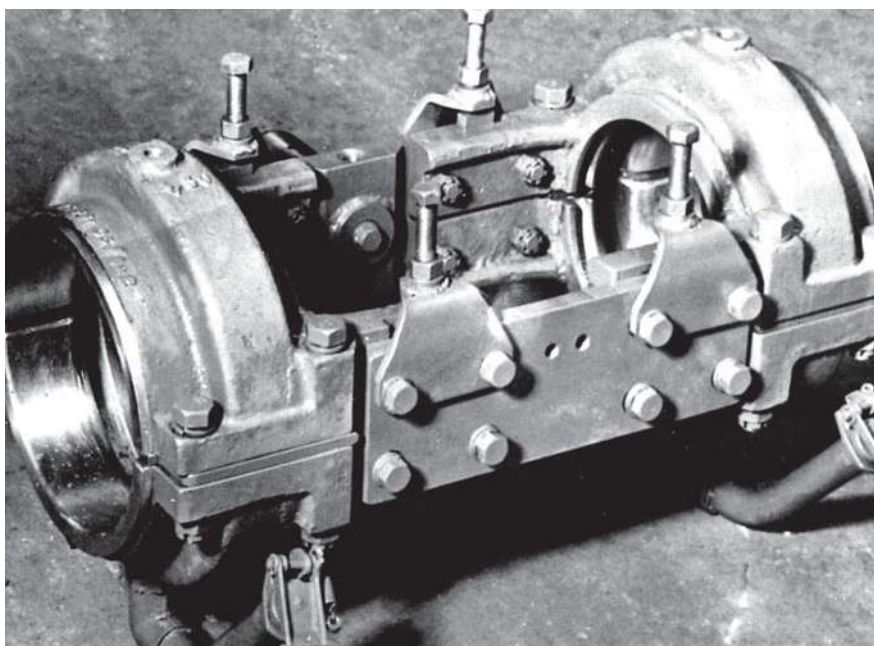
verhindern Bunde, die das Gehäuse umfassen. Die Achslagerschale umfasst den Achsschenkel von oben und besteht aus Rotguss (Rg 5) mit einem Ausguss aus Weißmetall. Die Stirnflächen, die die Anlaufkräfte an den Bunden der Achswelle und Radnabe aufnehmen müssen, erhalten ebenfalls WM-Aufgüsse. Die untere Hälfte des Lagers bildet der Achslagerunterkasten, in dem sich das Schmierpolster befindet. Er hat einen Öleinfülltrichter mit Klappdeckelverschluss. Ein Filzstreifen dichtet den Unterkasten gegen den Achsschenkel ab und verhindert sowohl Ölverluste als auch das Eindringen von Wasser und Staub.

Im Betrieb nutzen sich die Gleitplatten und Achslagerführungen ab. Um das Achslagergehäuse vor Verschleiß zu bewahren und den Verschleiß an Achslagergleitplatten und -führungen auszugleichen, erhält jeder Achslagerausschnitt einen Achslagerstellkeil aus gehärtetem oder naturhartem Stahl. Die Keile werden mit einer Schraube nachgestellt, die durch ein Auge des Achsgabelsteges geht. Damit bei der Nachstel-

lung der Abstand der Achsen zueinander (Stichmaß) nicht verändert wird, liegen die Stellkeile bei allen Achslagerausschnitten auf derselben Seite des Achslagergehäuses. Sie sind meist hinten

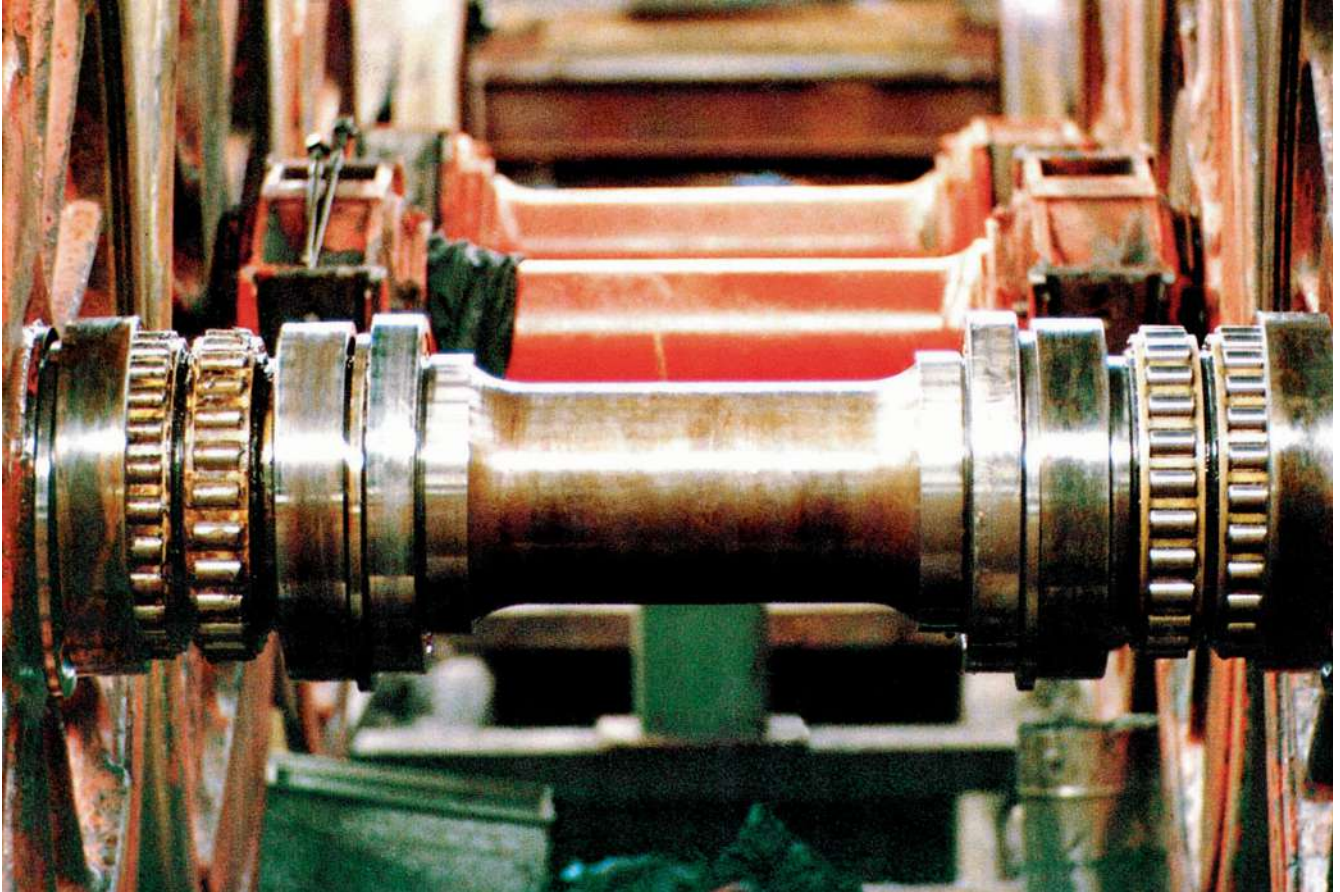
angeordnet, weil sie hier bei Vorwärtsfahrt nicht so stark beansprucht werden wie die vorderen Achslagerführungen.

Die bisher beschriebenen Achslager werden bei Kuppelachsen verwendet.



Anlenkgehäuse für Kuppelradsatz der 82. Der 1. und 2. sowie der 4. und 5. Radsatz waren durch Beugnot-Hebel verbunden.

FOTOS (4): WERKFOTO HENSCHEL



Rollenlager der vorderen Kuppelachse der 23 105.

Da die Treibachslager auch waagerechte Kräfte aufnehmen müssen, die die Dampfmaschine erzeugt, sind hier besondere Lagerbauarten entwickelt worden. Bei dem nach seinem Erfinder benannten Treibachslager der Bauart Obergethmann wird der Achsschenkel auch von einer unteren Lagerschale mit WM-Ausguss umfasst. Zwischen oberer und unterer Lagerschale liegen Bleche verschiedener Stärke, die bei Verschleiß

entnommen werden, damit die untere Lagerschale wieder fest an den Achsschenkel gedrückt werden kann.

Eine Verbesserung des Obergethmann-Lagers ist das Treibachslager der Bauart Mangold, bei dem die untere Lagerschale von der Seite her nachgestellt werden kann. Die Nachstellung des Obergethmann-Lagers ist durch die darunterliegende Tragfeder etwas umständlich.

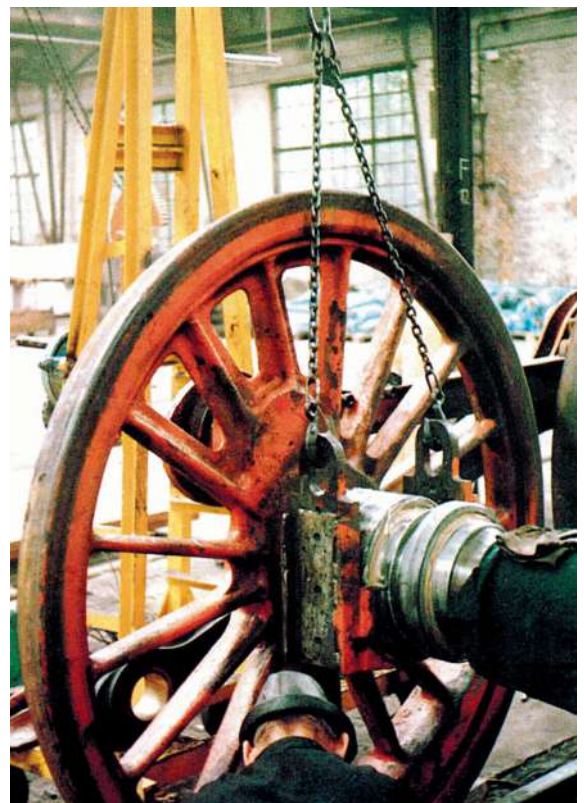
Tragfedern und Federungsausgleich

Die Tragfedern einer Dampflokomotive sind Blattfedern aus einer Anzahl aufeinander geschichteter Federblätter, deren Länge von oben nach unten abnimmt.

Blattfedern verzehren durch die Reibung zwischen den Federblättern schnell die auf sie einwirkenden Stöße, während Schrauben- oder Wickelfedern länger schwingen. Die Federn hängen im Normalfall bei den Treib- und Kup-



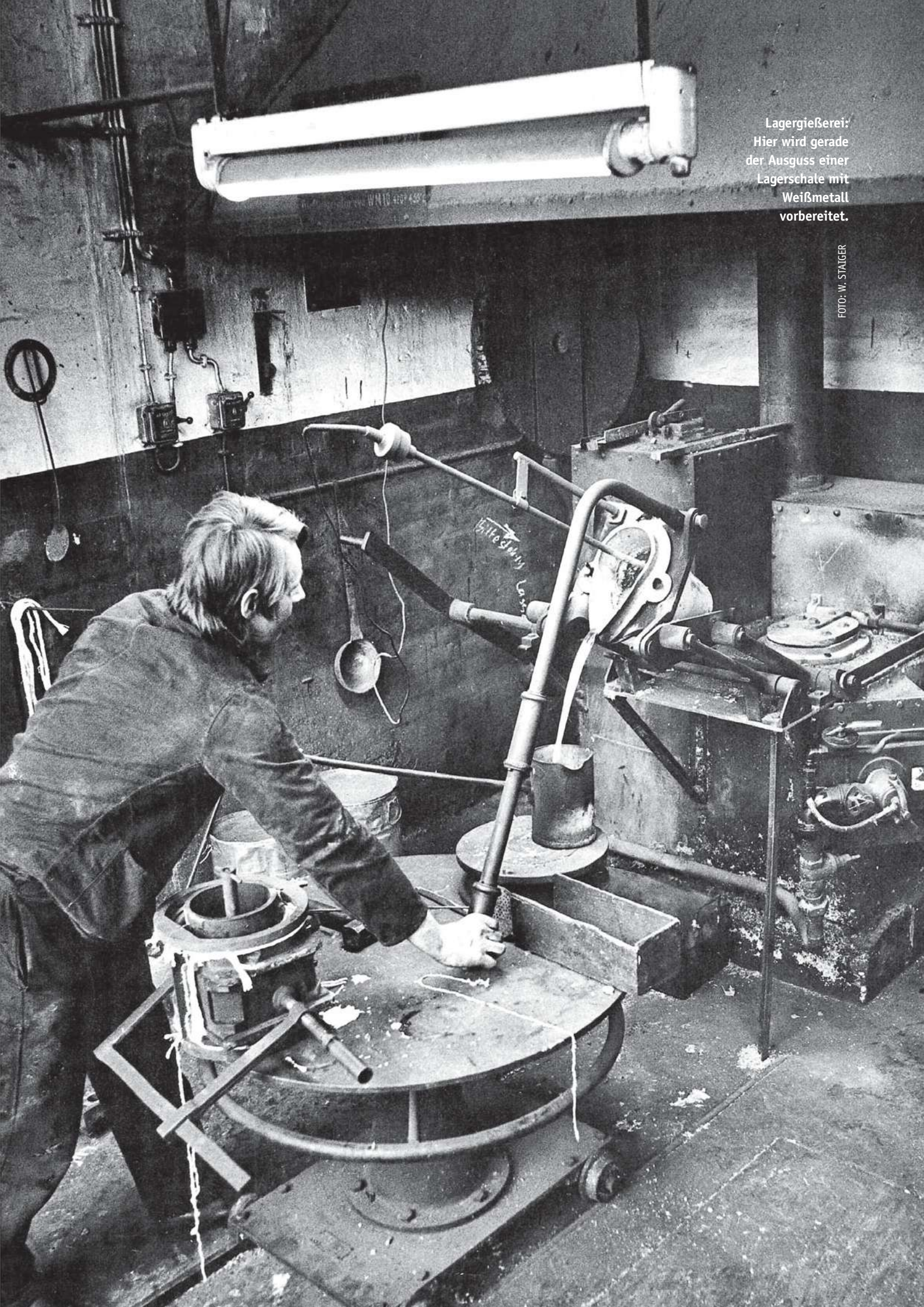
Einfetten der Rollenlager.

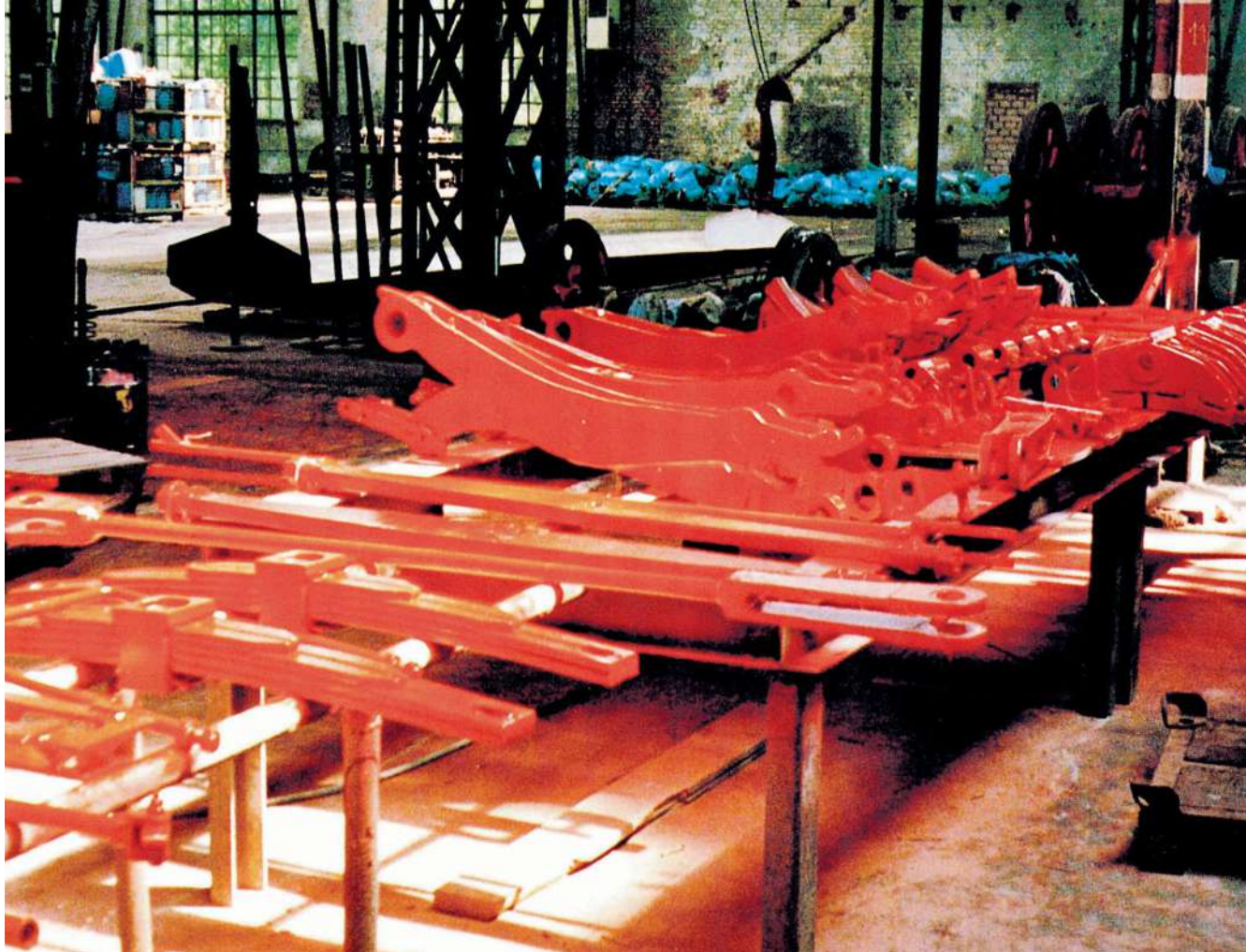


Zusammenbau der Achslager auf dem Achsschenkel.

Lagergießerei:
Hier wird gerade
der Ausguss einer
Lagerschale mit
Weißmetall
vorbereitet.

FOTO: W. STAIGER





Die aufgearbeiteten Bremsgehängeträger der Scherenbremse der 23 105 wurden lackiert. Zusammen mit den im Vordergrund sichtbaren Teilen des Bremsgestänges und den Blattfedern sind sie nun zum Einbau in das Fahrwerk vorbereitet.



So wie diesen Federpaketen sah man auch den anderen Teilen der 23105 vor ihrer Aufarbeitung den Verschleiß deutlich an.

FOTOS (2): H. GARD

pelradsätzen unter den Achslagern an den Achslagergehängen. Die Tragfedern der Schleppachsen sind meist ebenfalls unterhalb der Achslager angeordnet, während die Federn von vorderen Laufradsätzen oberhalb der Achslager liegen.

Die Last, die auf dem Rahmen ruht, wird mit Spannschrauben, die am Rahmen oder an den Ausgleichhebeln befestigt sind, auf die Federn übertragen. Mit den Spannmuttern kann man durch stärkeres oder schwächeres Anziehen das auf die einzelnen Radsätze entfallende Gewicht in gewissem Umfang verteilen. Mehrere Federn der Lokomotive sind auf jeder Seite durch Längsausgleichhebel verbunden. Ein von der Schiene kommender Stoß wird dann nicht nur von einer Feder, sondern von allen an der Federgruppe beteiligten Federn abgefangen und so in seiner Wirkung geschwächt. Bei manchen Lokomotiven sind vorn oder hinten die Federgruppen durch einen Querausgleichhebel verbunden. Be- oder Entlastungen einer Federgruppe werden dann auch auf die andere Seite übertragen, so dass beide Seiten gleichmäßig belastet werden.

Die durch Ausgleichhebel zu einer Gruppe vereinigten Tragfedern be-

zeichnet man als Abstützpunkt. Bei der Baureihe 57¹⁰⁻³⁰ (preuß. G 10) sind die Kuppelradsätze 1 + 2 und 4 + 5 durch Ausgleichhebel verbunden, der 3. Kuppelradsatz ist separat abgefedert, so dass man von einer Sechspunktabstützung (je Lokseite 3 Abstützpunkte) spricht. Bei der Baureihe 81 sind die Radsätze 1 + 2 und 3 + 4 durch Ausgleichhebel verbunden. Überdies verbindet ein Querausgleichhebel die hintere Federgruppe beider Lokseiten miteinander, so dass sich eine Dreipunktabstützung ergibt. Bei den Schnellzuglokomotiven der Baureihen 01 und 03 bildet das Drehgestell je Lokseite einen Abstützpunkt. Die drei gekuppelten Radsätze sind untereinander durch Ausgleichhebel und mit der Schleppachse durch den langen Ausgleichhebel verbunden. Sie bilden je Lokseite den zweiten Abstützpunkt, so dass sich eine Vierpunktabstützung ergibt.

Die Lastverteilung, die eine Lokomotive bei Stillstand hat, ändert sich während der Fahrt. Es entstehen die sogenannten „störenden Bewegungen“: Das Nicken, Wanken und Wogen. Erhält der vordere Radsatz durch einander gegenüberliegende Schienenstöße einen senkrechten Stoß, wird dieser Stoß, wenn auch gedämpft, an Rahmen und Kessel

Heizerseite einer ölgefeuerten Einheitslokomotive der DB. Mit den Handrädern werden über am Kessel entlangführende Züge die Anstellventile z.B. für Speisepumpe, Hilfsbläser und Lichtmaschine betätigt. Das größere Handrad ist bei ölgefeuerten Loks für den Heizer sehr wichtig. Von hier aus regelt er die Ölfuhr zum Brenner in der Feuerbüchse der ölgefeuerten Dampflokomotive. Bei dem daneben befindlichen viereckigen Gerät handelt es sich um die Schmierpumpe, von der aus über viele kleine Leitungen die Schmierstoffe zu den einzelnen Aggregaten der Lokomotive gepresst werden. Der rechts im Bild noch sichtbare Aufbau verschließt das ursprüngliche Feuerloch durch den „Sekundärschacht“.

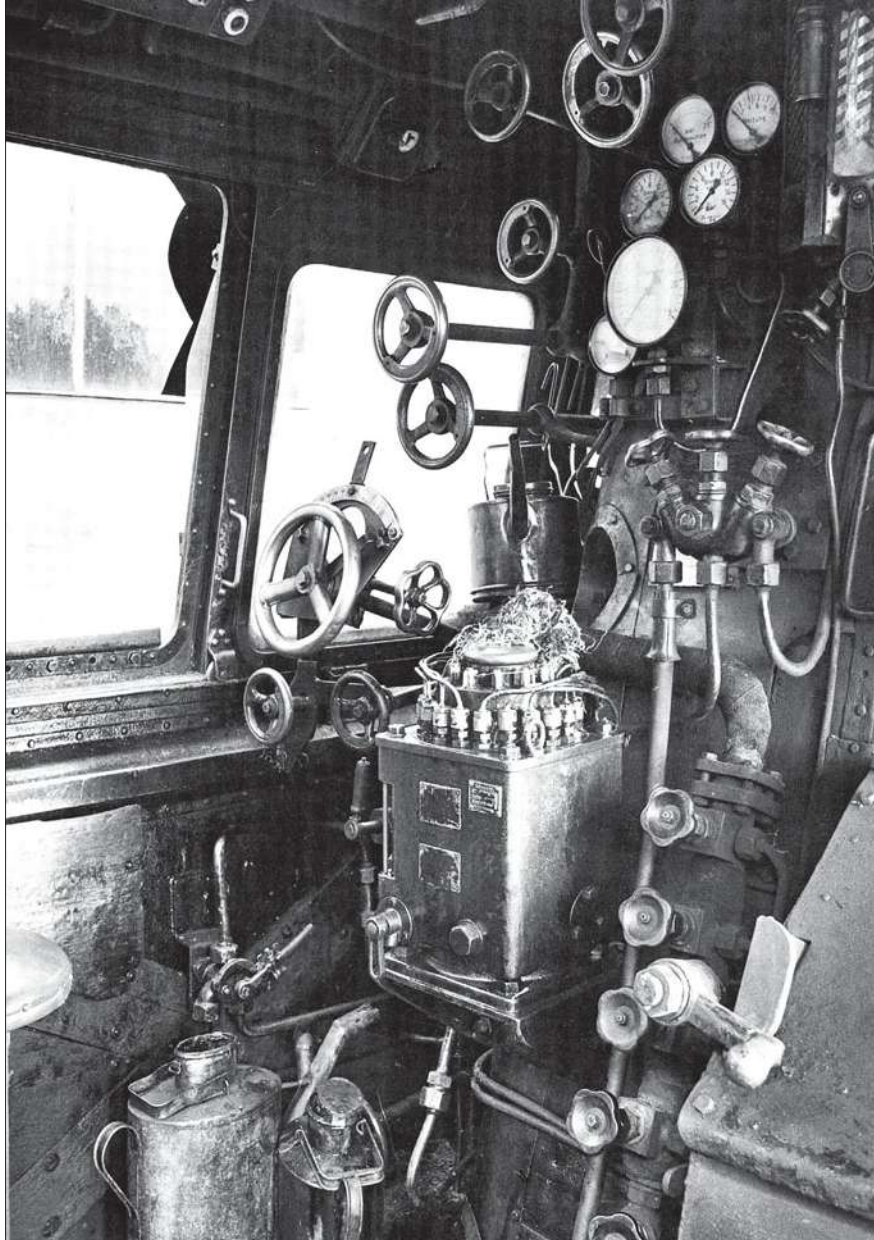


FOTO: W. STAIGER

weitergegeben. Die Maschine wird vorn entlastet und hinten belastet, schwingt also um ihre waagerechte Querachse. Die hinteren Federn versuchen, die Belastung auszugleichen, und schwingen zurück, bis die Stoßkraft durch das Federspiel der vorderen und hinteren Federn ausgeglichen ist. Diesen Bewegungsvorgang nennt man Nicken. Das Wanken entsteht durch einseitige Gleisunebenheiten und durch die wechselnd auftretenden Kreuzkopfdrücke. Die Lokomotive versucht, um ihre Längsachse zu drehen. Dabei werden die Räder der einen Lokomotivseite entlastet, die der anderen belastet. Ein Querausgleichs- hebel, der die Federn oder Federgruppen beider Seiten verbindet, vermindert das Wanken.

Seltener ist das Wogen, wobei sich alle Federn der Lokomotive auf- und ab- bewegen.

Alle diese störenden Bewegungen werden durch den Federungsausgleich nicht völlig aufgehoben, aber doch stark gedämpft. Ohne den Federungsausgleich wären Lokomotiven stark entgleisungsgefährdet oder müssten in ihrer Höchstgeschwindigkeit stark reduziert werden. Die Ausgleichs- hebel, die die Federn verbinden, sind mit Bolzen drehbar im Rahmen gelagert. Mit verschiedenen Hebelarmlängen kann man die Last, die eine Achse erhält, in gewissen Grenzen beeinflussen. So war bei den Baureihen 06, 41 und 45 durch Umstecken der Bolzen in den Längsausgleichs- hebeln die Achsfahrmasse von 18 t auf 20 t erhöhbar, indem man die Laufachsen zugunsten der Kuppelachsen entlastete.

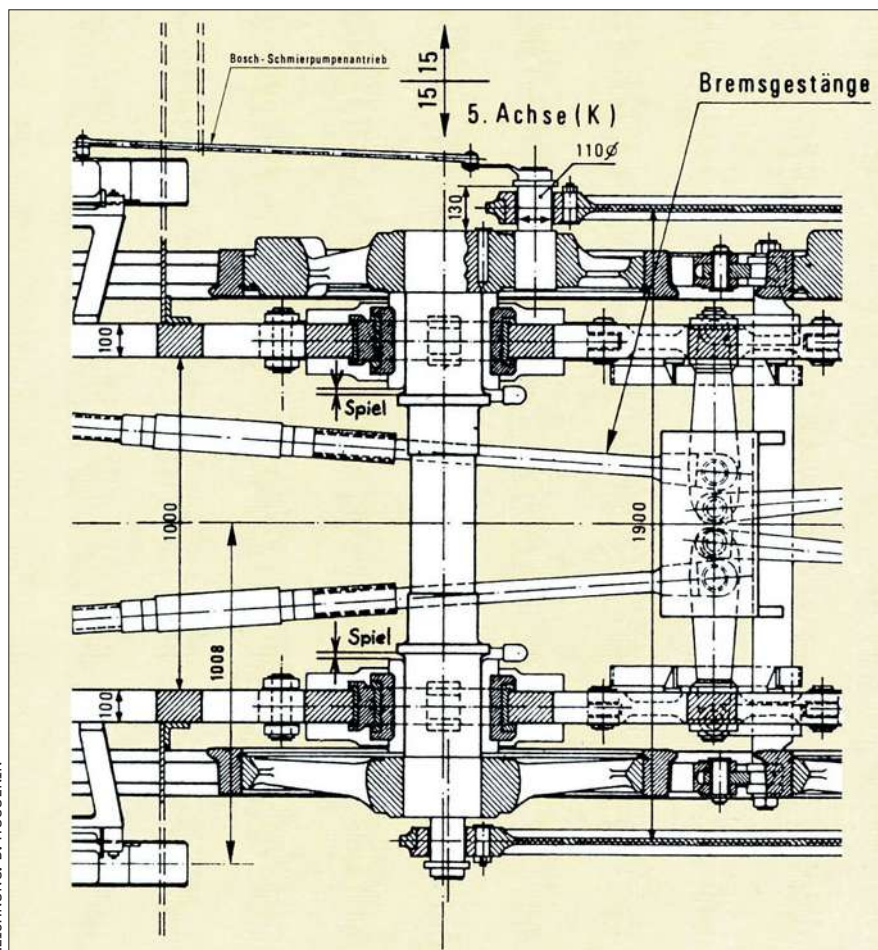
So sehen die Bedienelemente einer 44 aus, die der Lokomotivführer überwacht: Der Reglerhebel, der von der Stehkesselrückwand herabreicht, das Bremsventil, das sich gleich vor dem kleinen Seitenfenster befindet, und darunter das Steuerhandrad für Vor- oder Rückwärtsfahrt bzw. Füllgradeinstellung der Zylinder.



FOTO: W. STAIGER



Die Eisenbahnfreunde der „IG 41 018“ mussten das Krauss-Helmholtz-Drehgestell ihrer Lok komplett ausbauen und instandsetzen, ehe sie wieder fahrtüchtig war.

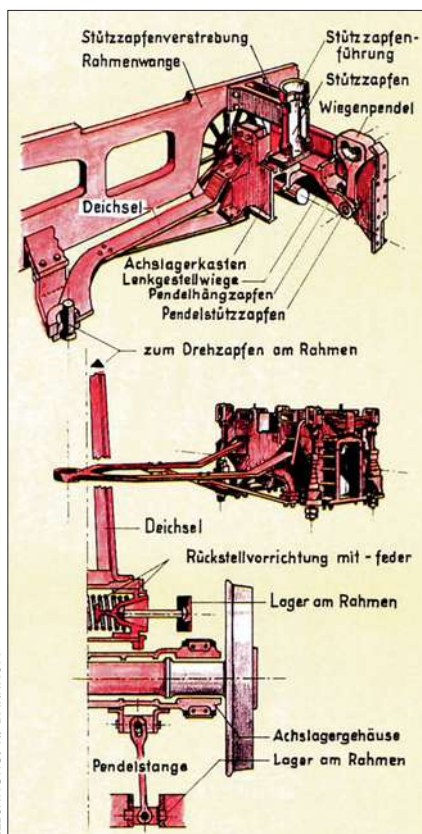


Durch Spiel zwischen Achsbund und Lagerschale ist die 5. Achse bei der Baureihe 44 seitenverschiebbar (Maßstab 1:20).

Kurvenbewegliche Laufwerke

Den festen Achsstand einer Lokomotive kennzeichnet das Maß zwischen den äußeren, im Lokomotivrahmen fest gelagerten Radsätzen. Bei laufachslosen Lokomotiven entspricht dieses Maß der geführten Länge im Gleis, von der Laufgüte und Kurvenbeweglichkeit entscheidend bestimmt werden. Je größer der feste Achsstand ist, desto weniger neigt die Lokomotive zum Schlingern. Unter Schlingern versteht man das Drehen der Lokomotive um die senkrechte Achse, das durch das wechselseitige Anlaufen der Spurkränze hervorgerufen wird. Nun bekommt eine Lokomotive mit großem, festem Radstand Probleme, Krümmungen zu durchfahren. Sie würde im Gleisbogen festklemmen oder durch Aufklettern der Radsätze auf die Schienen entgleisen. Es mussten also, als die Achszahl bei den Lokomotiven zunahm, kurvenbewegliche Laufwerke entwickelt werden.

Von den im Laufe der Geschichte der Dampflokomotive ausgeführten kurvenbeweglichen Laufwerken kann hier nur die am weitesten verbreitete Bauform, die zugleich die genialste und einfachste ist, erläutert werden. Sie ist nach ihrem Erfinder, dem Österreicher Karl Gölsdorf benannt. Gölsdorf erreichte den Bogenlauf der Lokomotive dadurch, daß er die

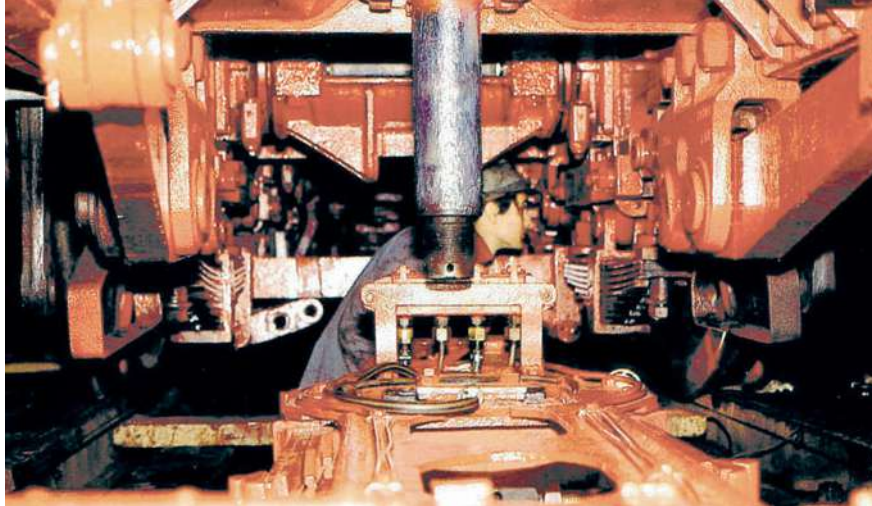


Bissel-Gestell mit Wiege und Federrückstelleinrichtung.

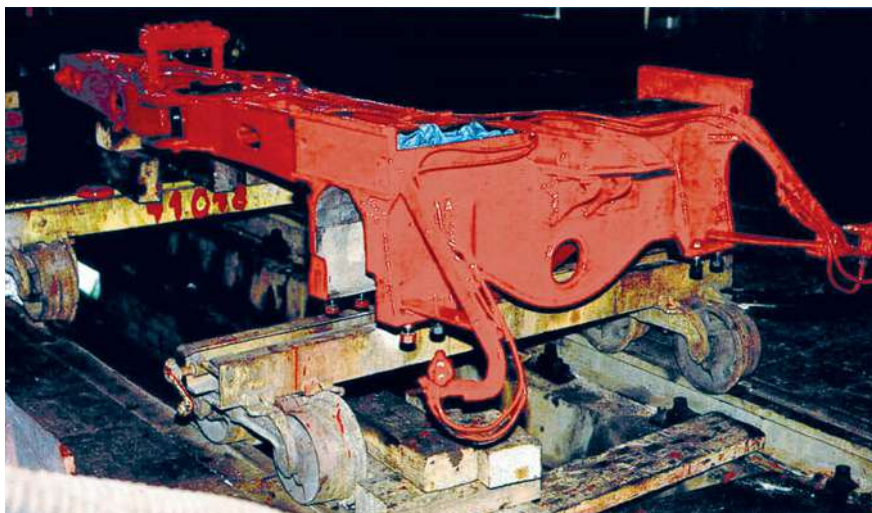
Radsätze seitenverschieblich machte. Diese Seitenverschiebbarkeit wird erreicht, wenn man zwischen den Lageraschen (bzw. deren Stirnflächen) und den Bunden auf der Achswelle ein Spiel von der Größe der benötigten Seitenverschiebbarkeit zugibt. Entsprechend länger müssen auch die Kuppelzapfen werden, oder die Kuppelstangen müssen Lager erhalten, die ein seitliches Ausschwenken ermöglichen.

Laufachsen kurvenbeweglich auszuführen, ist weniger problematisch und wurde in der Geschichte des Lokomotivbaues eher beherrscht als das kurvenbewegliche Laufwerk. Laufachsen werden dann angeordnet, wenn die Masse des Kessels nicht auf den Kuppelradsätzen untergebracht werden kann, oder wenn sie zugleich die Führung der Lokomotive übernehmen sollen.

Ältestes kurvenbewegliches Laufwerk ist das Bisselgestell. Die Konstruktion ist recht einfach: Ein Stahlgussstück, das beide Achslager des Laufradsatzes aufnimmt, ist mit einer Deichsel drehbar am Rahmen befestigt. Bei der DRG wurden Bisselachsen in jeder Fahrtrichtung durch vorn am Rahmen befestigte Pendelstangen gezogen. Bei Rückwärtsfahrt zieht die Deichsel das Laufgestell. Eine Rückstellfeder, die sich mit Druckstan-



Blick unter den Rahmen auf den Drehzapfen des Krauss-Helmholtz-Lenkgestells der 41018. Das Gestell wurde soeben abgesenkt.



Nach gründlicher Aufarbeitung und mit neuem Anstrich ist das Krauss-Helmholtz-Lenkgestell der 41018 wieder einbaufertig.

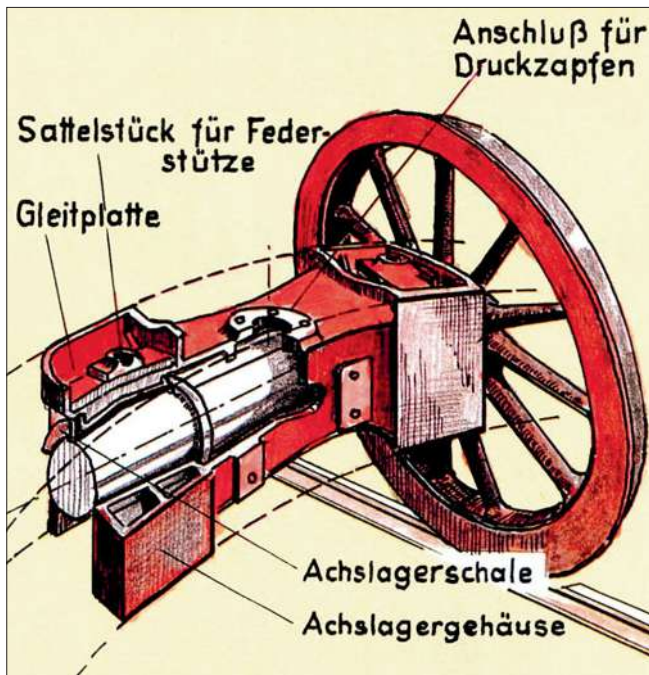
gen an den Rahmenwangen abstützt, sorgt für die Rückstellung des Gestells. Als führende Achse sollte das Bisselgestell nicht eingesetzt werden, da es zum Pendeln im Gleis neigt.

Als Schleppachse bei Schlepptenderlokomotiven wird die Adamsachse bevorzugt, weil meist unter dem Aschkasten kein Platz für Deichsel und Drehzapfen ist. Adamsachsen sind aber bei den Baureihen 91³⁻¹⁸, 75⁴, 75⁵ und 75¹⁰⁻¹¹ auch als Vorlaufachsen eingebaut gewesen. Die Achslagergehäuse sind mit seitlichen Gleitflächen ausgeführt, die nach einem Kreisbogen abgedreht oder gefräst sind. Der Radius des Kreisbogens entspricht etwa der Länge der Deichsel bei der Bisselachse. Die Achslagerführungen im Rahmen sind nach demselben Kreisbogen ausgeführt. Die Last des Rahmens wird auf die Achslagergehäuse mit Sattelstücken aus Gleitplatten übertragen. Die Rückstellvorrichtung mit zwei Blattfedern liegt oberhalb der Achse. Bei den Einheitslokomotiven befanden sich die Tragfedern der Adamsachse unterhalb der Achslager. Bei der Baureihe 01⁰⁻² beispielsweise hatte die Adamsachse eine Seitenver-

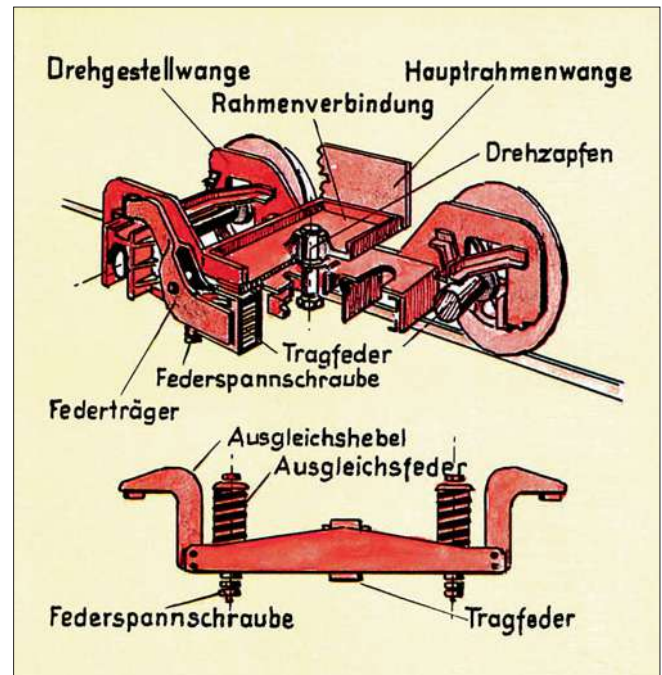
schiebbarkeit von ± 80 mm. Bisselachse und Adamsachse sind als Vorlaufachsen nur für begrenzte Höchstgeschwindigkeiten tauglich. Bei der Adamsachse sollten 80 km/h keinesfalls überschritten werden. Bessere Laufeigenschaften hat das zweiachsige Laufdrehgestell, mit dem beispielsweise die Baureihen 01, 01¹⁰, 02, 03, 03¹⁰, 04, 05, 06 und 62 ausgestattet waren. Das zweiachsige Laufdrehgestell kann mit Innen- oder Außenrahmen ausgeführt sein. Es wird von einem am Hauptrahmen befestigten Drehzapfen geführt und kann sich nicht nur um diesen Zapfen drehen, sondern auch seitlich rechts und links ausschwenken. Die Last des Rahmens wird nicht durch den Drehzapfen übertragen, sondern mit Gleitplatten auf die Tragfedern des Drehgestells. Die Tragfedern sind Blattfedern; zwischen Tragfedern und Federträger sind Schraubenfedern als Ausgleichfedern eingebaut. Das zweiachsige Laufdrehgestell besitzt eine Rückstellvorrichtung aus Blattfedern. Bei Lokomotiven mit diesem Drehgestell zählt die geführte Länge der Lokomotive vom Drehzapfen bis zur letzten, fest im Rahmen gelagerten Achse.



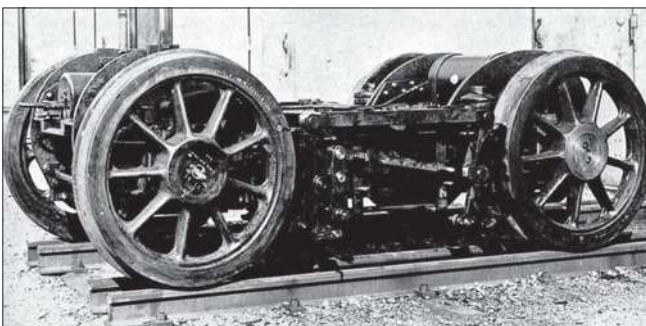
Filigrane Radsatzgruppe einer Drillings-Schnellzuglokomotive der Baureihe 03.10. An der Stellung der Gegengewichte in den Radsternen erkennt man den Zweiachs-antrieb. Im Vergleich zu dem Werkarbeiter sind die Kuppelradsätze mit ihrem Durchmesser von 2000 mm eine recht imposante Konstruktion.



Vereinfachte Darstellung einer Adamsachse. Zum leichteren Verständnis wurde auf die dazugehörige Rückstellereinrichtung hier verzichtet.

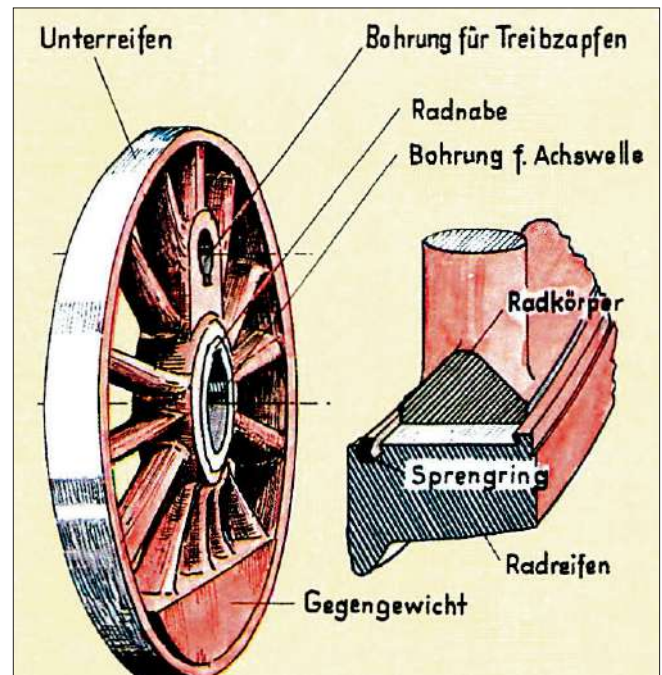


Zweiachsiges Lokomotivdrehgestell mit Innenrahmen. Das Drehgestell kann sich nicht nur um den Drehzapfen drehen, sondern auch seitlich ausschwenken. Die Rückstellfedern sind der besseren Übersichtlichkeit halber weggelassen worden.



Fertig montiertes Drehgestell einer Schnellzuglokomotive mit einseitiger Abbremsung. Diese Konstruktion hat sich besonders bei schnellfahrenden Fahrzeugen bewährt.

Links ist der Radkörper eines Treibradsatzes, der sogenannte Radstern, mit angegossenem Gegengewicht zum Ausgleich der umlaufenden Massen und teilweise auch der hin- und hergehenden Massen zu sehen. Rechts handelt es sich um die Radreifenbefestigung mittels eines Sprenglings.



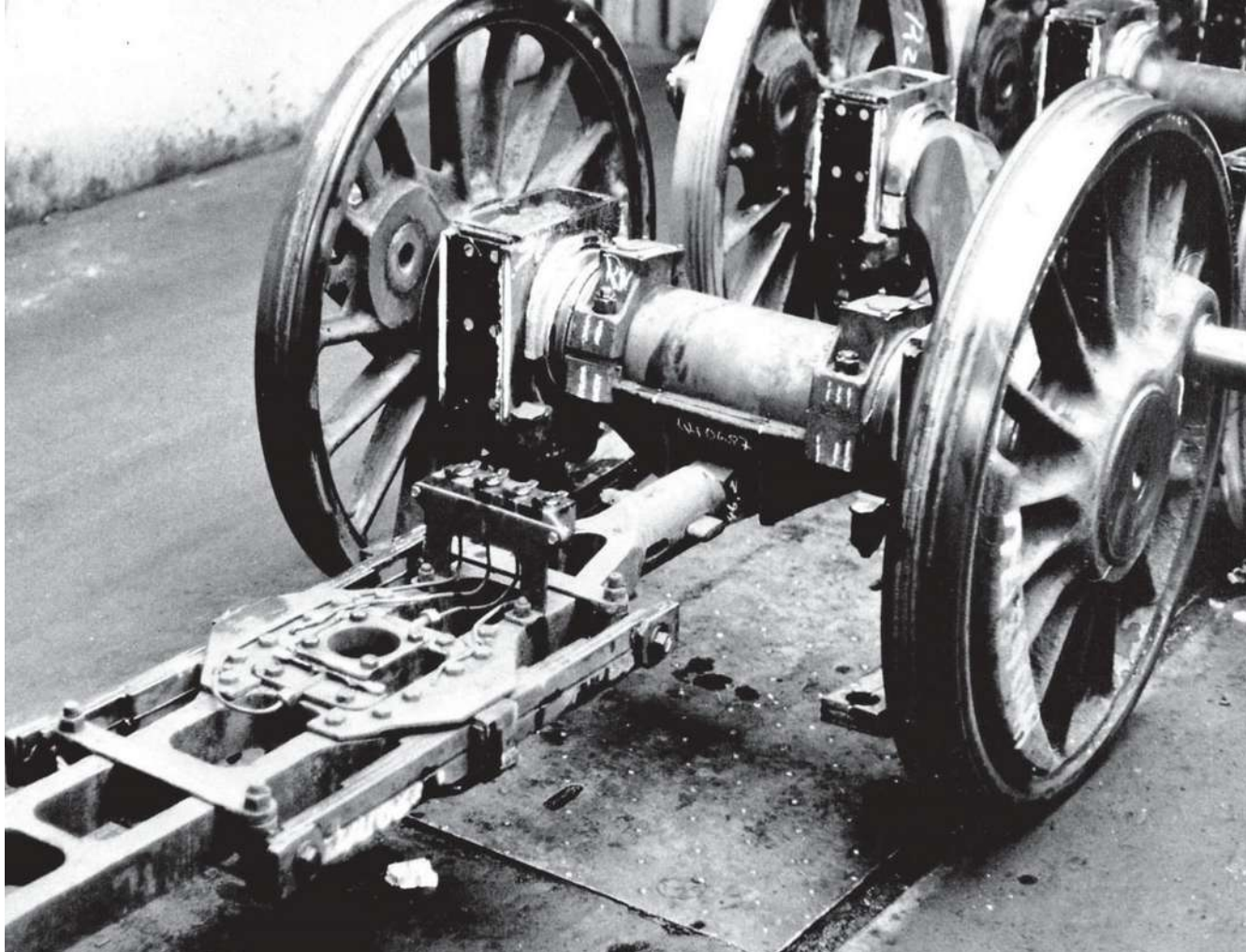


FOTO: M. WEISBRÖD

Ausgebautes Laufwerk der 44 0687. Auf diesem Foto, das im Ausbesserungswerk Meiningen entstand, ist die Konstruktion des Krauss-Helmholtz-Lenkgestells sehr gut ersichtlich. Man beachte die Schmierleitungen zum Drehzapfenlager und zu den Rückstellfedern.

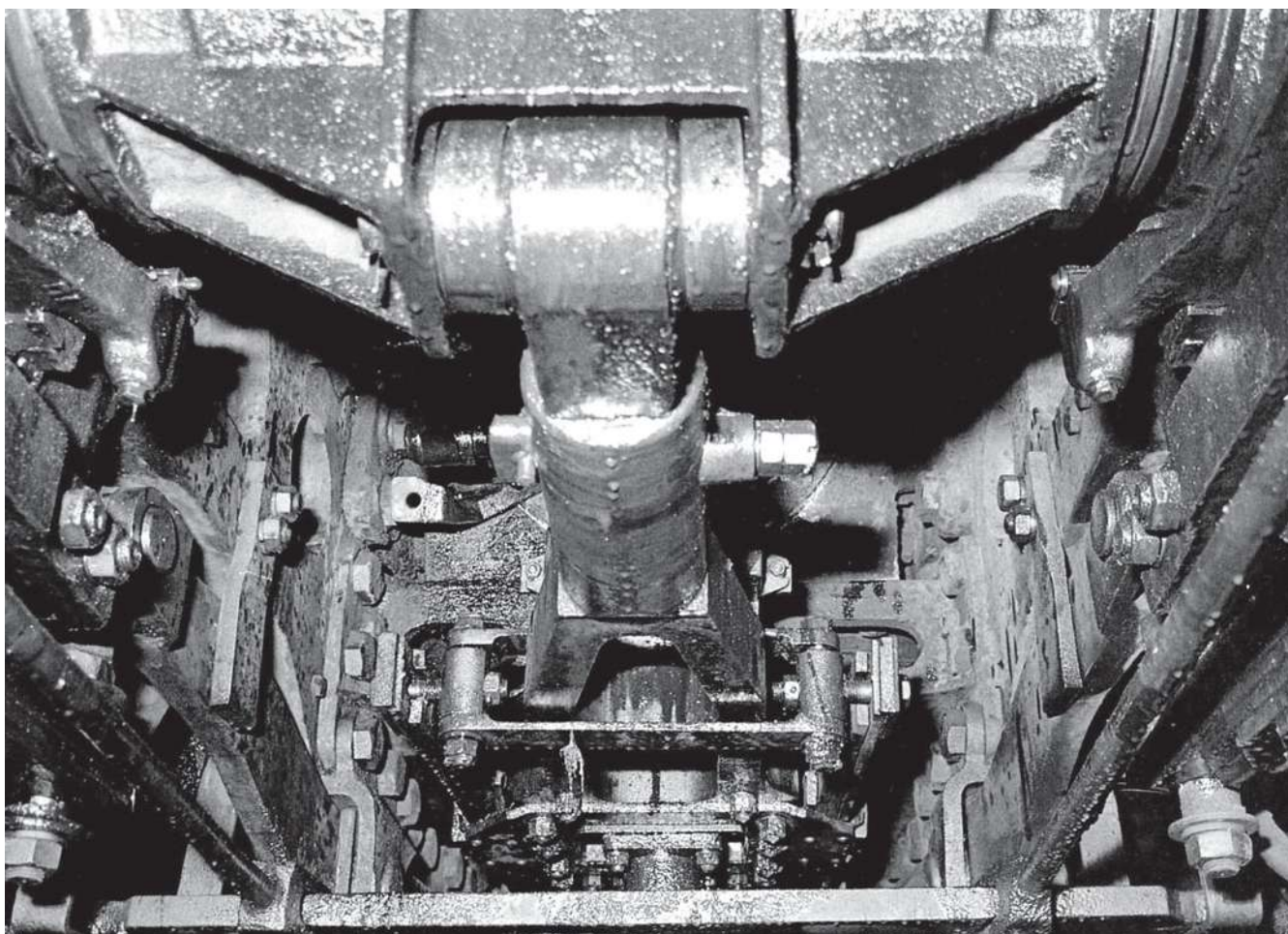
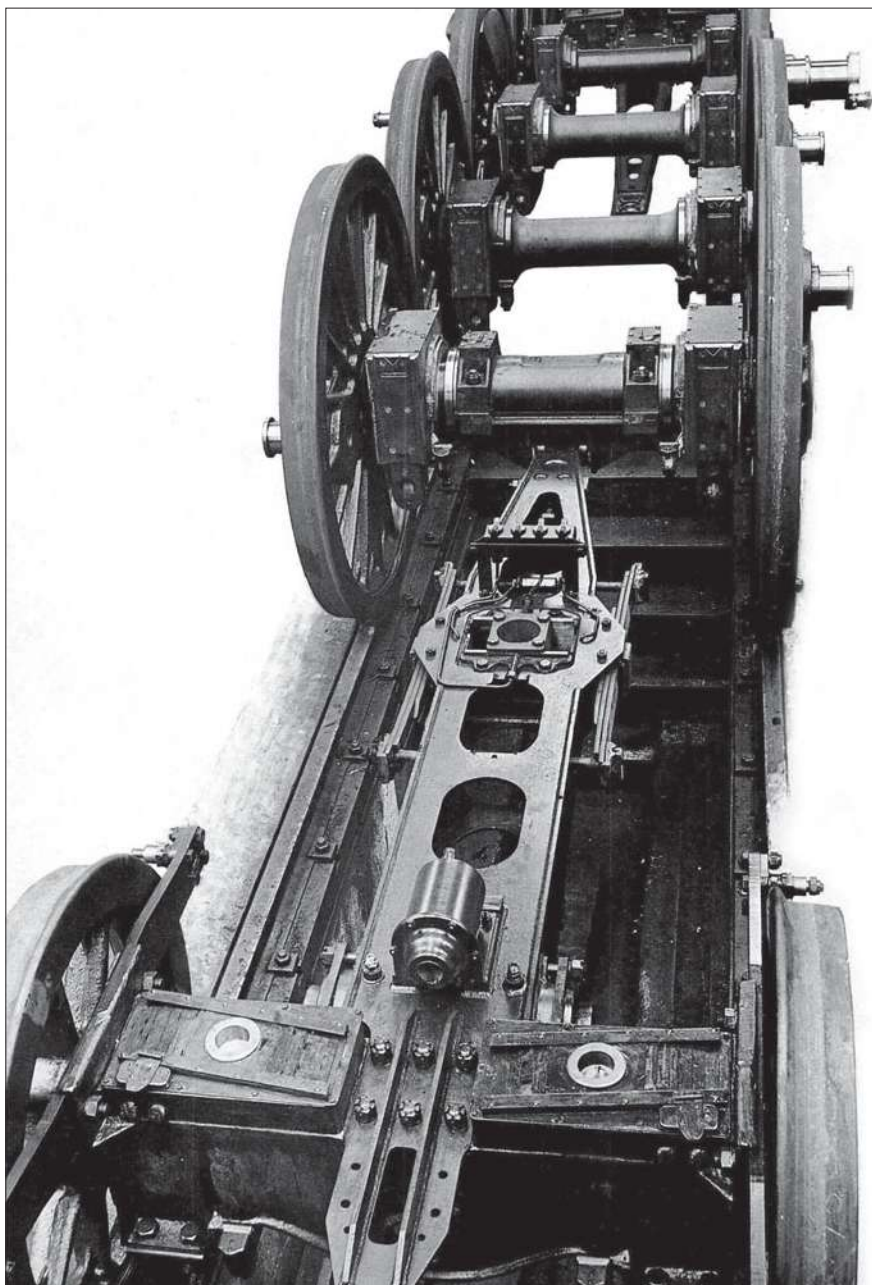


FOTO: F. HUGUENIN

Blick aus dem Kanal auf das Krauss-Helmholtz -Lenkgestell der 044 569, wie es der Werkmeister bei der Untersuchung der Lok sah. Sehr gut zu erkennen ist das Deichsellager (Bw Ottbergen, April 1976).

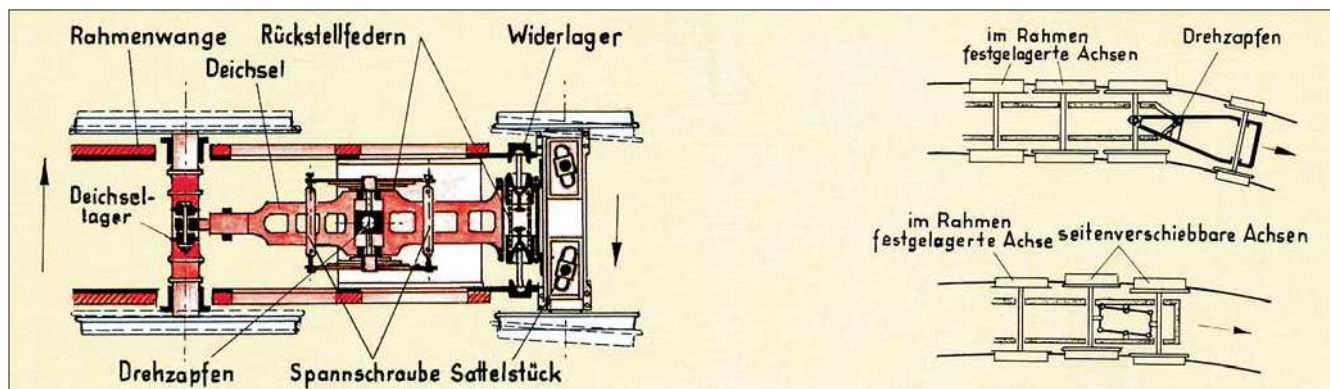


Das 1'D1'-Laufwerk einer Lok der Baureihe 41 ist zum Aufachsen vorbereitet. Vorne ein Krauss-Helmholtz-Lenkgestell in geschweißter Konstruktion. Die Schleppachse ist in einem Bisselgestell gelagert (auf dem Bild gerade noch zu erkennen).

Im Krauss-Helmholtz-Lenkgestell sind eine Laufachse und die benachbarte Kuppelachse miteinander verbunden. Die Laufachse wird wie bei der Bisselachse von einer Deichsel im Kreisbogen geführt und besitzt eine Rückstellvorrichtung, die die Schlingerbewegungen dämpft. Die Deichsel ist aber über den fest am Hauptrahmen sitzenden Drehzapfen hinaus verlängert und am Deichsellagergehäuse der Kuppelachse gelagert. Die Kuppelachse ist nur quer zum Rahmen verschiebbar. Die Deichsel ist gegenüber dem Drehzapfen seitenverschiebbar, und auch sie besitzt eine Rückstellvorrichtung aus Blattfedern. Das Deichsellagergehäuse ist ein Gussstück (Rotguss), das auf der Achswelle ruht; seine Lagerstellen sind durch Bünde begrenzt.

Bei der Einfahrt in eine Krümmung wird zuerst der Laufradsatz abgelenkt. Er verschiebt nun aber nicht über die Deichsel den Kuppelradsatz, denn dieser lässt sich wegen der auf ihm ruhenden Last und wegen der Reibung zwischen Rad und Schiene nicht verschieben. Der Kuppelradsatz läuft zunächst weiter geradeaus. Das Ausschwenken des Laufradsatzes bewirkt eine Anspannung der Rückstellfedern am Drehzapfenlager, und über den Drehzapfen wird der Rahmen entsprechend der Krümmung gelenkt.

Man hat die Führungseigenschaften des Krauss-Helmholtz-Lenkgestells lange unterschätzt und erachtete es für Schnellzuglokomotiven als ungeeignet. Bei den deutschen Länderbahnen besaß bereits die 1918 in Dienst gestellte sächsische Schnellzuglokomotive der Gattung XXHV ein Krauss-Helmholtz-Lenkgestell, bei der DRG nur die Dampf-motor-Versuchslokomotive 19 1001



Links die Zeichnung eines Krauss-Helmholtz-Lenkgestells. Gestrichelt eingezeichnet ist die Endlage der Laufachse und der ersten Kuppelachse bei rechtsseitigem Ausschwenken. Rechts oben eine Prinzipzeichnung für die Einstellung des Krauss-Helmholtz-Lenkgestells in der Krümmung. Darunter ein Beugniot-Gestell, bei dem zwei Gölsdorf-Achsen seitenverschiebbar durch einen Lenkhebel, den Beugniot-Hebel, zu einem Gestell vereint sind. Eine Konstruktion, die bei der Baureihe 82 angewendet wurde (vgl. auch die Henschel-Werkaufnahmen auf den Seiten 146 und 147).

(Baujahr 1941). Das Krauss-Helmholtz-Lenkgestell steht aber in seinen Führungseigenschaften dem zweiachsigen Laufdrehgestell in keiner Weise nach.

Bei den elektrischen Schnellzuglokomotiven ging man schon ab 1933 mit der Indienststellung der Baureihe E 04 zum Krauss-Helmholtz-Gestell (hier Abart AEG) über.

Die Bremsen

Wirkungsweise der Bremsen

Zur Verminderung der Geschwindigkeit der Lokomotive (und des Wagenzuges), zum Anhalten und zur Sicherung im Stillstand sind Bremsen erforderlich.

Die übliche Form sind Radbremsen, die als Klotzbremsen oder (bevorzugt bei Triebwagen) als Trommel- bzw. Scheibenbremsen ausgeführt sind. Bei Dampflokomotiven kommen als Radbremsen nur Klotzbremsen in Betracht. Eine weitere, nur bei der Dampflokomotive mögliche Bremse ist die Gegendruckbremse. Nach der Art der Bremskrafterzeugung unterscheidet man Handbremsen und Luftdruckbremsen. Bei Schmalspurbahnen sind Bremsen üblich oder üblich gewesen, bei denen die Bremskraft durch Gewichte oder Reibrollengetriebe erzeugt wurde (Heberlein-Bremse). Man differenziert zwischen direktwirkenden Bremsen, die nur auf ein Fahrzeug wirken, und durchgehenden Bremsen, die auf den gesamten Zug wirken.

Je nach ihrer Wirkungsweise unterscheidet man zwischen nichtselbsttätigen (direkten) Bremsen und selbsttätigen Bremsen. Nur die selbsttätigen Bremsen bringen durch Betätigung des Führerbremsventiles bei Schäden an der Hauptluftleitung, bei Zugtrennungen oder bei Betätigung der Notbremse den Zug oder Zugteil zum Halten. Und schließlich werden nach Bauart und

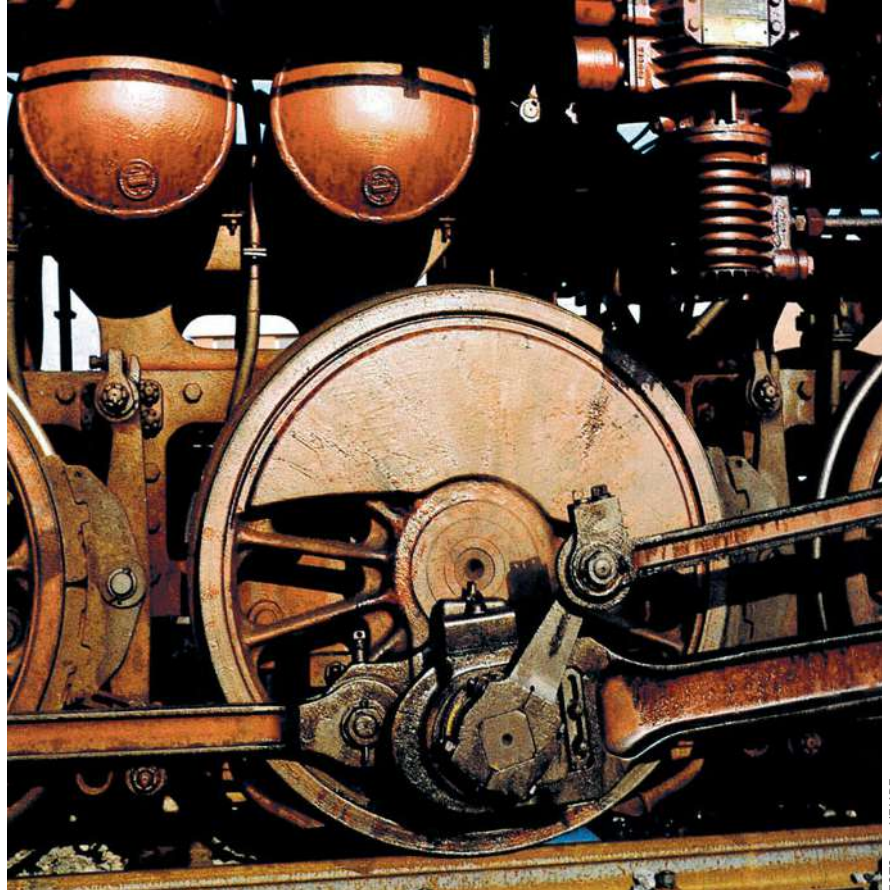


FOTO: D. KEMPF

Luftpumpe (Bauart Wülfel), Hauptluftbehälter und Bremsgehänge an der 50 525 (Oktober 1968).

Wirkungsweise der Bremszylinder und Steuerventile noch Ein- und Zweikammerbremsen und einlösig und mehrlösig Bremsen unterschieden. Bremszylinder von Einkammerbremsen haben nur einen Arbeitszylinder. Bei der Zweikammerbremse ist der Bremszylinder durch den Kolben in eine Vorder- und eine Arbeitskammer unterteilt.

Handbremsen

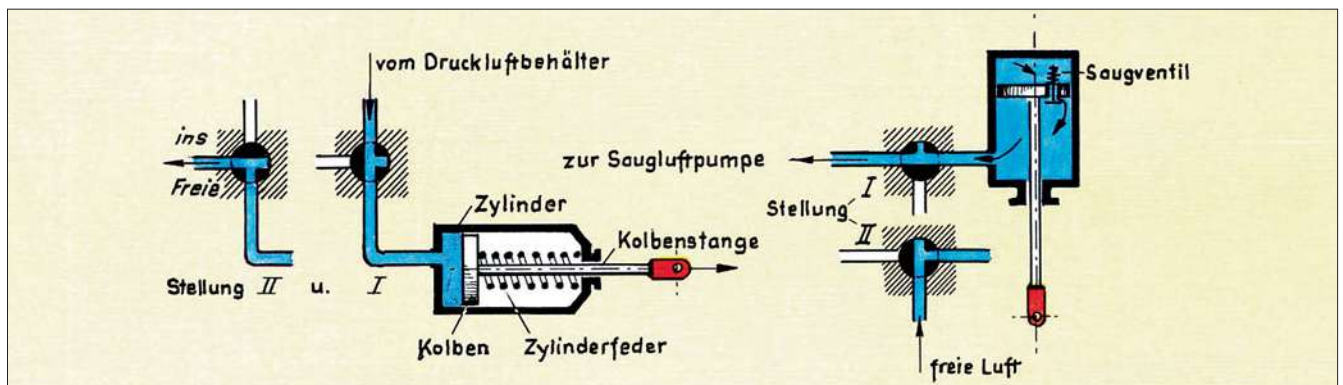
Handbremsen können Schraubenspindel- oder Wurfhebelbremsen sein. Schraubenspindelbremsen sind früher bei einigen Tendern und vor allem bei Wagen üblich gewesen. Die Schraubenspindelbremse wird mit einem Handrad oder mit einer Spindel im Uhrzeigersinn gedreht und nimmt dabei das Bremsgestänge mit. Da an der Kurbel nur eine Kraft von etwa 50 kp ausgeübt werden kann, muss die Übersetzung entsprechend groß sein.

Weil viele Kurbelumdrehungen notwendig sind, dauert es recht lange, bis die Bremse wirksam wird.

Entsprechend der Betriebsordnung (BO) müssen Tender und Tenderlokomotiven mit einer Wurfhebelbremse ausgerüstet sein, auch wenn sie über andere Bremsenrichtungen verfügen. Mit der Wurfhebelbremse kann in sehr kurzer Zeit eine große Bremswirkung erzielt werden. Diese Wirkung wird durch die Veränderung der Hebelverhältnisse beim Betätigen der Bremse hervorgerufen.

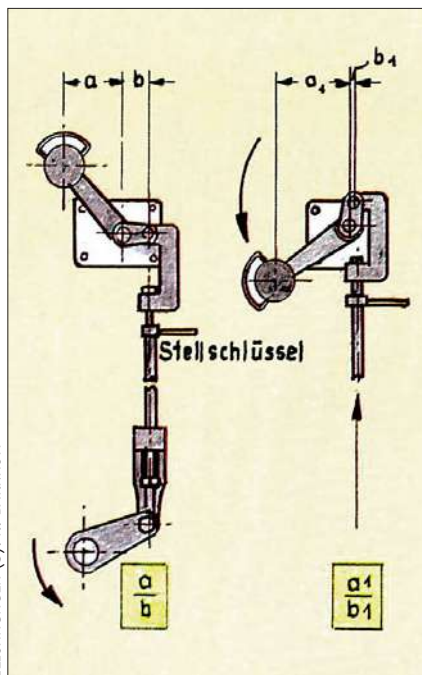
Klotzbremsen

Dampflokomotiven und Tender werden mit Klotzbremsen abgebremst. Die Bremsklötze sind aus Gusseisen, weil mit diesem Material ein guter Reibungswert zwischen Klotz und Rad unter Schonung der Radreifen erreicht wird. Bremsklötze gibt es in verschiedenen Bauformen.



ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

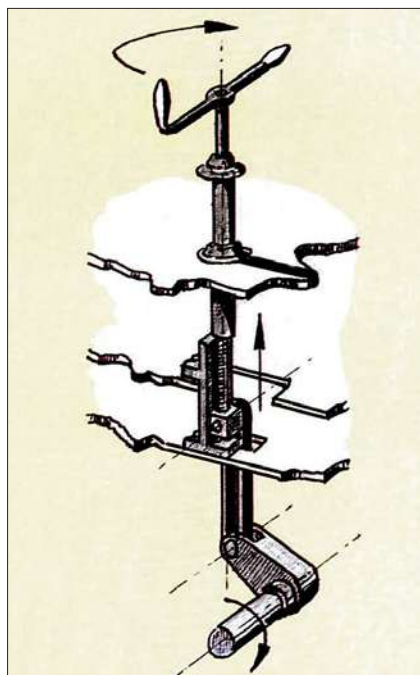
Wirkungsweise einer Druckluftbremse (links) und einer Saugluftbremse (rechts).



Wirkungsweise der Wurfhebelhandbremse.

Ungeteilte Bremsklötze sind bei älteren Lokomotiven zu finden, während Bremsklötze neuerer Lokomotiven mehrteilig sind und aus dem Bremsschuh und der auswechselbaren Bremssohle bestehen.

Die Bremssohlen können zur besseren Wärmeableitung auch zweigeteilt

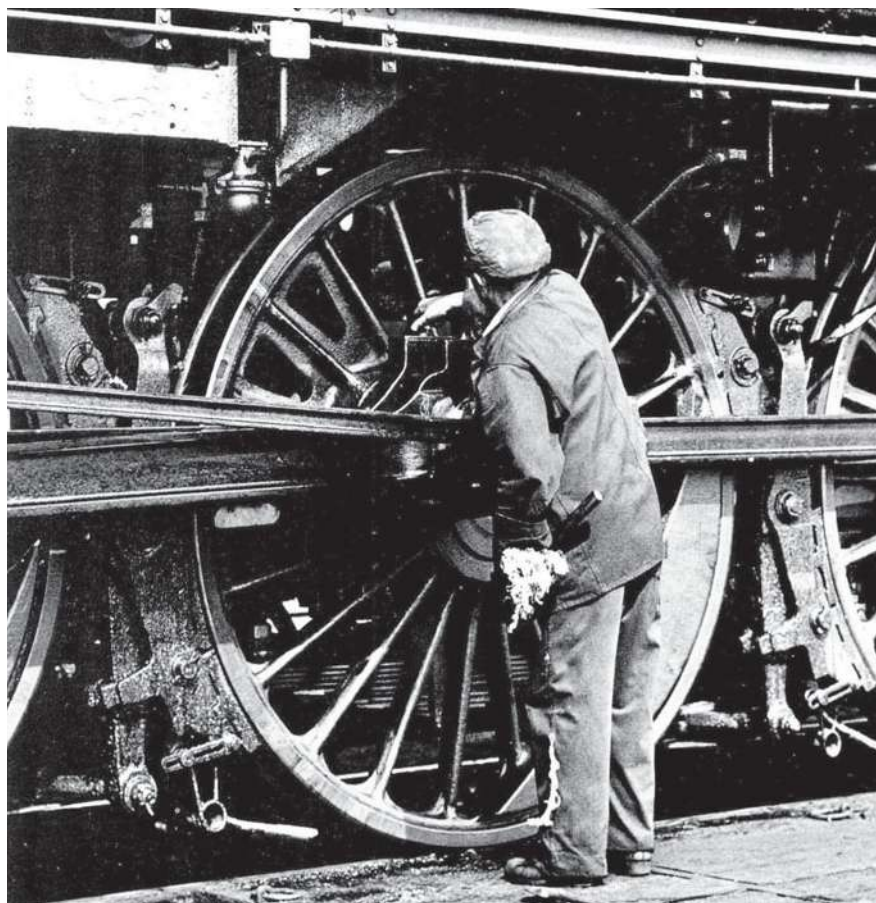


Wirkungsweise der Spindelbremse.

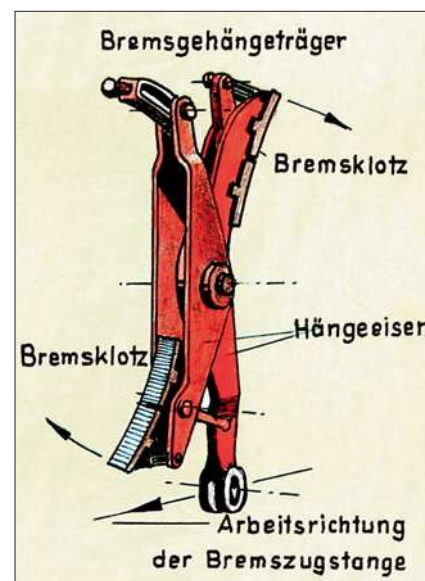
sein. Es gibt auch Bremsen, bei denen Bremsschuh und Bremssohle zweigeteilt sind. Treib- und Kuppelachsen der Lokomotive sind im allgemeinen nur einseitig abgebremst, d.h., die Bremsklötze wirken nur von einer Seite auf das Rad, weil zwischen den Rädern

gewöhnlich kein Platz für zwei Bremsklötze ist. Bremsklötze sollen stets auf die Radmitte wirken, weil bei Anordnung unter Radmitte eine Entlastung der Achse beim Bremsen eintritt, bei Anordnung über Radmitte eine zusätzliche Belastung der Achse. Bei schnellfahrenden Lokomotiven (etwa über 90 km/h) ist eine doppelseitige Abbremsung der Treib- und Kuppelräder erforderlich. Die Bremsgehänge werden dann als Scherenbremse ausgeführt, so daß sich die Klötze je Rad oberhalb und unterhalb der Radmitte gegenüberstehen. Die Bremsklötze und Bremsklotzhalter sind mit den Bremsklotzhängeisen am Rahmen aufgehängt.

Die Kraft, mit der Bremsklötze gegen das Rad gepresst werden, ist nicht beliebig zu steigern. Wenn die Bremsklotzkraft größer ist als die Reibung (Haftreibung) zwischen Rad und Schiene, kommt das Rad zum Stillstand und gleitet auf der Schiene. Abgesehen davon, daß der Bremsweg bei gleitenden Rädern erheblich größer ist, wird beim Gleiten eine Flachstelle in das Rad geschliffen. Räder mit Flachstellen im Radreifen hört man aus dem Zugverband durch das Schlagen auf den Schienenkopf deutlich heraus. Flachstellen müssen durch Abdrehen des Radreifens schleunigst beseitigt werden, da sie für Achslager und Oberbau gleichermaßen schädlich sind. Bei schlüpfrigen Schienen (Nässe, Laubfall) besteht leicht die Gefahr des Überbremsens und damit Gleitens der Räder. Hier kann die Haftreibung zwischen Rad und Schiene durch Sandstreuen vergrößert werden.



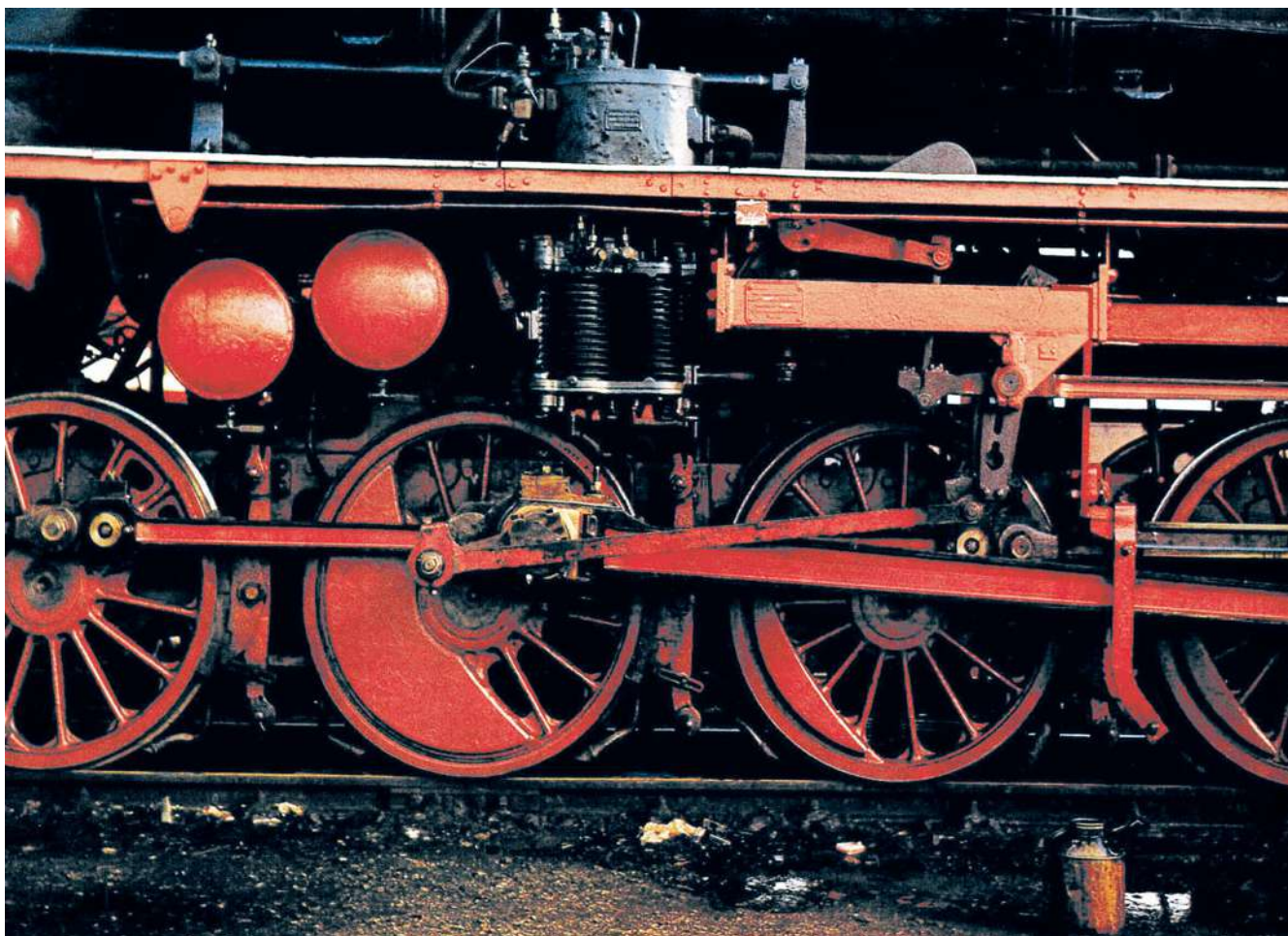
Untersuchung einer Lok der Baureihe 01. Sehr gut zu sehen ist die Anordnung der Scherenbremse.



Klotzbremse mit Scherenanordnung des Bremsgehänges.



Vorderwand des Tenders 2'2' T 34
der 044 195, (Bw Ottbergen) mit
Kohlenentnahmestelle. Gleich
darunter liegt das Schürgerä-
terohr. Im Vordergrund ist die
Wurfhebelhandbremse
angeordnet (März 1976).



Doppelverbundluftpumpe, Hauptluftbehälter und Bremsgehänge an der 503556 des Bw Halberstadt (5. Oktober 1976).

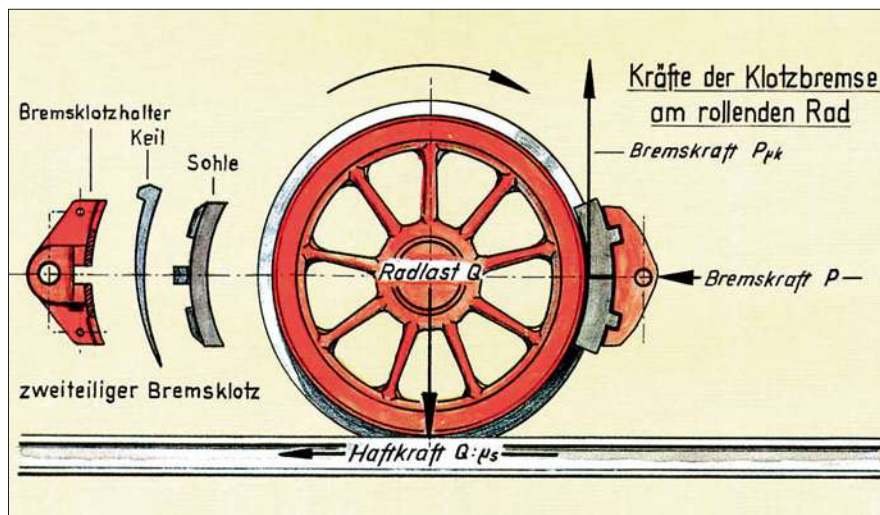
Die Lokomotive hat meist für jede Seite einen Bremszylinder, die normalerweise unter dem Führerhaus angeordnet sind. Die Kolbenstangen beider Zylinder sind (bei Lokomotiven mit einseitiger Abbremung) durch die Bremswelle verbunden, an der das Bremsgestänge für beide Lokomotivseiten angreift, das die Bremskraft, stark übersetzt, gleichmäßig auf alle Räder verteilt. Damit

die Bremskraft bei allen Rädern gleich groß ist, wird das Bremsgestänge mit Ausgleichhebeln versehen. Weil sich die Bremssohlen im Betrieb abnutzen, muss das Bremsgestänge nachstellbar sein. Dazu dienen Spannschlösser mit Rechts- und Linksgewinde. Eine Rückholfeder zieht beim Lösen der Bremse das Bremsgestänge und damit die Bremsklötze in die Ausgangslage zurück.

Druckluftbremsen

Die Unterschiede zwischen der selbsttätigen und der nichtselbsttätigen Bremse hatten wir bereits erwähnt. Bei der nichtselbsttätigen Bremse gibt der Lokführer mit dem Zusatzbremsventil unmittelbar aus dem Hauptluftbehälter Druckluft in die Bremsleitung und damit in die Bremszylinder. Die Bremse wird gelöst, indem mit dem Zusatzbremsventil der Bremszylinder mit der Außenluft verbunden wird. Als Zugbremse ist die nichtselbsttätige Bremse nicht verwendbar. Sie wird nur als Zusatzbremse für Lokomotiven und Tender eingesetzt.

Bei der selbsttätigen Bremse ist der Bremszylinder nicht unmittelbar mit der Hauptluftleitung verbunden, sondern über ein Steuerventil. An diesem Ventil ist ein Hilfsluftbehälter angeschlossen, der über die Hauptluftleitung mit Druckluft gefüllt wird. Wenn der Druck in der Hauptluftleitung absinkt, bewirkt das Steuerventil, dass Druckluft aus dem Hilfsluftbehälter in die Bremszylinder strömt. Das kann der Fall sein, wenn der Lokführer das Führerbremsventil betätigt, die Notbremse gezogen wird, sich der Zug trennt oder Bremskupplun-



Kräfte der Klotzbremse am rollenden Rad und Teile eines zweiteiligen Bremsklotzes (links).



FOTO: H. GARD

Ausgebaute Bremssteile der 23 105:
Bremsbalken, Bremsklötze, Ausgleichhebel und Bolzen sowie weitere Kleinteile.

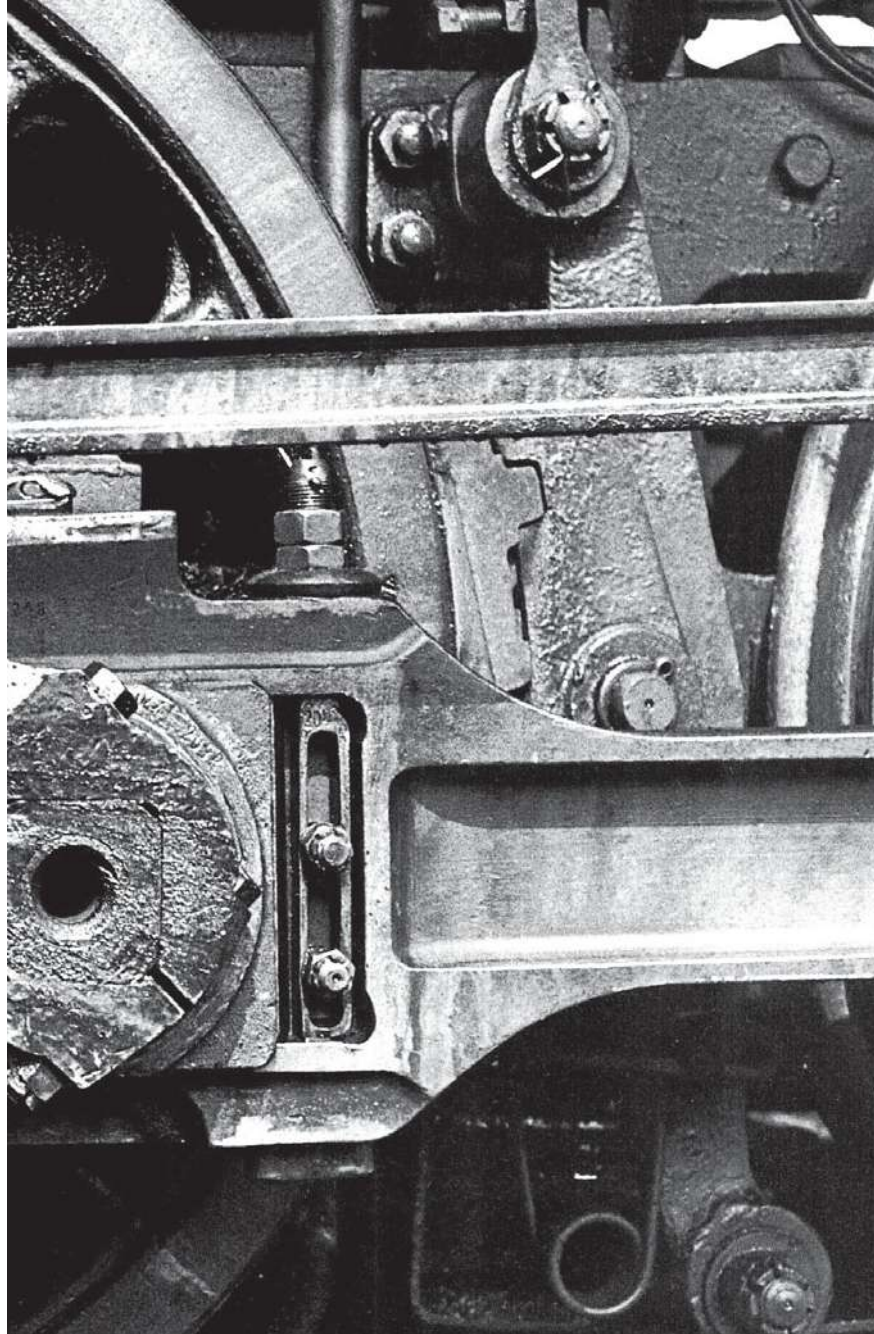
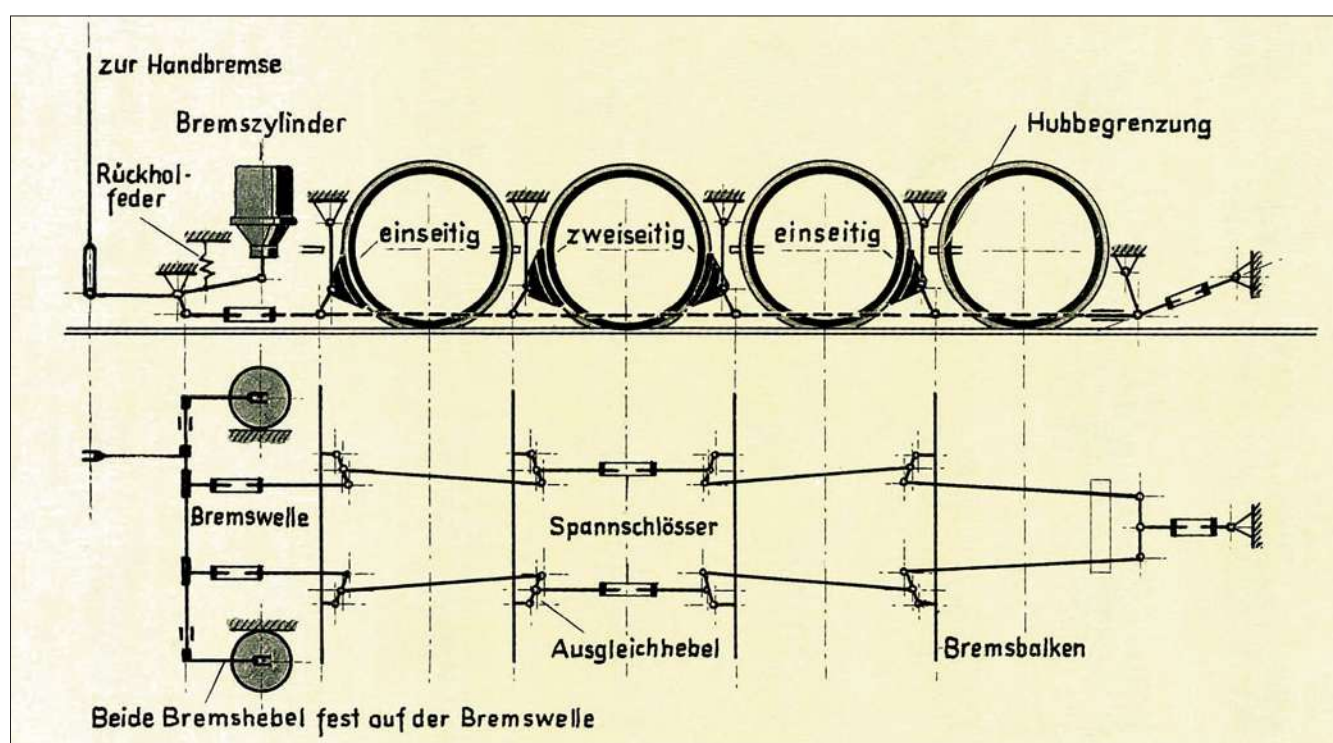


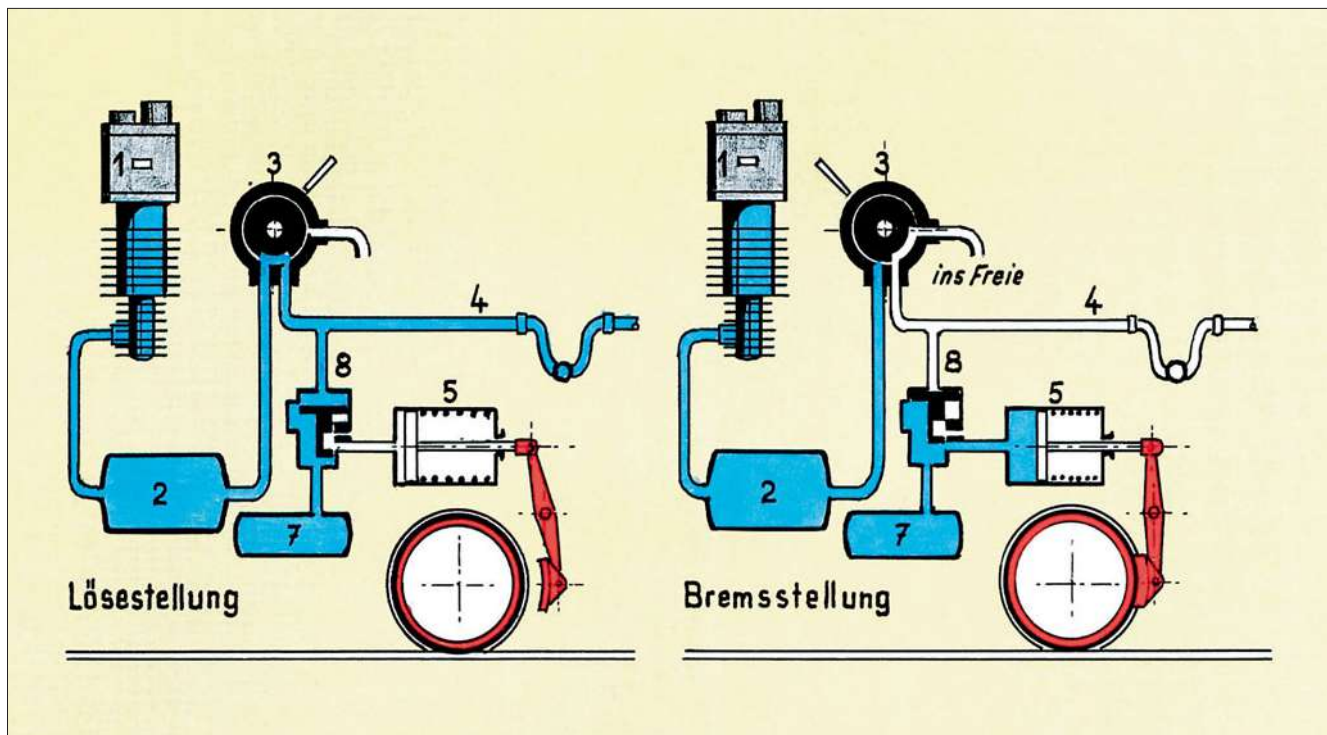
FOTO: F. HUGENIN

Bremsanordnung an der 3. Kuppelachse der Baureihe 44. Die Befestigung des Bremsgehänges am Rahmen sowie die zweiteilige Ausführung des Bremsklotzes sind deutlich zu erkennen (44 209, Bw Ottbergen, August 1975).



ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

Bremsgestänge bei ein- und zweiseitiger Anordnung der Bremsklötze (Bremsklotzanordnung unterhalb der Achsmittle).



Selbsttätig wirkende Einkammer-Druckluftbremse in Brems- und Lösestellung.

1 Luftpumpe
2 Hauptluftbehälter

3 Führerbremsventil
4 Hauptluftleitung

5 Einkammerbremszyl.
6 Zweikammerbremszyl.

7 Hilfsluftbehälter
8 Steuerventil

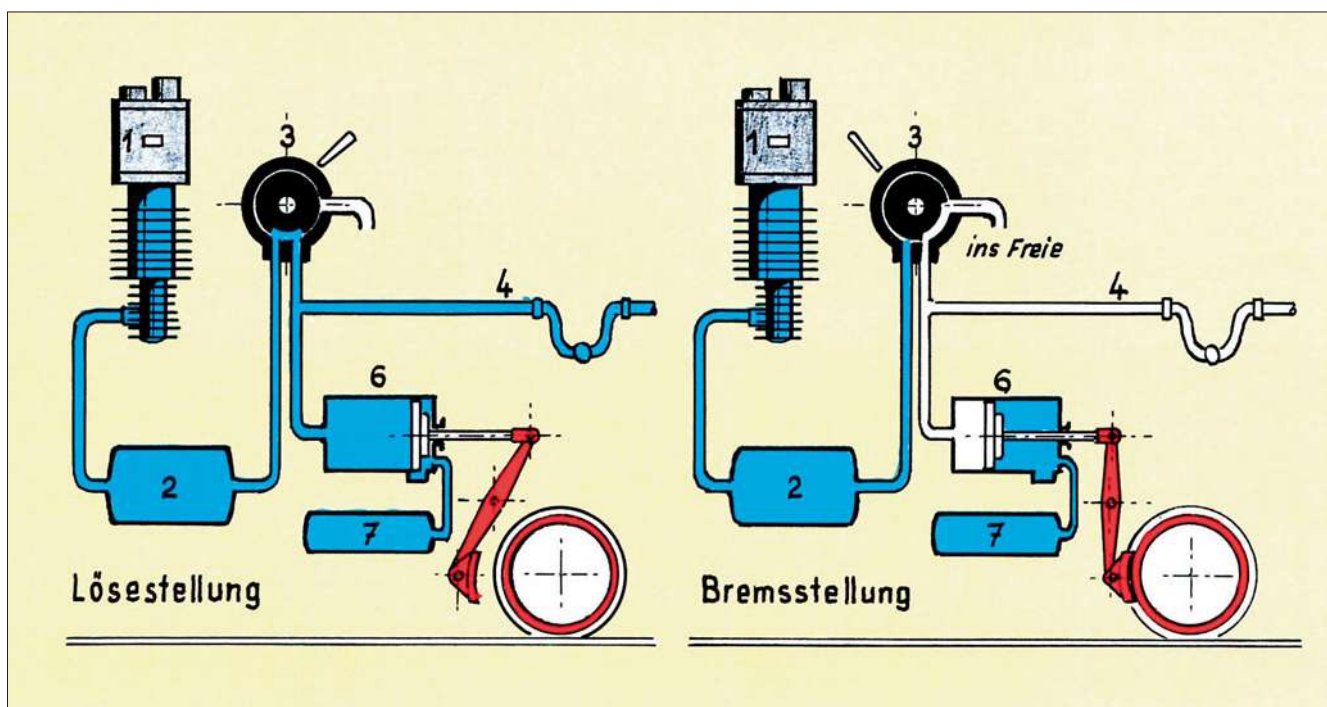
gen oder -leitungen beschädigt werden. Kleinere Undichtigkeiten werden durch den Leitungsdruckregler ausgeglichen.

Bei allen Druckluftbremsen kann die Bremskraft bis 3,5 bar stufenweise gesteigert, aber nur bei mehrlössigen

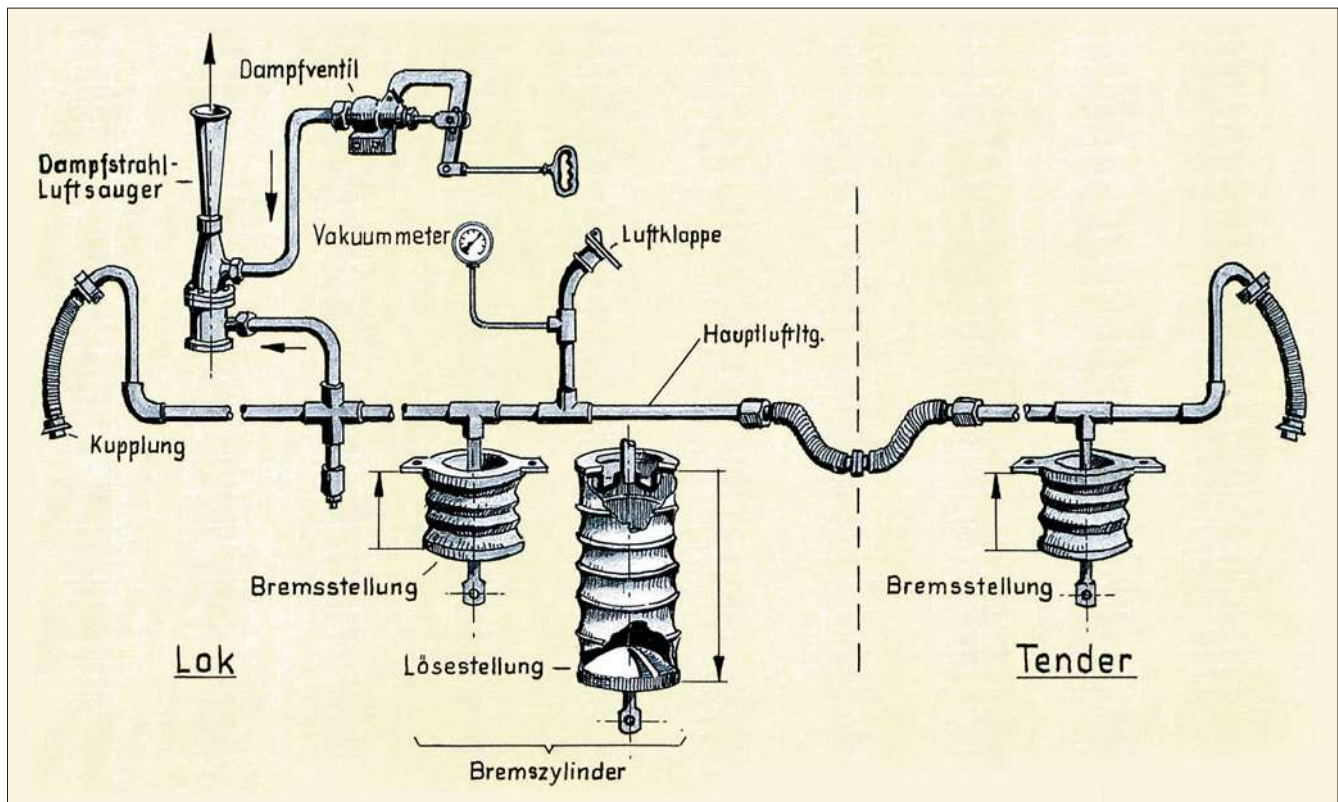
Bremsen auch stufenweise verringert werden. Bei einlössigen Bremsen kann der Druck im Hilfsluftbehälter bei mehrfach aufeinanderfolgendem Bremsen so weit sinken, daß die Bremse nicht mehr anspricht. Mehrlössige Bremsen sind

unerschöpflich, weil die beim Bremsen verbrauchte Luft im Hilfsluftbehälter ersetzt wird, wenn die Bremse vollständig gelöst ist.

Bei der Deutschen Reichsbahn Gesellschaft sind folgende Druckluft-



Selbsttätig wirkende Zweikammer-Druckluftbremse, gleichfalls in Brems- und Lösestellung.



Wirkungsweise der Saugluftbremse nach Smith.

bremsbauarten bei Lokomotiven und Tendern (auch bei Reisezug- und Güterwagen) verwendet worden:

Einlösige Bremsen

- die selbsttätigen Einkammer-Druckluftbremsen der Bauarten Knorr und Westinghouse (Kbr und Wbr)
- die Druckluftbremse Bauart Knorr für schnellfahrende Lokomotiven (Kssbr)

Mehrlösige Bremsen

- die nichtselbsttätigen Einkammer-Druckluftbremsen Bauart Knorr und Westinghouse als Zusatzbremse
- die selbsttätigen Kunze-Knorr-Bremsen (Kkgbr = Güterzüge, Kkpbr = Personenzüge, Kksbr = Schnellzüge)
- die selbsttätigen Hildebrand-Knorr-Bremsen (Hikgbr = Güterzüge, Hikpbr = Personenzüge, Hiksbr = Schnellzüge)

Saugluftbremsen

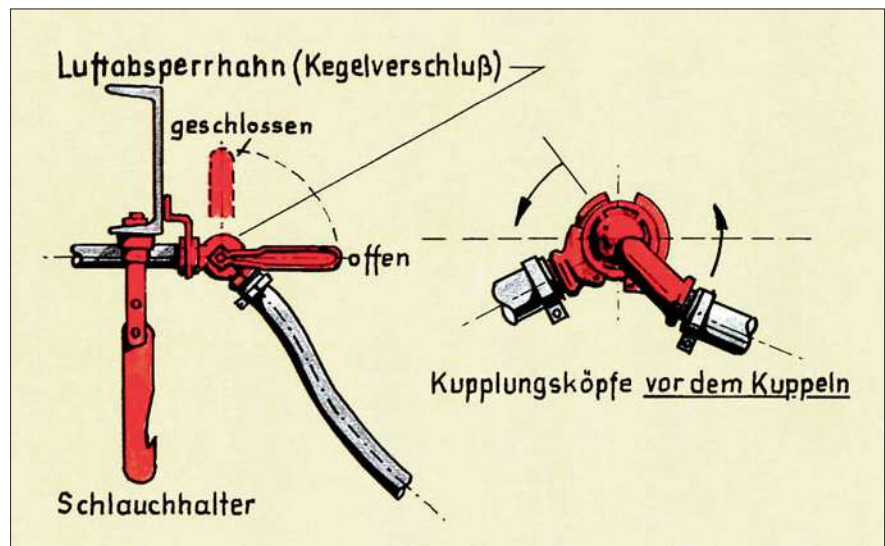
Saugluftbremsen werden nur noch bei der Deutschen Reichsbahn und dort nur an Schmalspurfahrzeugen verwendet. Sie sind in den Ausführungen als selbsttätige und nichtselbsttätige Bremsen vorhanden, sind durchgehend und mehrlösig. Die Bremskraft wird in dem senkrecht eingebauten Bremszylinder dadurch erzeugt, daß auf die obere Kolbenseite Unterdruck, auf die untere atmosphärischer Druck wirkt.

Bei der nichtselbsttätigen Bremse wird beim Bremsvorgang die Luft aus der Hauptluftleitung und dem Bremszylinder abgesaugt. Der atmosphärische Druck auf der anderen Seite des Kolbens bringt diesen in Bremsstellung.

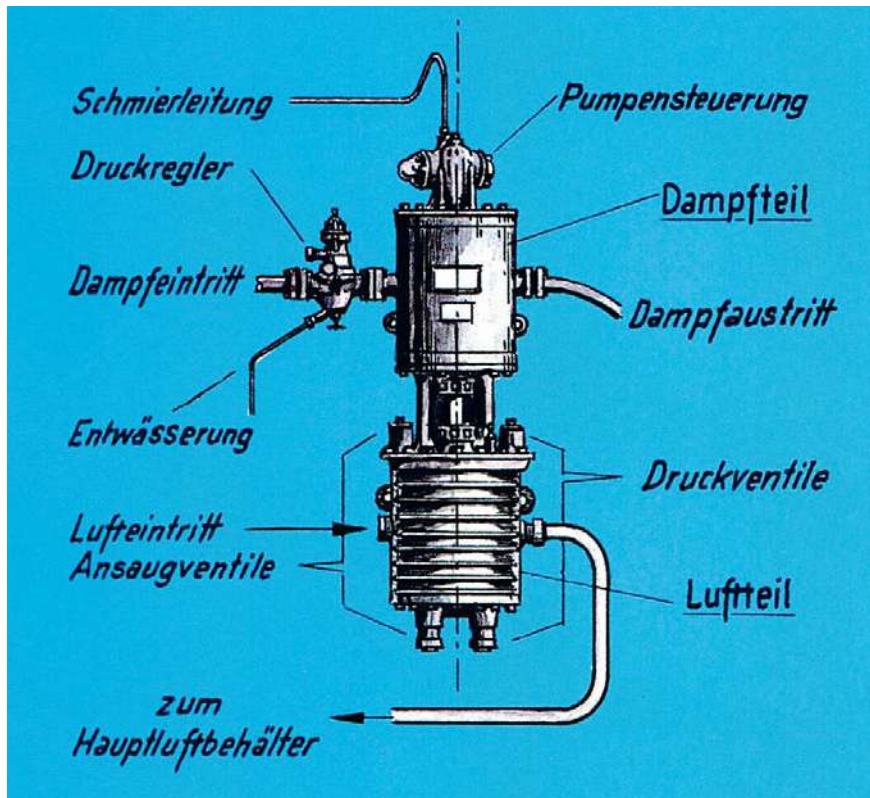
Die selbsttätige Saugluftbremse arbeitet nach dem Prinzip der Zweikammer-Druckluftbremse. Durch den Kolben wird der Bremszylinder in eine Ober- und eine Unterkammer geteilt. Zur Vergrößerung des Volumens ist die Oberkammer mit einem Hilfsluftbehälter verbunden. Die Unterkammer hat direkte Verbindung mit der Vakuumleitung. Die Brem-

se ist gelöst, wenn überall gleicher Unterdruck herrscht. Wenn beim Bremsen Luft in die Vakuumleitung gelassen wird, entsteht in der Unterkammer ein Überdruck, der den Kolben anhebt und die Bremsklötze über das Gestänge zum Anliegen bringt.

Um die erforderlichen Bremskräfte zu erzielen, müssen bei der Saugluftbremse die Bremszylinder größer dimensioniert sein als jene bei der Druckluftbremse. Den erforderlichen Unterdruck erzeugt ein Dampfstrahlsauger auf der Lokomotive, der als Führerbremsventil kombiniert ist.



Anordnung der Bremskupplung am Fahrzeugende.



Einstufige Luftpumpe Bauart Knorr.

Luftpumpen

Die für die Bremsenrichtung der Lokomotive und des Wagenzuges benötigte Druckluft wird bei Dampflokomotiven von einer stehend angeordneten Luftpumpe erzeugt, die im Normalfall auf der Führerseite angeordnet ist.

Die Regelausführung ist die zwei-stufige Luftpumpe. Nur ältere Lokomotiven oder Werkbahnlokomotiven besaßen einstufige Pumpen, bei denen die Luft in einem Arbeitsgang auf 8 bar verdichtet wurde. Bei der einstufigen Luftpumpe sind Luft- und Dampfteil einstufig, bei der zwei-stufigen Luftpumpe arbeitet der Dampfteil einstufig, der Luftteil zwei-stufig. In jedem Fall aber sitzen Dampfkolben und Luftkolben auf einer gemeinsamen Kolbenstange. Doppelverbundluftpumpen arbeiten im Dampf- und im Luftteil zwei-stufig, d.h., in Verbundwirkung. Alle Luftpumpen werden durch ein Dampfanstellventil (Handrad im Führerhaus) über den Luftpumpenregler in Betrieb genommen.

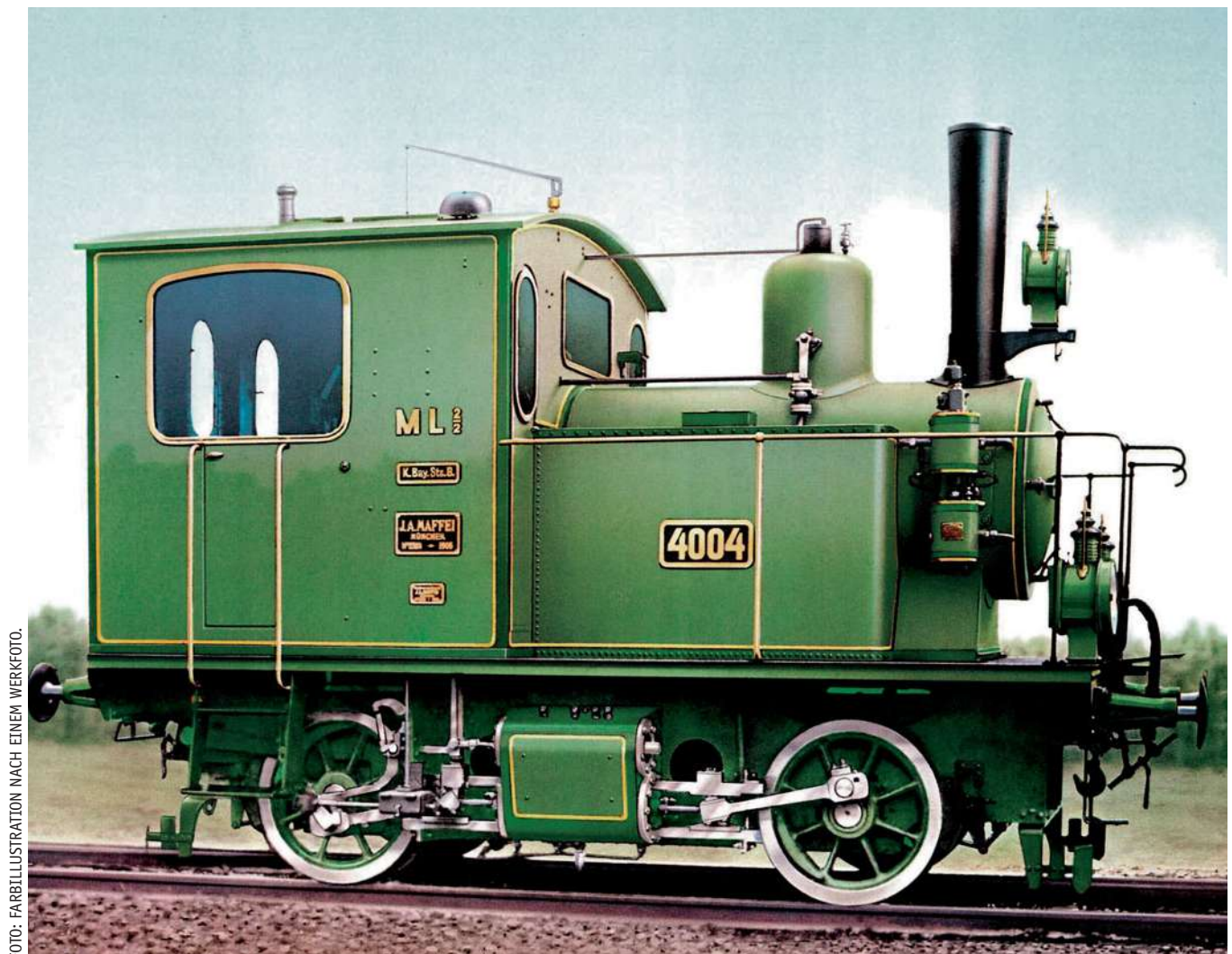
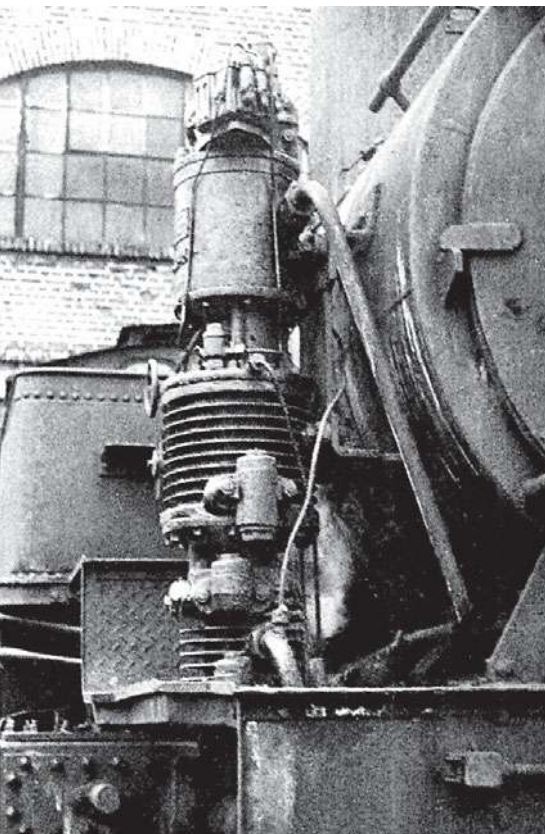
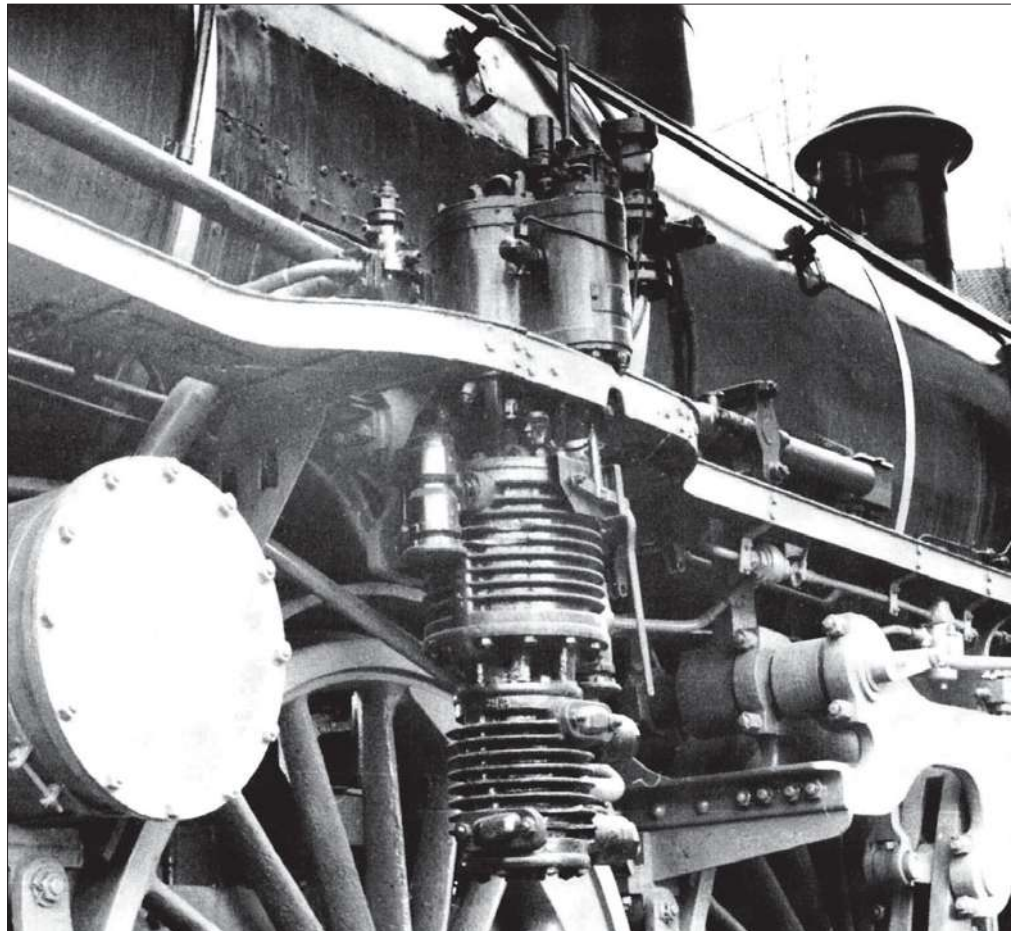


FOTO: FARBILLUSTRATION NACH EINEM WERKFOTO.

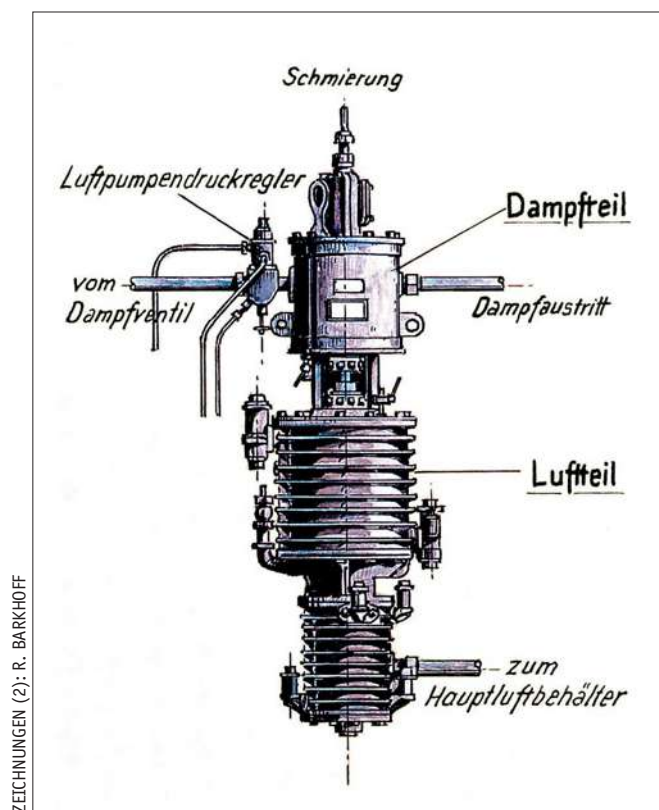
In Deutschland besaßen nur Nebenbahnlokomotiven wie dieser „Glaskasten“ einstufige Luftpumpen.



Zweistufige Luftpumpe Bauart Knorr an einer Lok der Baureihe 74. Auf den Dampfzylinder ist die De-Limon-Schmierpumpe aufgesetzt.



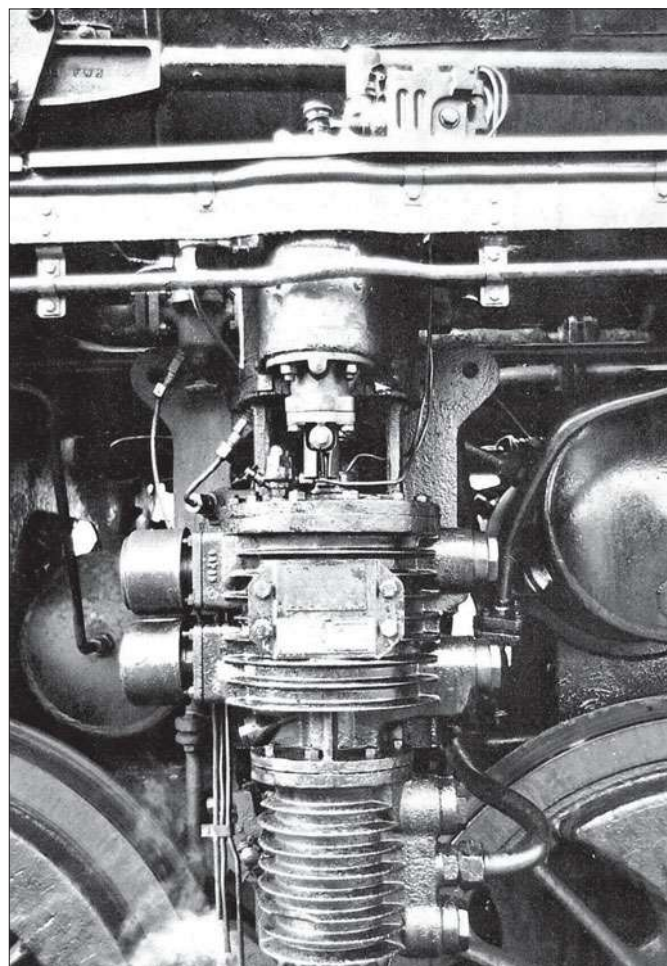
Zweistufige Luftpumpe mit Luftsaugeventilen in älterer Ausführung an einer bay. S 3/6.



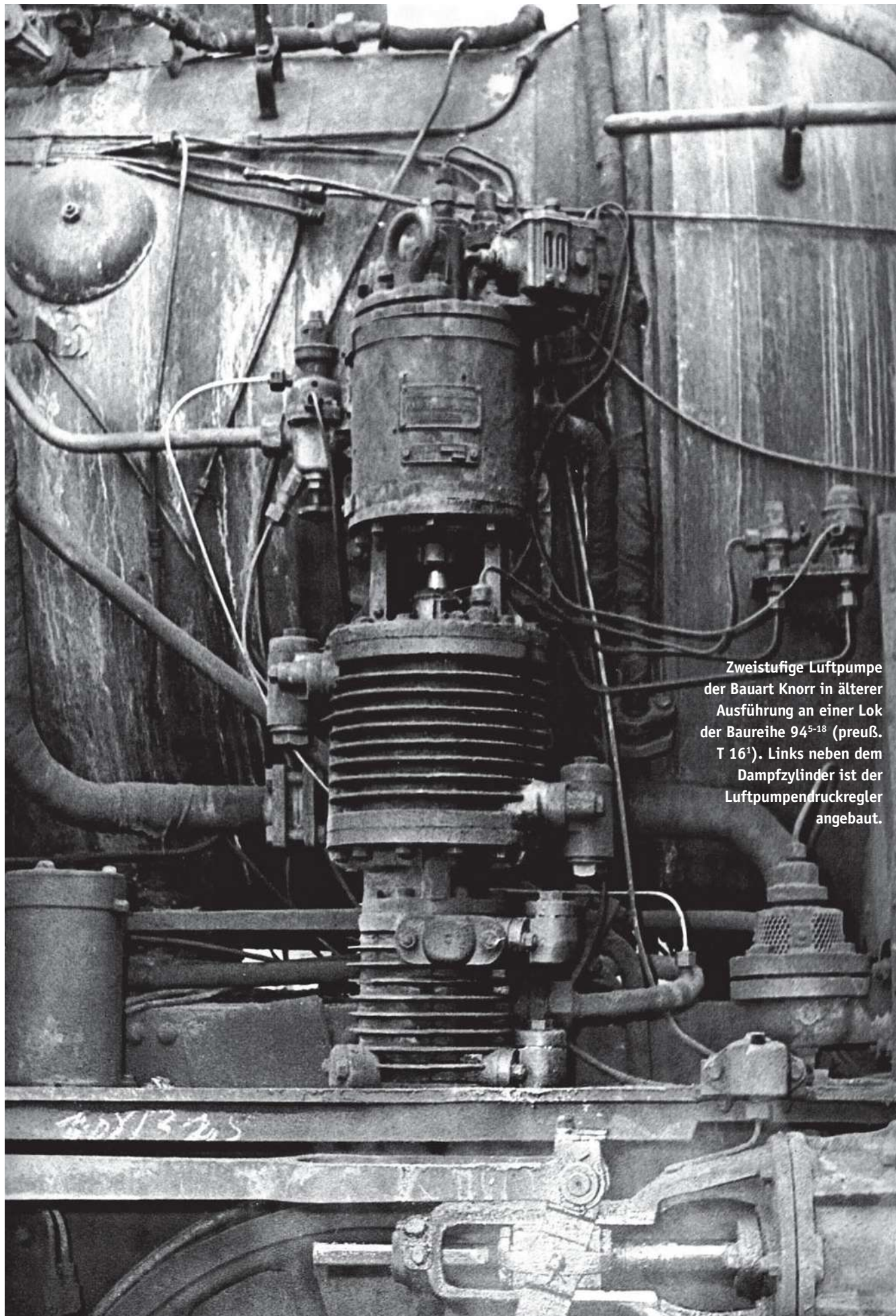
ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

Aufbau einer zwei-stufigen Luftpumpe.

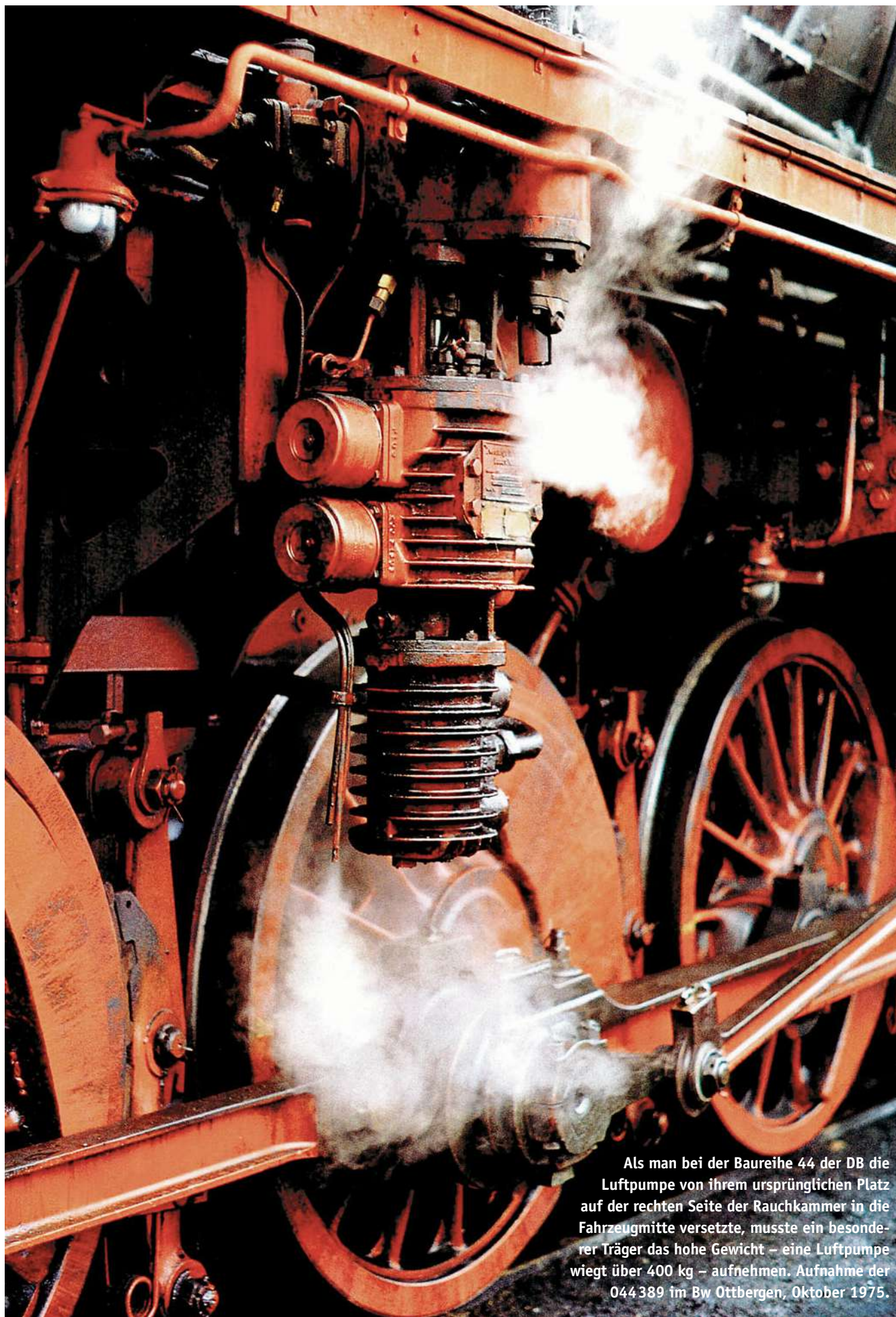
Zweistufige Luftpumpe mit Tolkiensteuerung (letzte Ausführung mit neuen Luftsaugeventilen) an einer Lok der Baureihe 44.



FOTOS (3): VERLAGSARCHIV



Zweistufige Luftpumpe der Bauart Knorr in älterer Ausführung an einer Lok der Baureihe 94⁵⁻¹⁸ (preuß. T 16¹). Links neben dem Dampfzylinder ist der Luftpumpendruckregler angebaut.



Als man bei der Baureihe 44 der DB die Luftpumpe von ihrem ursprünglichen Platz auf der rechten Seite der Rauchkammer in die Fahrzeugmitte versetzte, musste ein besonderer Träger das hohe Gewicht – eine Luftpumpe wiegt über 400 kg – aufnehmen. Aufnahme der 044 389 im Bw Ottbergen, Oktober 1975.

FOTO: B. HUGUENIN



Zweistufige Luftpumpe (hier linksseitig angeordnet) an der pr. S 10¹-Museumslokomotive der Deutschen Reichsbahn, aufgenommen im August 1971 in Dresden-Radebeul.

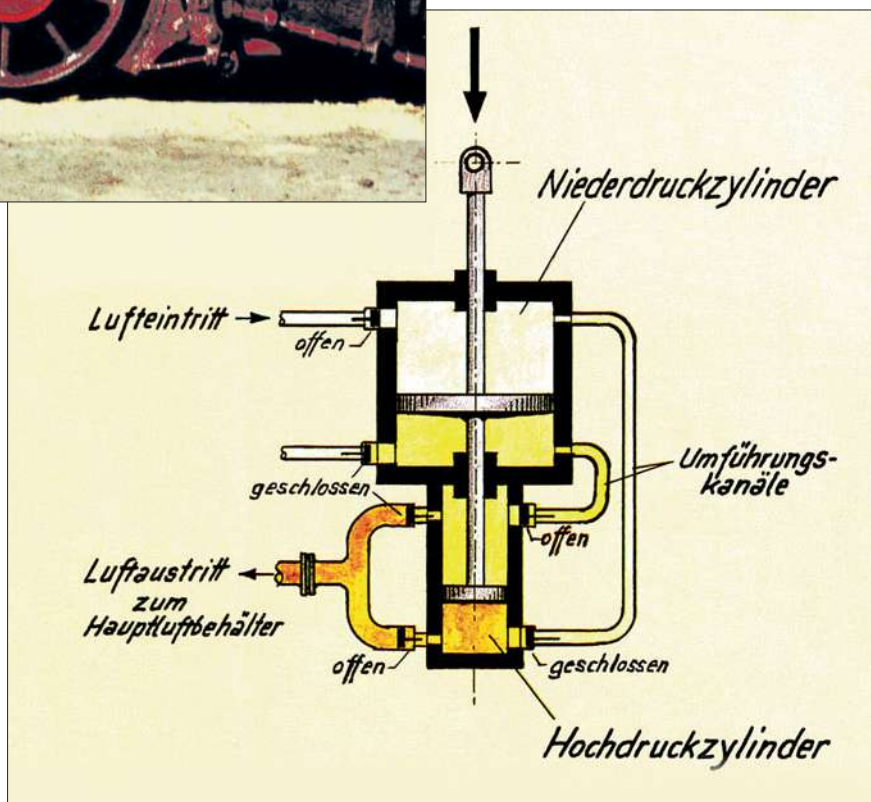
pumpen unter scheiden sich durch die Art der Steuerung der Dampfmaschine und das mit dem Ziel, den relativ hohen Dampfverbrauch einer Volldruckmaschine zu senken und weitgehend störungsfrei zu arbeiten. So gibt es Luftpumpen der Bauarten Knorr und Westinghouse mit Schleppschiebersteuerung (ähnlich der Steuerung von Speisepumpen), Luftpumpen mit P-Steuerung und mit Tolkien-Steuerung. Es würde den Rahmen sprengen, hier die verschiedenen Luftpumpensteuerungen zu behandeln. Der interessierte Leser muss auch hier auf die Fachliteratur verwiesen werden.

Einstufige Knorr-Luftpumpen schaffen pro Minute ca. 65 Doppelhübe, saugen dabei 800 Liter Luft an und verbrauchen pro m³ angesaugter Luft ca. 12 kg Dampf. Eine zweistufige Knorr-Pumpe saugt bei 70 Doppelhüben pro Minute 1400 Liter Luft an und verbraucht pro m³ angesaugter Luft 6 kg Dampf. Sie liegt also im Dampfverbrauch um 50 Prozent niedriger als die einstufige Pumpe. Eine zweistufige Luftpumpe mit Tolkien-Steuerung (Bauart Tolkien-Wülfel) kann bis zu 150 Doppelhübe/min machen und dabei eine Luftmenge von 2600 Liter ansaugen.

Zweistufige Luftpumpen

Bei dieser Luftpumpe arbeitet der Pumpenteil nach dem Verbundprinzip: Die angesaugte Luft wird im Niederdruckzylinder vorverdichtet (auf 1,9 bar), im Hochdruckzylinder weiter bis auf 8 bar verdichtet und an den Hauptluftbehälter abgegeben. Die Dampfmaschine arbeitet als Volldruckmaschine, der Dampf strömt also während des gesamten Kolbenhubes in den Zylinder. Die Luftpumpe verdichtet bei Auf- und Abwärtsbewegung des Dampfkolbens. Man spricht dann von einem Doppelhub. Die verschiedenen Bauarten zweistufiger Luft-

Prinzipschema der zweistufigen Luftverdichtung.



Doppelverbundluftpumpen

Noch leistungsfähiger als die zweistufigen Luftpumpen sind die Doppelverbundluftpumpen. Der Dampf wird in einem Hoch- und einem Niederdruckzylinder zweistufig ausgenutzt, die Luft, wie bei der zweistufigen Pumpe, in einem ND- und einem HD-Zylinder verdichtet. Die Doppelverbundluftpumpen gibt es in drei Ausführungen: Mit der älteren Nielebock-Steuerung, der neueren Peter-(P)-Steuerung oder der Tolkien-Steuerung. Im Luftteil sind die Pumpen gleich. Bei den Doppelverbundluftpumpen liegen die beiden Dampfzylinder oben und die beiden Luftzylinder unten nebeneinander. Der HD-Kolben der Dampfmaschine bewegt den ND-Kolben der Luftpumpe, der ND-Kolben der Dampfmaschine den HD-Kolben der Luftpumpe. Bei den übereinanderliegenden Zylindern des Luft- und Dampfteiles sitzen die Kolben auf einer gemeinsamen Kolbenstange.

Doppelverbundluftpumpen mit P-Steuerung schaffen 100 Doppelhübe pro Minute, saugen dabei 3100 Liter Luft an und verbrauchen pro m³ angesaugter Luft 3,5 kg Dampf.

Wie die Speisepumpen sitzen auch die Luftpumpen an einem besonderen Pumpenträger, entweder in Fahrzeugmitte oder rechts neben der Rauchkammer. Luftpumpen sehen an Modellbahnfahrzeugen recht zierlich aus, auch an einer Lokomotive angebaut sind sie, gemessen an der Größe der Lokomotive, nicht sonderlich imposant. Wenn man jedoch neben einer abgebauten Dop-

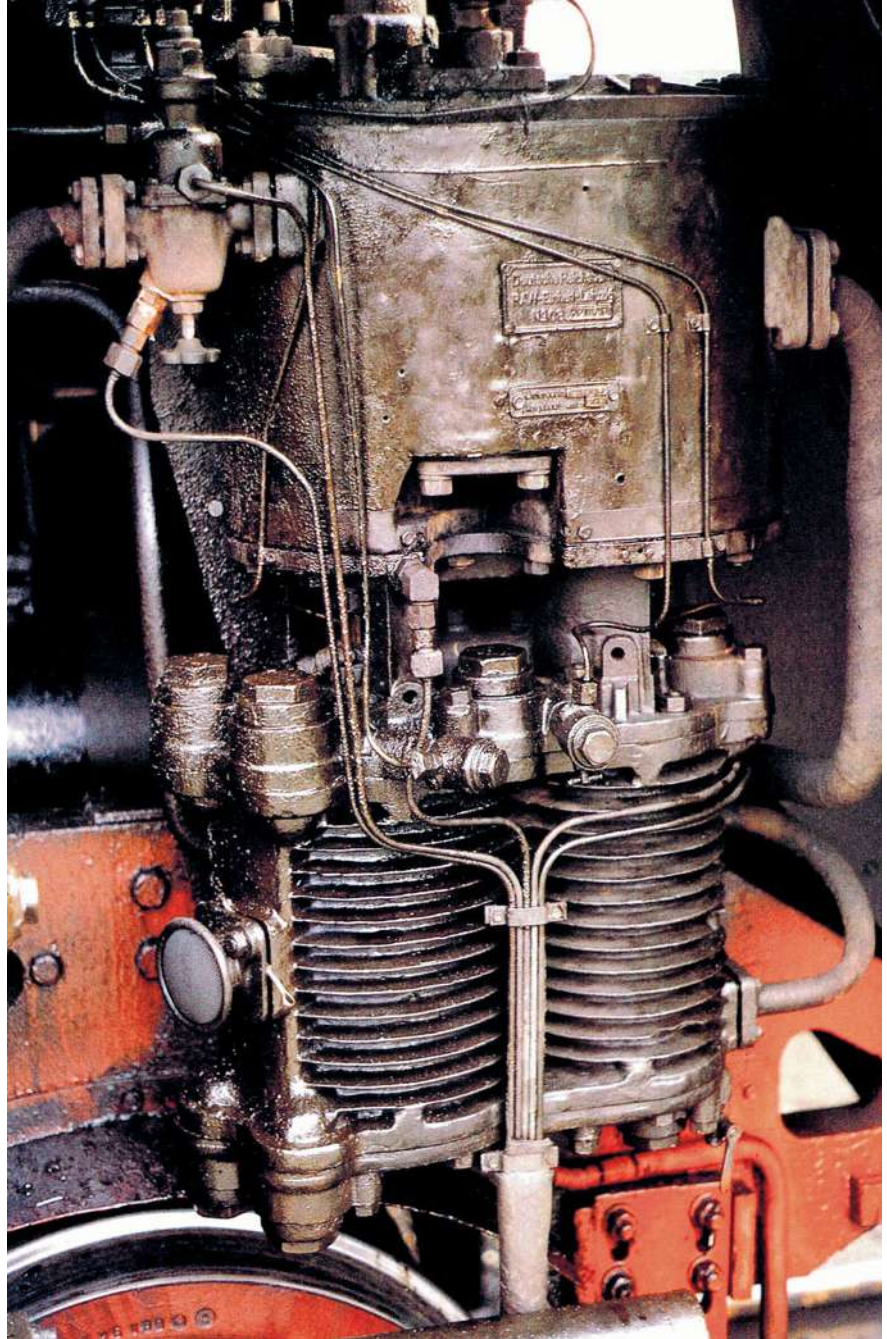
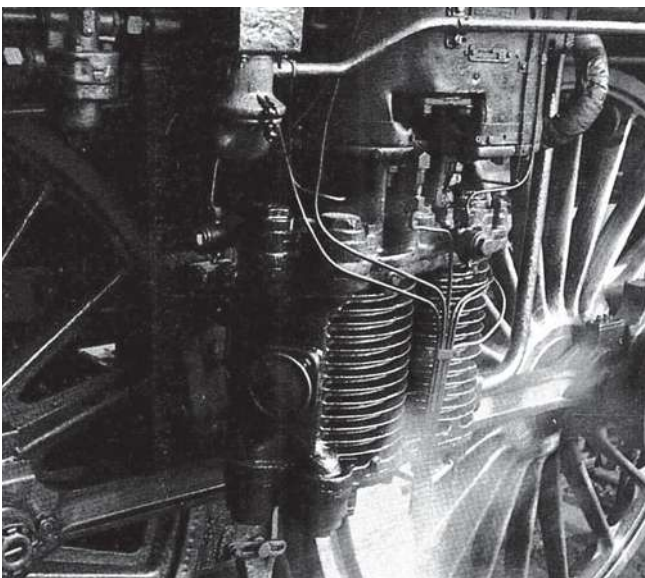
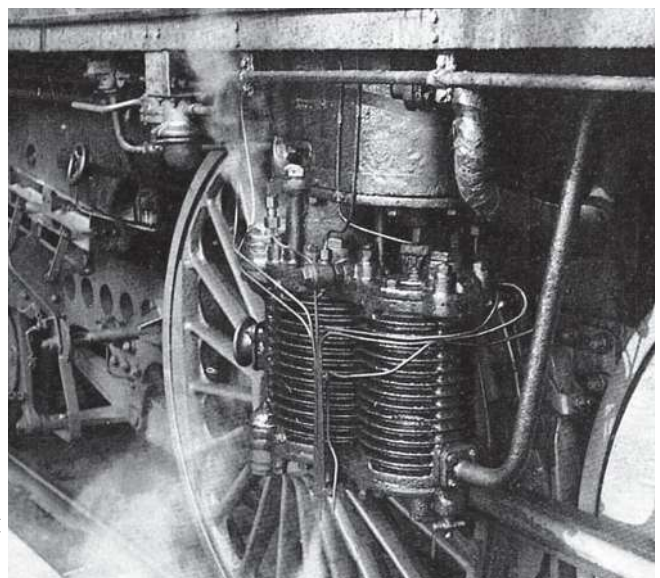


FOTO: J.J. BECCOLINI

Doppelverbundluftpumpe der 010522 der DR (aufgenommen im März 1981). Sowohl Dampf- als auch Luftteil der Pumpe arbeiten in Verbundwirkung. Damit wird eine hohe Wirtschaftlichkeit erreicht. Die Pumpe ist vorne unter dem Laufblech montiert.



FOTOS (2): VERLAGSARCHIV



Anordnung der Doppelverbundluftpumpe an einer Rekolokomotive der Baureihe 03 der Deutschen Reichsbahn. Gegenüber der Baureihe 01^b ist die Luftpumpe an einem besonderen Pumpenträger in Fahrzeugmitte angeordnet. An der linken Seite des Pumpenträgers befindet sich die Mischvorwärmepumpe.

Anordnung der Doppelverbundluftpumpe bei einer ölgefeuerten Lok der Baureihe 44 der DR. Die DR hat die Luftpumpen in der Rauchkammerische belassen, sie aber tiefer gesetzt, so dass sie trotz Windleichtsblech noch zugänglich war.

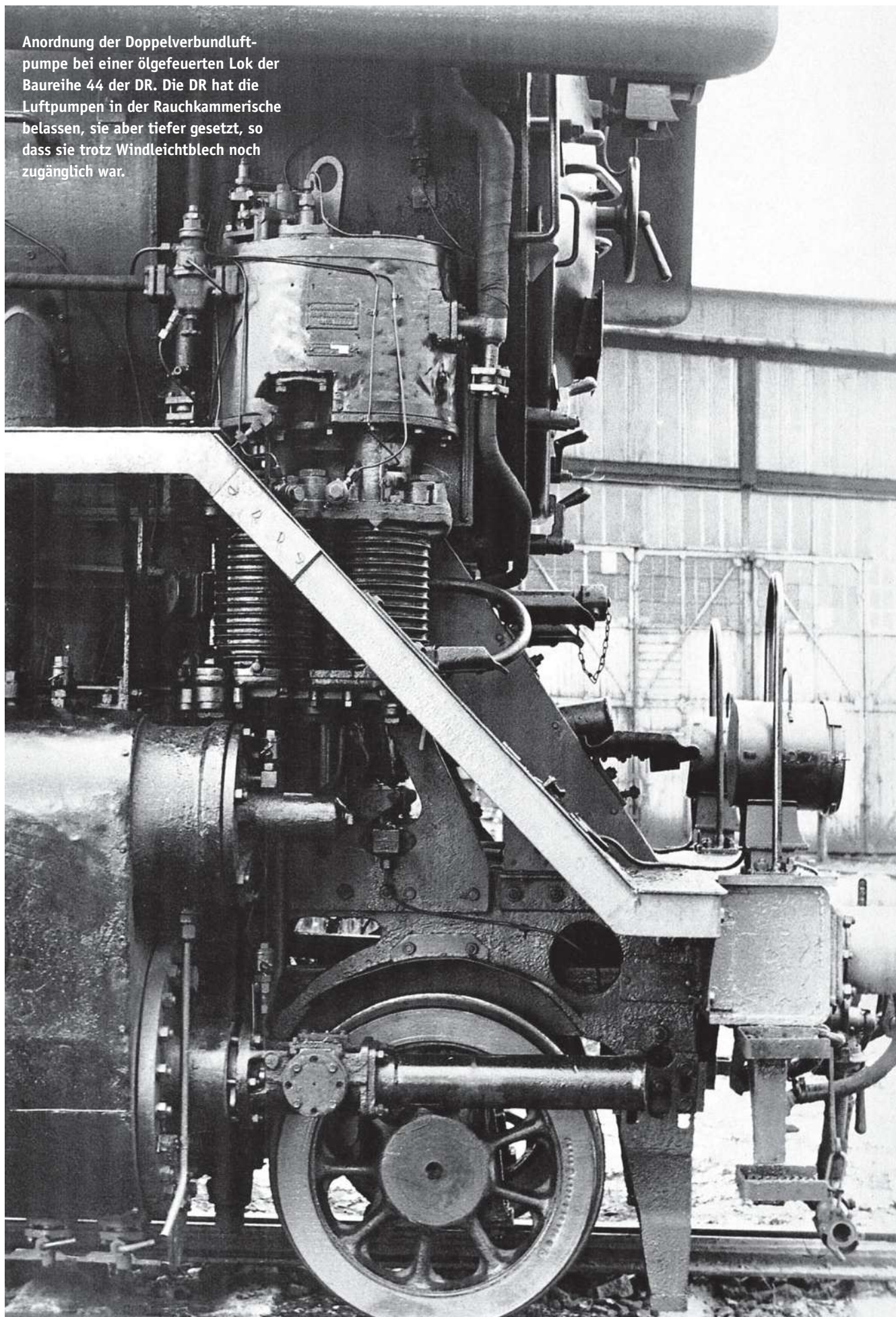




FOTO: D. KEMPF

Die 01 118 hat Luft- und Speisepumpe noch im Originalzustand in Rauchkammernischen hinter den Windleitblechen.

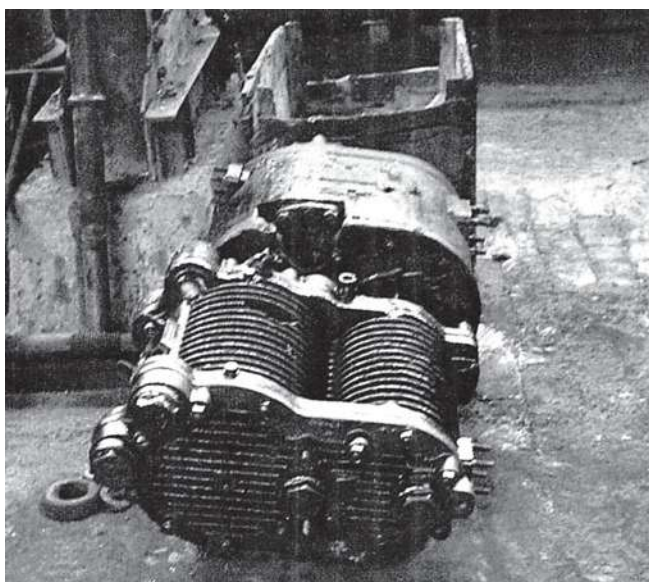
pelverbundpumpe steht, stellt man erstaunt fest, daß sie fast die Höhe eines Menschen erreicht. Schließlich wiegt sie auch stattliche 550 kg.

Luftpumpen haben eine eigene Schmierpumpe. Der Dampfteil ist mit einem Blechmantel verkleidet, hinter dem eine Isolierschicht angebracht ist. Der Luftteil hingegen besitzt

Kühlrippen, um die beim Verdichten der Luft entstehende Wärme abzuleiten.

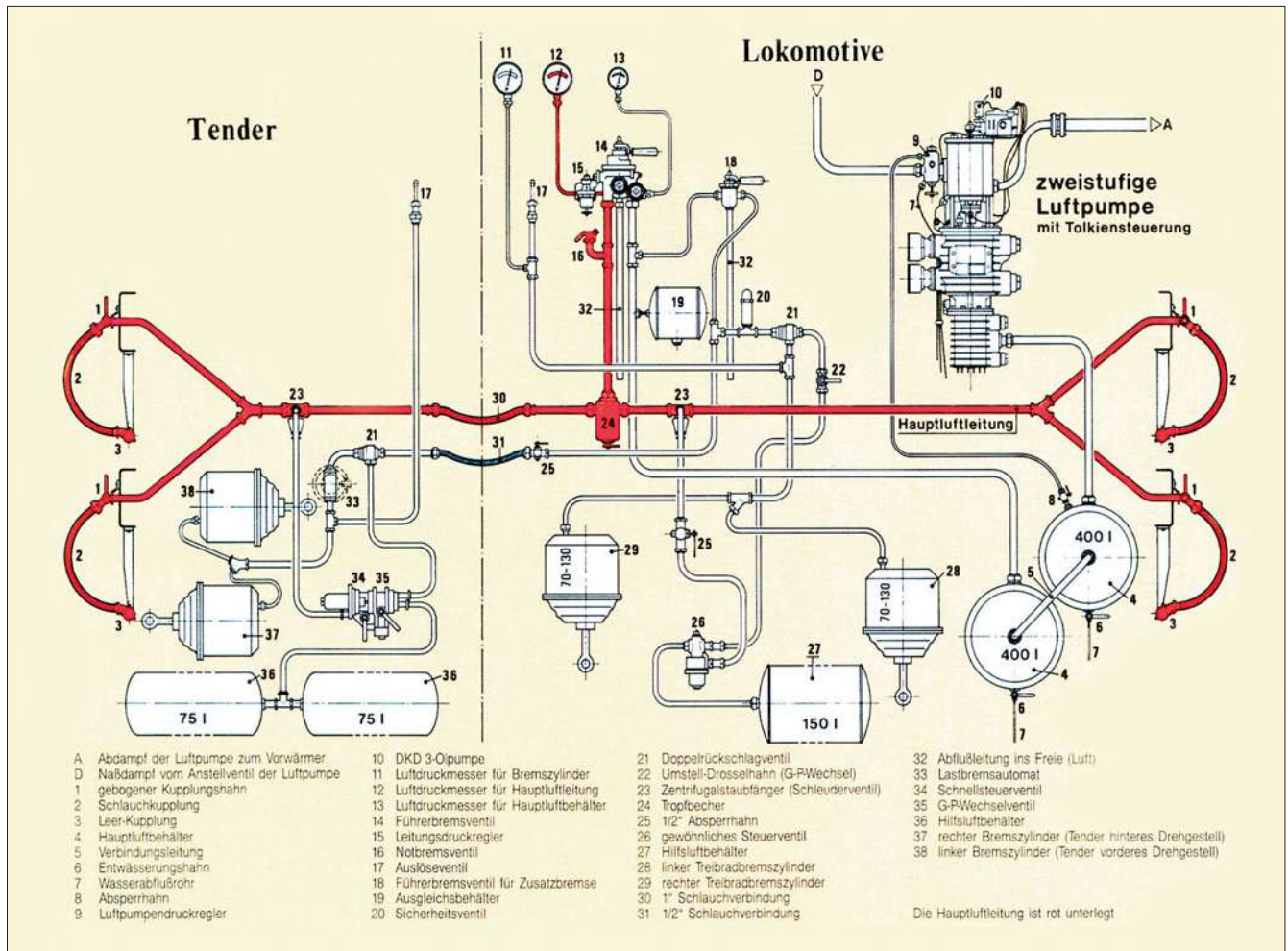
Der Abdampf der Luftpumpen wird entweder mit dem Auspuffdampf der Maschine ins Freie geführt oder zur Erwärmung des Speisewassers in den Vorwärmer geleitet. Am Dampfzylinder der Luftpumpe, bei Doppelverbund-

pumpen am Hochdruckzylinder, ist der Pumpendruckregler angeflanscht. Wenn der Luftdruck im Hauptluftbehälter 8 bar erreicht hat, unterbindet der Regler die Dampfzufuhr. Sinkt der Luftdruck im Hauptluftbehälter um 0,3 – 0,4 bar ab (unter 8 bar), wird die Frischdampfzufuhr wieder freigegeben und die Pumpe arbeitet weiter.



FOTOS (2): VERLAGSARCHIV

Auch Pumpen müssen gewartet werden. Eine gute Gelegenheit, sie aus anderen Blickwinkeln abzulichten.



Anordnung der Bremsleitungen auf Lokomotive und Tender (Schema).

Bremsausrüstung von Lokomotive und Tender

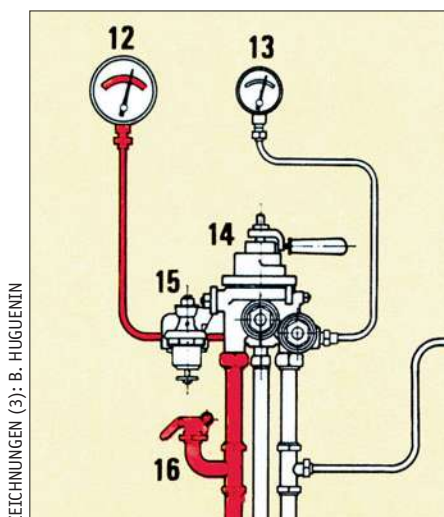
Eine Lokomotive ist mit allen Einrichtungen ausgestattet, um sich selbst und den Zug abzubremesen. Im Normalfall sind das zwei voneinander unabhängige, aber mit gleichen Bremszylindern arbeitende Bremsen:

1. die nichtselbsttätige Zusatzbremse zum Abbremsen von Lokomotive und Tender
2. die selbsttätige Einkammerbremse zum Abbremsen von Lokomotive, Tender und Wagenzug.

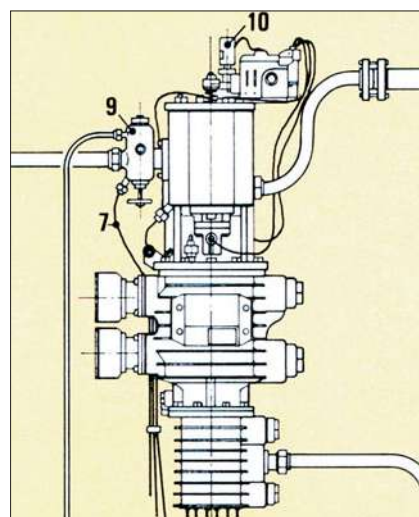
Im Betrieb bleibt das Gewicht der Lokomotive unverändert, aber das Ge-

wicht des Tenders ändert sich durch den Verbrauch der Vorräte – es nimmt ab. Die Abnahme der Kohlevorräte kann vernachlässigt werden, denn wenn eine Tonne Kohle verfeuert ist, werden zur selben Zeit 7 m³ Wasser (= 7 t) verbraucht. Da bei zur Neige gehenden Vorräten die Gefahr besteht, die Tenderräder festzubremesen, so dass sie gleiten, muss eine Möglichkeit vorhanden sein, den Tender lastabhängig abzubremesen. Die Bremskraft ist entsprechend seinem Gewicht zu dosieren oder, anders formuliert, immer und unabhängig vom Gewicht gleichmäßig abzubremesen. Der Tender soll mit einer Kraft abgebremst werden, die etwa 80 Prozent seiner Gesamtmasse entspricht. Der Lastwechsel kann mit einer Handkurbel eingestellt werden, wenn die Vorräte bis zu einem bestimmten, an der Kurbel angeschriebenen Maß abgenommen haben.

Bei der selbsttätigen Tenderlastabbremsung mit Druckminderungsventil ist das Ventil am Tenderboden angebracht und wird über das im Tenderwasserkasten enthaltene Wasser selbsttätig gesteuert. Die mit der selbsttätigen



Führerbremsventil und Zuleitungen.



Zweistufige Luftpumpe mit vertikaler Tolkien-Steuerung und De-Limon-Schmierpumpe.

Lastabbremung erreichte Bremskraft liegt gleichmäßig bei 70 Prozent der Tendermasse.

Die Riggbach-Gegendruckbremse

Das Prinzip dieser nur bei Dampflokomotiven möglichen Bremse besteht darin, dass die kinetische Energie des fahrenden Zuges benutzt wird, um in den Dampfzylindern Luft zu verdichten. Das geschieht, wenn bei vorwärts fahrender Lokomotive die Steuerung auf Rückwärtsfahrt gelegt wird. Der Regler ist natürlich geschlossen.

Es sind jedoch noch eine Reihe von Vorrichtungen erforderlich, weil bei Lokomotiven, die diese Vorrichtungen nicht besitzen, beim Umlegen der Steuerung Ruß und Lösche aus der Rauchkammer angesaugt würden, die die Schieber- und Zylinderräume verschmutzten. Auch würde bei den hohen Temperaturen, die bei der Verdichtung auftreten, der Schmierfilm verkoken.

Mit einem Absperrschieber wird die Ausströmung zur Rauchkammer verschlossen und der Querschnitt geöffnet, durch den Frischluft in die Zylinder gesaugt werden kann. Über das Drosselventil wird die verdichtete Luft ins Freie gelassen. Durch Veränderung des Querschnittes lässt sich der Bremsdruck regeln, jedoch darf der Druck im Schieberkasten 6 bar nicht übersteigen, weil sonst der Regler aufgedrückt werden könnte.



FOTO: C. ASMUS

Wieder sind die Eisenbahnfreunde an ihrer 41 018 bei der Arbeit, hier bei der Montage eines aufgearbeiteten Bremszylinders am Rahmen des Tenders 2'2' T 34.

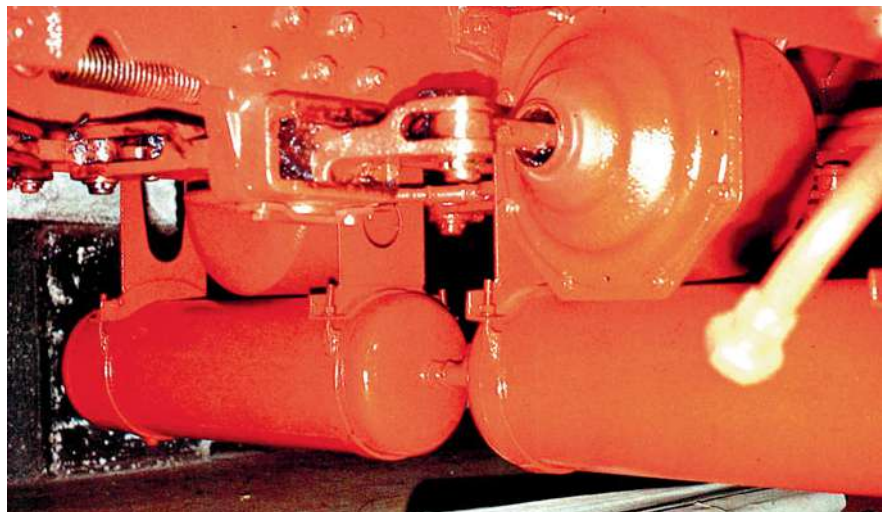
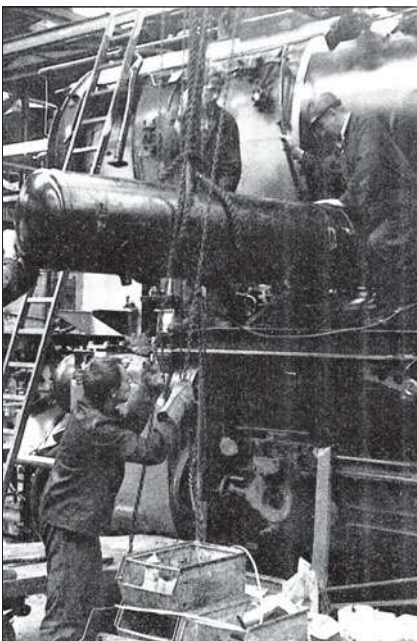


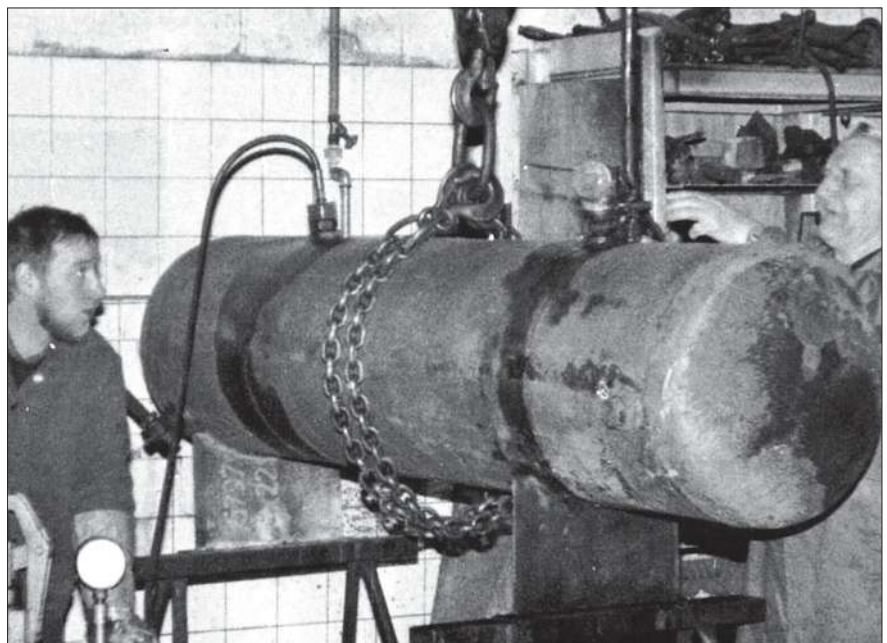
FOTO: C. ASMUS

Fertig montierte Bremsanlage des Tenders 2'2' T 34. Gut zu sehen sind das Bremsgestänge, die beiden Bremszylinder und die zwei Hilfsluftbehälter.



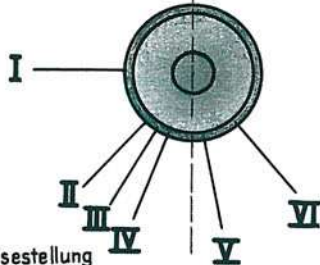
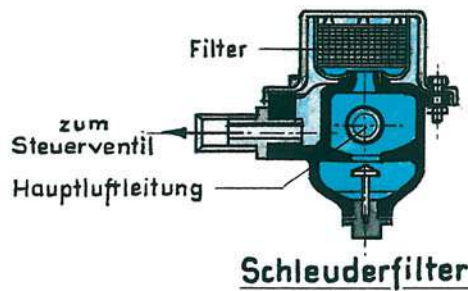
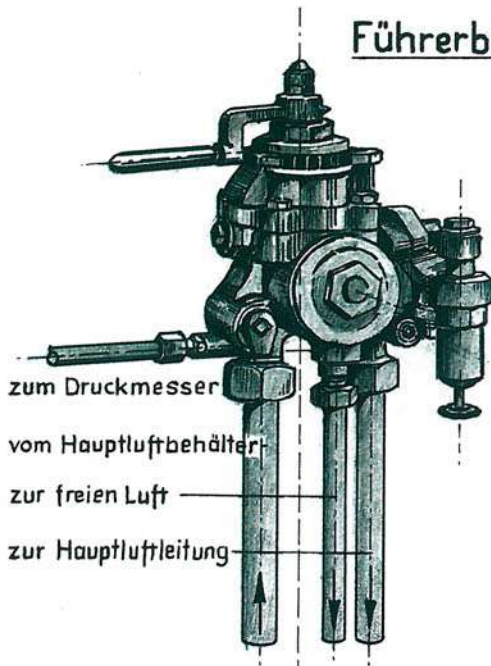
FOTOS (2): H. GARD

Nach erfolgreicher Druckprobe wird der Luftbehälter wieder eingebaut. Vier Schlosser sind dazu erforderlich!



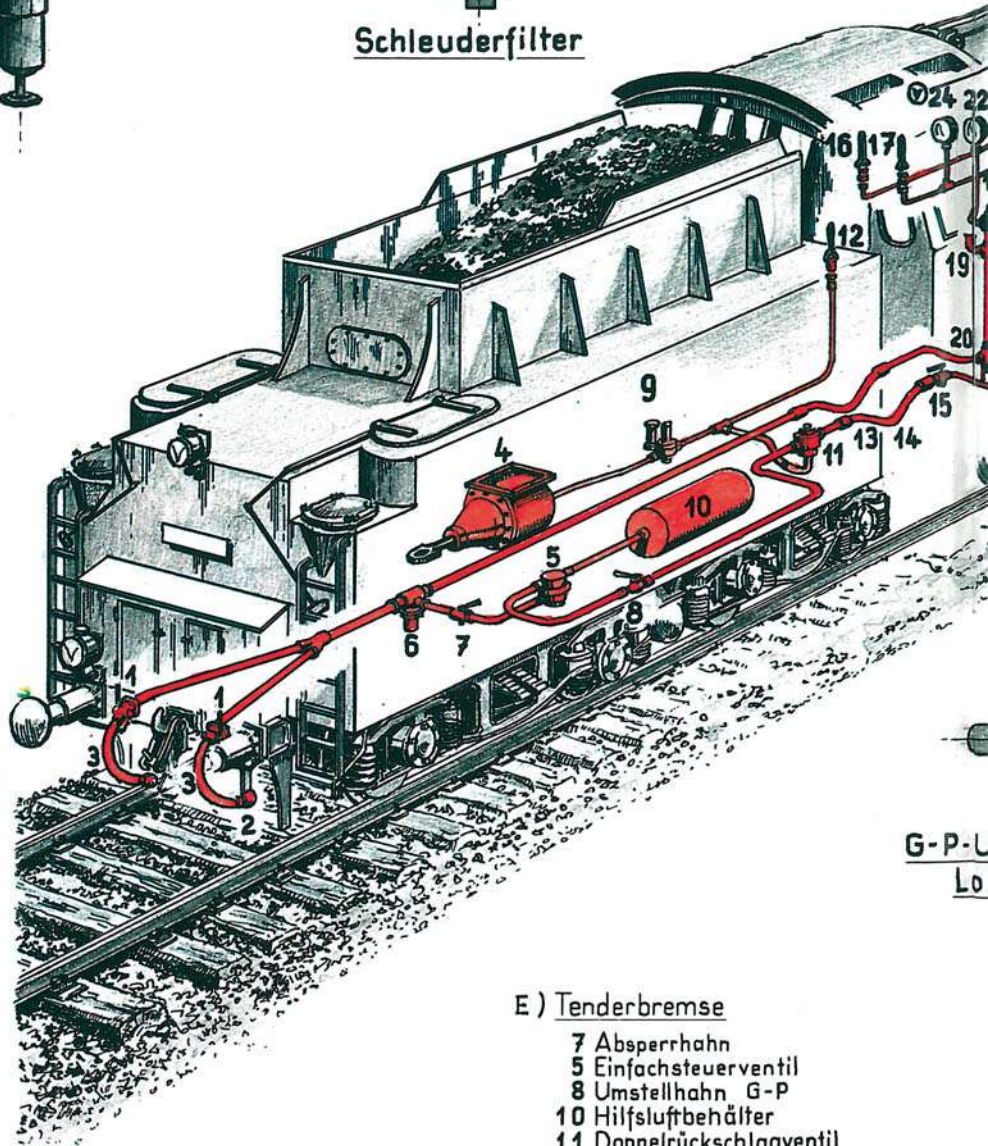
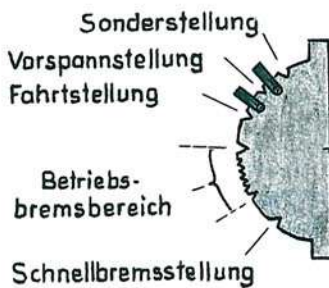
Einer der beiden Hauptluftbehälter der 23 105 bei der Druckprobe.

Führerbremsventil Bauart Knorr



- I Füll- od. Lösestellung
- II Fahrtstellung
- III Mittelstellung
- IV Abschlußstellung
- V Betriebsbremsstellung
- VI Schnellbremsstellung

Stellungen des Führerbremshebels des selbsttätigen Führerbremsventils



A) Bremsluftbeschaffung

- 43 Doppelverbund-Luftpumpe
- 42 Luftpumpendruckregler
- 41 Dampfventil
- 33 Hauptluftbehälter
- 34 Hauptluftbehälter-Ablahöhne
- 23 Luftdruckmesser für Hauptluftbehälter

B) Bremsluftsteuerung

- 18 Führerbremsventil
- 26 Ausgleichsbehälter
- 19 Notbremsventil
- 20 Tropfbecher
- 13 Schlauchverbindung
- 6 Schleuderfilter
- 30 Schleuderfilter
- 37 Schleuderfilter
- 1 Luftabsperrhähne
- 44 Luftabsperrhähne
- 3 Bremsschläuche
- 45 Bremsschläuche
- 2 Brems-Kupplungsköpfe
- 46 Brems-Kupplungsköpfe
- 22 Luftdruckmesser für Hauptluftleitung

C) Treibradbremse

- 31 Absperrhahn
- 29 Einfachsteuerventil
- 32 Hilfsluftbehälter
- 28 Umstellhahn G-P
- 27 Doppelschlagventil
- 35 Bremszylinder
- 16 Löseventil
- 24 Luftdruckmesser für Bremszylinder

D) Drehgestellbremse

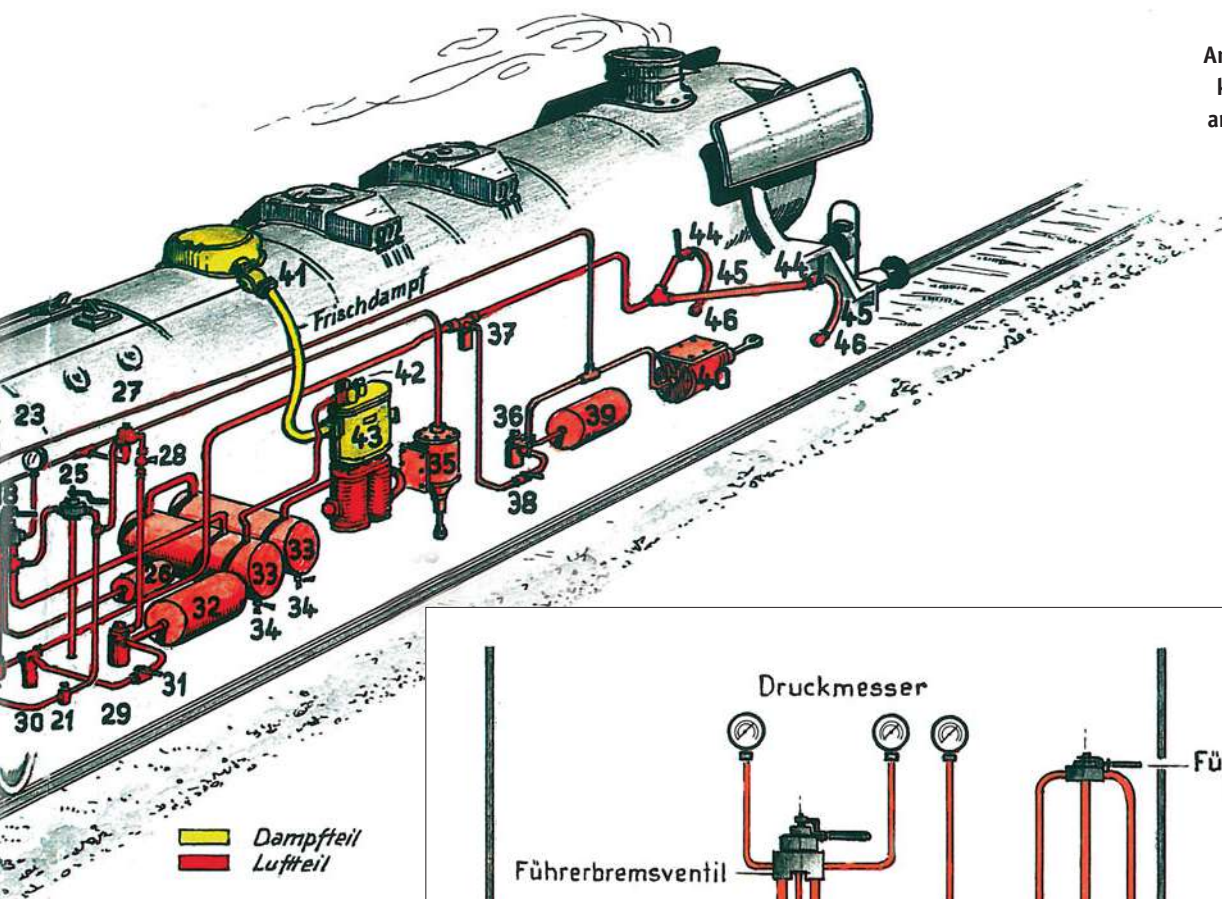
- 38 Absperrhahn
- 36 Einfachsteuerventil
- 39 Hilfsluftbehälter
- 40 Bremszylinder
- 17 Löseventil

E) Tenderbremse

- 7 Absperrhahn
- 5 Einfachsteuerventil
- 8 Umstellhahn G-P
- 10 Hilfsluftbehälter
- 11 Doppelschlagventil
- 9 Druckminderventil
- 4 Bremszylinder
- 12 Löseventil

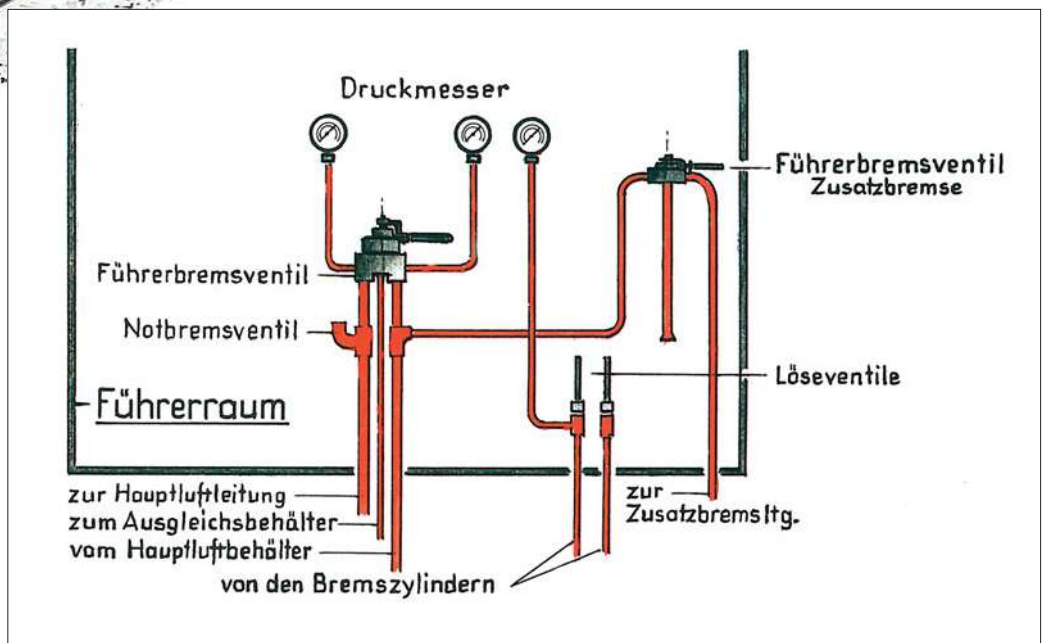
F) Zusatzbremse

- 25 Führerbremsventil
- 21 Sicherheitsventil
- 27 Doppelschlagventil
- 35 Bremszylinder
- 16 Löseventil
- 24 Luftdruckmesser für Bremszylinder
- 14 Schlauchverbindung
- 15 Absperrhahn
- 11 Doppelschlagventil
- 9 Druckminderventil
- 12 Löseventil
- 4 Bremszylinder



Anordnung der Knorr-Ein-kammerdruckluftbremse an einer Dampflokomotive mit Schleptender.

Bremsventile und -leitungen im Führerraum.



Steuerventil für Lokomotiven

V.l.n.r.: Steuerventil, 1/2"-Ab-sperrhahn und Schleuderventil an einer Lok der Baureihe 45 (vgl. Zeichnungen).

Die 58 3047 der DR (Reko-G 12) hat eine Doppelverbundluftpumpe. Der Achsstand der Lok ist so gering, daß die Bremsklötze nicht mehr in Achsmitte Platz fanden. Man beachte auch den Hilfsluftbehälter unter dem Umlaufblech.

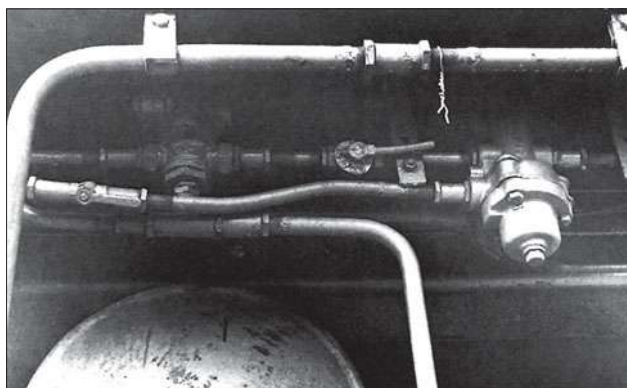


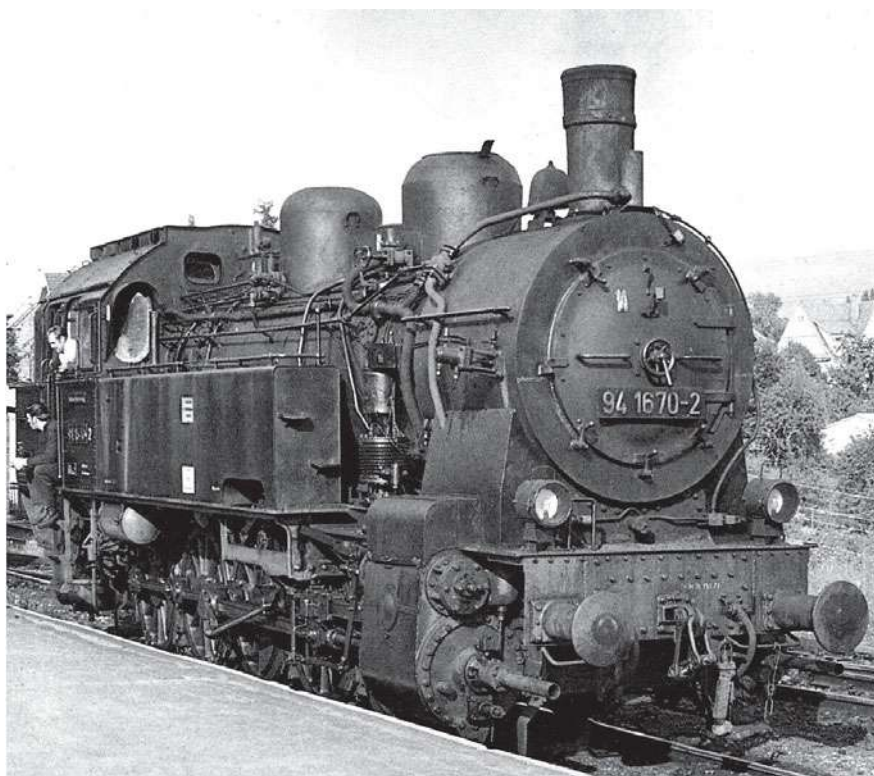
FOTO: VERLAGSARCHIV

ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

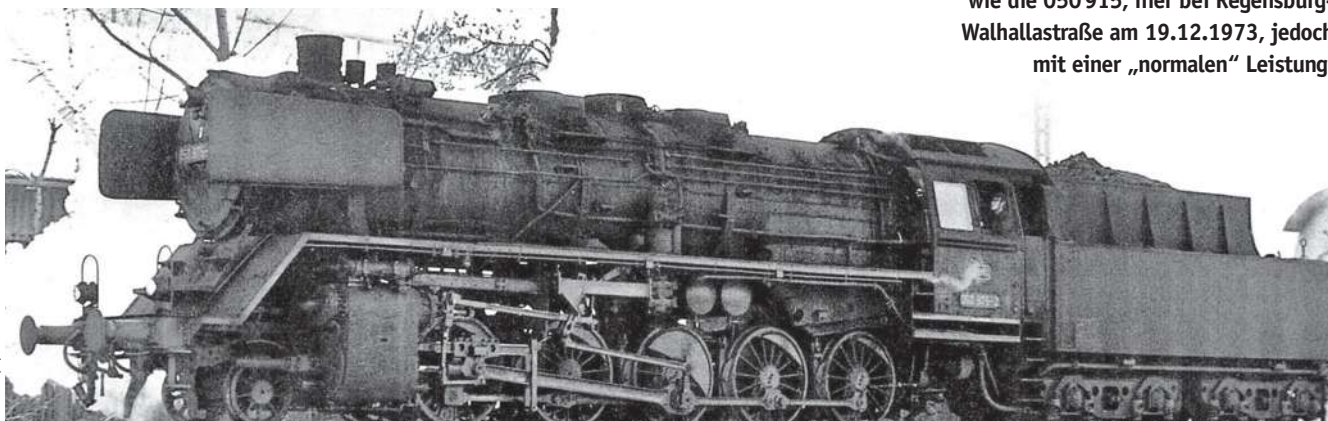
FOTO: D. KEMPF



Die 044 070 mit einem Dg von Crailsheim nach Nürnberg bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof Crailsheim am 27. Juli 1972. Die Lok ist mit einer Gegendruckbremse ausgerüstet, wie man am Schalldämpfer neben dem Schlot sehen kann.



Viele Loks der Baureihe 94⁵⁻¹⁸ der DR waren mit Gegendruckbremse ausgerüstet, so wie die 94 1670 (hier am 23. August 1973 im Bf Schleusingen).



Weiterhin ist eine Einspritzvorrichtung erforderlich, mit der heißes Wasser aus dem Kessel in die Ausströmkästen gespritzt wird. Das Wasser gelangt mit der angesaugten Luft in den Zylinder, verdampft und entzieht dabei der Luft die erforderliche Verdampfungswärme. Zur Minderung des unangenehmen Ausströmgeräusches ist noch ein Schalldämpfer erforderlich. Hierzu kann auch ein doppelwandig ausgeführter Schornstein dienen, oder der Auspuff wird mit einer separaten Leitung neben dem Schornstein verlegt und erhält einen Schalldämpfer aus gelochten Blechen (ähnlich einem Motorradschalldämpfer). Die Gegendruckbremse, nach ihrem Erfinder Nikolaus Riggensbach benannt, ist eine Gefällebremse für Lokomotiven, die Steilstrecken befahren. Als Bremse zum Anhalten des Zuges ist sie nicht geeignet. Sie soll die Bremssohlen der Lokomotive schonen und verhindern, dass bei zu langer Bremswirkung der Bremsklötze die Radreifen überhitzt und lose werden. Reicht die Bremskraft der Gegendruckbremse nicht aus, muss auch noch die Klotzbremse zu Hilfe genommen werden. Lokomotiven mit Gegendruckbremsen sind von den Lokomotivversuchsanstalten der DRG (auch von DR und DB) als Bremslokomotiven eingesetzt worden. Zur leistungstechnischen Untersuchung einer Lokomotive wurde als Belastung anstelle eines Wagenzuges eine Bremslokomotive angehängt, mit der die Belastung der zu untersuchenden Lokomotive in jedem Geschwindigkeitsbereich konstant gehalten werden konnte. Als Bremslokomotiven dienten vorzugsweise Mehrzylinderlokomotiven.

Bis in die 70er-Jahre konnte das BZA München auf Dampfloks mit Gegendruckbremse für Beharrungsmessfahrten nicht verzichten. Es waren immer Fünfkuppler wie die 050 915, hier bei Regensburg-Walhallastrasse am 19.12.1973, jedoch mit einer „normalen“ Leistung.

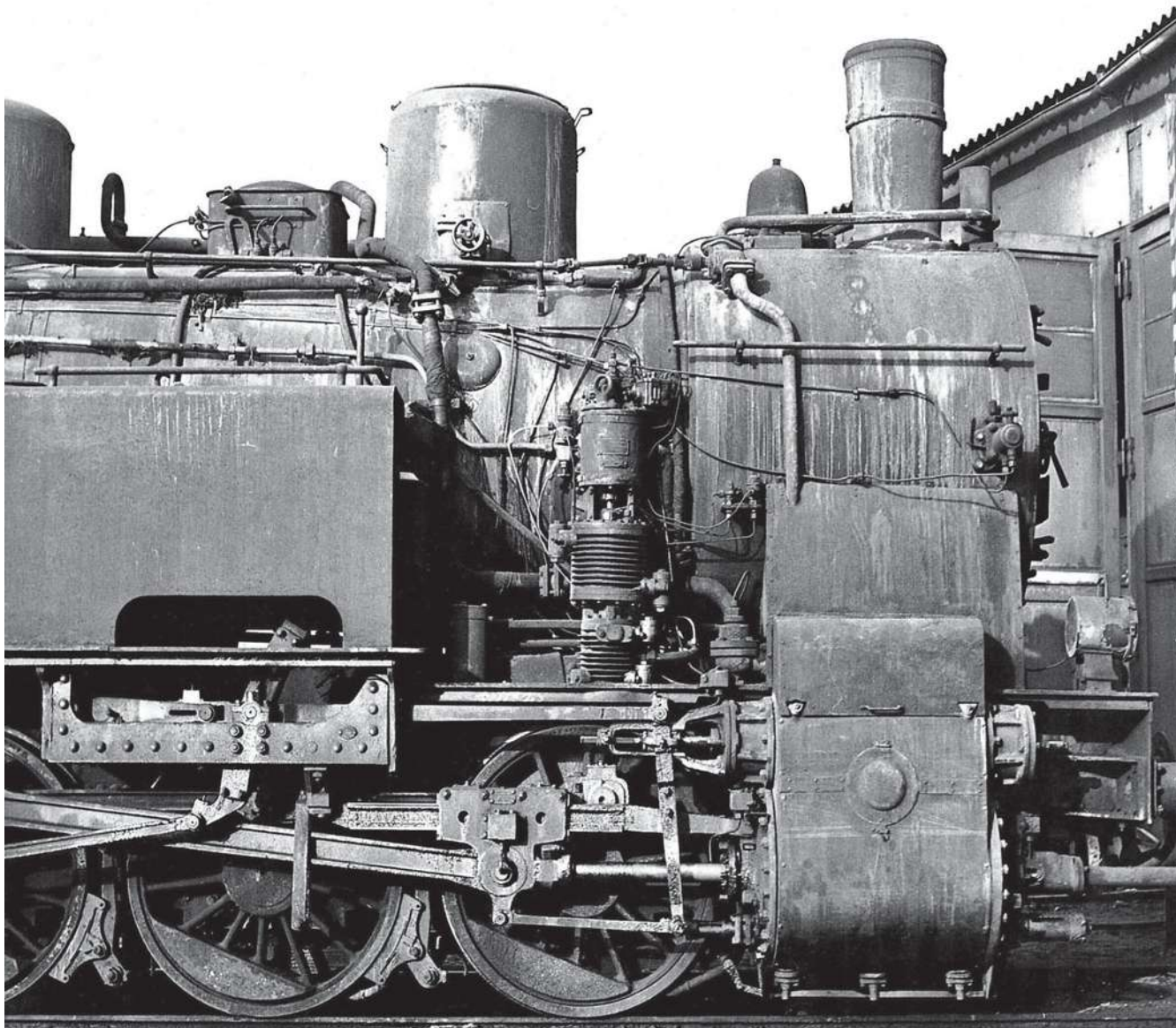
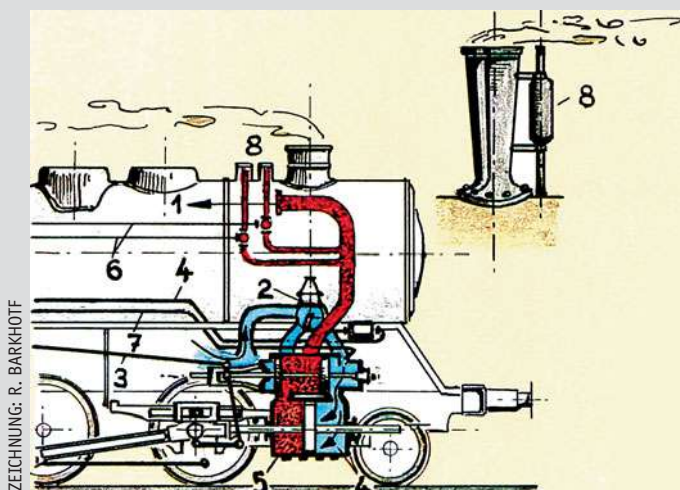


FOTO: M. WEISBROD

Preuß. T 16¹ mit Knorr-Luftpumpe und Riggenbach-Gegendruckbremse (Schalldämpfer vor dem Schornstein). Es handelt sich um die 94 1175, aufgenommen 1972 im Bw Arnstadt.



ZEICHNUNG: R. BARKHOF

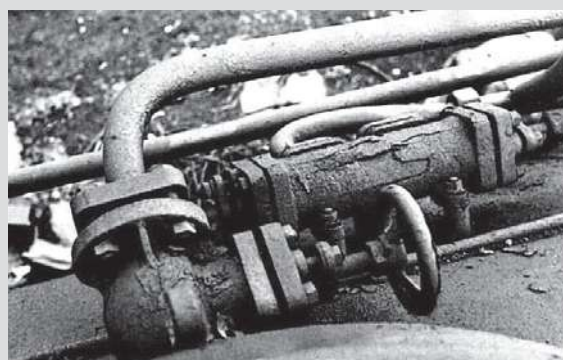
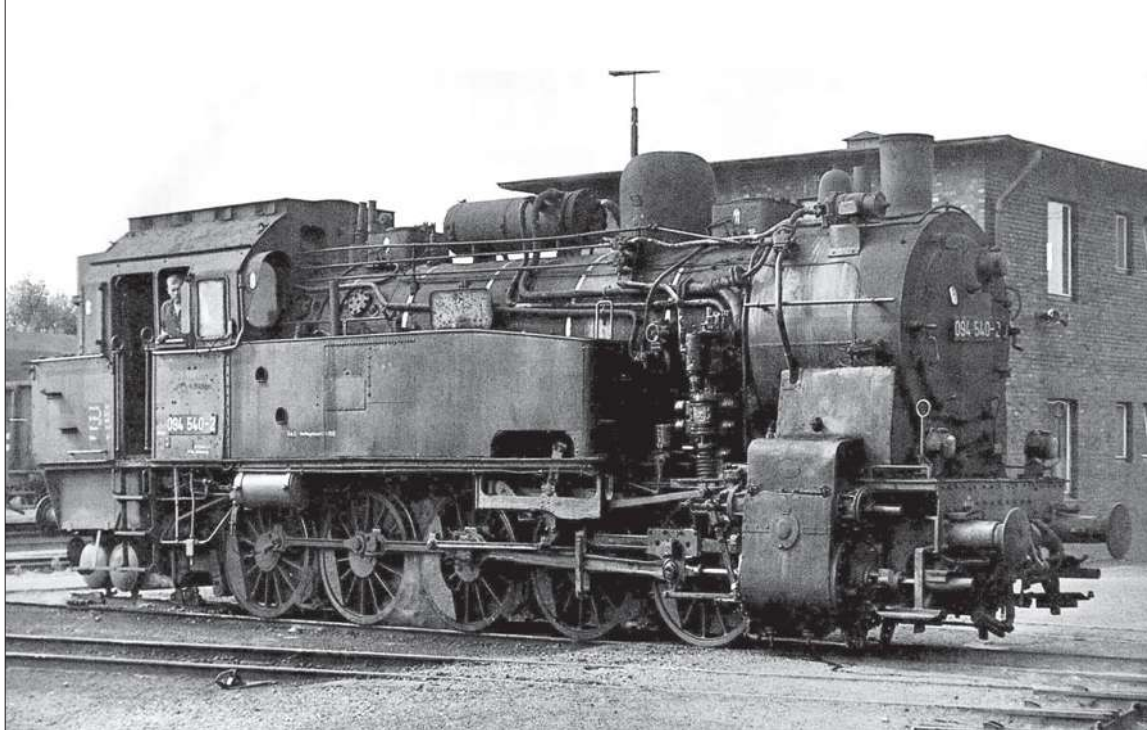


FOTO: VERLAGSARCHIV

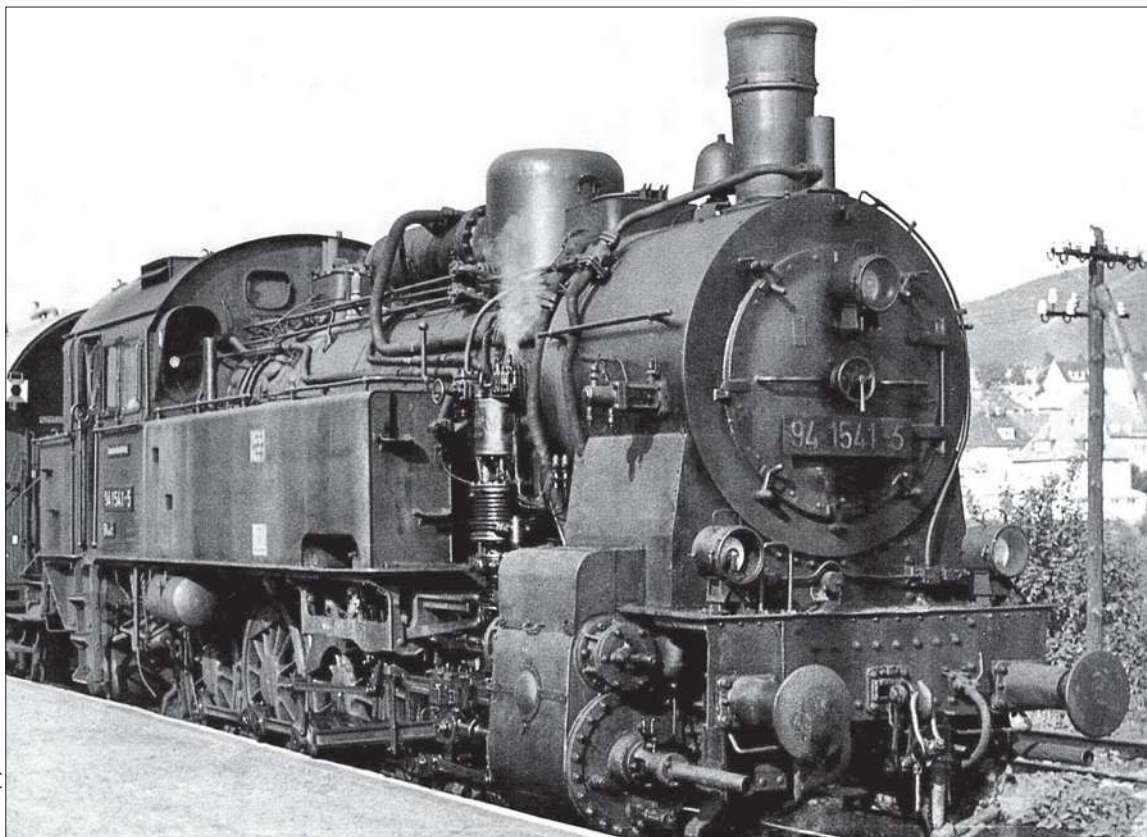
Wirkungsweise der Riggenbach-Gegendruckbremse.

Drosselventil der Riggenbach-Gegendruckbremse einer Lok der Baureihe 45.

- 1 Regler geschlossen.
- 2 Blasrohr abgedeckt, unmittelbare Verbindung zwischen Dampf-Ausströmröhr und Außenluft freigegeben.
- 3 Steuerung entgegengesetzt der Fahrtrichtung voll ausgelegt.
- 4 Kolben saugt Frischluft in die Zylinder.
- 5 Verdichtung der angesaugten Luft auf der anderen Kolbenseite, Bremswirkung!
- 6 Regeln der Bremswirkung durch Drosseln der ausströmenden Luft.
- 7 Zur Zylinderkühlung und -schmierung wird der angesaugten Luft Wasser zugegeben.
- 8 Geräuschkilderung der komprimierten Luft durch Schalldämpfer.



Der Strukturwandel in der Zugförderung hat die 094 540 mit Riggenbach-Gegendruckbremse in das Flachland-Bw Rheine verschlagen (10.08.1972).



Drosselventile und Schalldämpfer sind besonders gut bei dieser Aufnahme der 94 1541 der Deutschen Reichsbahn zu sehen.

FOTOS (2): S. CARSTENS

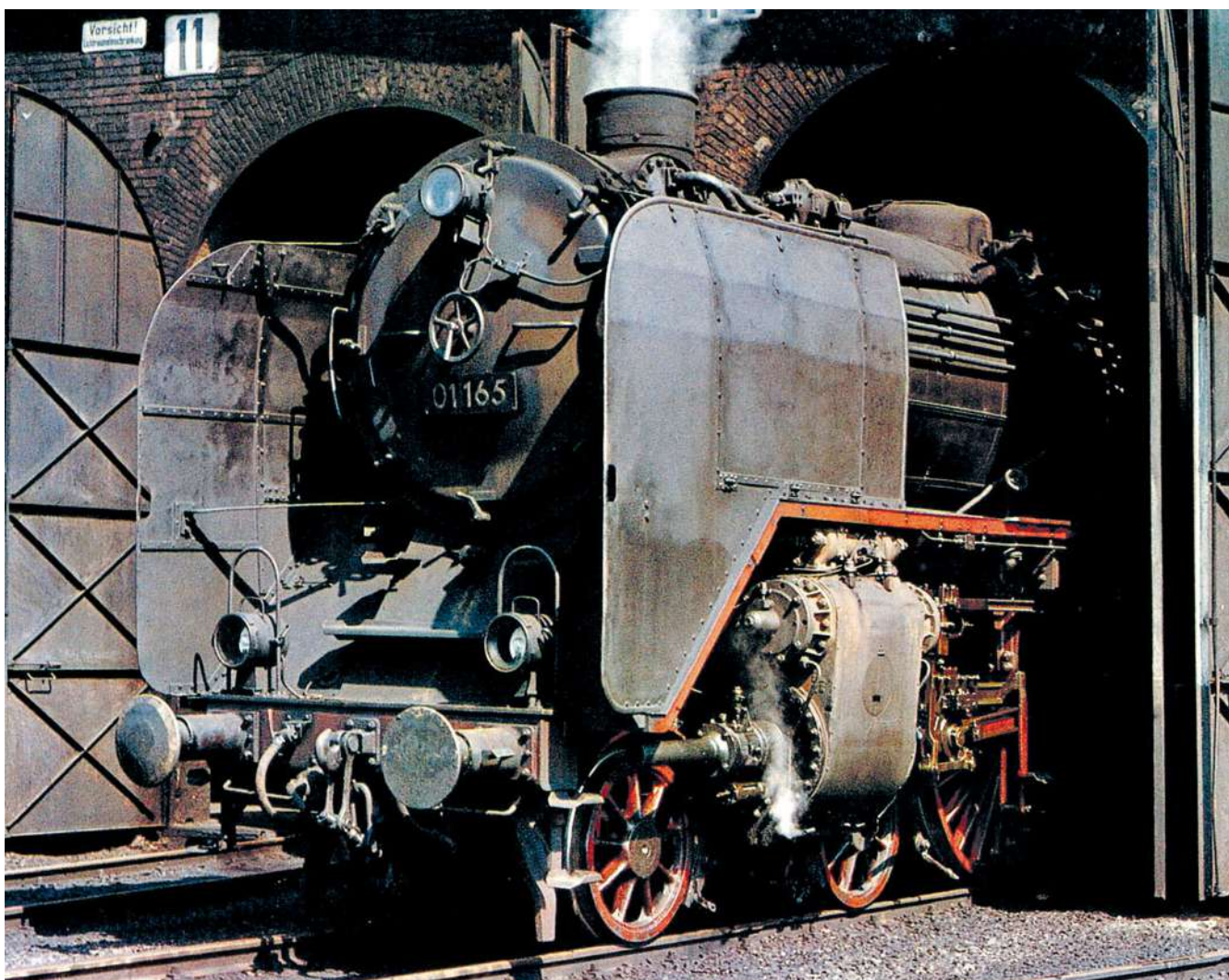


FOTO: C. ASMIUS

Beharrungsmessfahrt für die Diesellok 218 302 auf der Strecke München – Kempten bei Aitrang. Als Bremslokomotiven dienen die 44 197 und die 50975.



Umbau und Rekonstruktion in der Zeit nach 1945 bei beiden deutschen Bahnverwaltungen haben das Gesicht der Baureihe 01 und der ehemaligen Stromlinienlokomotiven der Baureihe 01¹⁰ erheblich verändert.



Die 01165 der Deutschen Reichsbahn mit verkürzten Wagner-Windleitblechen, um die Pumpen besser warten zu können.

Das Laufblech dient der äußeren
Untersuchung der Kesselarmat-
turen. Eine am Kessel entlang-
führende Griffstange gibt die
notwendige Sicherheit.

Die sonstigen Ausrüstungen der Dampflokomotive

Das, was unter „sonstige Ausrüstungen“ zusammengefasst ist, dient (wie das Führerhaus) dem Schutz des Personals oder der Erleichterung seiner Arbeit (z.B. Beleuchtung). Der sicheren Betriebsführung dienen die Sandstreuereinrichtung, der Geschwindigkeitsmesser, die Windleitbleche, die Schmiervorrichtungen, die Signaleinrichtungen (Dampfpfeife, Laternen). Für die Annehmlichkeit der Reisenden sorgt die Dampfheizung.

Das Führerhaus

Das Führerhaus ist am hinteren Ende des Kessels aufgebaut und umschließt einen Teil des Hinterkessels. Es besteht aus 3 bis 4 mm dicken Blechen, ist mit Holzverschlügen versteift und ruht auf am Rahmen befestigten Kragträgern. Bei Schlepptenderlokomotiven ist das Führerhaus nach hinten normalerweise offen. Lediglich die Stromlinienlokomotiven und die Baureihe 42 und 52 der DRG hatten allseitig geschlossene Führerhäuser. Auch Neubau- und Umbaulokomotiven der DB besaßen z.T. geschlossene Führerhäuser. Die Führerhausvorderwand stützt sich auf den Stehkessel ab, ist aber mit diesem nicht verbunden, um nicht der Wärmedehnung des Kessels folgen zu müssen, die 12 bis 14 mm beträgt. Der Führerhausboden ist zur besseren Wärme- und Schwingungsdämpfung aus Holz, nur vor der Feuertür ist ein Blech aufgenagelt. Holz vermindert zudem die Rutschgefahr.

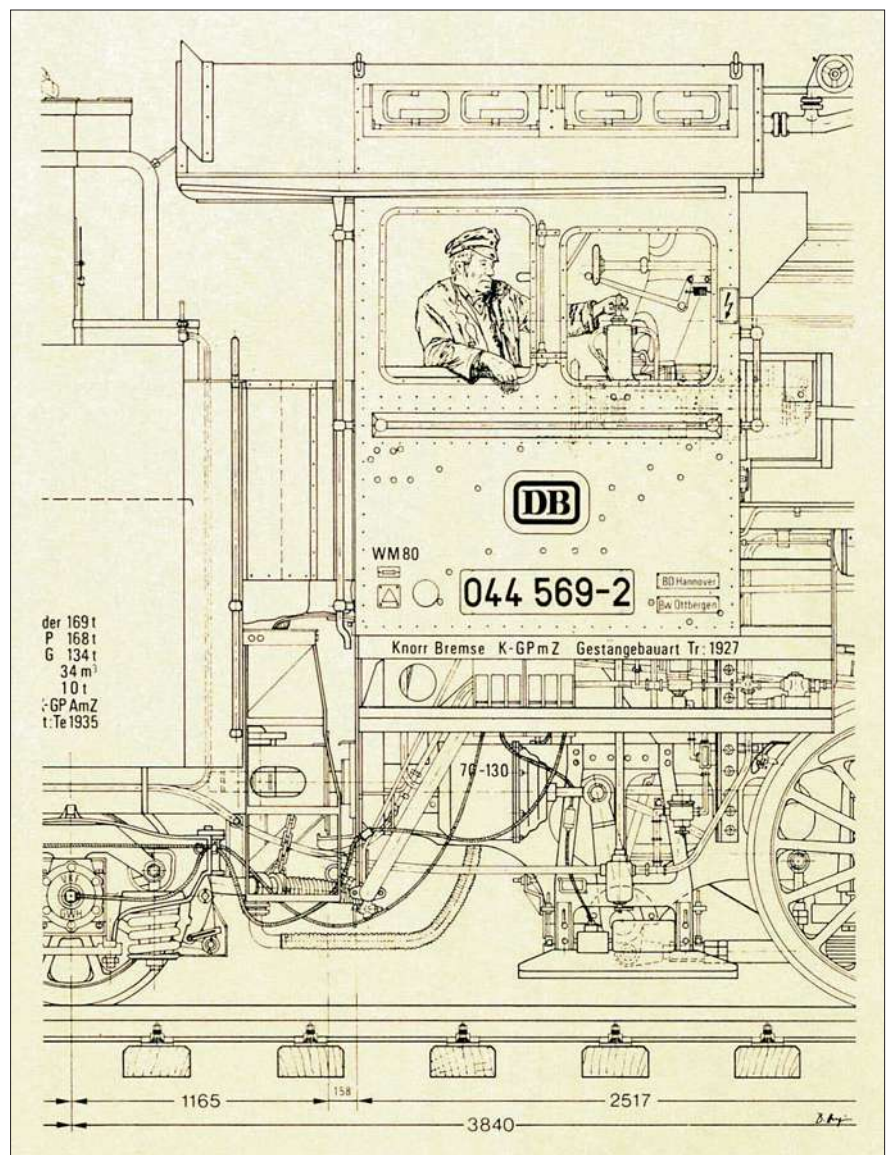
In der Vorderwand ist rechts und links vom Stehkessel ein Fenster zur Streckenbeobachtung. Diese meist ovalen Fenster sind um eine senkrechte Achse drehbar, damit sie auch während der Fahrt gefahrlos gereinigt werden können. Neubau- und Rekoloks der DR besaßen druckluftbetriebene rotierende Klarsichtscheiben.

Der Spalt zwischen Führerhaus- und Tenderboden wird durch ein Riffelblech geschlossen, das an der Lokomotive befestigt ist und zum Tender hinübergeklappt wird.

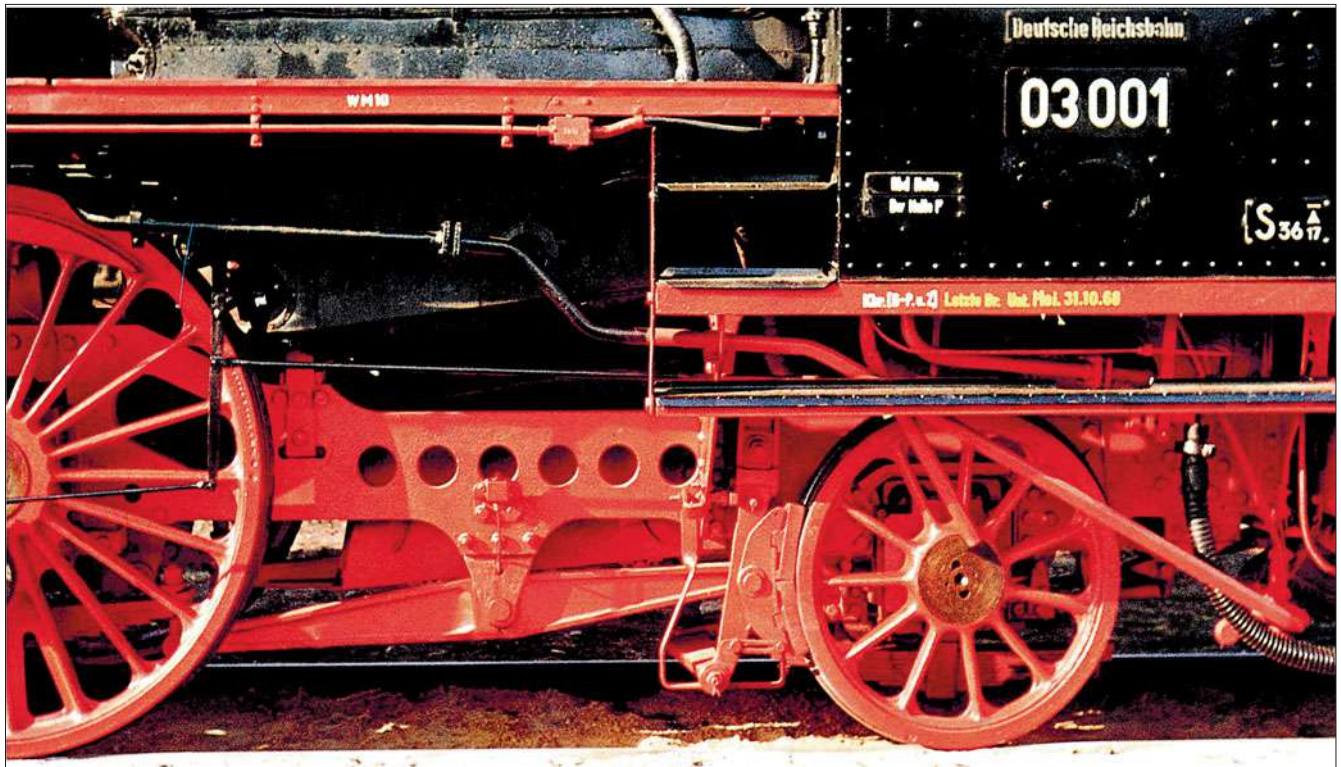
Man nennt es die Tenderbrücke. Sie gewährt dem Heizer einen sicheren Stand gegen die Relativbewegungen des Tenders in der Geraden und in Krüm-

mungen. In den Seitenwänden des Führerhauses sind zwei Fenster, von denen das vordere eine feststehende Scheibe hat, das hintere als Schiebefenster ausgebildet ist. Lediglich die Kriegslokomotiven der Baureihen 42 und 52 und die UK-Lokomotiven der Reihen 44 und 50 hatten nur das hintere Schiebefenster. Das Schiebefenster hat seitliche Schutzscheiben, deren Umrisse den größten nach der BO zulässigen Breitenabmessungen entsprechen. Sie ermöglichen dem Personal das Beobachten der Strecke, wenn die Fenster in der Stirnwand durch Schnee und Regen verschmutzt sind. Die Schutzscheiben haben die Funktion von Windabweisern. Schlepptenderlokomotiven haben diese Schutzscheiben meist nur an der Vorderseite der Schiebefenster, Tenderlokomotiven haben sie an beiden Seiten.

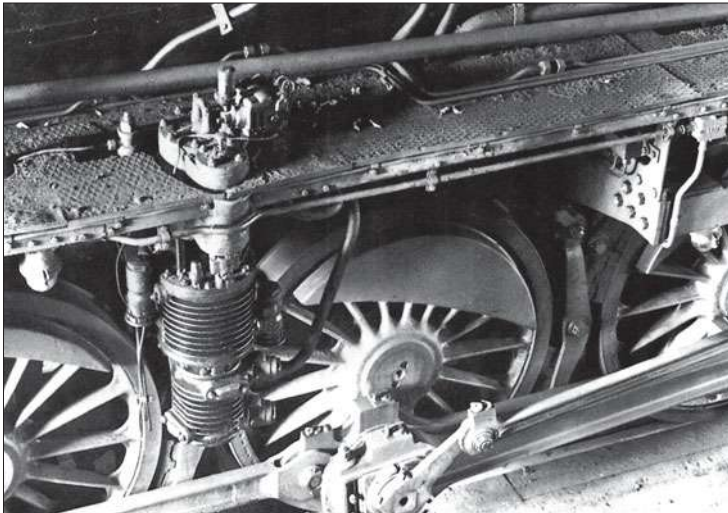
Die Rückseite des Führerhauses bei Schlepptenderlokomotiven, die kein abgeschlossenes Führerhaus haben, wird durch einen Segeltuchvorhang zum Schutz vor Kälte, Zugluft und Staub verschlossen. Neuere Einheitslokomotiven haben hinter den Sitzen von Führer und Heizer schmale Rückwandbleche mit ovalen Fenstern. Bei der Baureihe 50, die auch viel in Rückwärtsfahrt eingesetzt wurde, hatte der Tender 2'2'T26 eine Stirnwand, die das Führerhaus nach hinten abschloss. Ähnlich war der



Rechte Seite (Führerseite) des Führerhauses der 044 569 (Bw Ottbergen).



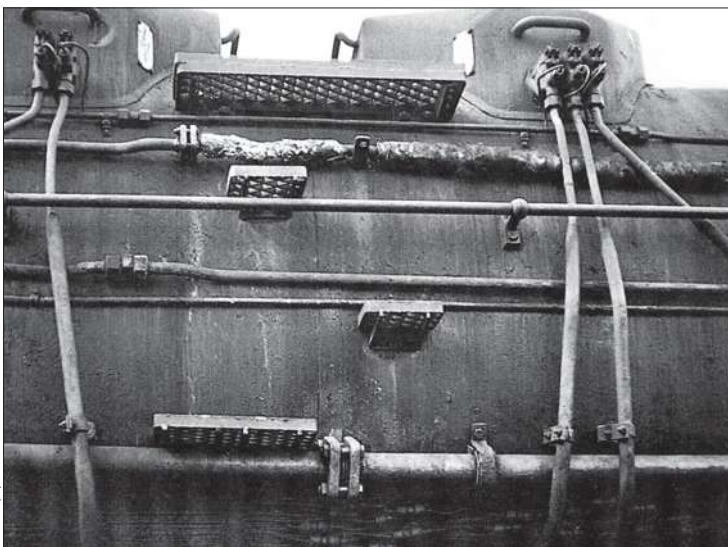
Detail der hinteren Laufachse (Adamsachse) der 03 001 mit Trittstufen und Laufblech. Die Traditionslokomotive der DR wurde am 18. August 1971 in Radebeul aufgenommen.



Laufblech einer 45 im Detail. Man beachte die Riffelstruktur, die ein Ausrutschen verhindern soll.

Neubautender 2'2'T28 der DR für die Baureihen 23¹⁰ und 50⁴⁰ ausgeführt. Bei den Baureihen 42 und 52 war die Führerhausrückwand mit dem Tender durch einen Faltenbalg verbunden, der zugleich einen wind- und wetterdichten Abschluss bildete. Im Dach des Führerhauses, das innen mit Holz, außen mit Stahlblech verkleidet ist, befinden sich Lüftungskappen, die über einen Zug verstellt werden können. Bei den Rekoloks der DR waren auch Dachfenster vorhanden, die durch Maschendrahtgitter geschützt waren.

Das Führerhaus ist über seitlich angebrachte Trittstufen zu erreichen, die aus Riffelblech oder Gitterrosten trittsicher gemacht sind. Die Führerhaustüren sind Klapptüren, die bis zur Höhe der Fensterbrüstung reichen und immer nach innen aufschlagen. Lediglich Lokomotiven mit geschlossenem Führerhaus hatten bis zur Dachleiste reichende Türen mit versenkbaren Fenstern. Am Übergang von der Dachwölbung zu den Seitenwänden ist beidseitig eine Regenrinne angebracht, die Regenwasser nach hinten ableitet. Das Dach besitzt vier Dachhaken zum Abheben des Führerhauses mit dem Kran. An den inneren Seitenwänden des Führerhauses sind für Lokführer und Heizer Dreh- oder Klappsitze angeordnet. Bei der Baureihe 52 bestand die Sitzgelegenheit aus einem



Zum Nachfüllen der Sandkästen muss auf den Kessel geklettert werden. Dazu dienen Handgriffe und Trittstufen, die hier sehr gut an einer Lok der Baureihe 45 zu erkennen sind.



FOTO: M. DELIE

383245 und 39261 warten im Bw Leipzig Hbf auf ihren nächsten Einsatz (September 1959). Man beachte die unterschiedlichen Formen der Windleitbleche.

Blick vom Sandturm des Bw Ottbergen auf die 44210 beim Löscheziehen. Das rechte Windleitblech muss in der Werkstatt wieder zurechtgebogen werden. Das linke Laufblech ist auf seiner gesamten Länge gut zu sehen.

gepolsterten Kasten, der gleichzeitig als Schrank für Tasche, Dienstmappe und Essgeschirr diente.

Das Führerhaus von Tenderlokomotiven ist analog gestaltet. Die Führerhausrückwand ist zugleich die Vorderwand des Kohlekastens. Die Kohle wird durch eine mit Türen oder Schieber verschließbare Öffnung entnommen. Oft hat der obere Teil des Kohlekastens Türen zum Nachziehen der Kohle.

Bei Schlepptenderlokomotiven reichen beidseitig des Kessels vom Führerhaus bis zum Pufferträger (oder bis zur Rauchkammer) die Laufbleche aus Riffelblech, damit Arbeiten oder Kontrollen am Kessel vorgenommen werden können. Bei älteren Länderbahnlokomotiven war oft in der Führerhausvorder-

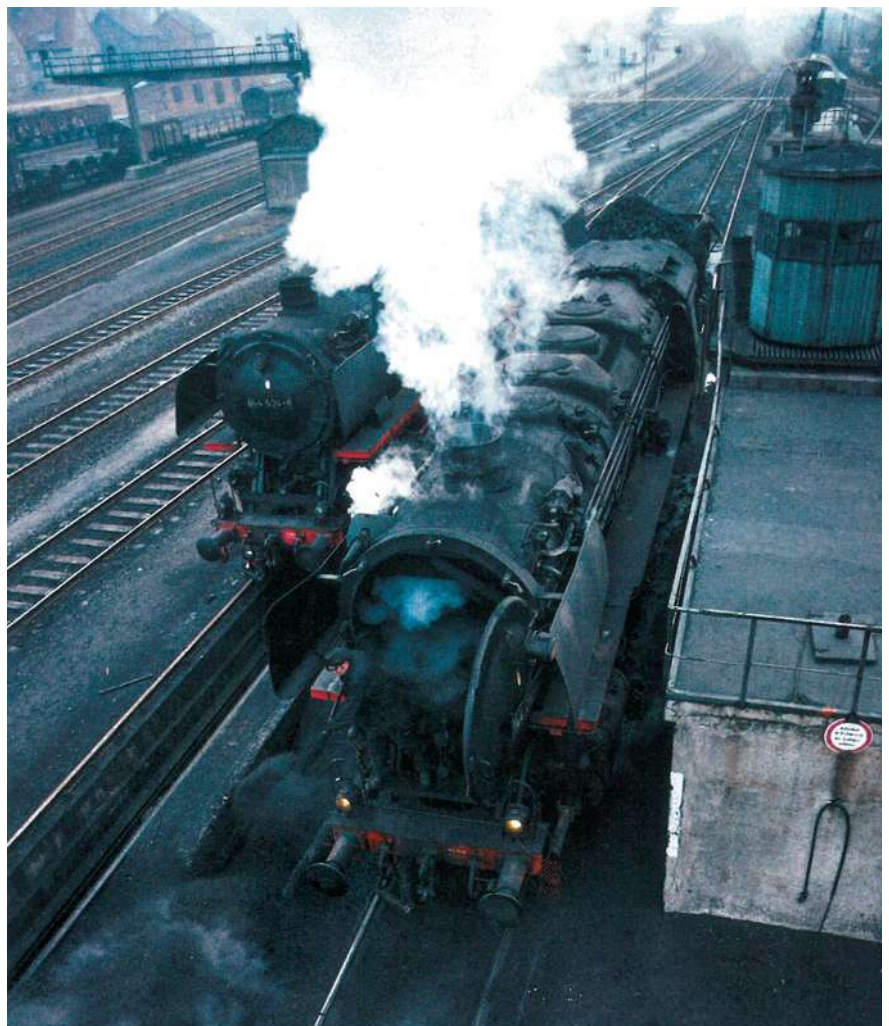


FOTO: B. HUGUENIN

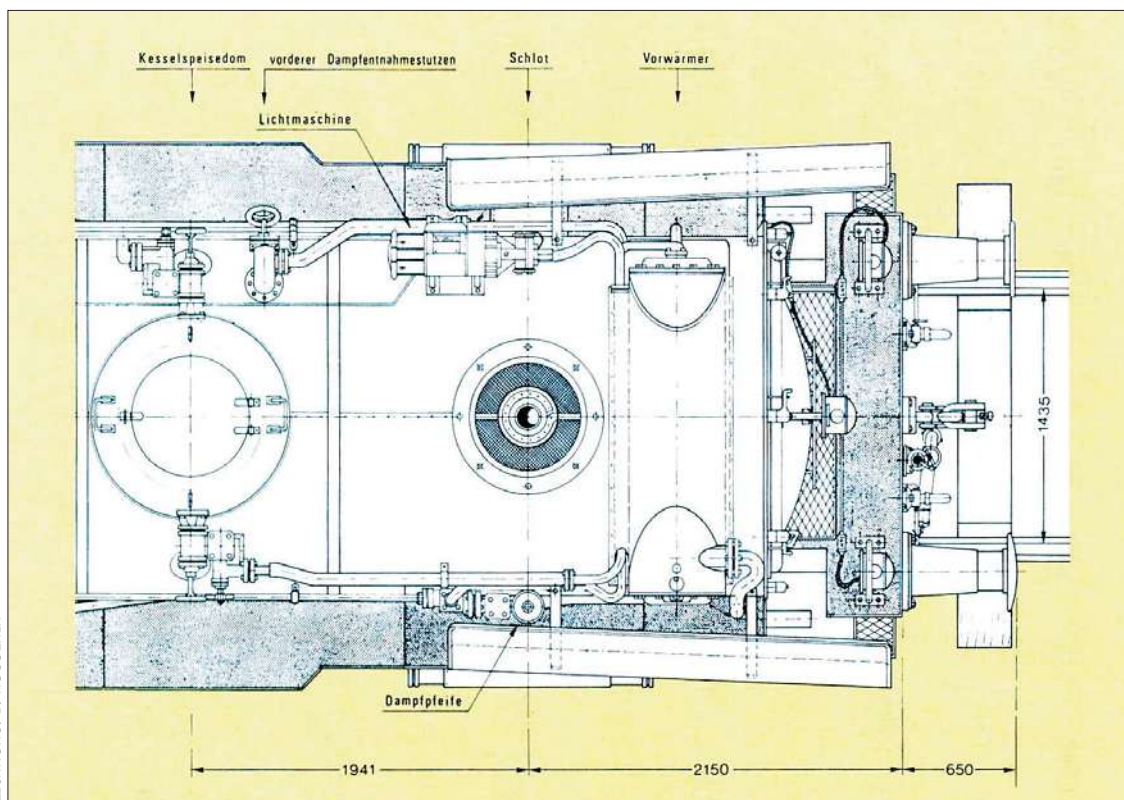


An der 43 012 der DR hatte man ganz kleine Windleitbleche als Rauchleiteinrichtungen ausprobiert.

wand, meist auf der Heizerseite, eine Tür, durch die das Laufblech vom Führerhaus aus betreten werden konnte. Bei Tenderlokomotiven können diese Laufbleche wegen der seitlichen Wasserkästen fehlen oder nur verkürzt angebracht sein. Griffstangen und Tritte geben dem Personal bei den Arbeiten die erforderliche Sicherheit.

Bei den meisten Streckenlokomotiven sind rechts und links an der Rauchkammer Windleitbleche angebracht. Am auffälligsten sind die großen Windleitbleche, wie sie die Einheitslokomotiven der Baureihen 01, 02 und 03 besaßen, auch die Baureihen 41, 44 und 50, die so genannten Wagner-Bleche (nach Richard Paul Wagner, Bauartdezernent des Eisenbahn-

Zentralamtes der DRG und geistiger Vater der Einheitslokomotiven). Weit verbreitet waren die kleineren, nahezu rechteckigen Witte-Bleche (nach Friedrich Witte, bei der DB Leiter des BZA Minden), die erstmals bei der BR 52 angebracht worden sind. Windleitbleche sollen verhindern, dass Rauch und Dampf längs am Kessel entlangströmen und die Sicht behindern.



Aufsicht auf den vorderen Teil einer Lok der Baureihe 44 (Maßstab 1:50).



FOTO: D. KEMPF

Seitenansicht des Führerhauses der DR-Rekolok 01 0507. Man beachte die Aufstiege, das Dachgitter über dem Führerhaus-Dachfenster und die großen Windstauschutten vor den Stirnfenstern.



FOTO: D. KEMPF

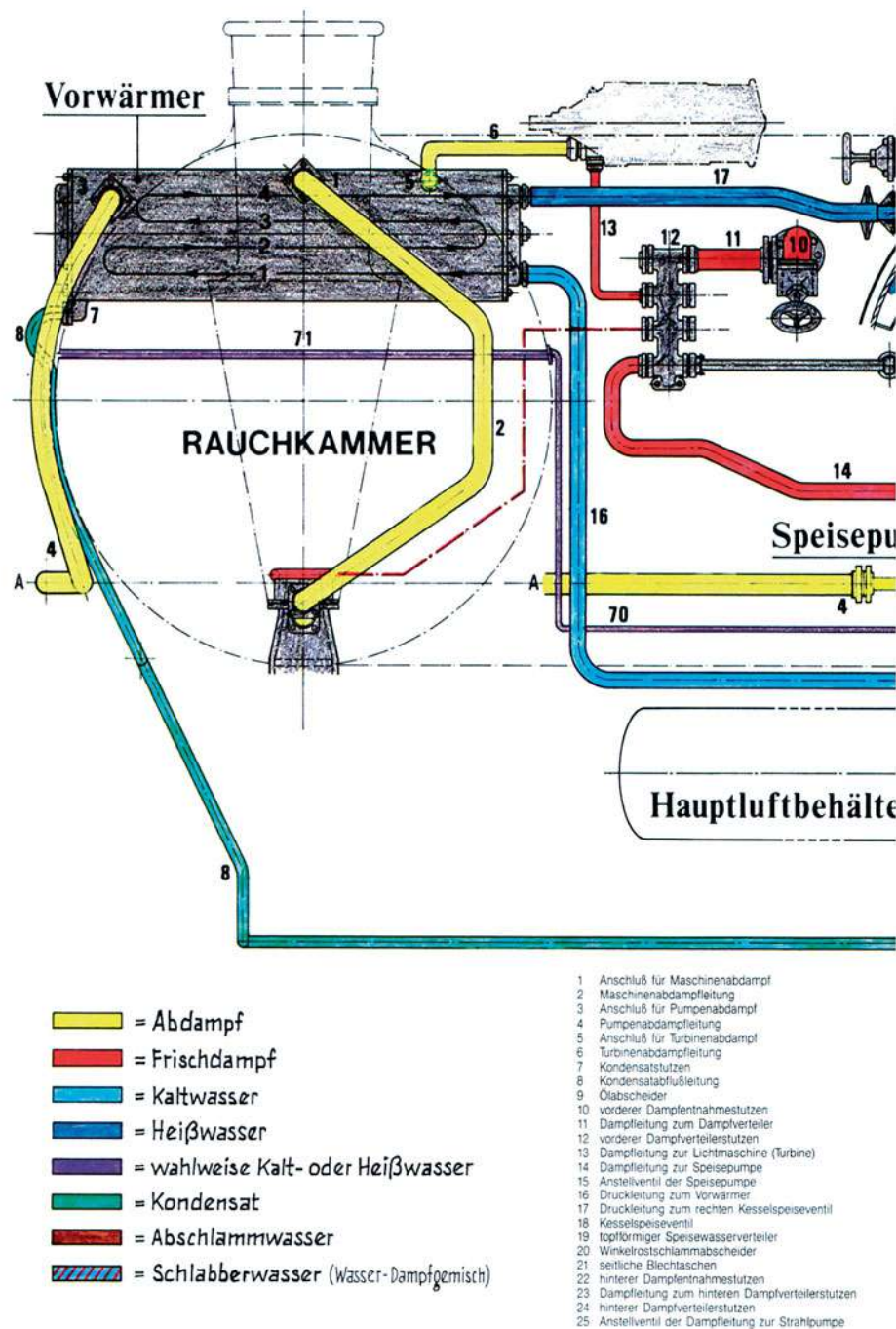
Besseren Schutz vor Witterungsunbilden bot das Führerhaus der ölgefeuerten 01¹⁰ (012) der DB, obwohl nach hinten ebenfalls offen. Führerhaus und Tender waren mit Gummiwülsten gegeneinander gedichtet

Die Anordnung der Bedienelemente

Die Bedienelemente sind so angeordnet, dass sie griffgünstig und im Sichtbereich von Lokführer und Heizer liegen, wobei dem Lokführer die Bedienung der Maschine, dem Heizer die Bedienung und Überwachung des Kessels obliegt. So hat der Lokführer auf seiner Seite den Regler, das Steuerungshandrad mit Steuerskala, das Führerbremsventil, den Zug für die Dampfpeife, den Hebel für den Sandstreuer (gegebenenfalls auch für den Druckausgleicher) und das Handrad für das Anstellventil der Luftpumpe. An Kontrollinstrumenten sind auf der Führerseite das Schieberkastenmanometer, die Manometer für Hauptluftbehälter, Hauptluftleitung und Zusatzbremszylinder sowie der Heißdampfthermometer und der Geschwindigkeitsmesser. Außerdem finden sich dort noch das Entlüftungsventil für den Zusatzbremszylinder und das Notbremsventil.

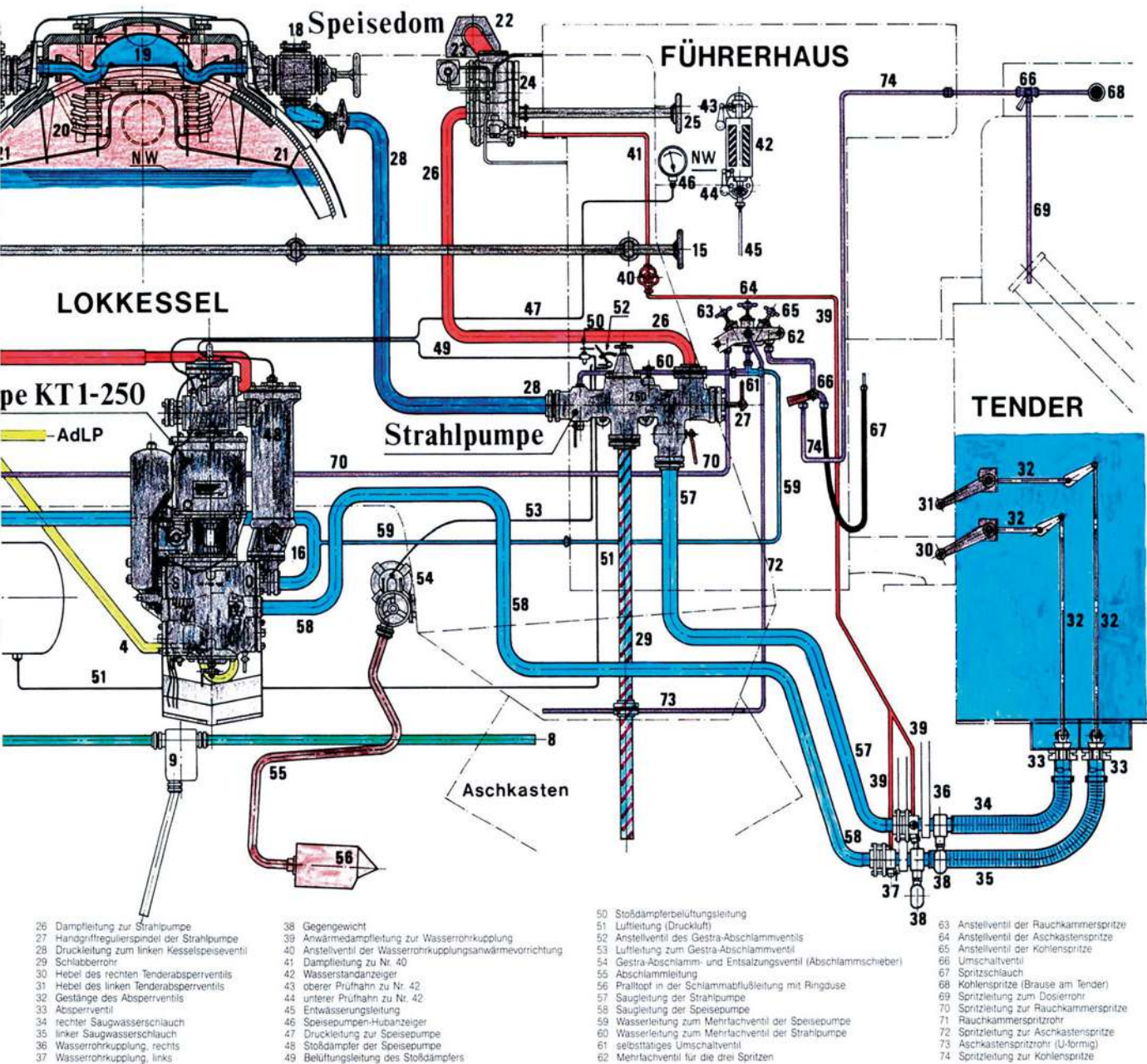
Der Heizer hat auf seiner Seite die Anstellventile für Kolbenspeisepumpe, Hilfsbläser und Lichtmaschine. Die Dampfstrahlpumpe, die gewöhnlich nur bei Stillstand der Lokomotive bedient wird, kann sowohl auf der Heizer- als auch auf der Lokführerseite angeordnet sein. Die Luftklappen des Aschkastens sind vom Heizer zu bedienen. Von ihm sind auch der Wasserstand des Kessels, das Heizungsmanometer und der Hubzähler der Speisepumpe zu überwachen. Zur Kontrolle hat der Lokführer ein zweites Wasserstandsglas oder drei Probierhähne. Der Kesseldruckmesser ist in der Regel oben in der Mitte des Stehkessels angeordnet, so dass er von Lokführer und Heizer gleichermaßen erkannt werden kann. Die Schmierpumpe für alle unter Dampf gehenden Teile auf der linken Seite des Stehkessels ist ebenfalls vom Heizer zu kontrollieren.

Die Speisung des Lokomotivkessels, schematisch dargestellt.

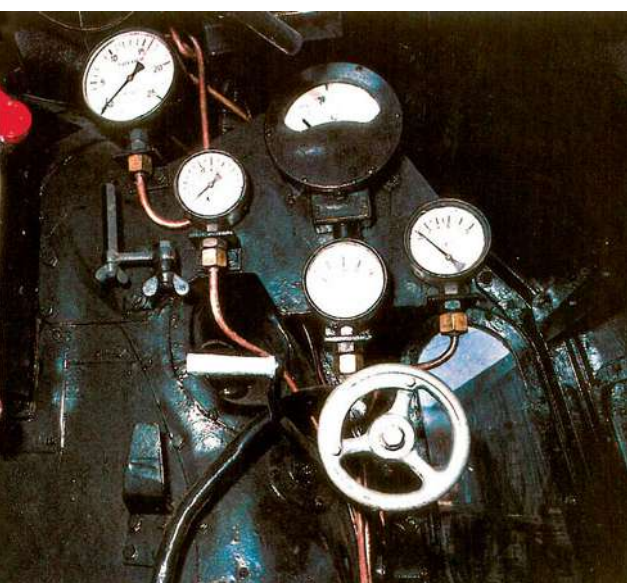


Wenn alles erledigt und vor allem das Ruhefeuer beschickt war, dann blieb für den Heizer Anton Lukas manchmal eine kleine Verschnauzpause (044 195, Bw Ottbergen, 26. März 1976).





ZEICHNUNG: B. HUGUENIN



Blick auf Steuerbock und Führerbremsventil. Mit dem oberen Hebel wird die Zusatzbremse betätigt.

Im Führerstand einer Dampflok: Handräder, Druckmesser, Wasserstandsanzeiger, Pyrometer etc. etc.... (044 389-5 DenkmalloK in Altenbeken, 1977).



FOTOS (2): B. HUGUENIN



Musste im Bw der Kesseldruck reduziert werden, dann wurde Dampf aus der Heizleitung abgelassen, so wie hier an der 044 569 (Bw Ottbergen, April 1976).

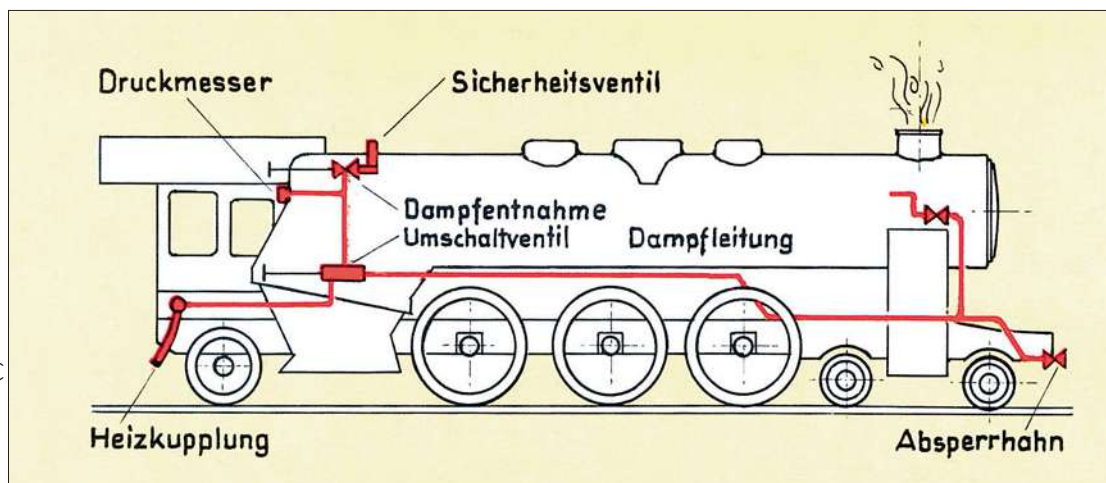
Dampfheizung

Züge, die Personen befördern, müssen beheizbar sein. Wenn sie mit Dampflokomotiven bespannt sind, müssen sie über eine Dampfheizeinrichtung verfügen. Den Heizdampf liefert der Lokomotivkessel. Das Dampfheizventil ist entweder direkt am Stehkessel oder an einem Dampfentnahmestutzen angeflanscht.

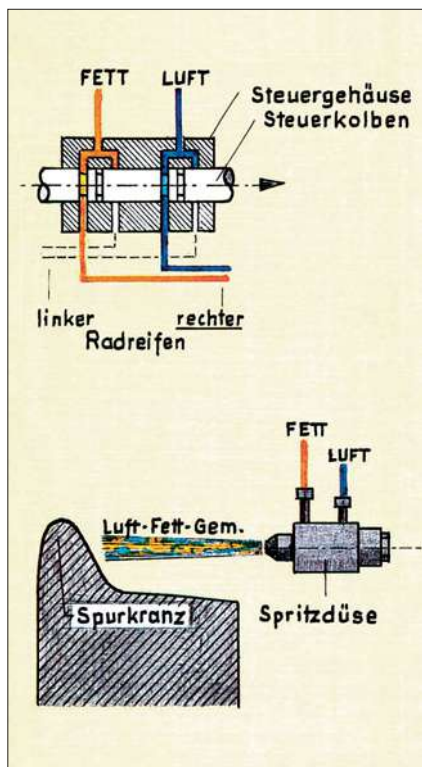
Neubaualokomotiven haben einen Dampfverteilerkasten, in dem alle Dampfentnahmestellen zusammengefasst sind. Der Druck in der Heizleitung darf 4 bar nicht übersteigen; bei überlangen Zügen darf er max. 4,5 bar betragen. Bei höherem Druck würde die Haltbarkeit der Heizleitung herabgesetzt. Deshalb ist bereits hinter dem Ventil Sitz des Dampfheizventils

ein Sicherheitsventil, das bei 4,5 bar abbläst.

Da sowohl bei Tender- als auch bei Schlepptenderlokomotiven in beiden Fahrtrichtungen geheizt werden muss, strömt der vom Dampfheizventil kommende Dampf nicht direkt in die Heizleitung, sondern zum Dreizehnhahn auf der Heizerseite im Führerhaus, von wo aus der Dampf zur vorderen oder hin-



Anordnung der Dampfheizung bei einer Schnellzuglokomotive.



Spurkranzfettschmierung, Schema und Detail der Düsen.

teren Lokomotivseite geleitet wird. Einheitslokomotiven haben anstelle des Dreiwegehahnes ein Umschaltventil, über das mit Handrad und Spindel entweder die vordere oder die hintere Heizleitung freigegeben wird.

Schmiervorrichtungen

Unter Schmiervorrichtungen werden Zentralschmierungen verstanden, die

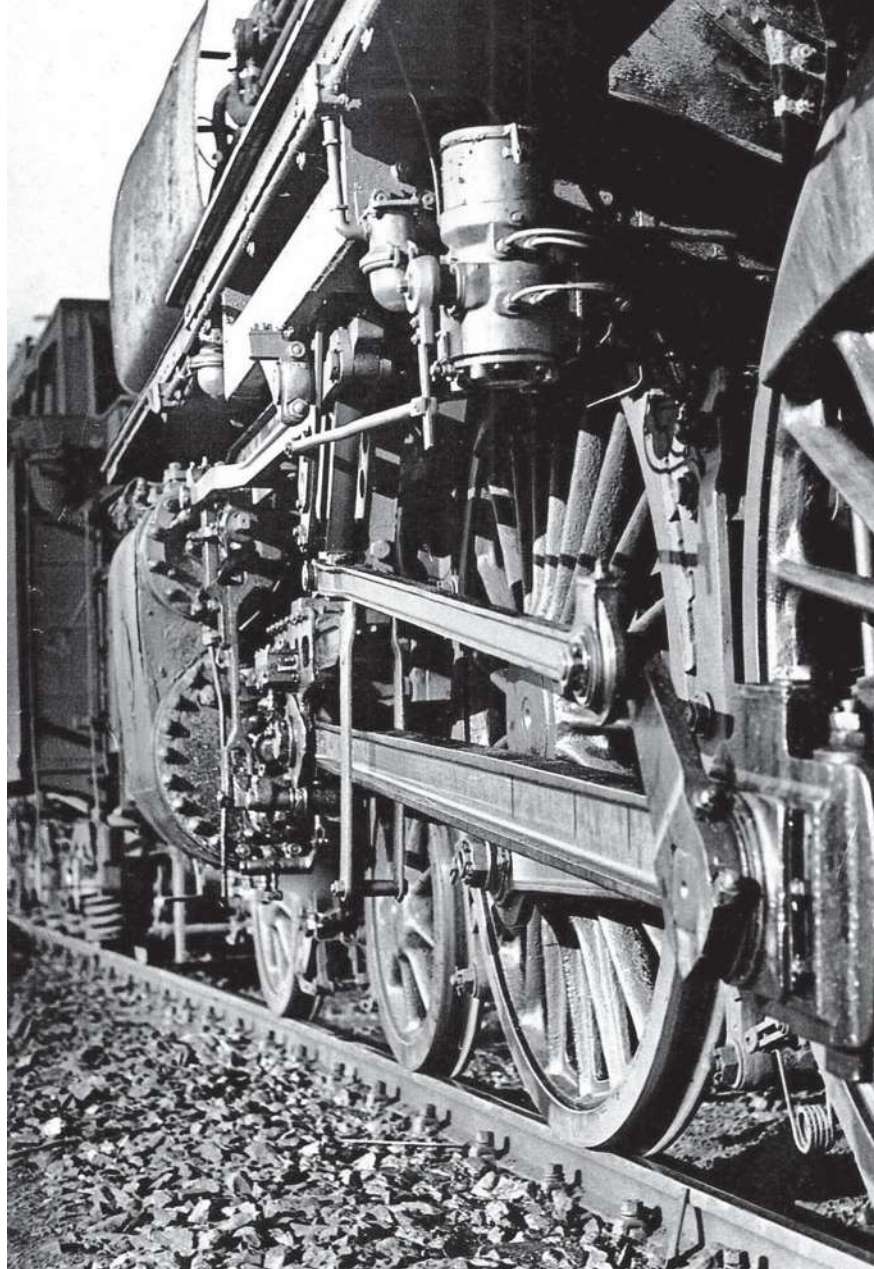


FOTO: F. HUGUENIN

Die 003 088 wurde 1972 im Bw Friedrichshafen aufgenommen. Der Blick auf ihr Triebwerk zeigt in der oberen Mitte die Spurkranz-Fettschmierpresse und ihren Antrieb über die Schwinde.

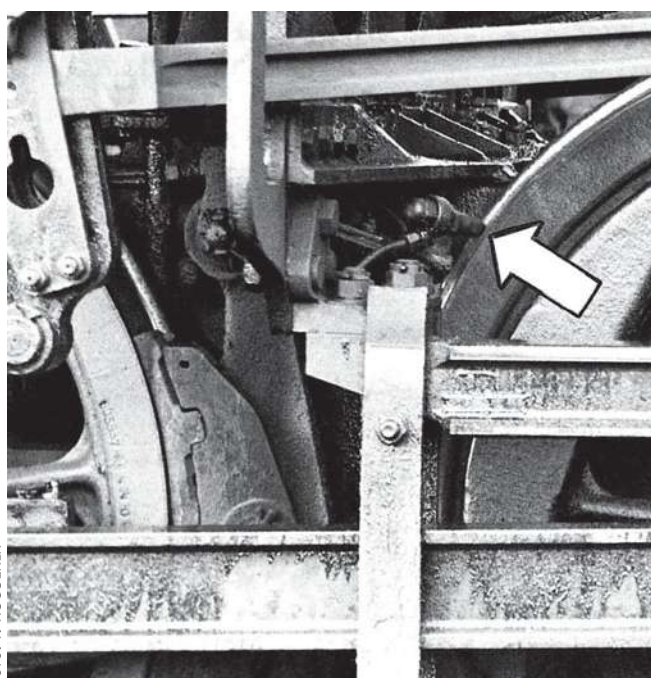


FOTO: F. HUGUENIN

Detail der Spurkranzfettschmierung an der ersten Kuppelachse der 044 195.

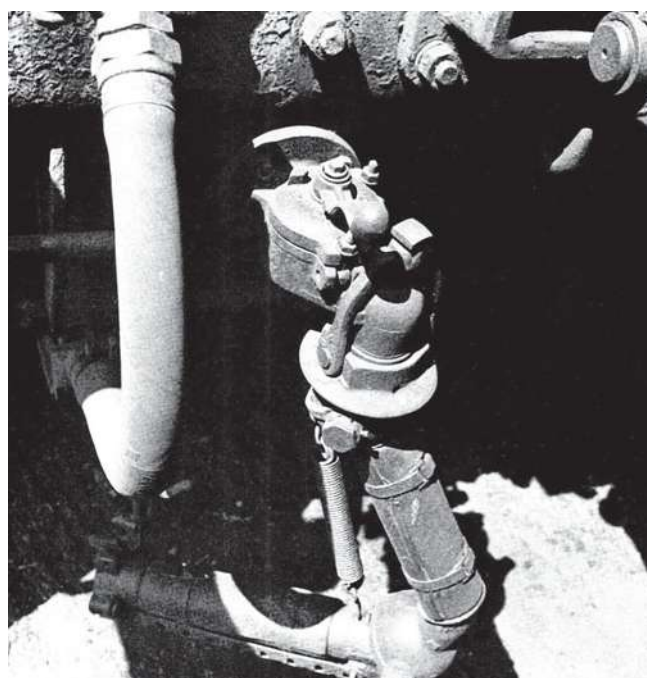
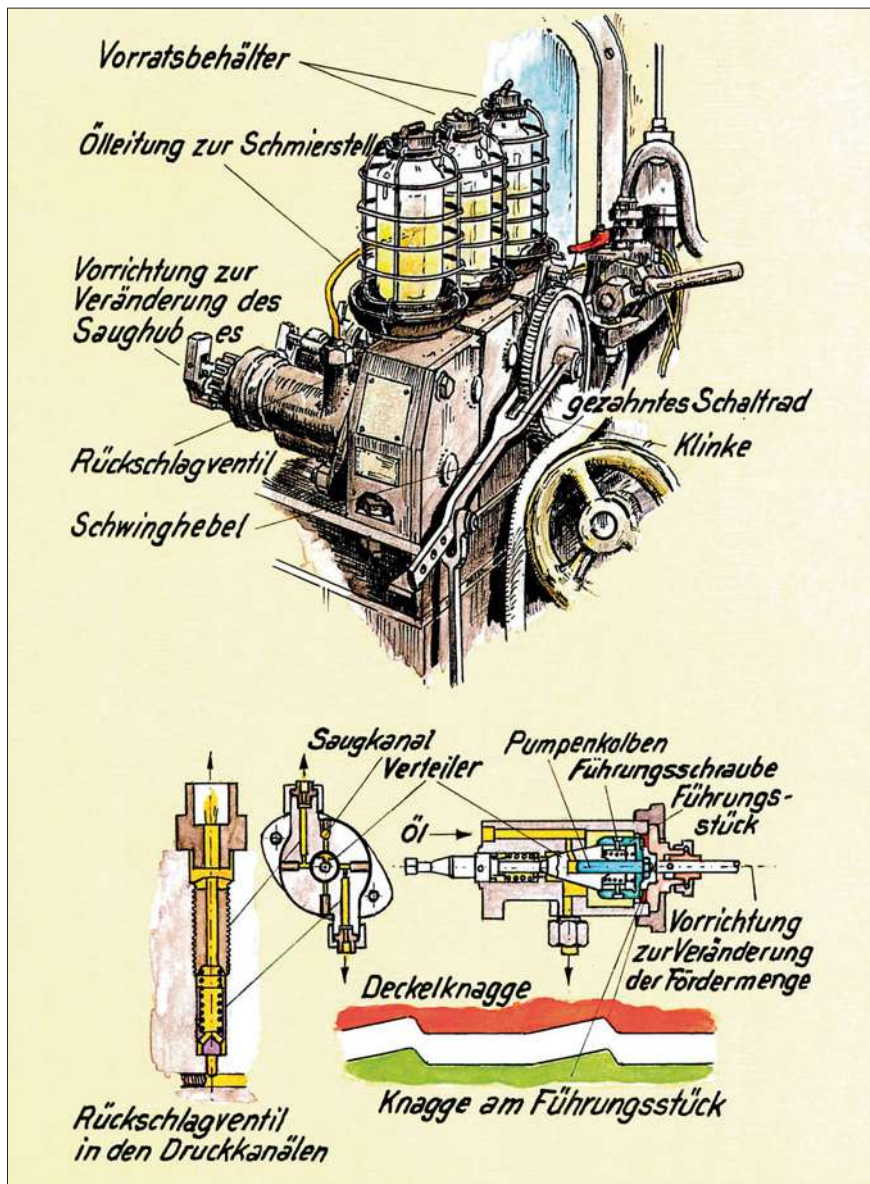


FOTO: B. HUGUENIN

RIC-Hahn mit Pintsch-Heizkupplung sowie Absperrventil der Hauptluftleitung und Bremsleitungskupplung an 2'2'T34-Tender.



Schmierpumpe der Bauart Michalk und ihre Position auf der Heizerseite.

von einer Stelle aus mehrere Schmierstellen mit Öl versorgen. Die bei deutschen Bahnen üblichen Zentralschmierungen versorgen Kolben, Schieber, Kolbenstangen und Schieberstangen mit Öl. Die bei der DRG verwendeten Zentralschmierungen waren die Bauarten Michalk und Bosch.

Einheitsschmierpumpe Bauart Michalk

Mit dieser Schmierpumpe wurden von der DRG alle ehemaligen Länderbahnlokomotiven ausgestattet. Die Pumpe wurde vom linken Rad des letzten Kuppelradsatzes durch Gegenkurbel, Schwinghebel, Schaltklinke und gezahntes Schalttrad angetrieben. Im Regelfall bestand die Pumpe aus drei Einheiten, von denen jede zwei Schmierstellen versorgte. Das Öl befand sich in ovalen Gläsern mit Eichstrichen. Bei jeder Um-

drehung, die der Kolben machte, saugte er zweimal Öl aus dem Vorratsbehälter an und beförderte es einmal in die Druckleitung. Die Drücke, die ein Pumpenelement erzeugte, lagen bei 300 bar (kp/cm^2).

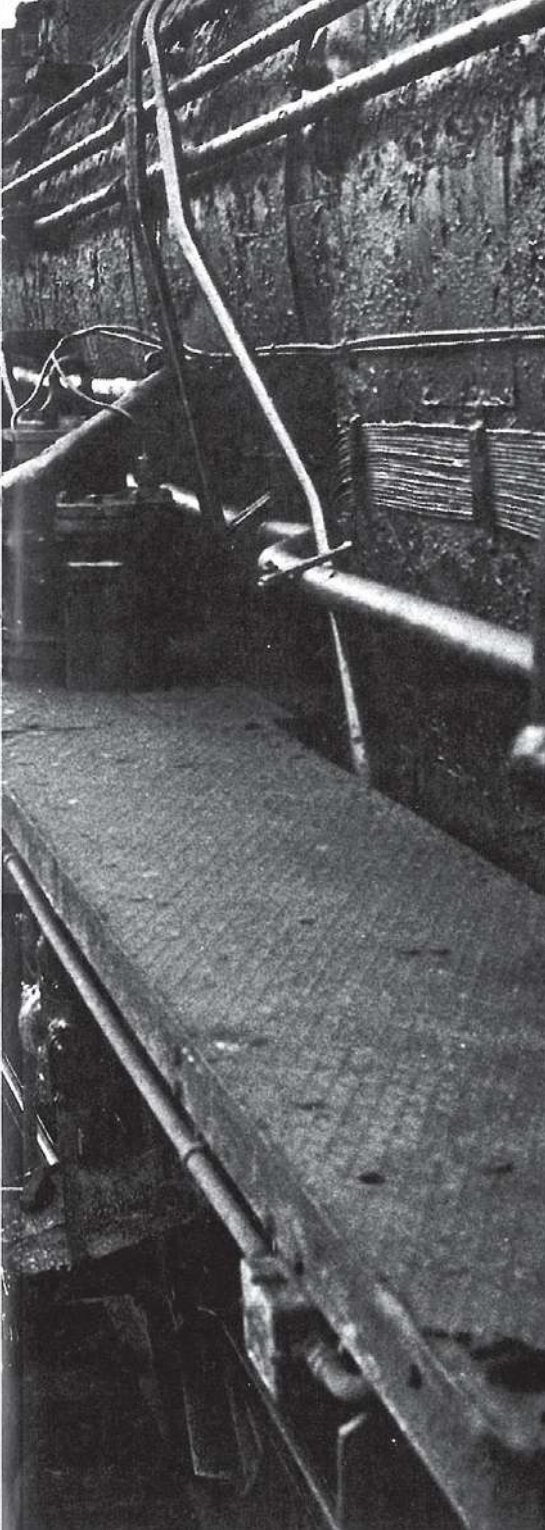
Hochdruckpumpen Bauart Bosch-Reichsbahn

Einheitslokomotiven erhielten die Hochdruckschmierpumpen der Bauart Bosch-Reichsbahn. Die Pumpen waren an der Stehkesselsrückwand befestigt und wurden vom Kessel beheizt. Auch diese Pumpe wurde vom linken Rad des letzten Kuppelradsatzes über Gestänge und Rollenschaltwerk angetrieben. Das Rollenschaltwerk übertrug die Bewegung auf die Antriebswelle der Ölpumpe. In der Mitte des Ölbehälters stand eine senkrechte Welle mit zwei Taumelscheiben, die die Steuer- und Arbeitskolben (in



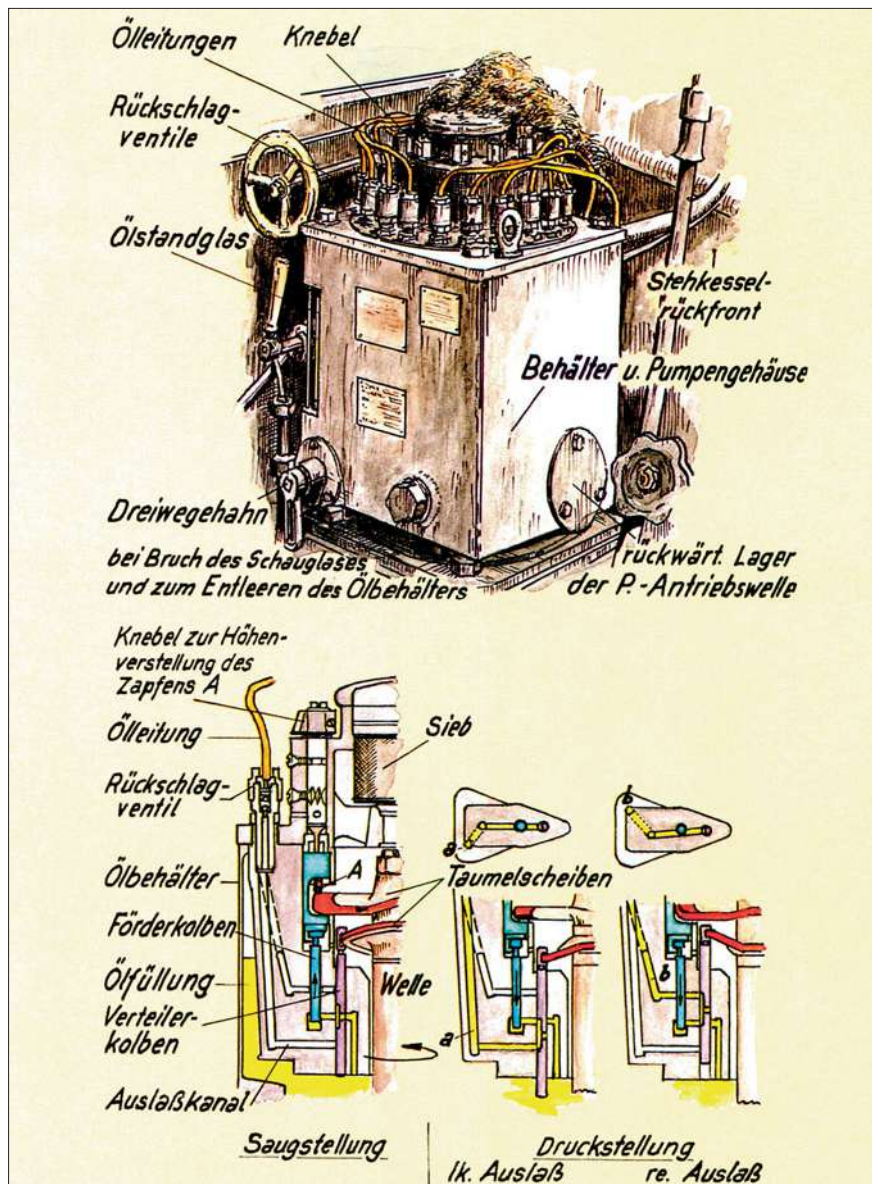
Von der Hochdruckschmierpumpe Bauart Bosch führen die Ölleitungen am Kessel entlang zu den verschiedenen Schmierstellen. (Bodenfelde, 26. März 1976).

der Regel zehn Stück) auf- und abwärts bewegten. Die untere Taumelscheibe betätigte die Steuerkolben, die obere die Arbeitskolben. Je zwei Steuer- und zwei Arbeitskolben arbeiteten zusammen. Vom Arbeitskolben wurde das Öl zur Ansaugleitung gesaugt, vom Steuerkolben über ein Rückschlagventil in die Ölleitungen gedrückt. Bei einer Umdrehung der senkrechten Welle machte der Arbeitskolben zwei Saug- und zwei Druckhübe, der Steuerkolben nur einen Auf- und einen Abwärtshub. Der Arbeitskolben lie-

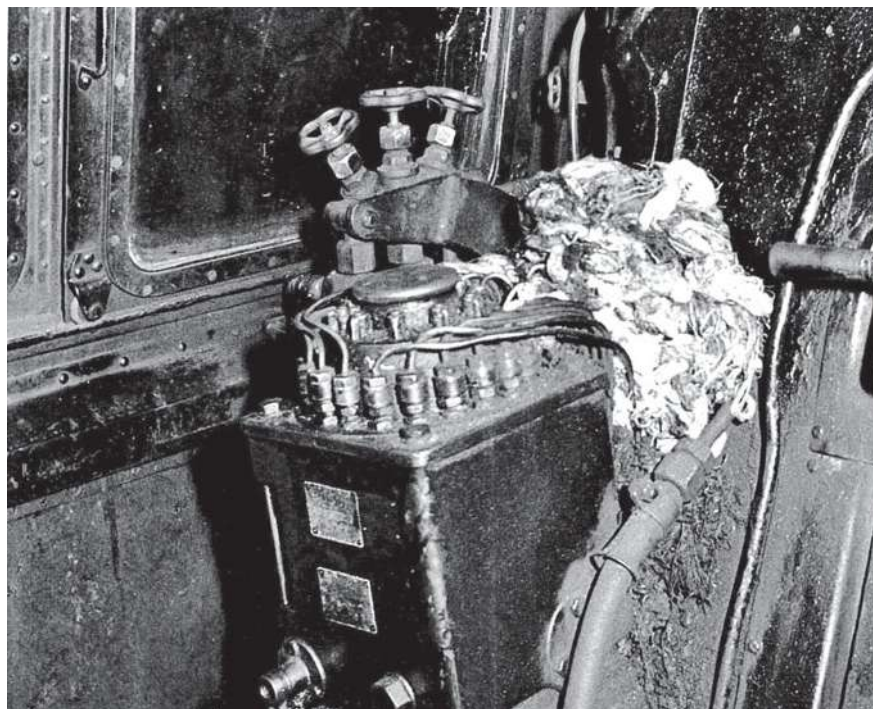


Hochdruckschmierpumpe Bauart Bosch im Führerstand auf der Heizerseite der 044 195. Von der Pumpe werden 20 Schmierstellen mit Öl versorgt.

Während einer Umdrehung der Welle werden zwei Schmierstellen mit Öl versorgt. An allen Pumpen ist die Fördermenge einstellbar. Zu wenig Öl führt zu hohem Verschleiß der beweglichen Teile, zu viel Öl zum Verkoken der Schmierstellen. Der Ölbedarf einer Lokomotive wird auf 1000 km Laufleistung berechnet. Da bei Lokomotiven mit größeren Kuppelrädern die Bewegungen von Schiebern und Kolben und folglich auch von Kolben- und Schieberstangen geringer sind als bei Lokomotiven mit kleinerem Kuppelraddurchmesser, ist auch



Hochdruckschmierpumpe Bauart Bosch.





Beim Füllen der 044 210 im Bw Ottbergen (März 1976).

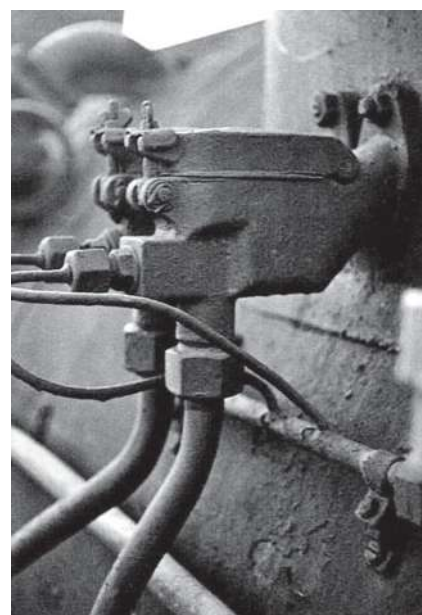
der Ölverbrauch pro 1000 km geringer. Er beträgt bei Lokomotiven mit 2000 mm Kuppelraddurchmesser (Schnellzuglokomotiven) rund 640 g/1000 km, bei Lokomotiven mit 1400 mm Kuppelraddurchmesser (Güterzuglokomotiven) ca. 910 g/1000 km. Die Ölleitungen liegen außen an der Kesselbekleidung und werden vom Kessel beheizt. Ölsperren

vor den Schmierstellen bei unter Dampf gehenden Teilen verhindern das Eindringen von Dampf in die Ölleitungen, wenn die Schmierung ausfallen sollte. Der hohe Druck der Schmierpumpen von ca. 300 bar (kp/cm²) ist erforderlich, um auch bei teilweise verkockten Leitungen die Schmierung zu sichern. Um gegen den Kesseldruck zu arbeiten, würde

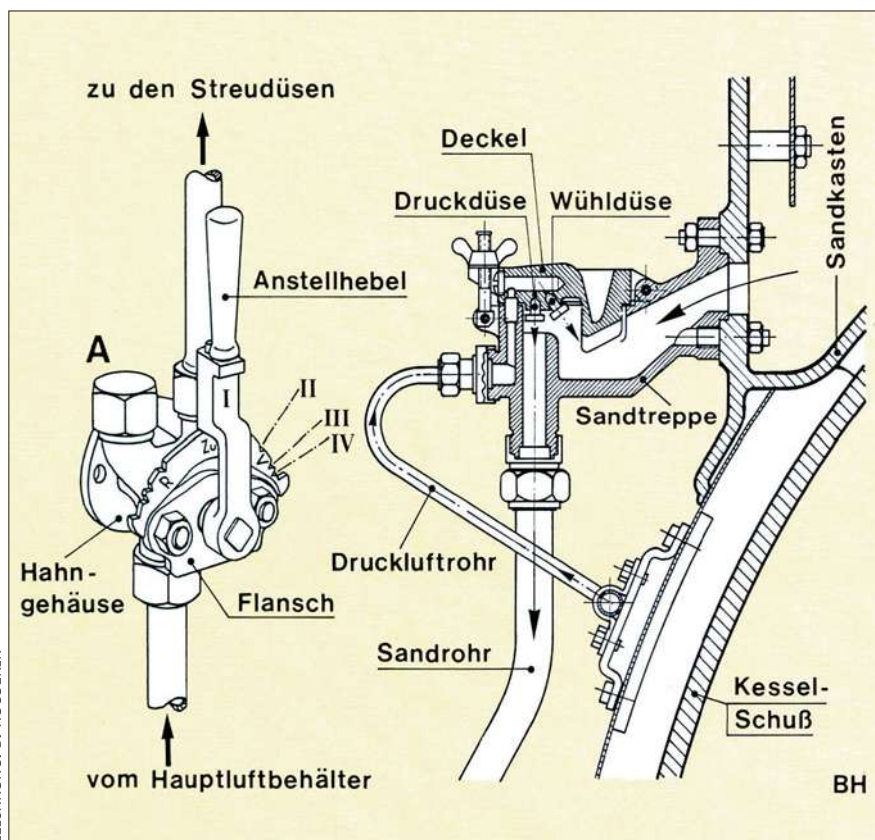
ein wesentlich geringerer Druck genügen (20 bar). Die Luftpumpen und Speisewasserkolbenpumpen besitzen selbsttätige Schmierpumpen der Bauart De Limon DK. Diese Schmiereinrichtungen werden vom Dampfkolben der Pumpe angetrieben und haben ihren Platz auf dem Deckel der zu schmierenden Pumpe.

Sandstreuer

Wenn bei schmierigen Schienen (Regen, Tau, Schnee- oder Laubfall) die Haftreibung zwischen Rad und Schiene nicht ausreicht, muss sie durch Streuen von Sand vergrößert werden.



Sandtreppe einer Lok der Baureihe 45 (seitlich gesehen).

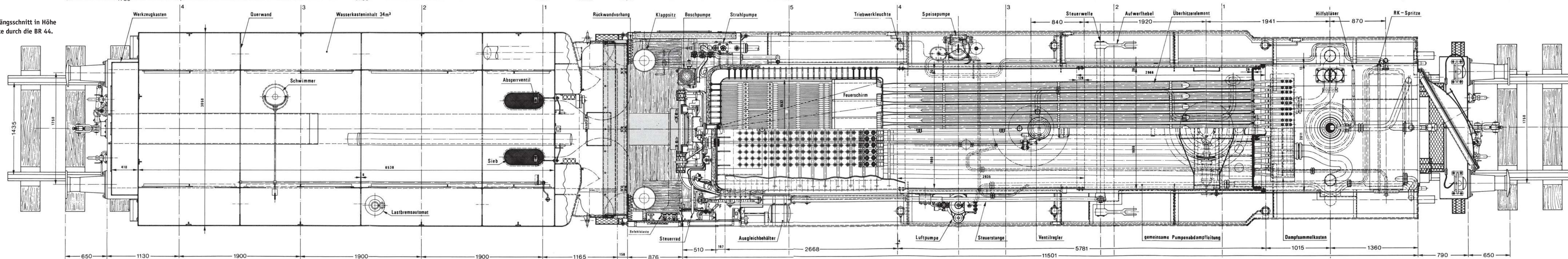


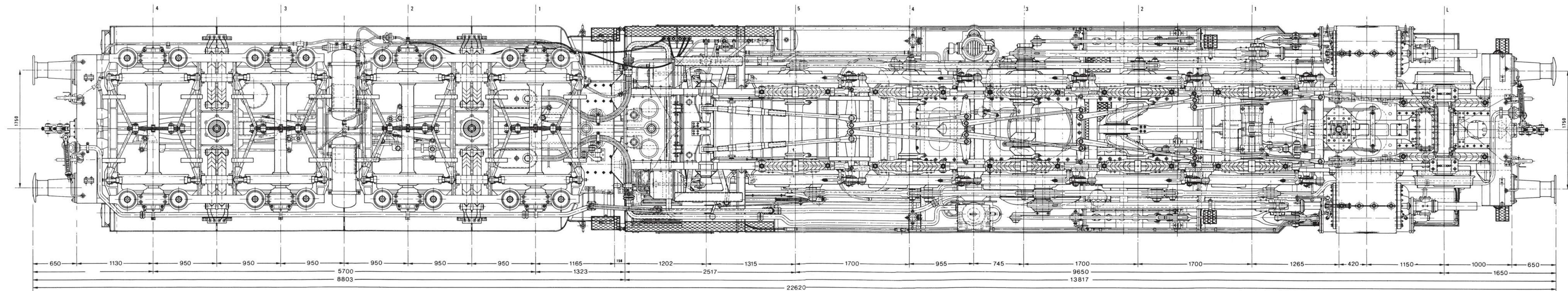
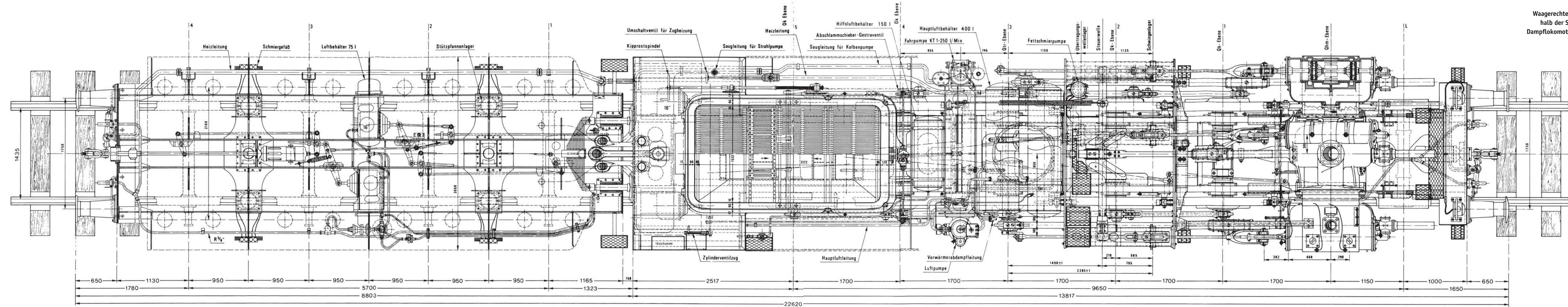
Druckluft-Sandstreuer Bauart Borsig-Reichsbahn.

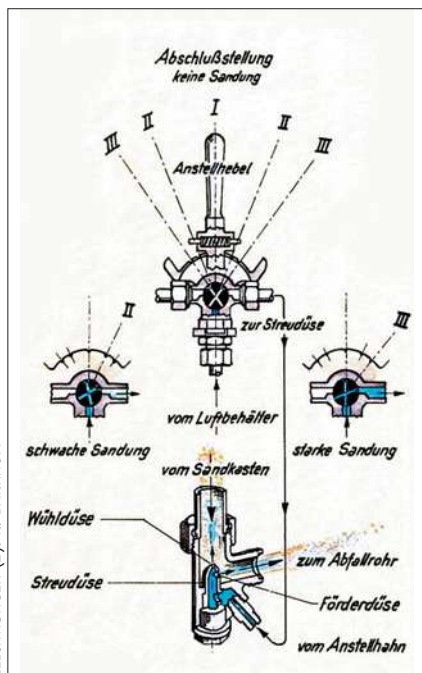
ZETCHNUNGEN • B. HIGIENTN



ZETCHNUNGEN • B. HIGIENTN







Anstellhahn und Sandstredüse
Bauart Knorr.

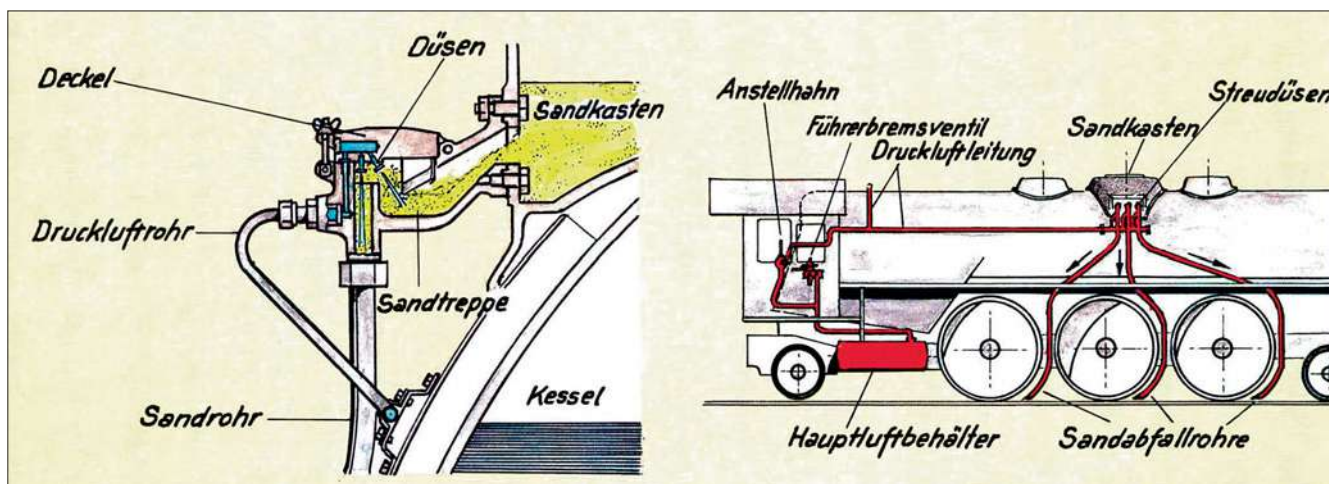


Detail der Sandtreppe an einer Lok der
Baureihe 45 (von oben gesehen).

Dazu befindet sich auf dem Langkesselscheitel der Sandkasten, der mit feinem, trockenem Sand gefüllt ist. Durch beidseits am Langkessel entlanggeführte Sandfallrohre wird der Sand dicht vor die Kuppelräder gestreut.



Vom Sandbehälter fällt der Sand durch die Schwerkraft in den Sandkasten auf dem Langkesselscheitel. Dort wird er durch Wärme trocken gehalten.



Rechts: Anordnung der Sandstredueinrichtung. Links: Sandstreduer der Regelbauart.



Auch Schmalspurlokomotiven wurden mit Sandstreueinrichtungen ausgerüstet. Der mittlere der drei Dome der 99 1735 ist der Sandkasten. Von ihm gehen rechts und links je drei Fallrohre aus.

Die Rohre dürfen bis 55 mm über SO hinabreichen. Es werden möglichst alle angetriebenen Räder gesandet. Bei Schlepptenderlokomotiven sandet man die Kuppelräder für Vorwärtsfahrt. Schlepptenderlokomotiven, die häufig rückwärts fahren, wie die Baureihe 50, sanden auch drei der fünf Kuppelachsen bei Rückwärtsfahrt. Bei Lokomotiven mit fünf gekuppelten Achsen waren z.T. auch zwei Sandkästen vorhanden (Baureihen 43, 44, 50). Die DB verlegte bei einigen Neubau- und Umbaulokomotiven die Sandkästen in das

Laufblech, um dem Personal das Besteigen des Kessels zu ersparen. Statt eines zentralen Sandkastens mussten jetzt sechs oder mehr Sandkästen im Laufblech gefüllt werden. Außerdem entfiel die Trocknung oder das Trockenhalten des Sandes im kesselbeheizten Sandkasten auf dem Langkessel.

Bei älteren Länderbahnlokomotiven wurde der Sandstreuer handbetätigt. Bei neueren Länderbahnlokomotiven, bei Einheits- und Neubauloks waren Druckluftsandstreuer vorhanden. Es gab die Druckluftsandstreuer Bauart Knorr

als ältere und die Bauart Borsig-Reichsbahn als neuere Ausführung.

Bei Einheitslokomotiven ist die Bauart Borsig-Reichsbahn verwendet worden, die sogenannte Borsigsche Sandtreppe. Hier sind zwei Druckluftdüsen vorhanden, eine Wühldüse und eine Druckdüse. Die Wühldüse wühlt den vom Sandkasten zurieselnden Sand auf, die Druckdüse bläst ihn in die Fallrohre.

Beim Knorr-Sandstreuer konnte der Handhebel im Führerhaus in die Stellungen „schwache Sandung“ oder „starke Sandung“ gebracht werden.

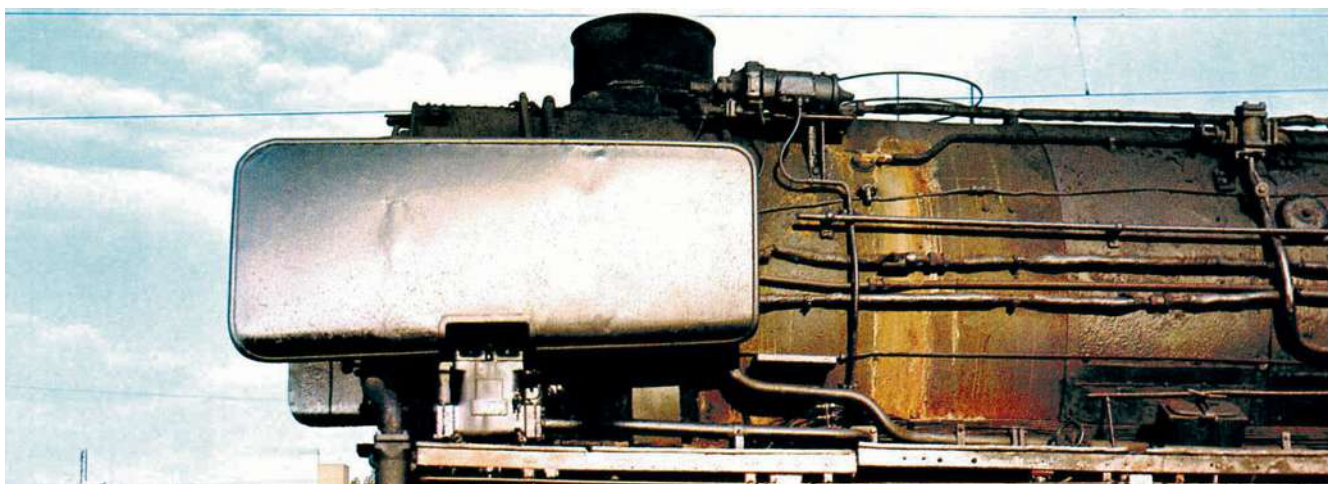
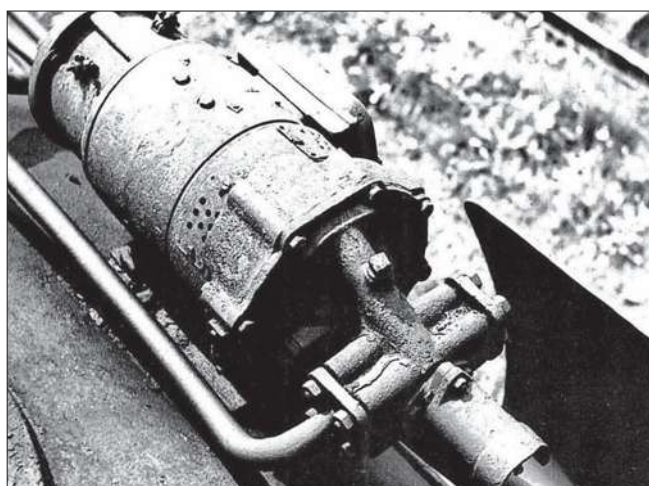


FOTO: D. KEMPF

Lichtmaschinenanbau am Neubaukessel der 012 055 der DB (22. September 1974).



Details der Lichtmaschine (Dampf-Turbogenerator) an einer Lok der Baureihe 45.

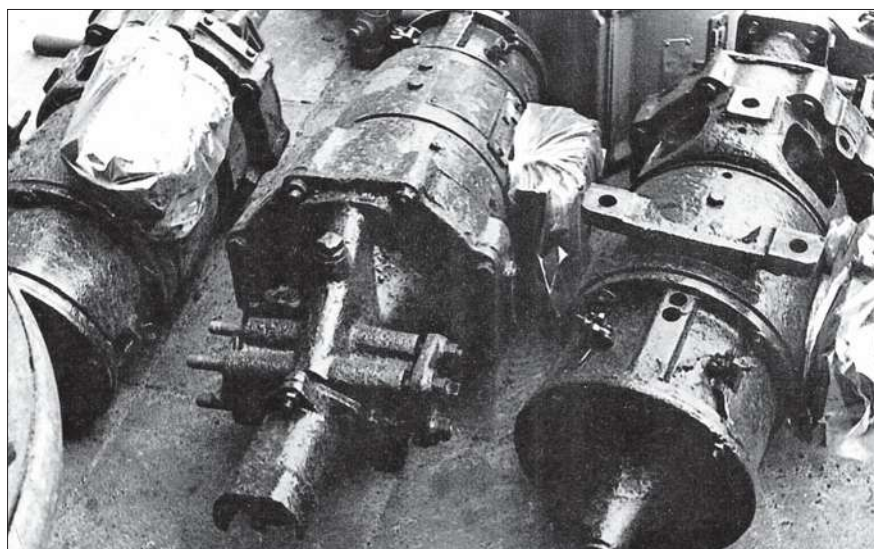
Beleuchtungseinrichtung

Länderbahnlokomotiven, aber auch noch die ersten Einheitslokomotiven, waren mit Gasbeleuchtung ausgerüstet. Verwendet wurde Ölgas, das aus Gasöl oder Braunkohlenteerölen entstand. Der Gasvorrat befand sich in einem 300 Liter fassenden Behälter mit Druckregler, Haupthahn, Füllventil und Manometer. Der Druck im Behälter betrug max. 6 bar (kp/cm^2). Bei Schlepptenderlokomotiven war der Gasbehälter auf dem Tender (hinter dem Kohlekasten oder auf dem Werkzeugkasten) untergebracht.

Ende der 20er-Jahre ist bei der DRG die elektrische Beleuchtung eingeführt worden. Den elektrischen Strom erzeugte eine Lichtmaschine (0,5 kW Leistung), die von einer Dampfturbine angetrieben wurde. Ältere Lokomotiven, die noch Gasbeleuchtung hatten, wurden nachgerüstet. Turbine, Regler und Lichtmaschine sind zu einer Baugruppe vereinigt und meist am vorderen Langkessel oder an der Rauchkammer befestigt. Die Turbine wird mit Frischdampf betrieben, der üblicherweise von einem

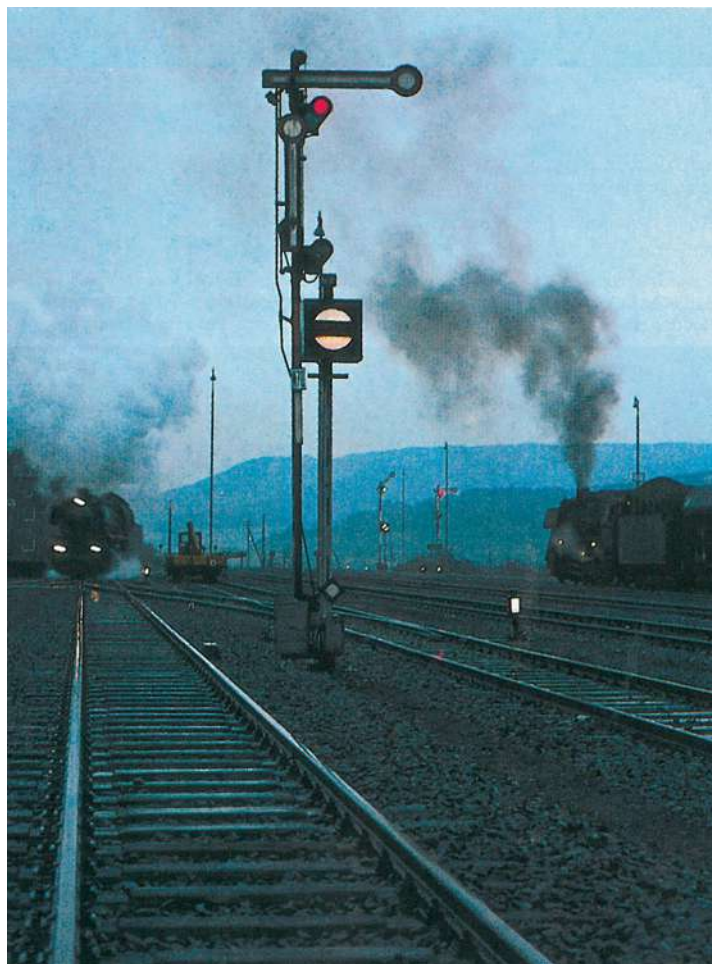
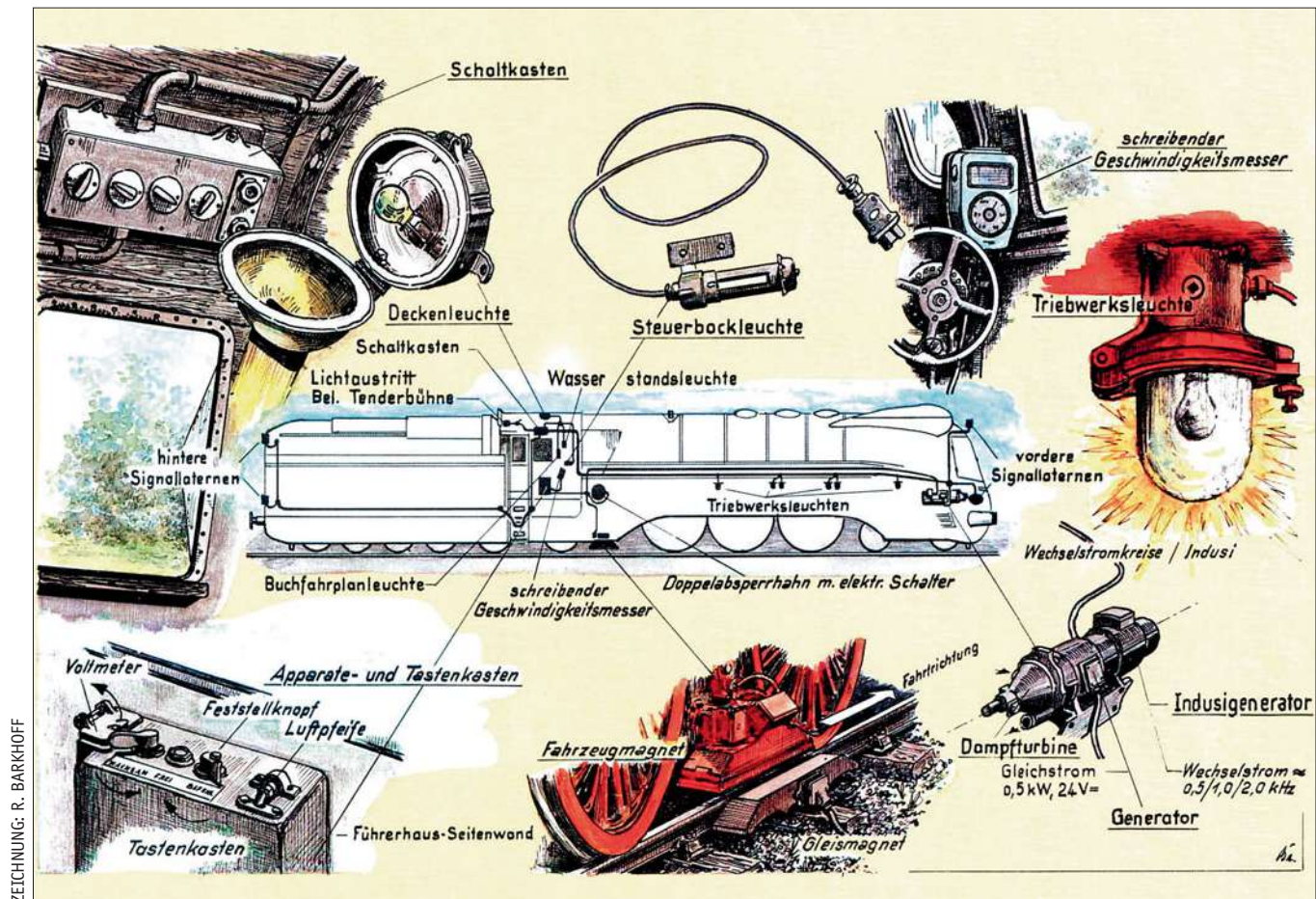
Dampfentnahmestutzen am Reglerdom kommt. Das Anstellventil ist über Handrad und Zug (Gestänge) vom Führerhaus aus (Heizerseite) zu bedienen. Ein Fliehkraftregler verhindert das „Durchgehen“ der Turbine und sorgt dafür, dass

bei Dampfdrücken zwischen 4,5 und 20 bar die Drehzahl konstant bei 3600 min^{-1} liegt. Der gebräuchlichste Dampfturbogenerator ist die Bauart AEG. Der Abdampf der Lichtmaschine wird üblicherweise in den Vorwärmer geleitet.

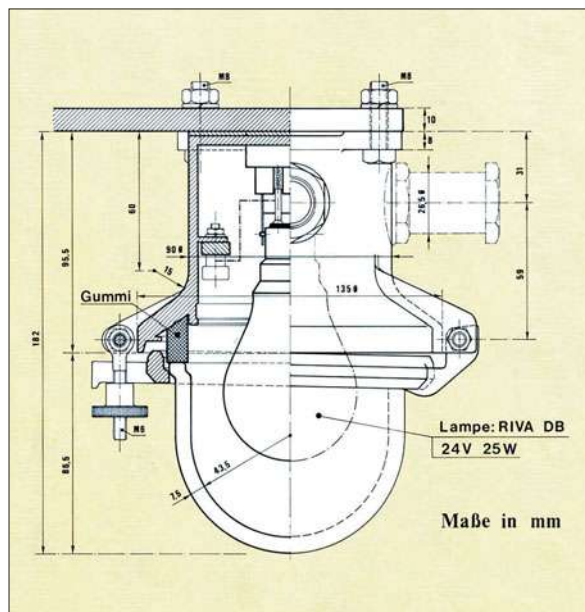


FOTOS (3): VERLAGSARCHIV

1928 führte die DRG die elektrische Beleuchtung ein. Dazu war auf jeder Dampflokomotive ein Dampf-Turbogenerator (0,5 kW Leistung) erforderlich. Hier warten gleich drei Stück auf ihre Montage.



Aufnahmen mit eingeschalteter Triebwerksbeleuchtung sind relativ selten. Die 044067 hat soeben den Fahrauftrag erhalten, während die 044344 (links) noch im Weichenvorfeld rangiert. Bf Ottbergen, März 1976.



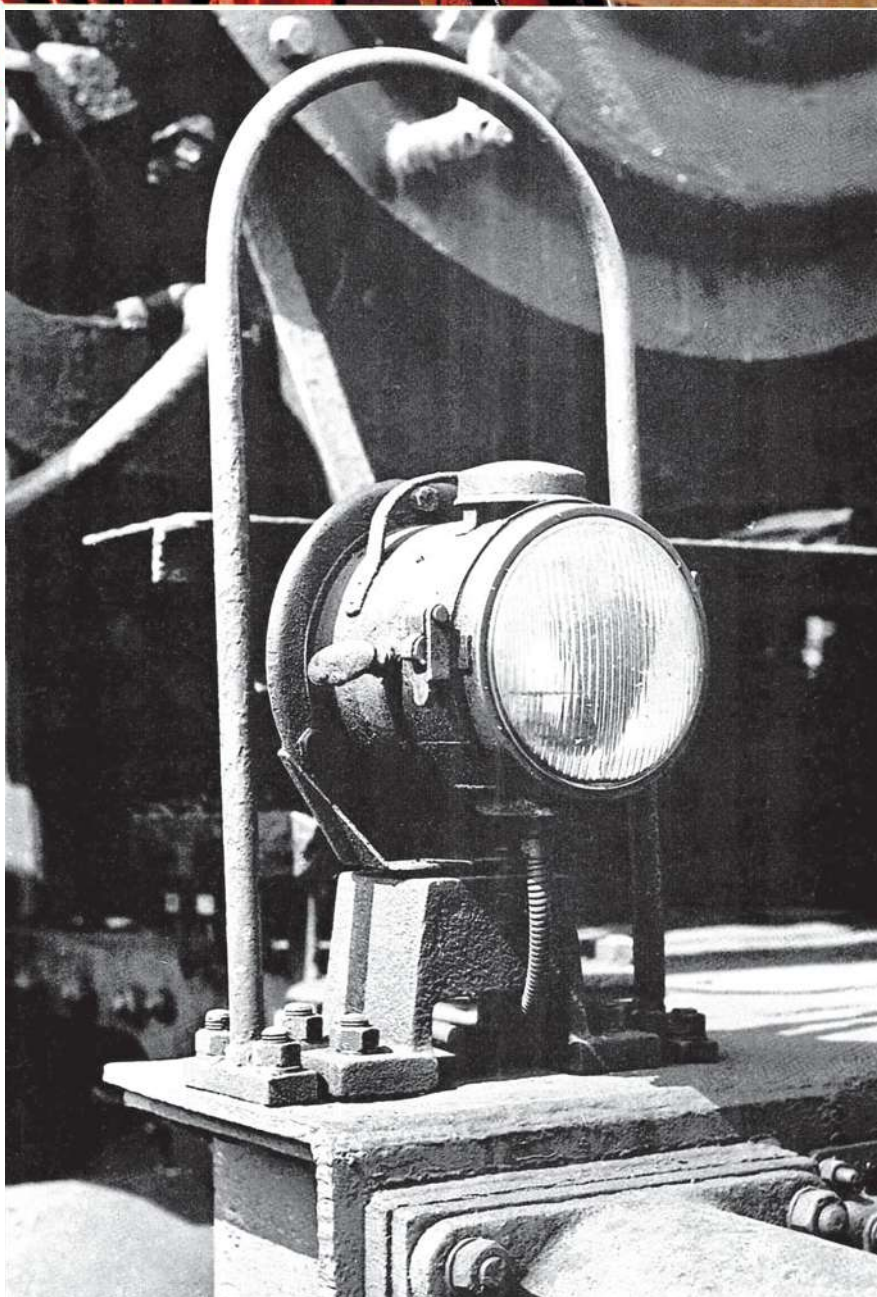
Triebwerksleuchte Bauart Fabeg.

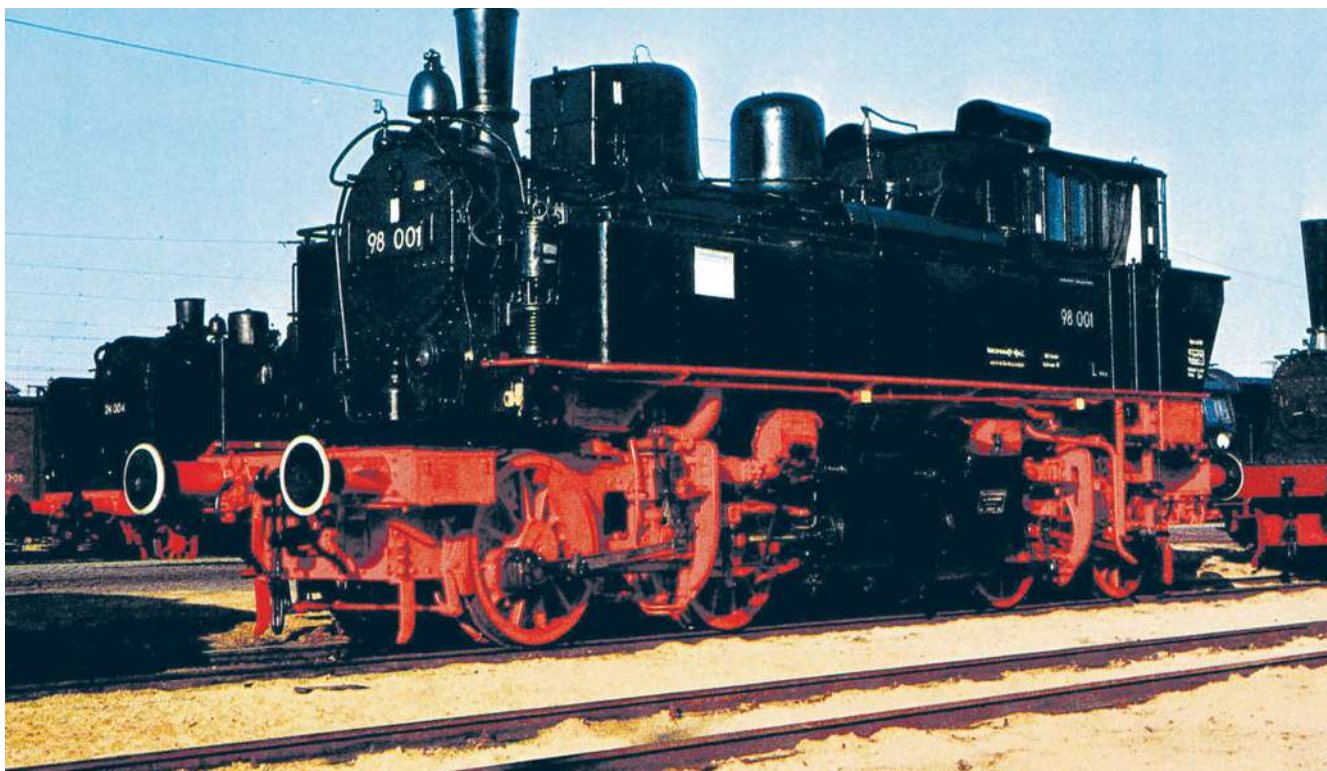


Triebwerk der 03 001 mit eingeschalteter Triebwerksbeleuchtung (Erfurt, 04.09.1983).

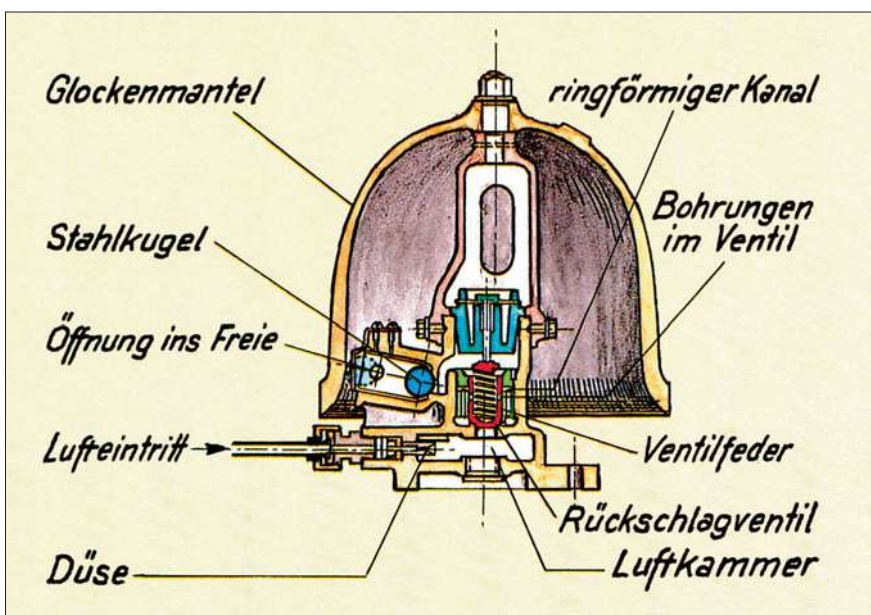
Die Lokomotive hat vorn und hinten je zwei Signallaternen auf dem Pufferträger über den Puffern (bei Schlepptenderlokomotiven sitzen die hinteren Signallaternen auf der Pufferbohle des Tenders). Die bei der DB eingeführten Reflexlaternen waren kleiner im Durchmesser als die Reichsbahnlaternen und ganz nach außen gerückt, um Signaleinrichtungen besser anstrahlen zu können. Eine dritte Signallaterne (Dreilichtspitzensignal) ist an der Rauchkammer bzw. am Kohlekasten (bei Tenderlokomotiven) oder an der Rückwand des Tenderwasserkastens angebracht. Der Führerstand besitzt eine Deckenleuchte, die so abgedunkelt werden kann, daß nur alle wichtigen Instrumente angestrahlt werden. Beleuchtet sind auch die Wasserstandsgläser und (bei einigen Baureihen) die Steuerskala. Auch der Fahrplanbuchhalter hat eine Beleuchtung. Bei Schlepptenderlokomotiven ist eine Tenderbühnenlampe am hinteren Ende des Führerhausdaches üblich. Die DRG hat auch die Triebwerksbeleuchtung eingeführt; die Arbeit des Personals wird dadurch beim Abschmieren etwas erleichtert.

Reflexglaslaterne der DB an einer Lok der Baureihe 86. Durch Drehen des seitlichen Hebels kann eine rote Glasscheibe für das Zugschlusssignal vorgeschaltet werden.





Die 98 001 der Bauart Meyer ist als Nebenbahnlokomotive mit einem Dampfbläsewerk, Bauart Latowski, ausgerüstet.



Druckluftbläsewerk Bauart Knorr.



Das Druckluftbläsewerk (Einheitsbauart) am Kessel der 41 018.

Signaleinrichtungen

Dampflokomotiven müssen nach § 36 (3) der BO mit einer Dampfpeife ausgerüstet sein. An deren konstruktivem Aufbau hat sich in der Geschichte der Dampflokomotive fast nichts verändert. Der Pfeifton wird von einer Glocke erzeugt, gegen deren scharfe Schneide aus einem Ringspalt Dampf geblasen wird. Die Pfeifen der Einheitslokomotiven haben ein Zusatz- und ein Hauptventil. Wenn der im Führerhaus (Führerseite) befindliche Pfeifenzug schwach betätigt wird, öffnet zuerst das Zusatzventil und erzeugt einen Halbton, den sogenannten Bahnhofston. Bei weiterer Betätigung des Pfeifenzuges wird mit dem Hauptventil die volle Lautstärke (Streckenton) erreicht. Die Dampfpeife ist meist weit weg vom Führerhaus an der rechten Seite der Rauchkammer angebracht. Lokomotiven, die auf Nebenbahnen verkehren, müssen zusätzlich mit einem Bläsewerk ausgerüstet sein. Die ältere Ausführung ist das Dampfbläsewerk, und hier war die Bauart Latowski am gebräuchlichsten. Der Klöppel schlug außen an die Glocke. Über ein selbststeuerndes Ventil hob der Dampf den Klöppel an, der bei höchstem Hub das Ventil schloss und dann durch sein Eigengewicht nach unten fiel und an die Glocke schlug. Dann wurde das Ventil wieder freigegeben, hob den Klöppel und der Vorgang wiederholte sich. Mit der Druckluftbremse wurde auch das



FOTO: F. HUGUENIN

Die 023 009-4 im Bw Kaiserslautern (März 1972). Auch diese Neubaulok der DB besaß ein Lätewerk.

Druckluftlätewerk (Bauart Knorr) eingeführt. Hier dient eine Stahlkugel, die in einem kurzen Laufzylinder geführt wird, als Klöppel. Sie schlägt an die Innenseite der Glocke. Der Laufzylinder ist geneigt angebracht, so dass die Kugel allein wieder zurückrollt. Das Funktionsprinzip entspricht dem des Dampfplätewerkes.

Diese Aufnahme der 044 389 zeigt, dass die Dampfpeifen der Einheitsloks nur schwer dicht zu halten waren. Bw Ottbergen, Oktober 1975.

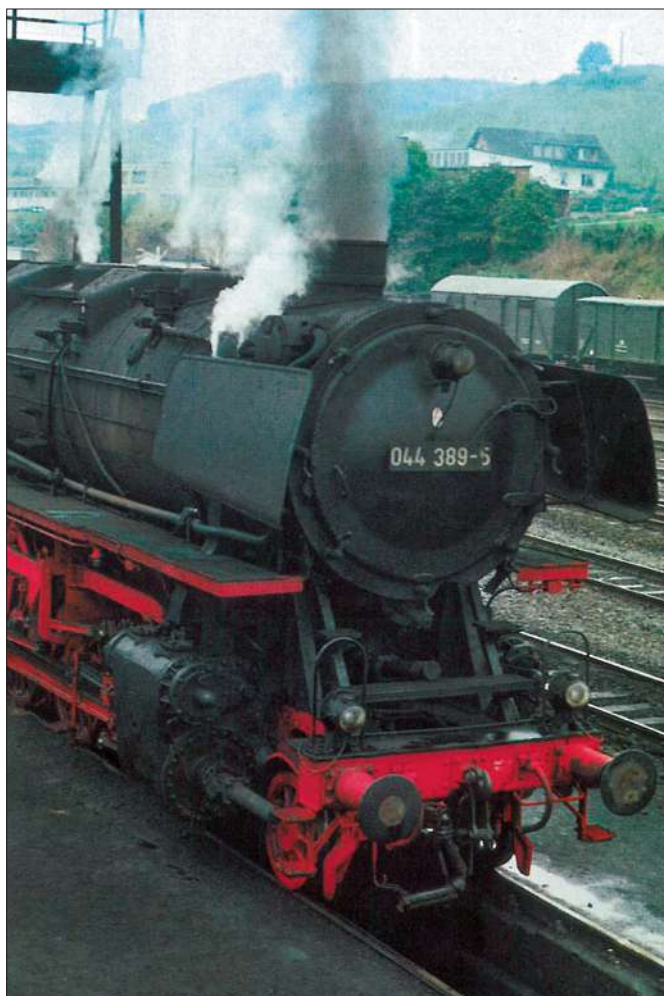


FOTO: B. HUGUENIN



Auch keine einfache, aber wenigstens nicht allzu schwerwichtige Arbeit: Hier wird gerade die 24 Kilogramm wiegende Dampfpeife mit Messingglocke an der 41018 montiert.



Einheitstender 2'2'T 34 der 001 008-2. Man beachte den Kohlenkastenaufsatz. Die Kohlen wurden möglichst weit vorne geladen, um dem Heizer die Arbeit zu erleichtern.

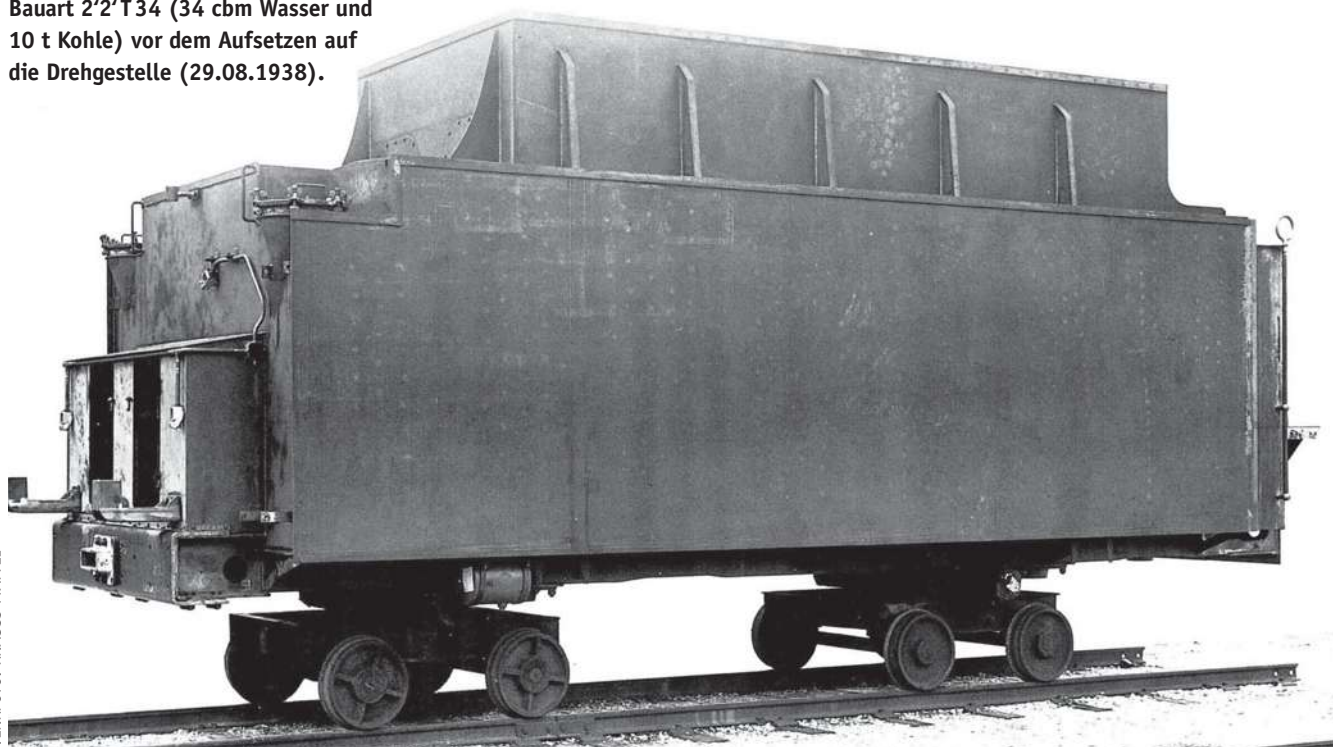
Der Tender

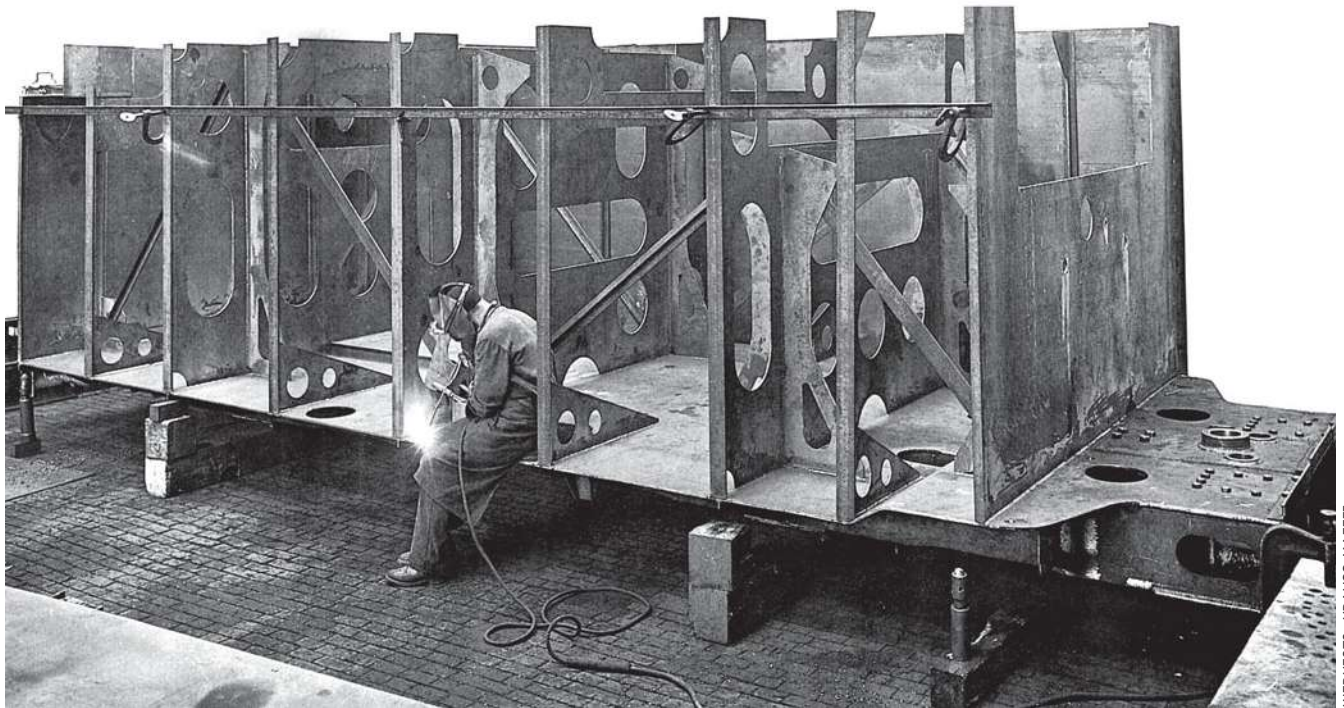
Je nachdem, auf welche Weise die Lokomotive ihre Vorräte an Wasser und Kohle befördert, unterscheidet man Tender- und Schlepptenderlokomotiven. Die Bezeichnung ist irrefüh-

rend: Tenderlokomotiven haben keinen Tender! Sie führen vielmehr die Vorräte auf der Lokomotive mit. Ihr Aktionsradius ist dementsprechend begrenzt; sie werden im Nahverkehr, im Rangierdienst und auf Strecken eingesetzt, auf denen am Endpunkt keine Wendemöglichkeit besteht.

Im Fernverkehr bevorzugt man Schlepptenderlokomotiven. Die Lokomotive schleppt einen Tender, einen Wagen, der die Vorräte an Wasser und Kohle aufnimmt. Waren die Tender in der Anfangszeit der Eisenbahn tatsächlich nur angehängte Wägelchen, wuchsen sie mit ihren Lokomotiven. Aus

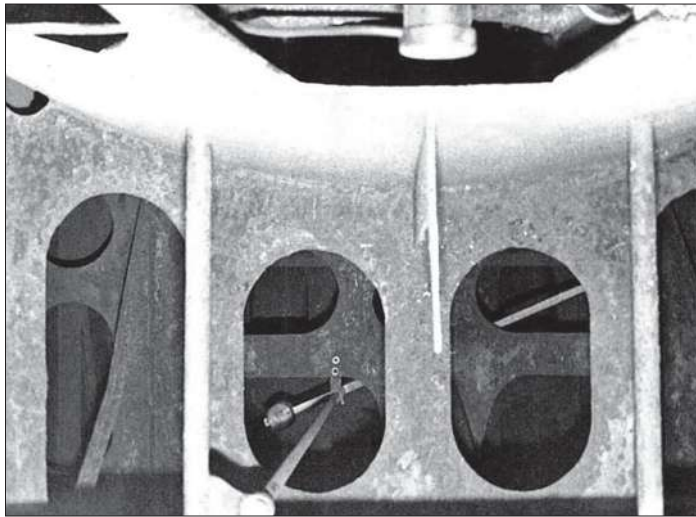
**Fertig geschweißter Tenderkasten
Bauart 2'2'T 34 (34 cbm Wasser und
10 t Kohle) vor dem Aufsetzen auf
die Drehgestelle (29.08.1938).**





WERKFOTO: KRAUSS-MAFFET

Schweißarbeiten am Gerippe eines 2'2'T 34 Tenderwasserkastens (Oktober 1938). Die gelochten Schwallbleche verhindern, dass der Wasserdruck beim Bremsen die Vorderwand über Gebühr belastet bzw. beim Zurückfluten die Rückwand.



Blick ins Innere des Wasserkastens der 23 105. Gut zu erkennen ist im Hintergrund der Hebel des Schwimmers für die Wasserstandsanzeige im Tender.

FOTO: H. GARD



FOTO: U. GEUM

Dieselbe Tenderbauart (2'2'T 34): Einmal in Ölausführung (12 m³ Ölvorrat) der 042 360-8 (links) und (rechts) als Normalausführung ohne Kohlenkastenaufsatz der 044 162-6 (Bw Rheine, 27. August 1972).

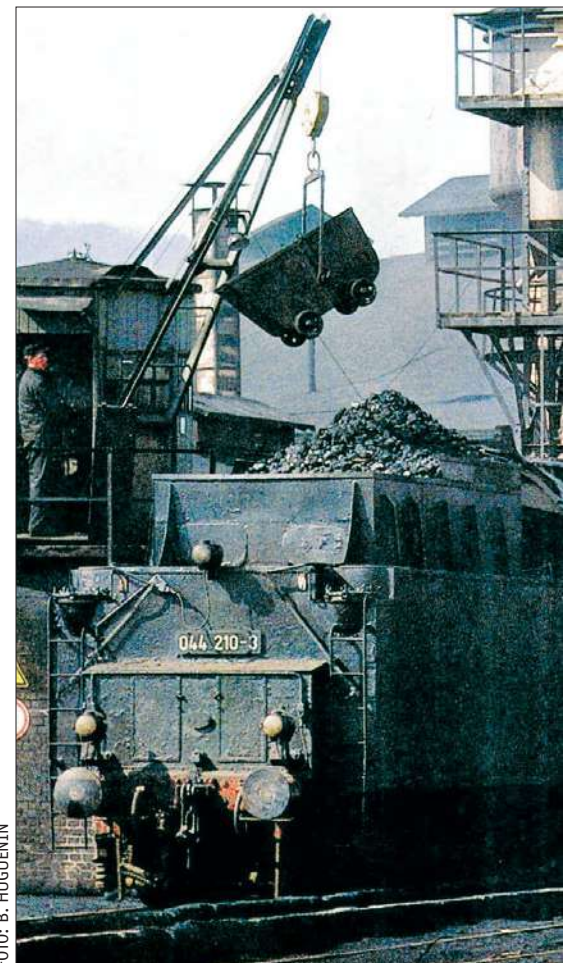
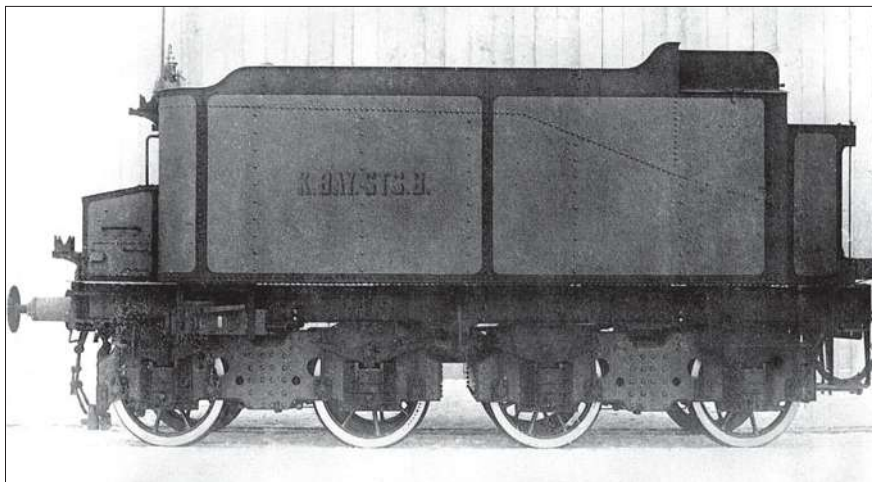
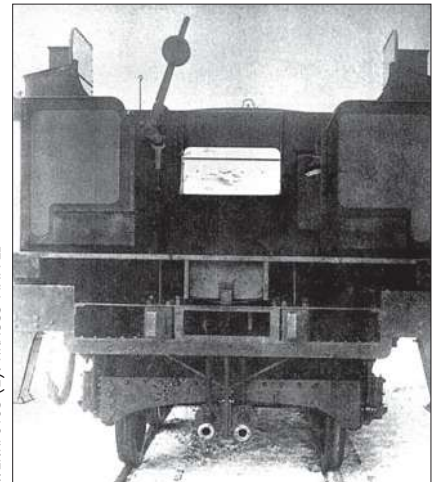


FOTO: B. HUGUENIN

Das Hochladen der Kohle, auch eine Folge der Dampfloch-Langläufe, sollte zudem das Nachrutschen erleichtern, was aber nicht nur wie hier bei der 044 210-3 doch weitgehend graue Theorie blieb (Bw Ottbergen, März 1976).



Der bayerische Tender 2'2'T 18, der mit den Gattungen B XI, E I und C VI gekuppelt war.



Vorderseite des Tenders bayer. 2'2'T 18 mit Griff und Gegengewicht der Wurfhebelhandbremse.

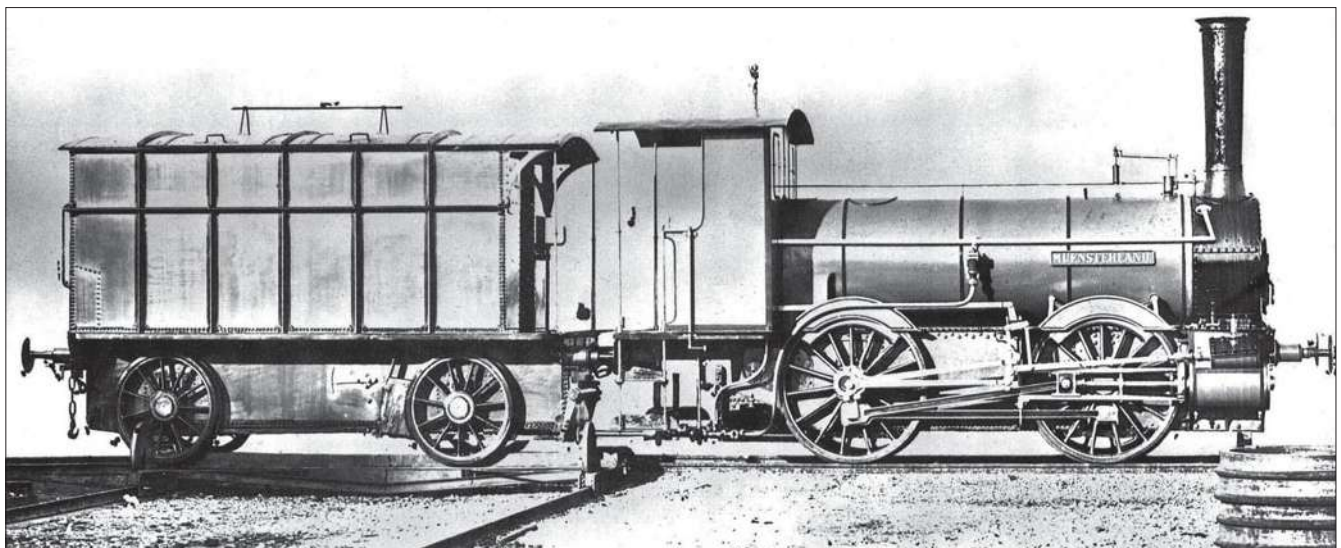
WERKFOTOS (2): KRAUSS-MAFFEI

zweiachsigen Tendern wurden dreiachsige, die im Durchschnitt 17 m³ Wasser und 6 t Kohle aufnahmen, aus den Dreiachsern wurden Vierachser mit einem

oder zwei Drehgestellen. Die größten deutschen Tender besaßen die Stromlinienlokomotiven der Baureihen 01¹⁰ und 05 und die Güterzuglokomotive der Bau-

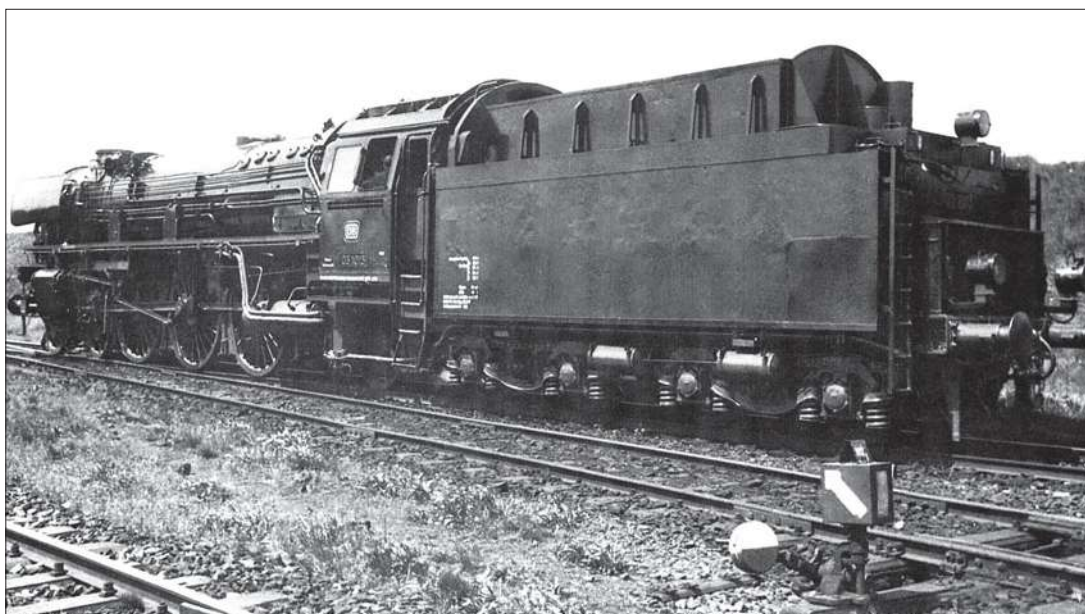
reihe 45 mit 37 bzw. 38 m³ Wasser und 10 t Kohle. Der Tender der auf Kohlefeuerung umgebauten 05 003 fasste gar 38,5 m³ Wasser und 10 t Kohle.

FOTO: SAMMLUNG WEISBROD



Oldenburgische G 1 mit Torftender.

FOTO: S. CARSTENS



Die 03 1013 im AW Braunschweig am 27. Mai 1965. Aus der ehemaligen Stromlinienlokomotive ist nach Abbau der Stromschale und umfangreichen Umbauten (Neubaukessel) eine Lokomotive nach dem Erscheinungsbild der DB geworden. Der Tender 2'2'T 34 entspricht der unverkleideten Einheitsbauart.



WERKFOTO: BORSIG

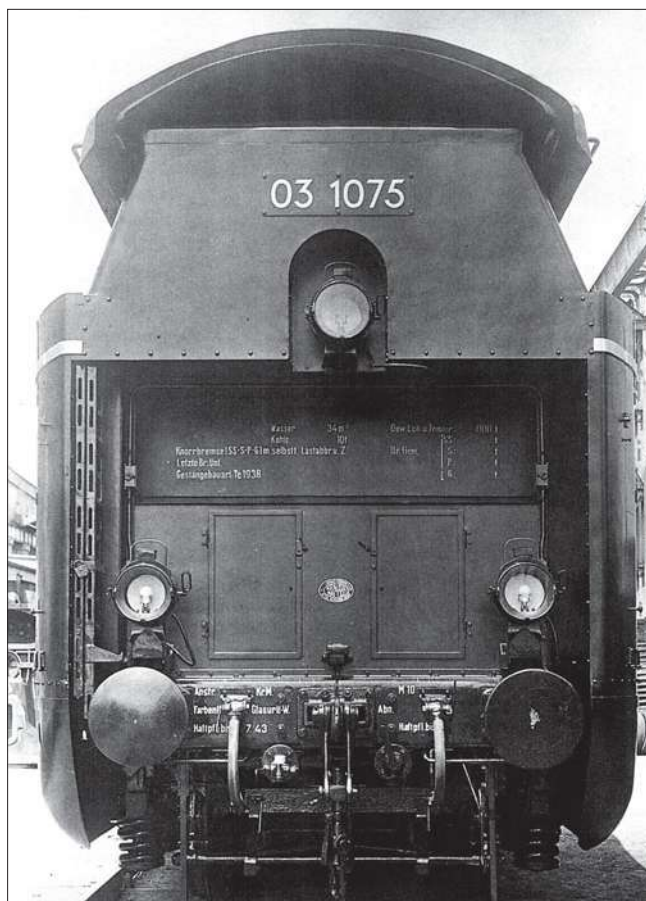
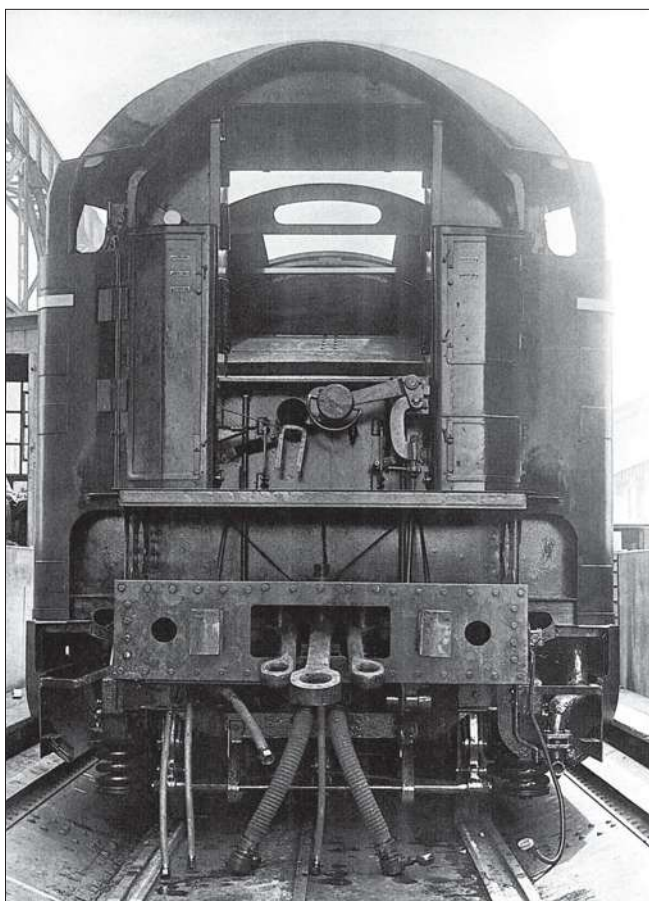
Die Stromschale der Lokomotive musste auch um den Tender geführt werden, um Wirbelbildungen und damit erhöhten Luftwiderstand zu vermeiden.

Die USA bauten nicht nur die größten Lokomotiven der Welt, sondern auch die größten Tender dazu mit sieben Achsen (fünf im Rahmen und zwei im Drehgestell) und einem Fassungsvermögen von 68 m³ Wasser und 42 t Kohle. Die Tender für die 2'D 2' der Atlantic Coast Line wa-

ren sogar achtsachsig und fassten 80 m³ Wasser und 27 t Kohle.

Es hat bereits im 19. Jahrhundert Experimente gegeben, den Wasservorrat während der Fahrt zu ergänzen. 1860 ersann der Engländer John Ramsbottom eine Vorrichtung zum Wassers schöpfen

aus zwischen den Gleisen verlegten Trögen durch eine herabgelassene Schaufel. Diese Idee ist in Deutschland und auch in Frankreich aufgegriffen worden. Blieben es in Deutschland Experimente, praktizierten die Franzosen (Etat) das über einige Jahrzehnte auf ihren



WERKFOTOS: KRAUSS-MAFFEL

Stromlinienverkleideter Tender der Einheitsbauart 2'2'T 34 St mit Rollenlagern und abdeckbarem Kohlenkasten durch Teleskopschiebedach der 03 1075. Auf der linken Abbildung sieht man an der Vorderseite des Tenders den Kuppelkasten mit dem Hauptkuppel- und den beiden Notkuppelleisen. Beim Stromlinientender waren die Anschriften an der Rückwand (rechtes Bild) angebracht.



Aus den mit Kesselwagen gesammelten Erfahrungen entstanden die rahmenlosen Wannentender. Reko-Lok 52 8013-6 bei Gersdorf-Mörsdorf (8. Mai 1980).

Strecken von Paris nach Brest, Cherbourg, Bordeaux und Le Havre. Auch die New York Central beispielsweise hatte druckluftbetätigte Wasserschöpfereinrichtungen, die mittels Schaufel und Schnorchel pro 100 m Fahrstrecke ca. 4 m³ Wasser bei einer Geschwindigkeit zwischen 40 und 80 km/h förderten. Mindestens ebensoviel Wasser soll aber dabei verspritzt worden sein. Die Tender sind bei den meisten Bahnverwaltungen zwischen verschiedenen Baureihen tauschbar. Bei den deutschen Einheits-

lokomotiven waren die Einheitstender mit 30, 32 und 34 m³ Wasser sowohl an den Baureihen 41, 43 und 44 als auch an den Baureihen 01, 02, 03 und 04 zu verwenden. Die Laufeigenschaften der Tender und ihre Höchstgeschwindigkeit mussten also auf die der Schnellzuglokomotiven ausgelegt sein.

Der Wasserkasten

Ein Tender üblicher Bauart besteht aus dem Wasserkasten, dem Kohlekasten, dem Rahmen und dem Laufwerk.

Die Wände des Wasserkastens bestehen aus 6 mm dicken Blechen, die früher vernietet, aber schon beim Einheitstender 2'2' T 32 geschweißt waren. Den oberen Abschluss des Wasserkastens bildet der Boden des Kohlekastens. Im Inneren ist der Wasserkasten durch Querschwerer oder Querschotten versteift, die die Last des Kohlekastens auf den Rahmen übertragen. Die großen Einheitstender mit mehr als 30 m³ Fassungsvermögen besaßen auch Längsfachwerke über den Längsträgern. Die Öffnungen in den Querschwerern sind durch gelochte Bleche verschlossen (sog. Schwallbleche), die die Bewegung des Wassers beim Anfahren und Bremsen dämpfen.

Die Wassereinlauföffnungen befinden sich hinter dem Kohlekasten oder an dessen Seiten. In sie sind Siebe eingesetzt, die Verunreinigungen zurückhalten. Die Öffnungen werden durch Klappen verschlossen, die betätigt werden können, ohne dass der Tender bestiegen werden muss (Gefahr unter Fahrleitungen!). Die Wassereinläufe liegen bei großen Einheitstendern 3000 mm über SO. Da aber auf allen Strecken auch noch Wasserkräne standen, deren Auslauföffnung nur 2850 mm über SO lagen, mussten die Tender darüberhinaus auch Noteinläufe in 2750 mm über SO haben.



Im März 1987 waren die Wiederinstandsetzungsarbeiten am Tender der 41 018 so weit gediehen, dass man mit dem endgültigen Anstrich beginnen konnte.



FOTO: M. DELIE

Die 38 222 ist eine ehemalige sächs. XII H2, hier mit einem Tender 2'2'T 21 gekuppelt (7 t Kohle).

Da die Lokomotiven zwei Speiseeinrichtungen haben, führt zu jeder Saugleitung eine Speisewasserkuppung, ein mit Drahteinlage versehener Gummischlauch. An den beiden Wasserentnahmestellen am Boden des Tenderwasserkastens ist je ein Saugkasten vorhanden, der durch das Tenderabsperrentil verschlossen werden kann. Wenn der Tender von der Lok getrennt wird, werden die Absperrentile geschlossen. Am Saugkasten befindet sich auch eine Entwässerungsschraube, durch die das Speisewasser abgelassen werden kann.

Der Wasserstand im Tender wird dem Personal durch den Wasserstandsanzeiger übermittelt, der von einem Schwimmer gesteuert wird. Bei älteren Länderbahntendern wurde der Wasserstand noch an den Seitenwänden angezeigt. Über drei Prüfhähne konnte sich das Personal während der Fahrt vom Wasserstand überzeugen. Bei neueren Tendern wird der Wasserstand an der Tenderrückwand angezeigt. Eine Sonderbauform waren die rahmenlosen Wannentender der Kriegslokbauereihen 42 und 52. Der Wasserkasten bestand aus einem Halbzylinder, in den als Vorder- und Rückwand entsprechende halbrunde Bleche eingeschweißt waren. Die beiden Drehgestelle waren am Boden des Wasserkastens angebracht, ein Rahmen fehlte. Die

Tender hatten eine um ca. 20 % geringere Leermasse als die entsprechenden konventionellen Tender.

Der Kohlekasten

Den Boden des Kohlekastens bildet die Decke des Wasserkastens, die nach vorn zur Kohleentnahmestelle geneigt ist, um ein Nachrutschen der Kohlen zu ermöglichen. Die seitliche Begrenzung des Kohlekastens bilden Blechwände,

die allerdings gegenüber den Außenwänden des Wasserkastens zurückgesetzt sind, damit beim Rückwärtsfahren die Sicht nicht behindert wird. Der Kohlekasten wird zur Lokomotive hin durch einsteckbare Kohlschutzbretter oder auch durch zum Tender hin aufschlagende Blechtüren (Kohlschleusen) abgeschlossen. An der Kohleentnahmestelle ist ein waagrechtes Schaufelblech angebracht.



FOTOS (2): C. ASMUS

Rahmen, Wasser- und Ölkasten des Tenders 2'2'T 34 der 41 018 sind wieder instandgesetzt und ruhen auf provisorischen Drehgestellen (Oktober 1985).

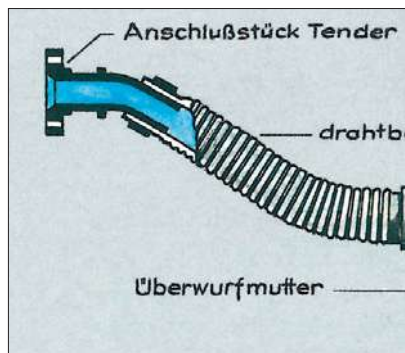


Mit den Kabinentendern wollte man bei Güterzügen den Begleitwagen einsparen. Bei der DB waren dies ausschließlich Tender 2'2' T 26. Die 051 671-6 und die 051 219-4 mit Ng bei Maxhütte-Haidhof (5. März 1974).

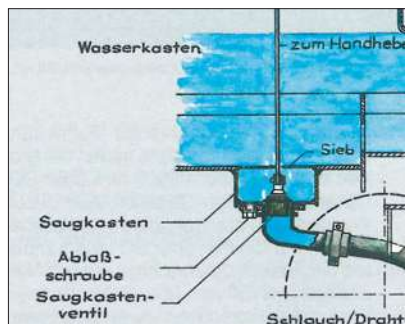
Während die Deutsche Bundesbahn nur Tender der Bauform 2'2' T 26 in Kabinentender umbaute, verwendeten die ÖBB hierfür ausschließlich Wannentender der Bauform 2'2' T 30.



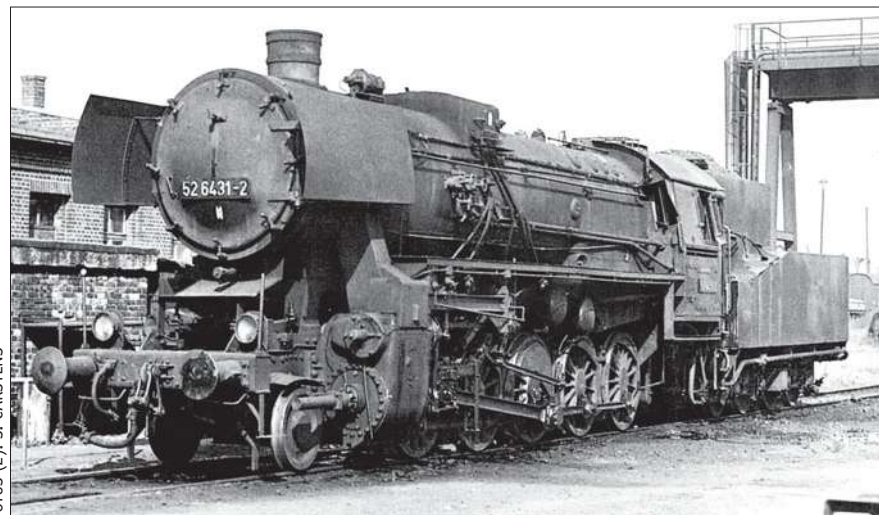
Speisewasserserkupplung zwischen Lokomotive und Tender



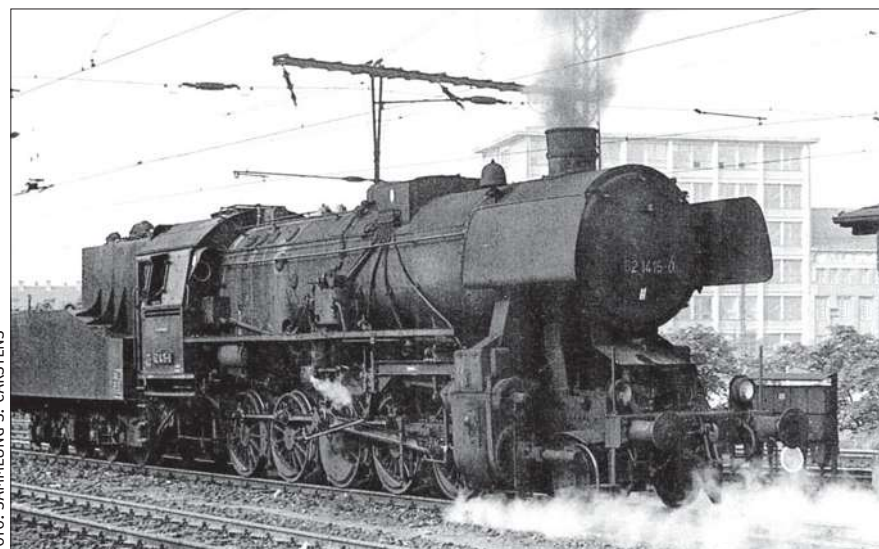
Wasserentnahmeeinrichtung am Tender.



Tender 2'2' T 31 mit 8 t Kohle bei der 23 002 der DB. Dieser Tender ist in allen Teilen geschweißt.



Bei diesem Bild der 52 6431 des Bw Dresden-Friedrichstadt ist besonders der Steifrahmentender 4 T 30 hervorzuheben (Aufnahme vom 4. August 1975).



Die Steifrahmentender sind im Zusammenhang mit der Entwicklung der Kriegslokomotiv-Baureihe 52 entstanden. Die 52 1415 besaß diesen Tender noch am 9. September 1973 (aufgenommen in Dresden-Neustadt).

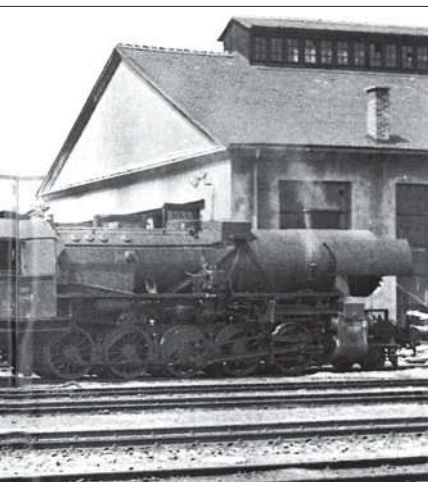
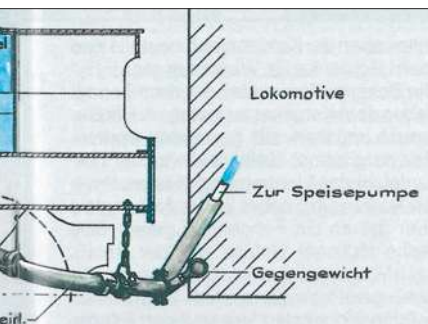
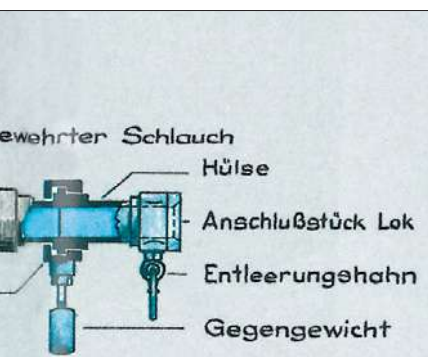


FOTO: H. HUFSLÄGER



ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF



FOTO: DR. SCHEINGRABER



FOTO: SCHWARTZKOPF, SAMMLUNG S. CARSTENS

Auffallend an diesem Foto der 52 104 ist der Tender mit seinen scheinbar drei Reihen Nieten am Wasserkasten. Tatsächlich handelt es sich um Befestigungen für Frostschutzmatten.

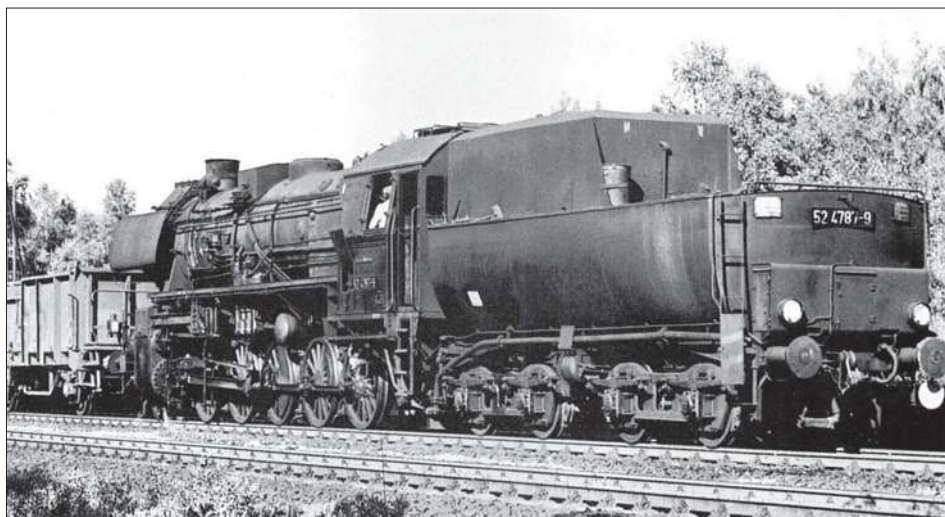


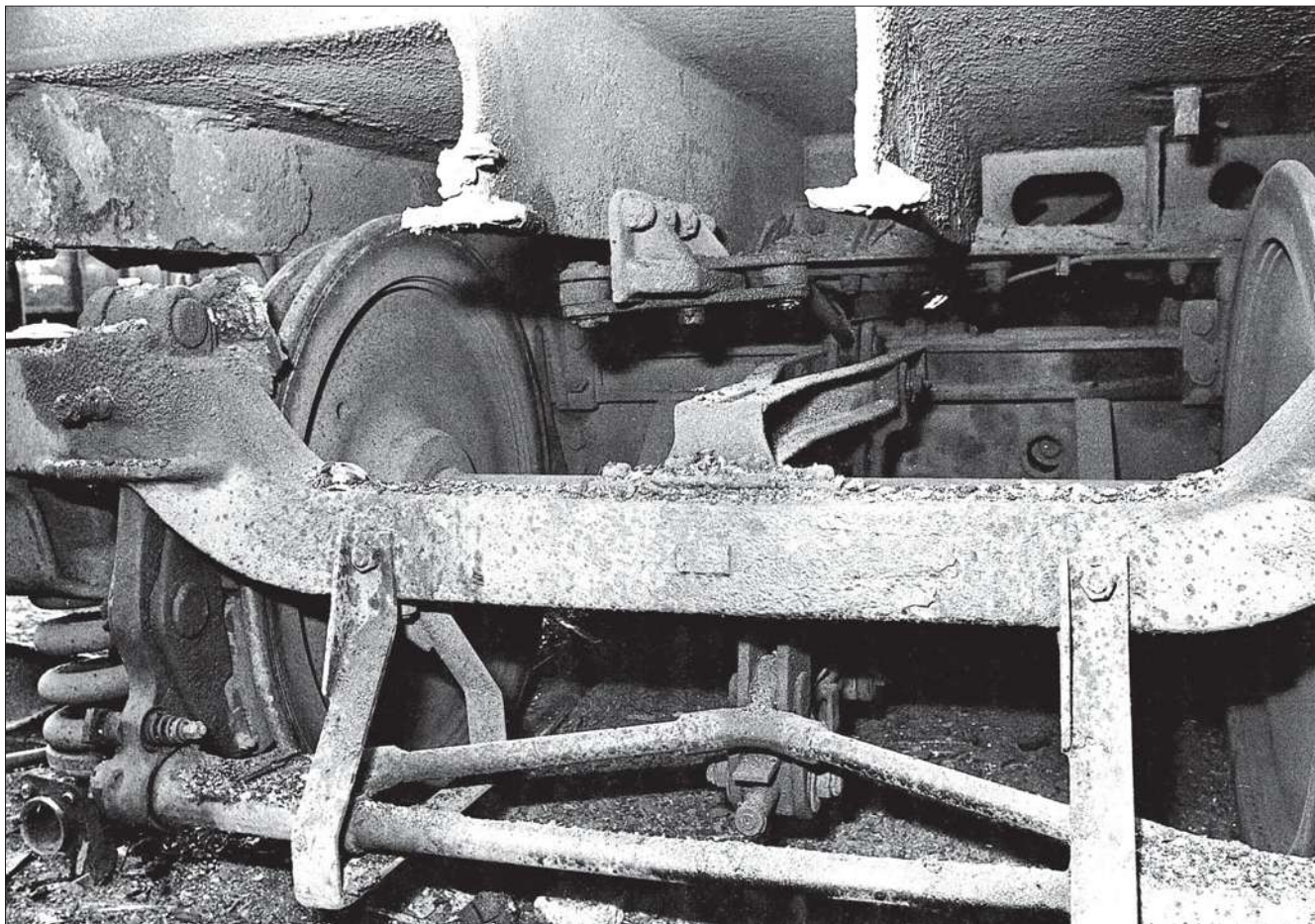
FOTO: M. WEISBROD

Mit der Konstruktion des Wasserbehälters als Halbzylinder konnte beim Wannentender auf einen Tenderrahmen verzichtet werden. Kuppelkasten und Pufferbohle wurden am Wasserkasten angeschweißt.

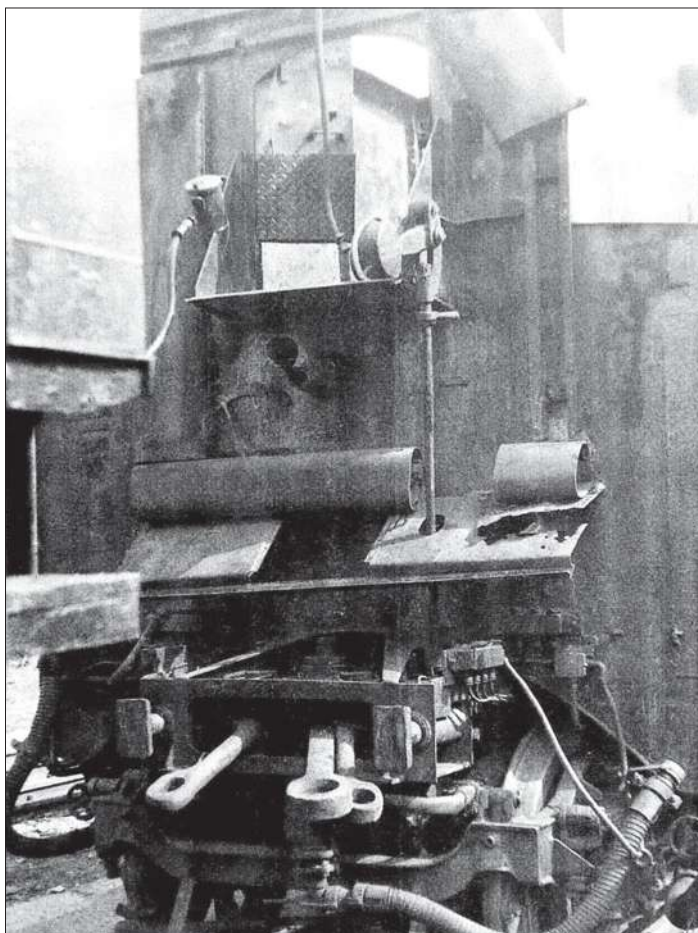


FOTO: SAMMLUNG S. CARSTENS

Die 52 1961-3 ist eine ehemalige Kondenslok. Sie ist von der DR auf normalen Auspuff zurückgebaut worden, erhielt einen Knorr-Oberflächenvorwärmer und Giesl-Flachejektor. Gekuppelt ist sie mit dem für die Baureihe 52 typischen Wannentender (Dresden-Neustadt, 20.09.1974).



Leider sind solche Aufnahmen nur bei Verschrottungsarbeiten möglich: Rahmen und Drehgestelle eines Tenders 2'2'T 34 (Bw Ottbergen 1977).

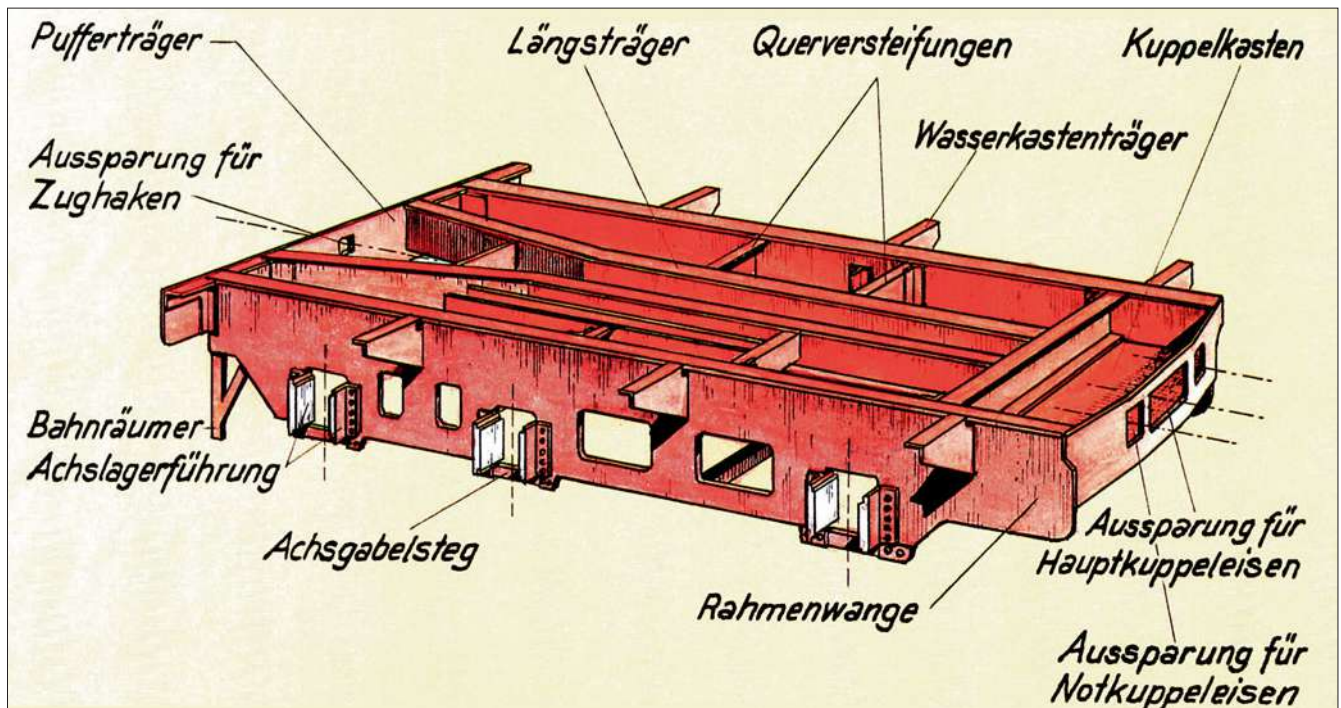


**Kupplungs-
einrichtung
am Tender der
23 105. Man
beachte die
Wurfhebel-
handbremse,
den Wasser-
standsanzeiger
unterhalb der
Kohleentnah-
mestelle sowie
die zahlreichen
Schmierleitun-
gen.**

Rechts und links neben der Kohleentnahmestelle sind meist Schränke für Werkzeug, Ölkannen und Bekleidung.

Die Schürgeräte werden auf dem Tender neben dem Kohlekasten gelagert. Bei Gebrauch müssen sie gewendet werden. Das barg immer Gefahren, weil der Heizer das Lichtraumprofil überschreiten konnte und dabei in das Nebengleis oder gar an die Fahrleitung geriet. Eine Reihe tödlicher Unfälle waren der Anlass, nach Wegen zu suchen, das Wenden der Schürgeräte zu vermeiden. So hat man bei den Einheitstendern und den Kriegsloketen K2'2'T 26 und K2'2'T 30 unterhalb der Kohleentnahmestelle ein Schürgeräterohr (Bauart Grunewald) in den Wasserkasten eingelassen, in das die Schürgeräte mit dem Griff zum Tender eingeschoben wurden.

Die Tender der Stromlinienlokomotiven 01¹⁰, 03¹⁰, 05 und 06 waren in die Stromschale einbezogen. Zwei teleskopartig ineinandergreifende Blechdächer deckten den Kohlekasten ab. Zum Bekohlen konnten die Dächer mittels einer Handkurbel geöffnet werden, so dass sie die gesamte Breite des Kohlekastens freigaben. Da diese Tender während der

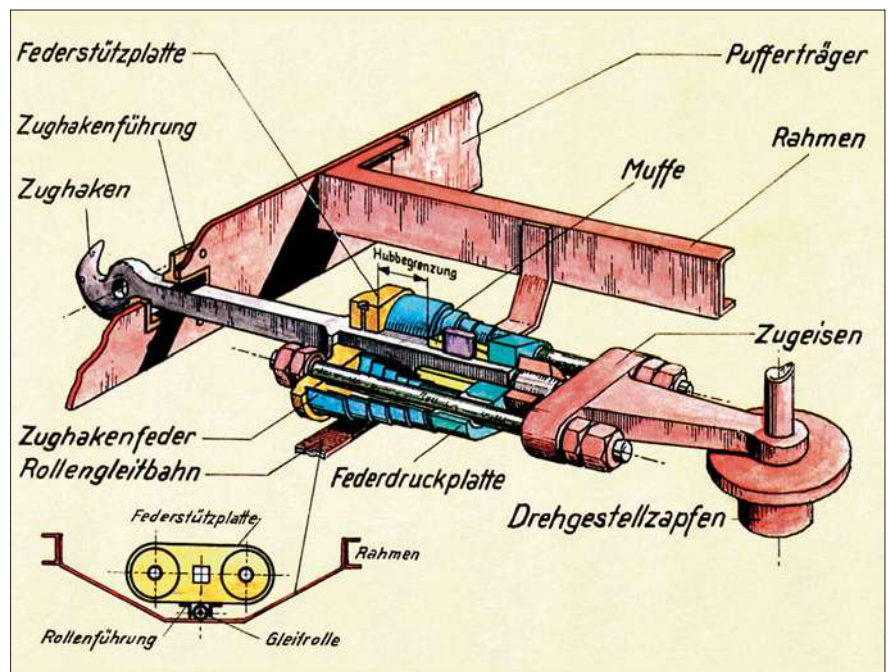


Rahmenkonstruktion eines dreiachsigen Tenders.

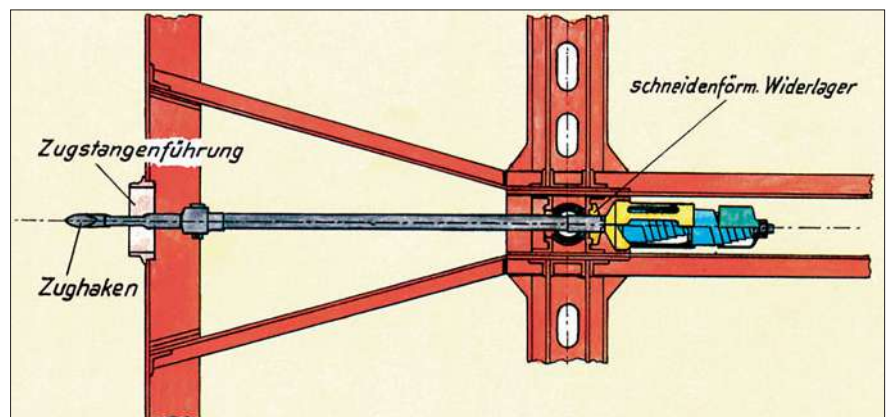
Fahrt nicht mehr zum Hervorholen der Kohle bestiegen werden konnten, war auf den hinteren Teil des Kohlekastens ein Wagen gesetzt worden (ohne Vorderwand), der ca. 30 bis 40 % des Kohlevorrates des Tenders aufnahm. Nachdem mit der Schaufel alles abgeräumt war, wurde der Wagen ausgeklinkt oder per Hand vorgezogen.

Der Rahmen

Der Rahmen für drehgestellose zwei- und dreiachsige Tender besteht aus den



Zughakenlagerung beim Tender mit Drehgestellen.



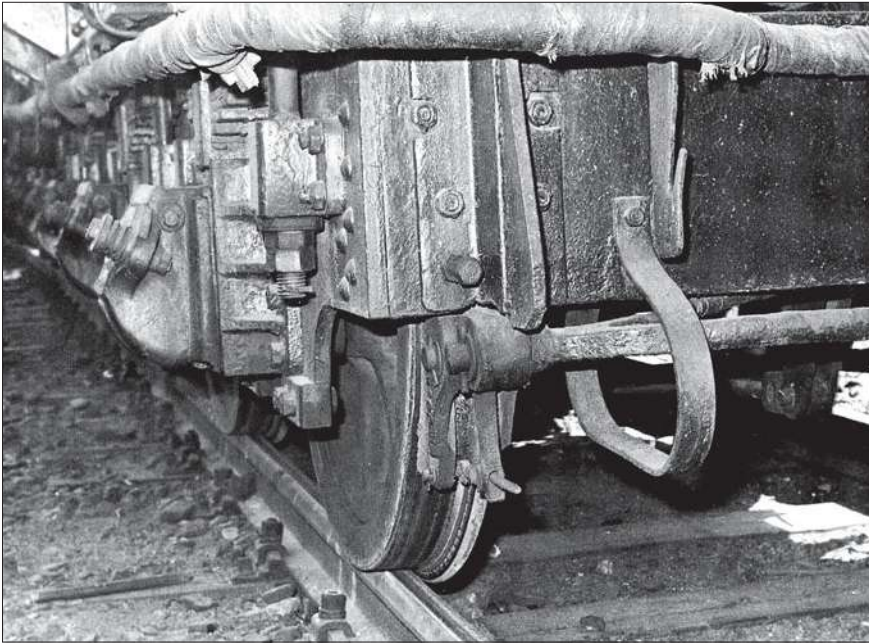
Zughakenlagerung beim Einheitstender mit Drehgestellen der Bauart 1925.



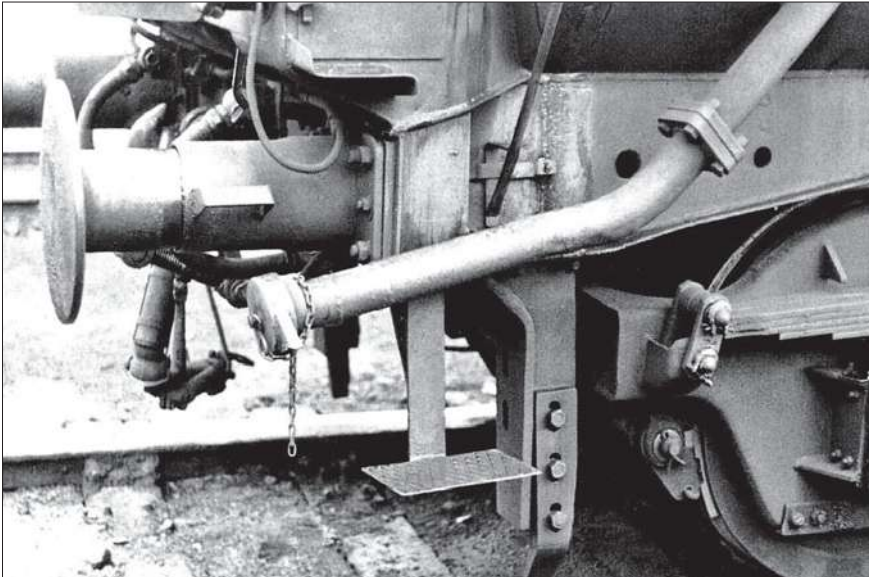
FOTOS (2): H. GARD

Pufferbohle der 56 3007. Das Loch in der Mitte der Pufferplatte war früher erforderlich, als noch Stangenpuffer verwendet wurden.

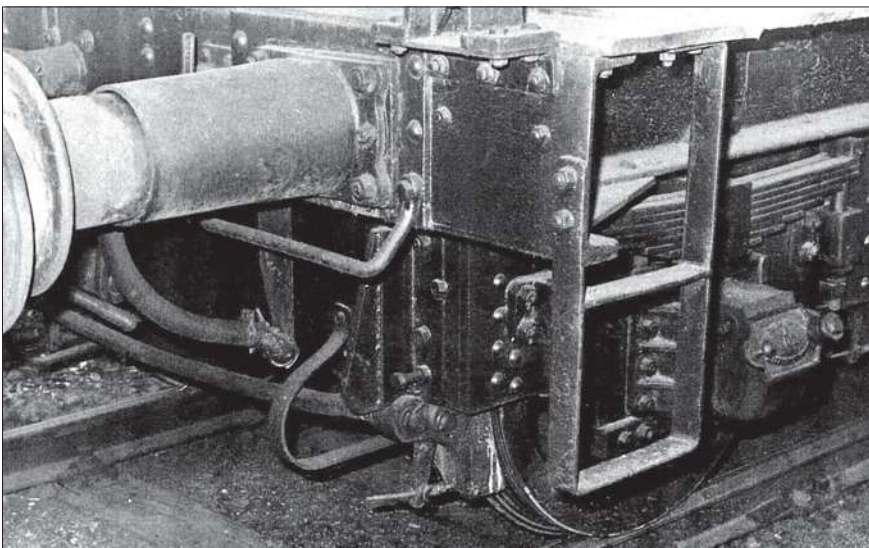
ZEICHNUNGEN (3): R. BARKHOFF



Detail des Rahmens mit Achslager eines preußischen Tenders 2'2'T 21,5.



An dieser Detailaufnahme eines Kohlenstaub-Wannentenders 2'2'T 24 ist die vollständig geschweißte Konstruktion besonders gut zu sehen.



Nietkonstruktion beim preußischen Tender 2'2'T 21,5.

außenliegenden Rahmenwangen, den Längsträgern, die zwischen den Rahmenwangen liegen, und Querversteifungen, die vorn durch den Kuppelkasten und hinten durch den Pufferträger gebildet werden. Zusätzlich sind Querversteifungen zwischen Längsträgern und Rahmenwangen vorhanden. Der Wasserkasten liegt auf Rahmen und Längsträgern auf. Da er in seiner Breite über die Rahmenwangen hinausragt, nehmen Wasserkastenträger an den Rahmenwangen die Übergänge auf.

Diese Steifrahmentender hatten Achslagerausschnitte in den Rahmenwangen, die (wie die Rahmen der Lokomotive) durch Achsgabelstege geschlossen waren. Die Achsen haben, wie die Radsätze von Wagen, außenliegende Achsschenkel, die Räder laufen also innerhalb der Rahmenwangen.

Der Tender mit Drehgestellen ist grundsätzlich anders aufgebaut. Hier wird die Tendermasse nicht über die Rahmenwangen auf die Achslager und die Achsen übertragen. Ein Drehgestell-tender hat vier durchlaufende Hauptlängsträger. Querversteifungen sind in der Tendermitte und in den Drehgestellmitten angebracht. Die Querträger in Drehgestellmitte übertragen die Tendermasse über Drehzapfen und Drehzapfenlager auf die Drehgestelle. Wie beim Steifrahmentender wird die vordere Querversteifung durch den Kuppelkasten, die hintere durch den Pufferträger gebildet.

Am Rahmen ist auch die Zugvorrichtung befestigt, die aus Zugstange mit Zughaken und Zughakenfederung besteht. Im Pufferträger hat die Zugstange seitliches Spiel, damit sie beim Befahren von Gleisbögen nicht auf Biegung beansprucht wird. Das Zugeisen greift an einer Rahmenquerverbindung oder am nach oben verlängerten Drehzapfen des hinteren Drehgestells an.

Die vom Zughaken aufgenommene Kraft wird vom Zugeisen auf die Zughakenfedern übertragen. Bei älteren Tenders waren das zwei parallel angeordnete Wickelfedern, bei Einheitstenders liegen die Federn hintereinander. Hier wird die Kraft auch nicht auf ein Zugeisen übertragen, sondern auf ein Widerlager am hinteren Querträger.

Beim Wannentender gibt es keine Rahmenlängsträger. Der Wasserkasten ruht selbsttragend auf den Drehgestellen.

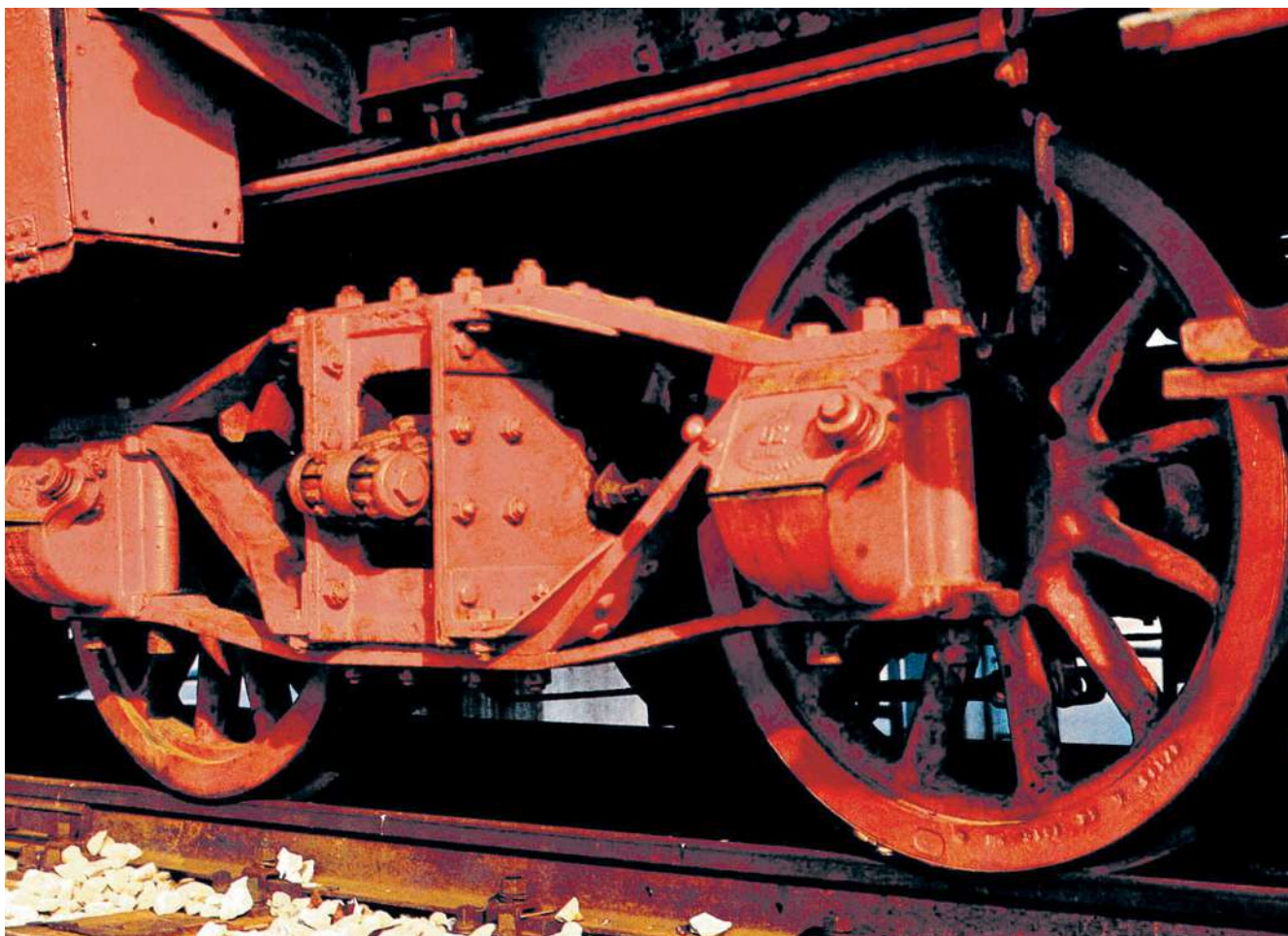
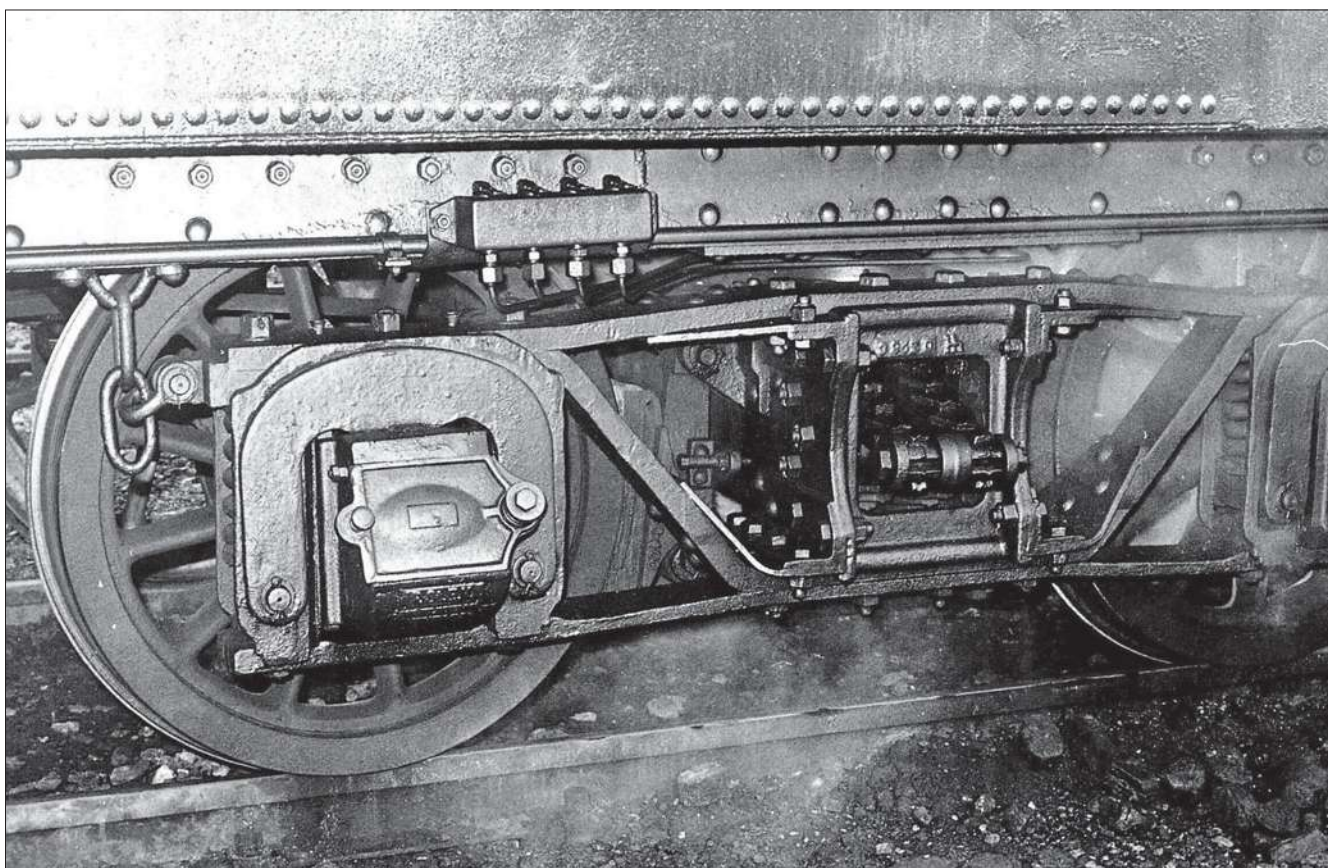


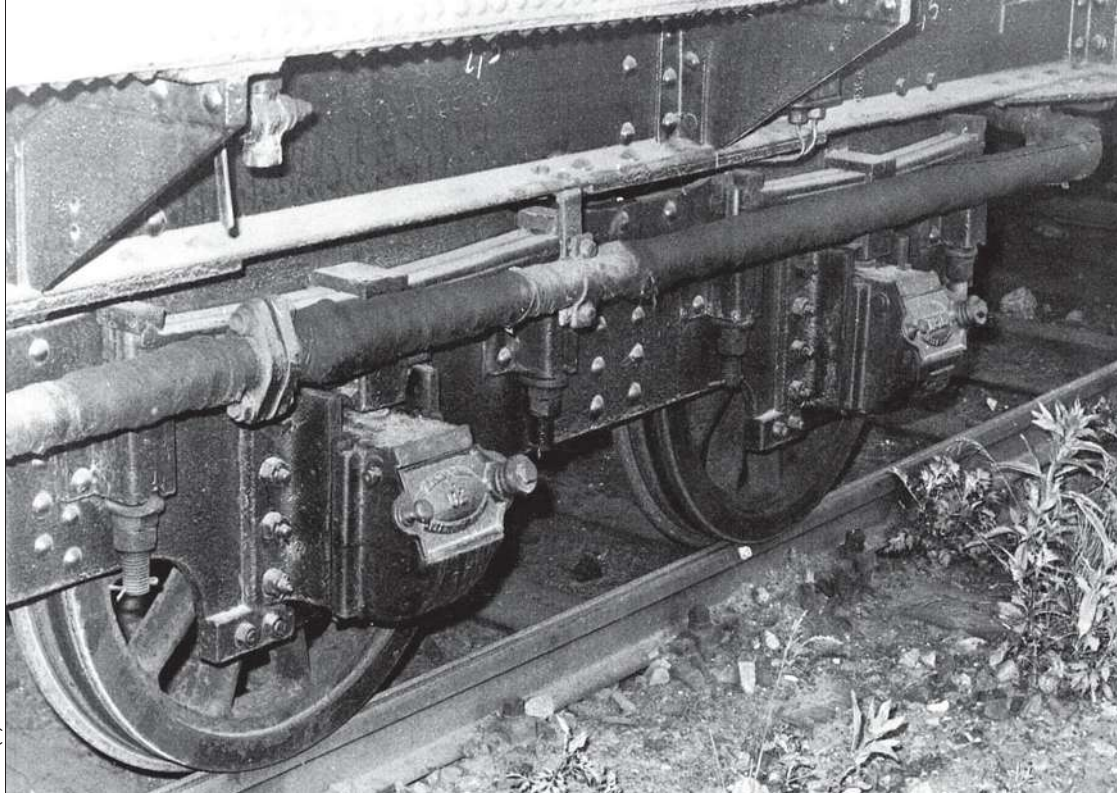
FOTO: D. KEMPF

Detailaufnahme eines Fachwerkrahmen-Drehgestells beim Tender einer preußischen P 8.

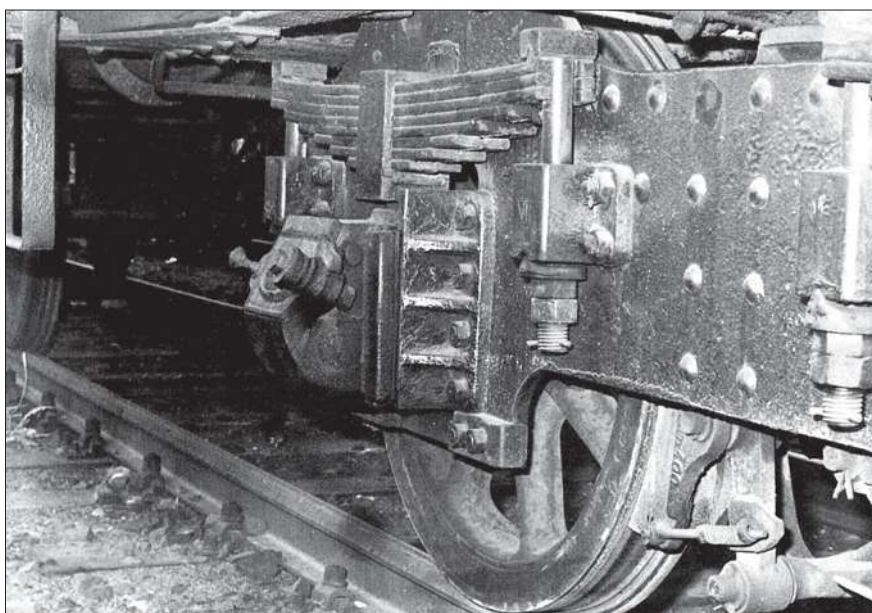


FOTOS (4): M. WEISBROD

Auch auf dieser Aufnahme ist die Konstruktion eines Fachwerkrahmens neuerer Ausführung gut zu sehen. Die Schmierleitungen führen zum Drehzapfen des Drehgestells.



Drehgestell eines alten preuß. Tenders 2'2'T 21,5. Einfache Abfederung, Gleitlager und Nietenbauweise sind die hervorzuhebenden Merkmale.



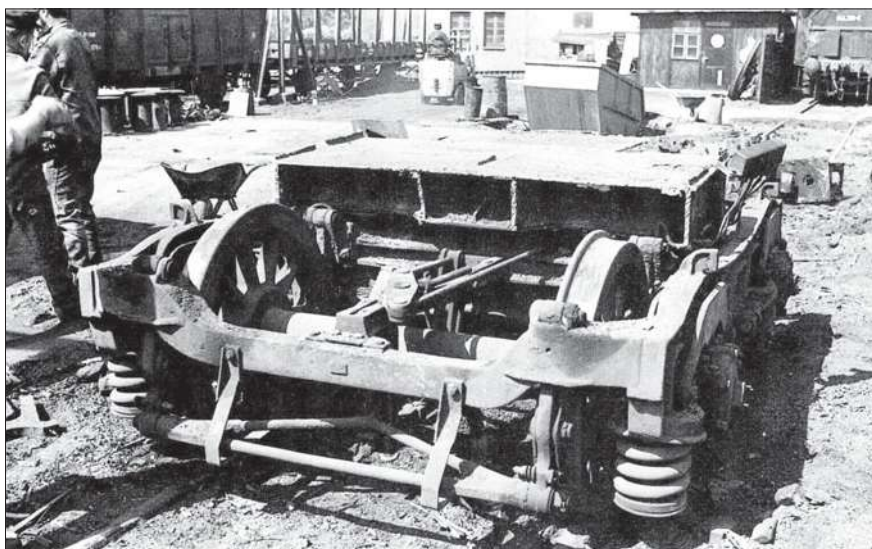
Vom selben Tender wie im oberen Bild ein Blick auf Details des Achslagergehäuses (Gleitlager) und der Federung.

Das Laufwerk

Die Tendermasse wird über die Achslagergehäuse auf die Achsschenkel der Achsen übertragen. Die Achslagergehäuse sind, wie bei der Lokomotive, mit Gleitplatten versehen, die in den Achslagerführungen des Tenderrahmens oder des Drehgestellrahmens laufen. Eine Ausnahme bilden die Fachwerkdrehgestelle, wie sie zum Beispiel der preuß. 2'2 T 31,5 besaß. Hier besteht der Drehgestellrahmen aus zwei Flacheisen, die als obere und untere Gurtung auseinandergezogen und durch die Querstreben verbunden sind. Der als Ballen ausgebildete Drehzapfen führt nur das Drehgestell, er trägt nicht. Die Last wird durch vier Stützapfen auf zwei querliegende Wiegebalken übertragen, die auf elliptischen Doppelblattfedern ruhen. Die Wiegebalken nehmen in ihrer Mitte das Drehzapfenlager auf. Der Querträger, auf dem die elliptischen Blattfedern ruhen, ist die einzige Querverbindung zwischen den beiden Fachwerken, die die Achslager aufnehmen.

Tenderachsen haben außenliegende Achsschenkel, die in Gleitlagern laufen. Erst die neueren Einheitstender haben Rollenlager, die zwischen den Ausbesserungsfristen weitgehend wartungsfrei sind und einen geringeren Rollwiderstand haben. Beim Gleitlager wird der Achsschenkel durch Öl geschmiert, das durch Dochte aus dem mit Öl gefüllten Achslagergehäuse gesaugt wird.

Die Drehgestelle der Einheitstender besitzen Rahmen aus Stahlgussstücken (Längsträger und Querverbindungen), die miteinander verschraubt sind. Der



Drehgestelle sind die einzigen Teile der Tender, die in Ottbergen nicht verschrottet wurden. Ob sie für Güterwagen eine Wiederverwendung fanden? (Mai 1977).



Um den Tender der 41018 wieder betriebsfähig herzurichten, mussten auch etliche Stunden angesetzt werden. Hier ist ein Drehgestellrahmen montierfertig.



Wo und wie soll man die Sache anpacken? Drehgestell des Tenders der 41018.

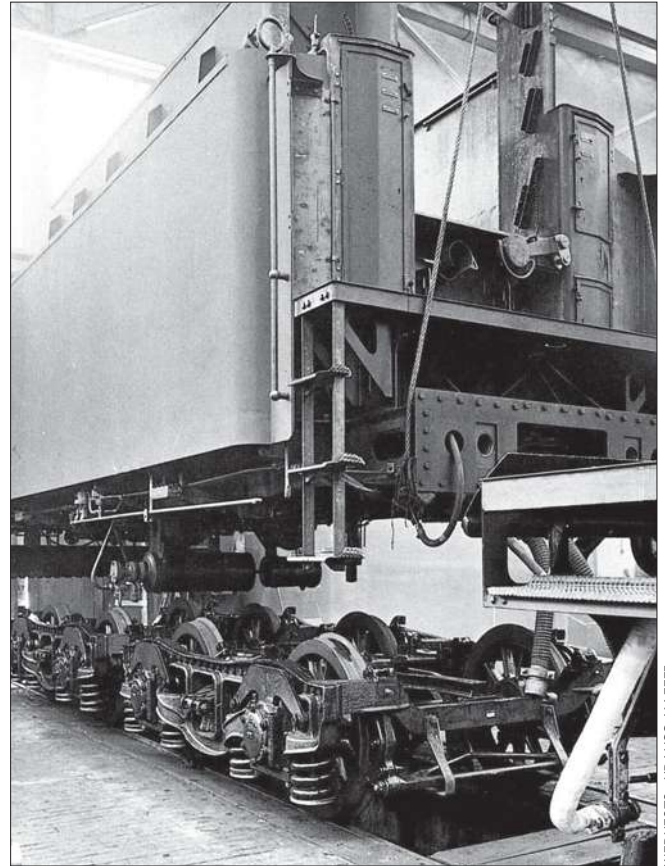


Ausachsen eines Drehgestells. Anhand dieses Fotos ist die Konstruktion leicht zu verstehen.

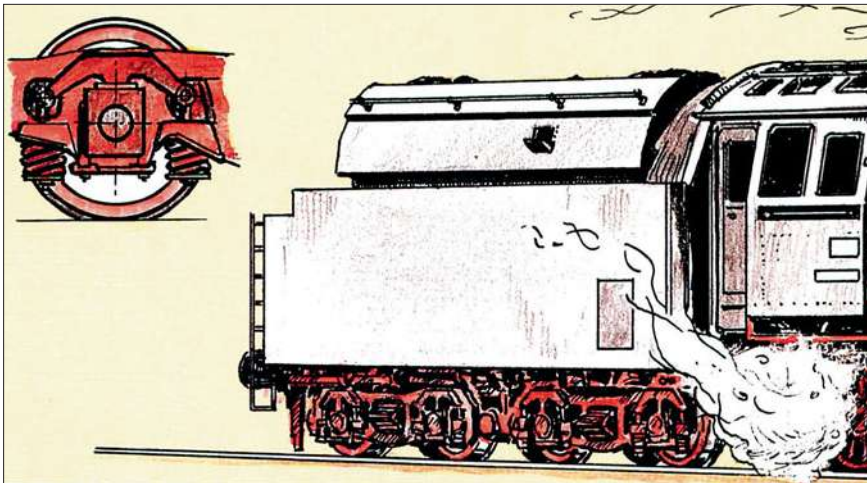
FOTOS (3): C. ASMUS



Hat man den Deckel des Achslagergehäuses abgenommen, so sieht man das Tenderrollenlager (siehe auch Zeichnung S. 215 Mitte).

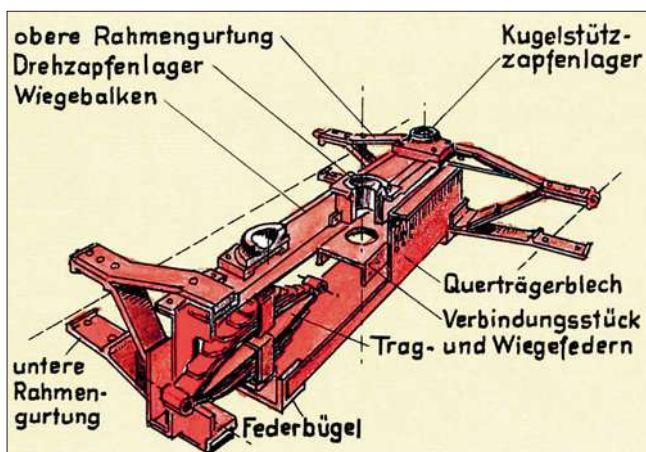


Aufsetzen des fertigen Tenderkastens auf die Drehgestelle (Tender 2'2'T 34) im Krauss-Maffei-Werk.

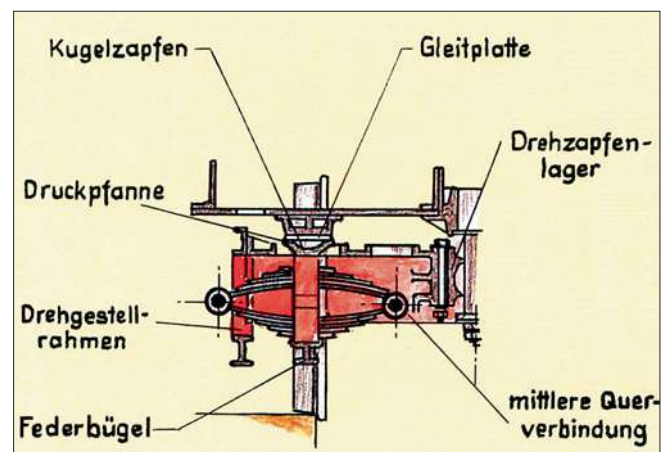


Einheitstender mit hydraulischer Kohlenkastenabdeckung.

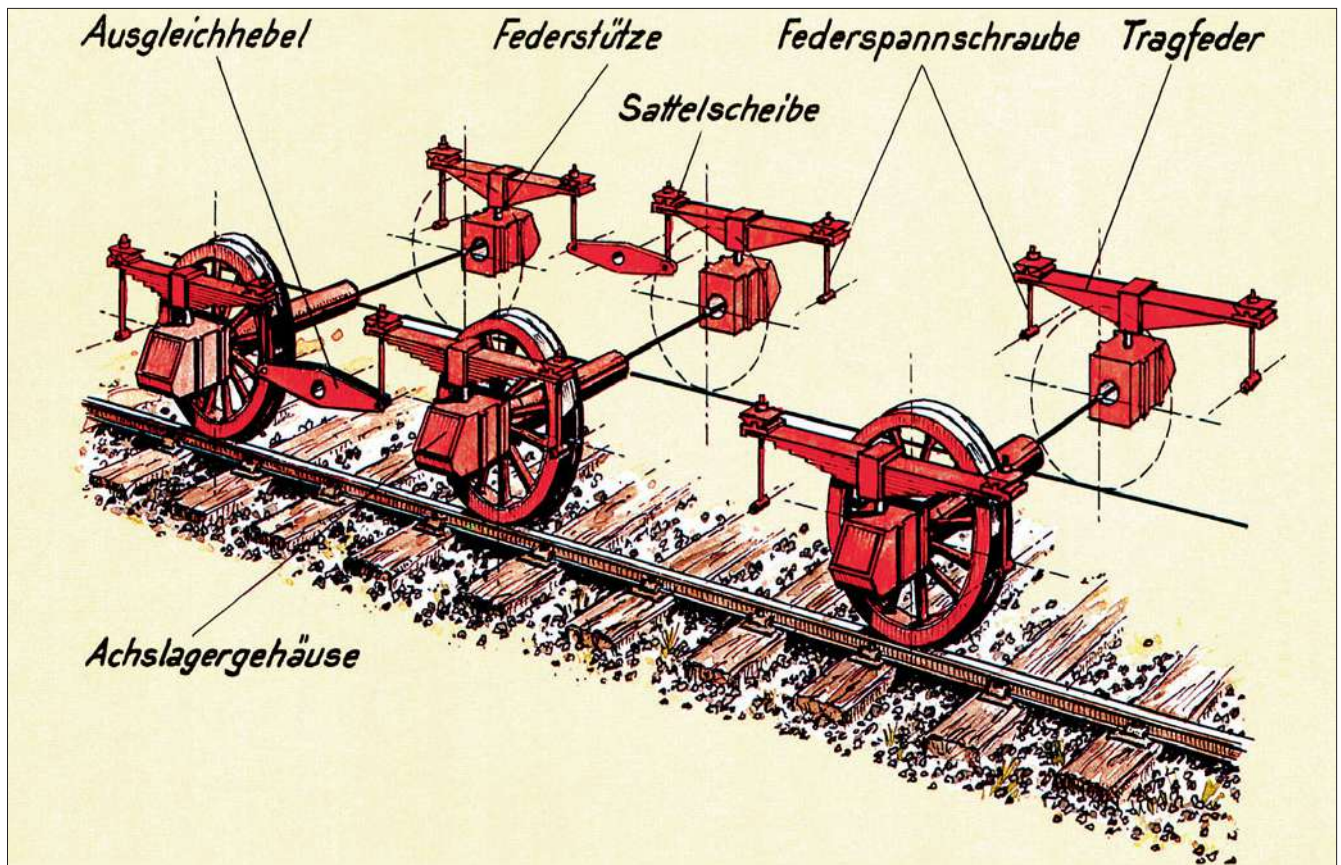
mittlere Querträger des Drehgestells nimmt den Drehzapfen auf, der in einem Wälzlager sitzt. Auch hier führt der Drehzapfen nur das Drehgestell und überträgt keine Last. Der Tenderrahmen legt sich mit Gleitplatten aus Stahlguss auf gusseiserne Kugzapfen, die in Druckpfannen auf den Federbunden zweier elliptischer Doppelblattfedern ruhen. Die Federn übertragen die Last auf den Querträger und damit auf die



Fachwerkdrehgestell eines Tenders.



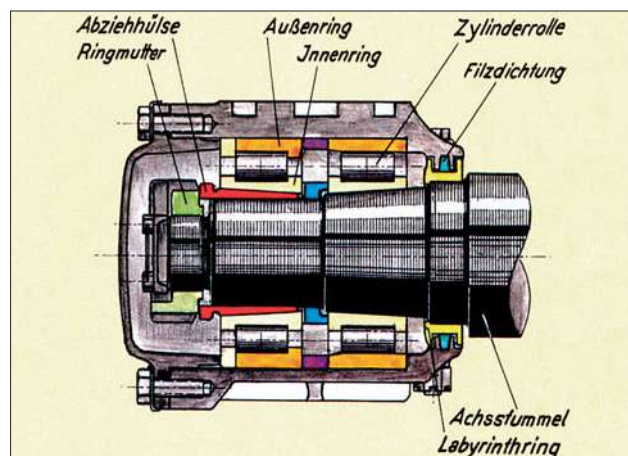
Drehgestell des Einheitstenders Bauart 1925.



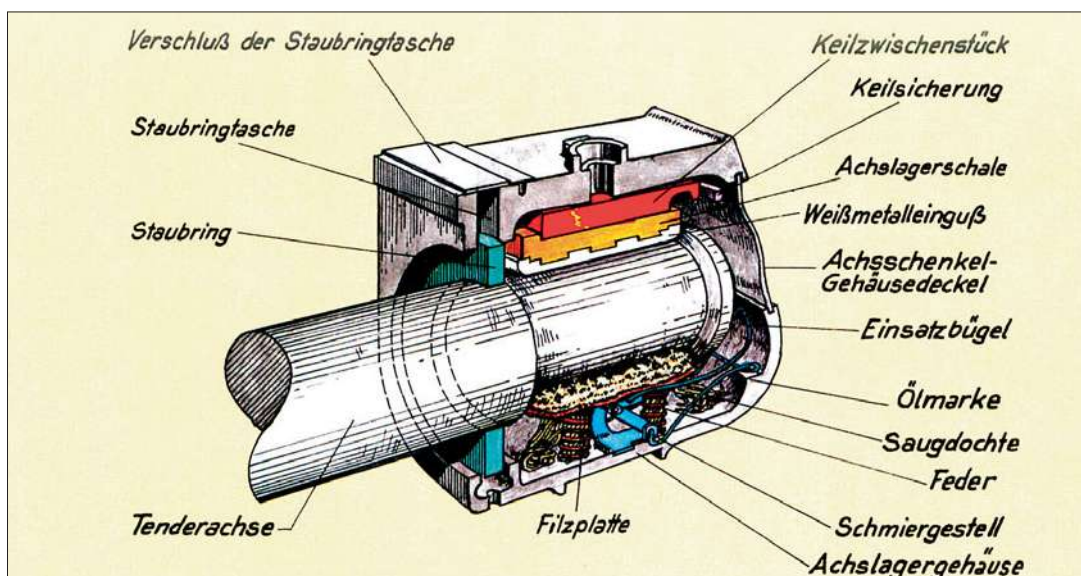
Achs- und Federanordnung bei einem dreiachsigen Tender.

beiden Längsträger des Drehgestellrahmens. Die Längsträger hängen an flachen, nach oben gewölbten Bügeln, von denen sich je einer auf das Achslagergehäuse stützt. Jeder Bügel ist rechts und links mit einer Schraubenfeder abgedeut, um Unebenheiten im Gleis auszugleichen.

Bei Wannentendern sind die Drehgestelle aus Pressblechen zusammengeschweißt und besitzen nur einfache Abfederung.

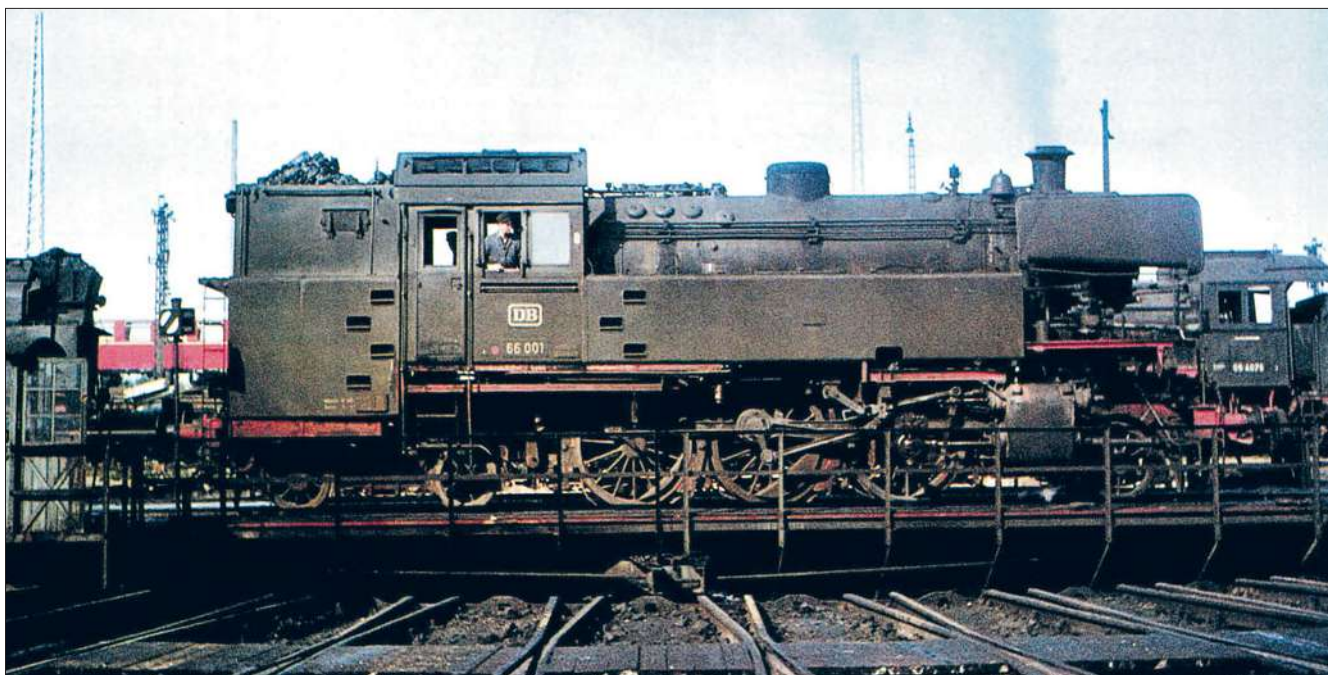


Tenderachslager als Rollenlager.



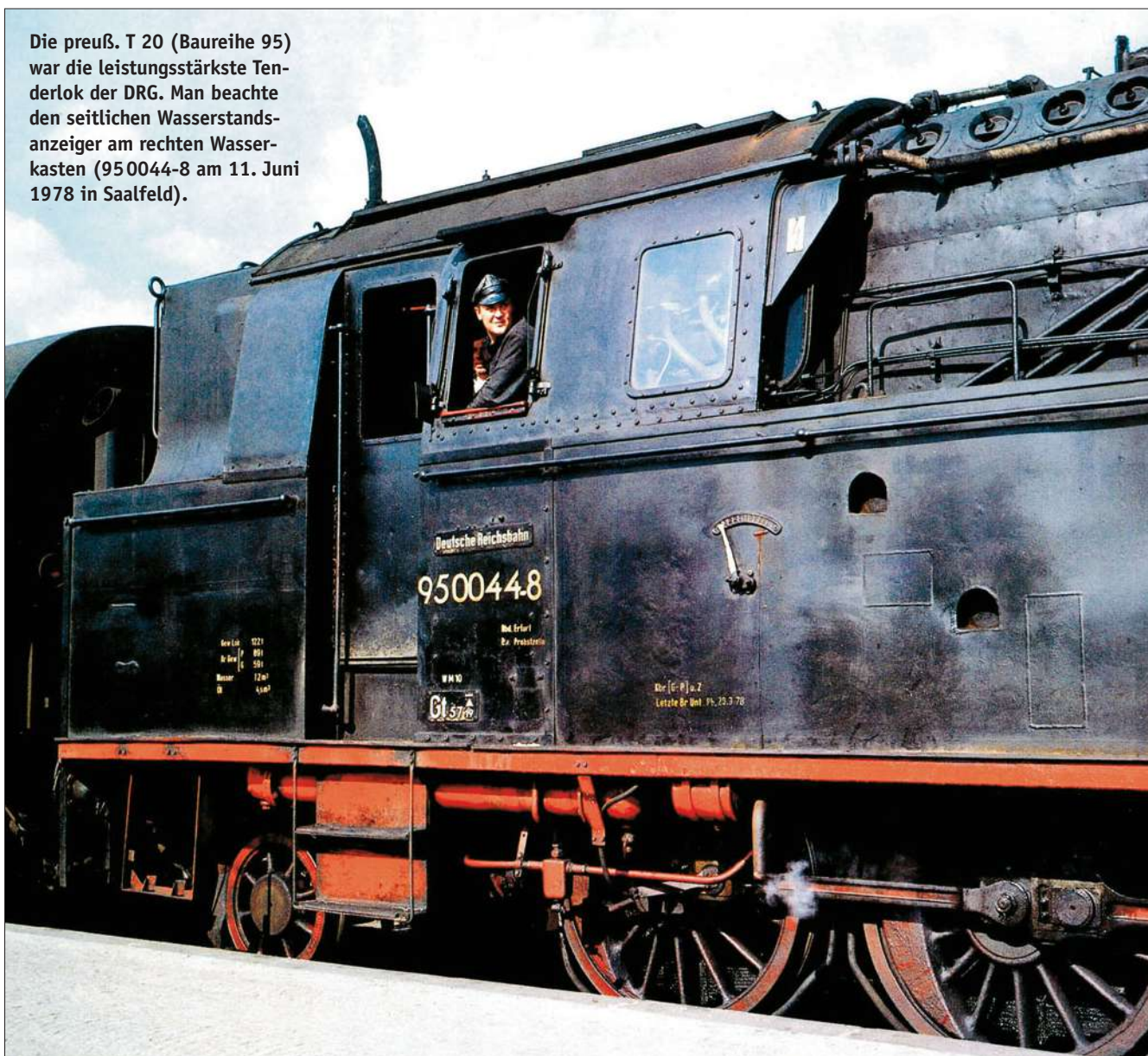
Tenderachslager als Gleitlager.

ZEICHNUNGEN (6): R. BARKHOFF



Neubaulok 66001 der DB. Von dieser Baureihe gab es nur zwei Maschinen.

Die preuß. T 20 (Baureihe 95) war die leistungsstärkste Tenderlok der DRG. Man beachte den seitlichen Wasserstands-anzeiger am rechten Wasserkasten (950044-8 am 11. Juni 1978 in Saalfeld).





FOTOS (2): D. KEMPF

Traditionslok der DR (sächs. IV K Nr. 132), aufgenommen am 17. September 1977 in Radebeul. 1,2 t Kohle und 2,4 m³ Wasser konnte die Lok mitnehmen, meist genug für die ihr zugeteilten Aufgaben.

Vorratsbehälter von Tenderlokomotiven

Bei den Tenderlokomotiven besteht die Schwierigkeit darin, auf dem nur beschränkt zur Verfügung stehenden Raum zwar möglichst große Vorräte unterzubringen, aber auch dafür Sorge zu tragen, dass bei zur Neige gehenden Vorräten die Achsfahrmasse nicht ungleichmäßig abnimmt. Die preußischen T 14/T 14¹ hatten damit immer Probleme. Die Abnahme der Kohlevorräte kann dabei vernachlässigt werden, denn sie betragen nur ca. 25 % der Gesamtvorräte. Der Wasservorrat wird in Wasserkästen,

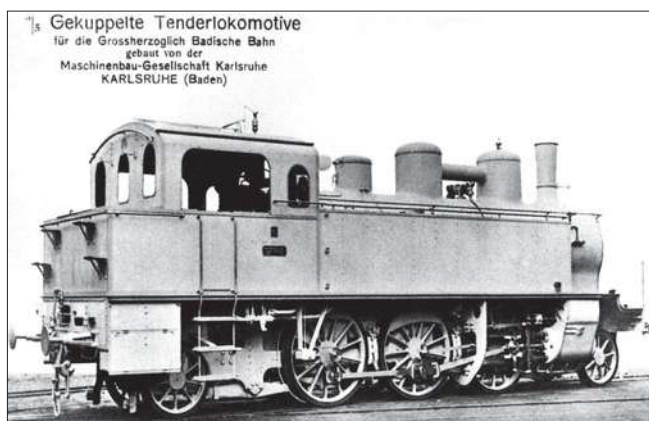
die zu beiden Seiten des Langkessels unmittelbar vor dem Führerhaus angebracht sind, mitgeführt. Ein weiterer Wasserkasten ist hinter dem Führerhaus zwischen Rahmen und Kohlekasten. Vor allem ältere Tenderlokomotiven hatten oft noch einen Wasserkasten zwischen den Rahmenwangen, der zugleich als Rahmenversteifung diente.

Diese Bauform hatte die Münchener Lokomotivfabrik Krauss & Co. entwickelt, weshalb dieser Wasserkasten auch als Krausscher Wasserkasten bezeichnet wird. Alle Wasserkästen sind untereinander durch Rohre verbunden.

Bei neueren Tenderlokomotiven ist der Saugkasten am hinteren Wasserkasten angebracht und durch ein Sieb abgedeckt. An der tiefsten Stelle der Wasserkästen sitzt der Entwässerungshahn.

Der Kohlevorrat wird in der Regel im Kohlekasten hinter der Führerhausrückwand mitgeführt. Ältere Tenderlokomotiven (pr. T3) hatten den Kohlekasten vor der linken Führerhausseite auf dem Wasserkasten. Die Kohle kann durch Blechschieber oder Türen in der Führerhausrückwand entnommen werden.

Der Kohlekasten ist in seinem oberen Teil eingezogen, damit die Sicht



Bad. VI b, Bahnnummer 279, ohne Kohlenkastenaufbau bei der Auslieferung durch die Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe.



Man beachte an der 98 869 den Kohlenkasten mit Trittstufen (Feldkirchen, 23. Mai 1963).



Hölzerner Kohlenkastenaufsatz an einer württembergischen T 5 in Feldkirchen am 4. Januar 1965.

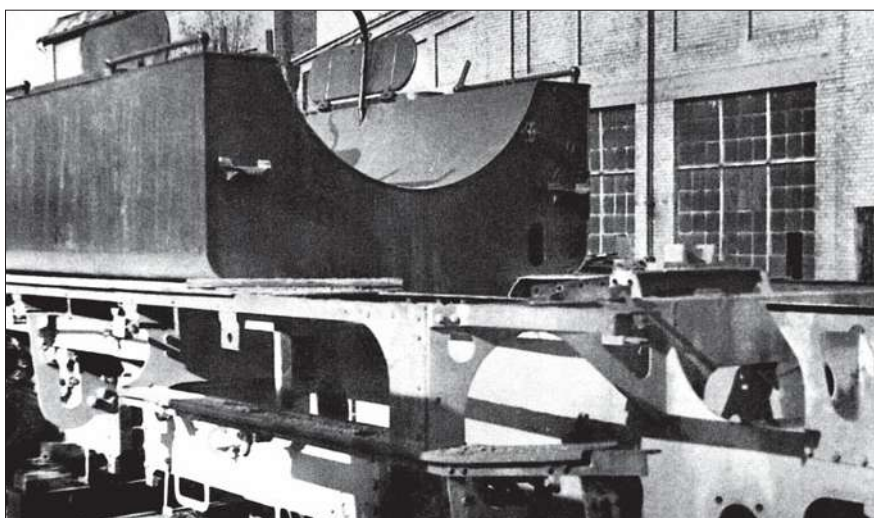


Eiserner Kohlenkastenaufbau bei einer GtL 4/4 (nachträglich angebaut, da diese Serie ursprünglich nicht damit ausgerüstet war). Die 98 813 in Königshofen 1965.

durch die hinteren Führerhausfenster gewährleistet bleibt. Wie auch bei den Schlepptendern, sind in den Bahnbe-

triebswerken oft die Kohlekästen durch Aufsätze aus Brettern erhöht worden, um einen größeren Vorrat mitführen zu

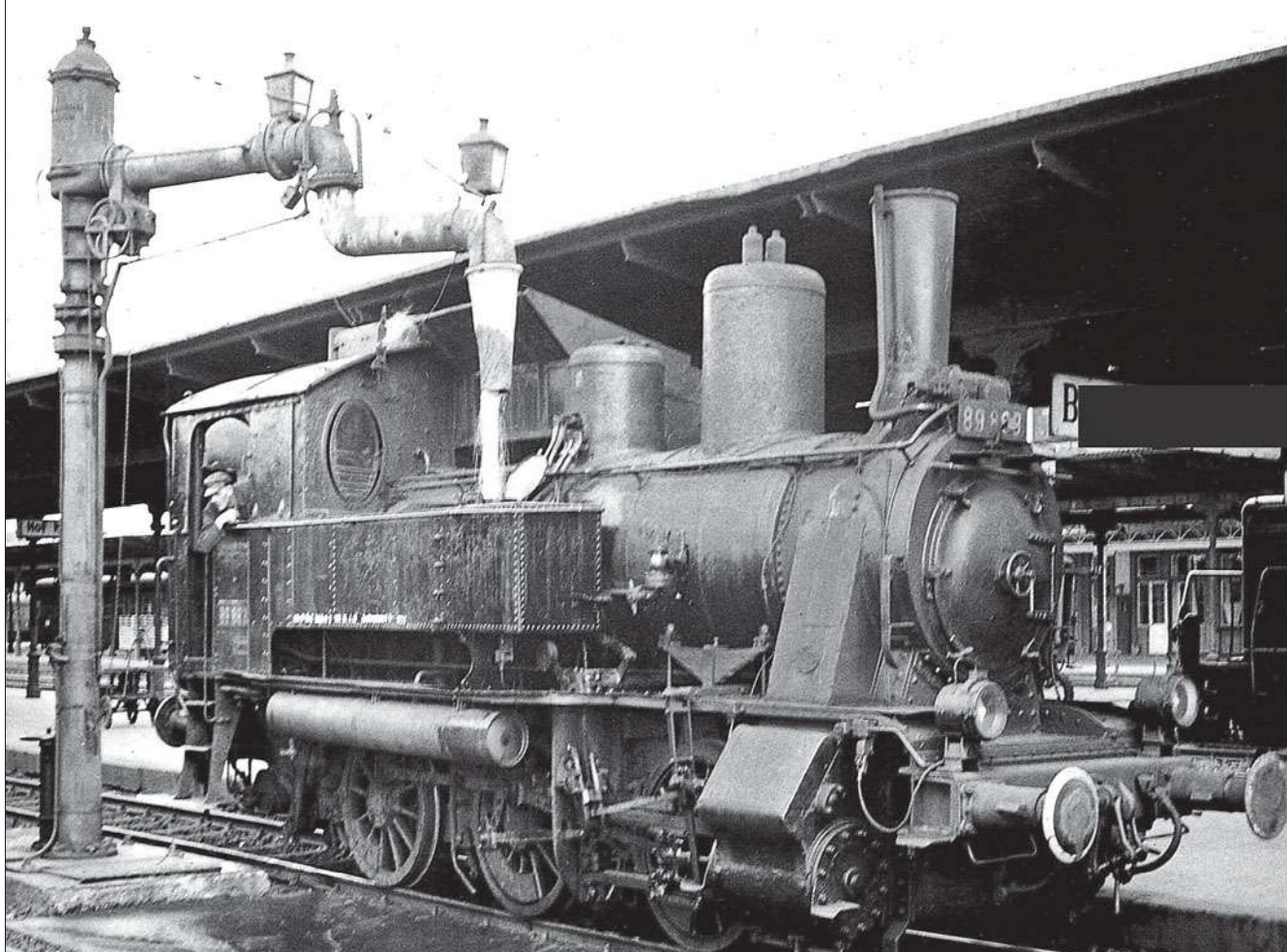
können. Zum Vergleich die Vorräte einiger Tenderlokbauereihen:



Vollständig geschweißter Lokrahmen mit Wasserkasten bei der 71 002. Aufnahme Januar 1953.

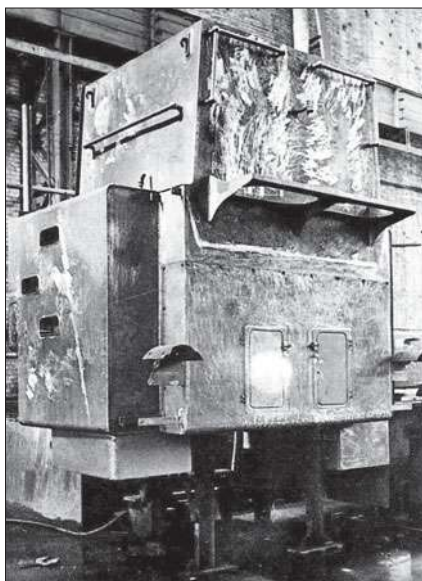
Baureihe	Wasser (m ³)	Kohle (t)
62 (Einheitslok)	14,0*)	4,3
64 (Einheitslok)	9,0	3,0
65 (Neubau DB)	14,0	4,8
65 ¹⁰ (Neubau DR)	16,0	9,0
66 (Neubau DB)	14,3	5,0
78 ⁰⁻⁵ (pr. T 18)	12,0	4,5
80 (Einheitslok)	5,0	2,0
82 (Neubau DB)	11,0	4,0
83 ¹⁰ (Neubau DR)	14,0	9,0
84 (Einheitslok)	13,7	3,0
85 (Einheitslok)	14,0	4,5
86 (Einheitslok)	9,0	4,0
89 (Einheitslok)	4,0	2,0
93 ⁵⁻¹² (pr. T 141)	14,0	4,5
94 ⁵⁻¹⁷ (pr. T 161)	8,0	3,0
95 (pr. T 20)	12,0	4,0
96 (bay. Gt 2x4/4)	12,3	5,0

*) keine seitlichen Wasserkästen



FOTOS (4): H. HUFSLÄGER

Tenderlok 89 883 (bay. R 3/3) beim Wasserfassen in Hof (August 1962).



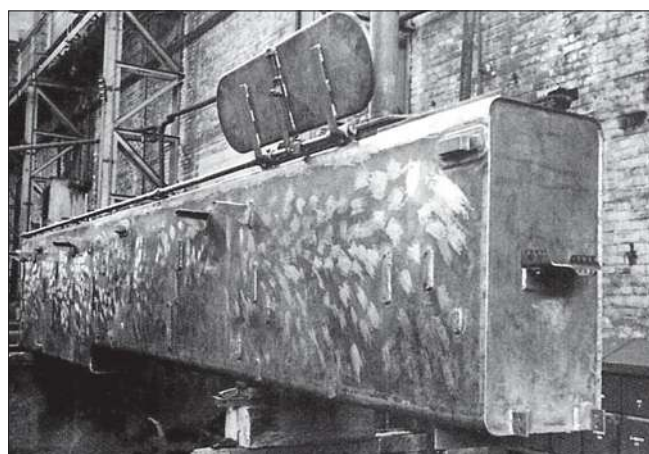
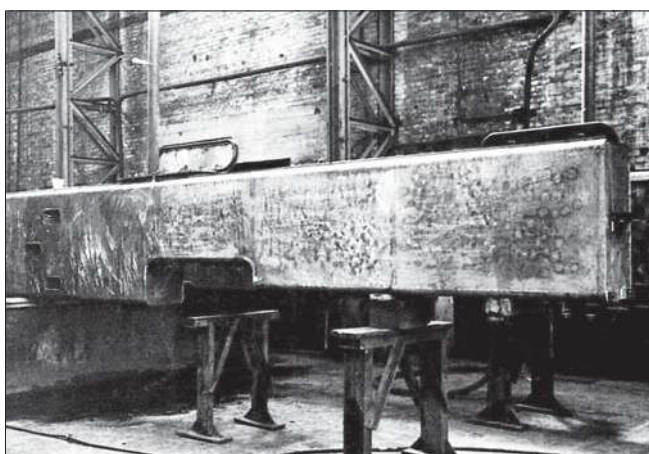
Hinterer Kohlen- und Wasserkasten für die Loks der Baureihe 82 bei der Herstellung (vollständige Schweißkonstruktion).

FOTO: VERLAGSARCHIV



WERKFOTO: KRAUSS-MAFFEI

Vollständig geschweißter seitlicher Wasserkasten für die Lokomotiven der Baureihe 65 mit seiner komplizierten Form.



FOTOS: VERLAGSARCHIV

Vollständig geschweißter Wasserkasten (links außenseitig, rechts innenseitig) für eine Lok der Baureihe 82.



Führerstand und Indusi-Magnet an der 41 241. Man beachte die verschiedenen Leitungen; sie sind zum leichteren Ein- und Ausbau der Teile mit Steckern versehen.

Induktive Zugsicherung (Indusi)

Bei Geschwindigkeiten über 120 km/h müssen die Lokomotive und die Strecke mit selbsttätig arbeitenden Vorrichtungen ausgerüstet sein, die auch ohne Mitwirkung des Lokführers bei „Halt“ zeigendem Hauptsignal den Zug zum Stehen bringen. Dies bewirkt die induktive Zugsicherung (Indusi), auch Zugbeeinflussung genannt. Bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft war die Indusi der Dreifrequenzbauart üblich. Ein an der Lokomotive befestigter Fahrzeugmagnet strahlt drei verschiedene Wechselstromfrequenzen ab: 500, 1000 und 2000 Hz. Neben dem Gleis liegen die Gleismagnete, die keine eigene Stromquelle besitzen und deren Schwingungskreis durch Magnetspule und Kondensator jeweils auf eine der drei Frequenzen des Fahrzeugmagneten abgestimmt ist. Wenn durch Signal kei-

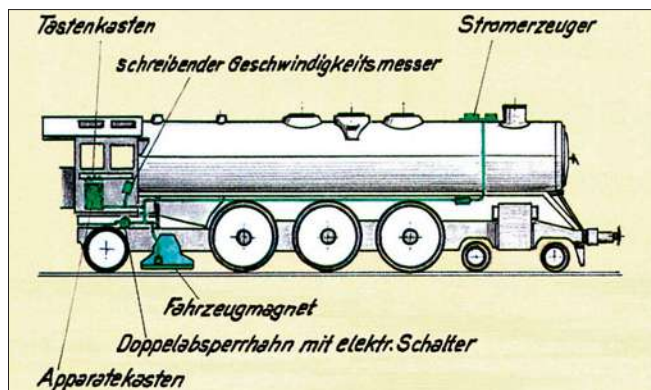
ne Befehle übermittelt werden, ist der Kondensator kurzgeschlossen und der Gleismagnet unwirksam. Die drei Frequenzen bewirken folgendes:

Die Frequenz von 500 Hz dient zur Geschwindigkeitsüberwachung an bestimmten Punkten der Strecke. Ein 500-Hz-Magnet liegt auch 500 m vor dem Hauptsignal. Wenn die Lokomotive an dieser Stelle bei in Warnstellung befindlichem Vorsignal noch mit mehr als 65 km/h fährt, tritt eine Zwangsbremse ein. Die Frequenz von 1000 Hz dient zur Überprüfung der Wachsamkeit des Lokführers am Vorsignal und an Langsamfahrstellen. Auf ein in Warnstellung befindliches Vorsignal reagiert die Indusi mit einem Hupen und löst nach 5 Sekunden eine Zwangsbremse aus. Der Lokführer kann die Zwangsbremse durch Bedienen der Wachsamkeitstaste verhindern.

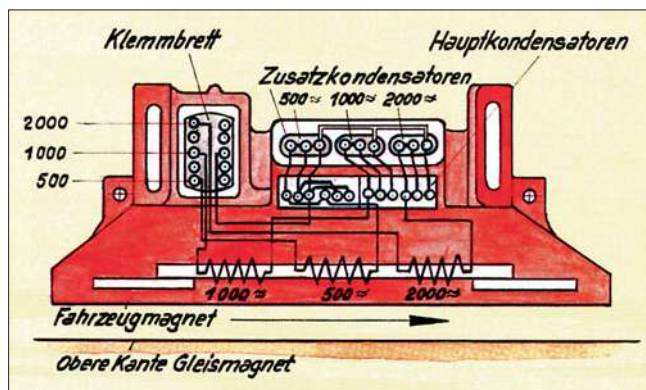
Die Frequenz von 2000 Hz bewirkt eine Zwangsbremse am Halt zeigenden Hauptsignal und vor Wegübergängen mit offenen Schranken.

Wenn die Kraftfelder des Triebfahrzeugmagneten auf einen empfangsbereiten Gleismagnet treffen, wird durch Induktion die Stromstärke des Triebfahrzeugstromkreises geschwächt, wodurch über Relais und Kontakte die Lokomotive beeinflusst wird.

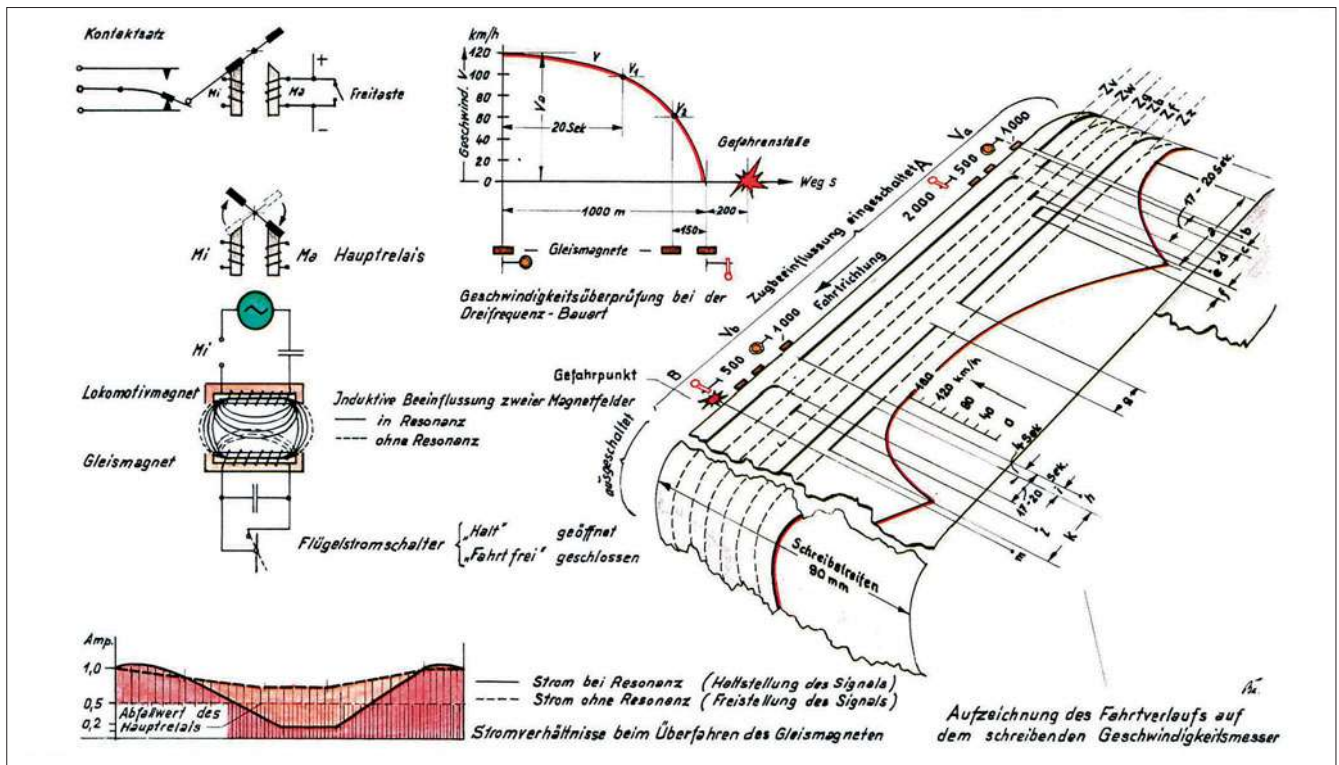
Jeder der drei Wechselstromkreise des Triebfahrzeugmagneten hat ein eigenes Hauptrelais. Die erforderliche Energie liefert die Lichtmaschine der Lokomotive, die mit einem Dreifrequenz-Wechselstromgenerator gekoppelt ist. Außer dem Wechselstromkreis besteht noch ein Gleichstromkreis. Die Relais liegen in der Betriebslage am Wechselstromkreis an. Erst wenn ein Befehl nicht beachtet



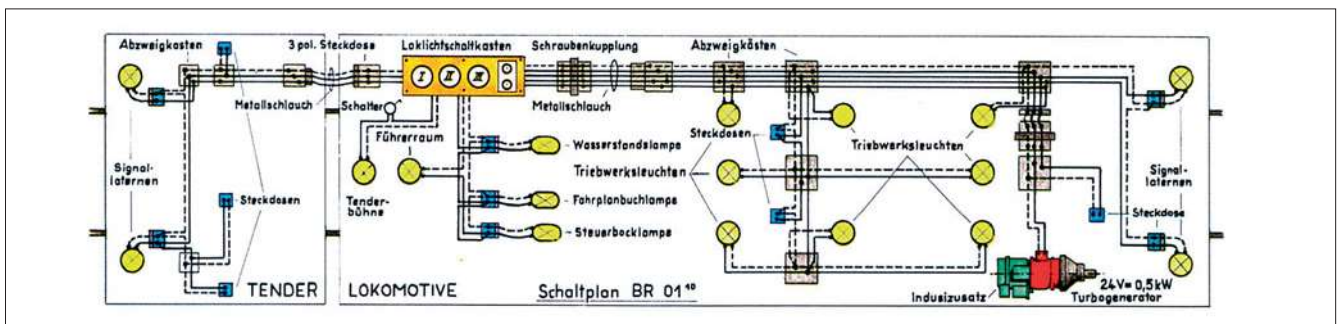
Anordnung der Zugbeeinflussungseinrichtung (Indusi) an der Lokomotive.



Detail des Fahrzeugmagneten: Schaltung des Fahrzeugmagneten der induktiven Zugbeeinflussung.

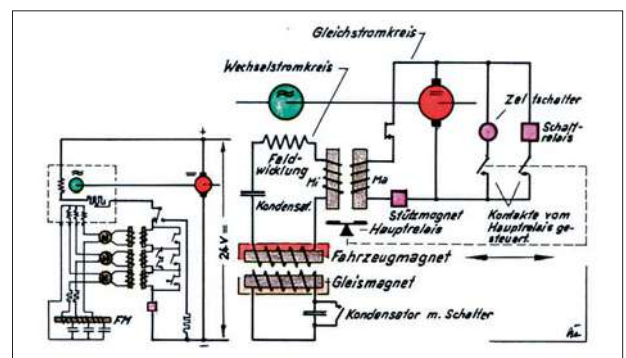


Indusi = Induktive Zugsicherung; Wirkung und Indusistreifen des schreibenden Geschwindigkeitsanzeigers.



wurde und durch Induktion zwischen Triebfahrzeug- und Gleismagneten die Wechselstromstärke (auf weniger als die Hälfte) absinkt, kippt das angesprochene Relais auf die Gleichstromseite und veranlasst die Einwirkung auf die Lokomotive. In der Führerhausseitenwand (auf der Führerseite) ist der Apparatkasten untergebracht. Der Tastenkasten innerhalb des Führerhauses, mit dem Apparatkasten verbunden, hat eine Wachsamkeits-, eine Frei- und eine Befehlstaste. Die Wachsamkeitstaste muss vom Lokführer innerhalb von 5 Sekunden nach Überfahren des Gleismagneten am in Warnstellung befindlichen Vorsignal gedrückt werden. Dadurch kann er die Einwirkung der Indusi auf die Bremse aufheben. Nach dem Drücken der Wachsamkeitstaste leuchtet die gelbe Lampe auf, wenn eine Beeinflussung durch den Gleismagneten eingetreten ist. Sie erlischt, wenn die Geschwindigkeitsprüfung beendet ist und zeigt

Schaltplan der elektrischen Einrichtungen auf Lokomotive und Tender sowie Grundschemata für die Indusi.



dem Lokführer an, dass inzwischen das Hauptsignal „Fahrt frei“ zeigt und die Geschwindigkeit erhöht werden kann. Die Befehlstaste muss gedrückt werden, wenn auf Befehl ein „Halt“ zeigendes Hauptsignal überfahren wird.

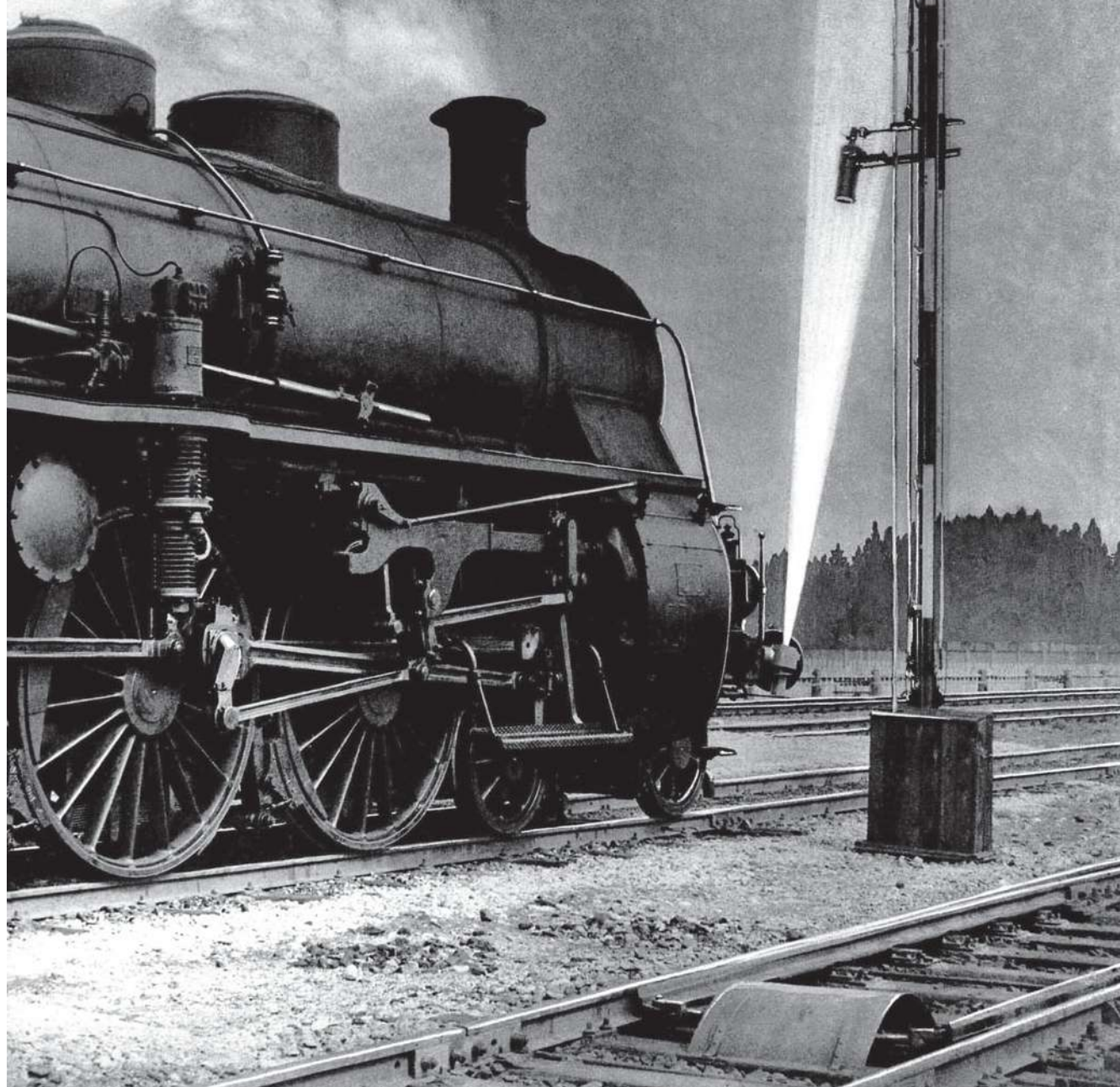
Mit der Freitaste kann der Lokführer nach erfolgter Zwangsbremmung den Betriebszustand wieder herstellen. Die Indusi ist mit einem schreibenden Geschwindigkeitsmesser verbunden, der auf einem Papierstreifen außer der Schauli-

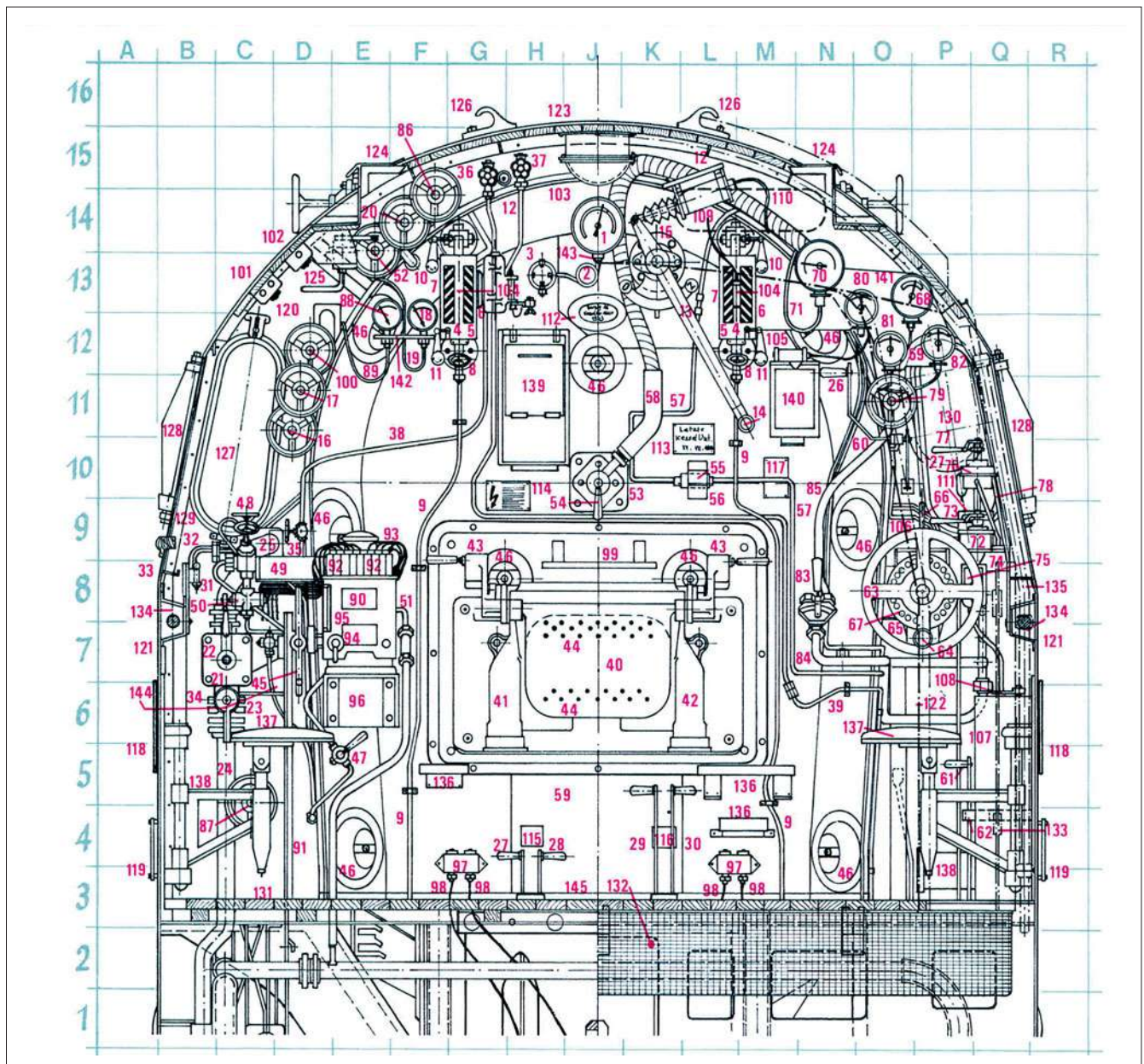
nie für die Geschwindigkeit die Vorgänge der Zugbeeinflussung aufzeichnet. Außer der gelben Lampe ist im Tastenkasten noch eine blaue Lampe zur Frequenzüberwachung. Sie erlischt, wenn sich die Frequenzen so weit ändern, daß die Indusi unwirksam wird. Gleichzeitig ertönt eine Luftpfeife. Bis die blaue Lampe wieder aufleuchtet und die Pfeife verstummt, darf die für Fahrten ohne Indusi vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit nicht überschritten werden.



Der Indusi-Kasten dieser P 8 bedingte eine Änderung der Führerhaus-Seitenwand. Eingebildet oben rechts: Die Indusi hatte nicht nur auf die Bremse Einfluss; ein von ihr gesteuerter Druckluftkolben schloss bei einer Schnellbremsung selbsttätig den Regler.

Unter den zahlreichen Versuchen der DRG für die Zugsicherung erreichte die sog. „Opsi“ = „Optische Zugsicherung“ eine gewisse Verbreitung (1935 waren damit 564 km zweigleisiger Strecken ausgerüstet!). Vorne auf der Lok war ein Lichtsender eingebaut, der zerhacktes Licht aussandte, um das Tageslicht auszuschalten, und am Signal ein sog. „Tripelspiegel“, der die Strahlen der Lok zurücksandte. Eine lichtempfindliche Selenzelle übertrug dann über eine Verstärkeranlage den Strom, der die gewünschte Wirkung auf der Lok auslöste.





A) Dampfmaschine: Überwachung und Bedienung des Kessels

- 1 Kesselmanometer (J14)
- 2 Dampfleitung zum Kesselmanometer (J13)
- 3 Anschluß für Prüfmesser (H13)
- 4 Wasserstandanzeiger (G12+L12)
- 5 Wasserstandschutzkorb (G12+L12)
- 6 NW-Marke (Niedrigster zulässiger Wasserstand) (G13+M13)
- 7 Wasserstandshintergrund (schräglert) (F13+L13)
- 8 Entleerungshahn des Wasserstandanzeigers (G12+M12)
- 9 Entleerungsleitung des Wasserstandanzeigers (M10+F9+M4+F4)
- 10 oberer Prüfhahn (Dampf) des Wasserstandanzeigers (F13+M13)
- 11 unterer Prüfhahn (Wasser) des Wasserstandanzeigers (F12+M12)
- 12 Zug für Anlieflhebel der Sicherheitsventile (G14+L15)
- 13 Reglerhandhebel (L13)
- 14 Handgriff des Reglerhandhebels (M11)
- 15 Reglerstopfbuchse (K14)
- 16 Handrad für das Anstellventil des Hilfsbläfers (D10)
- 17 Handrad für das Anstellventil der Speisepumpe (D11)
- 18 Druckmesser für die Speisepumpe (Hubanzeige der Pumpe) (F12)
- 19 Leitung für den Speisepumpendruckmesser (F12)
- 20 Handrad für das Anstellventil der Dampfleitung zur Strahlpumpe (E14)
- 21 Dampfstrahlpumpe (B6)
- 22 Handgriffregulierspindel der Strahlpumpe (B7)
- 23 Wasserhahn der Strahlpumpe (C6)
- 24 Saugleitung zur Strahlpumpe (B5)
- 25 Frischdampfleitung zur Strahlpumpe (C9)
- 26 Zug für die Dampfleitung (N11)

- 27 Zug für die vordere Luftklappe des Aschkastens (G4)
- 28 Zug für die hintere Luftklappe des Aschkastens (G4)
- 29 Zug für die vordere Bodenklappe des Aschkastens (G4)
- 30 Zug für die hintere Bodenklappe des Aschkastens (G4)
- 31 Belüftungsventil der Speisepumpe (B8)
- 32 Luftleitung zur Speisepumpe (B9)
- 33 Anstellventil des Gestra-Abschlammventils (A8)
- 34 Luftleitung zum Gestra-Abschlammventil (B6)
- 35 Anstellventil der Dampfleitung zum Anwärmen der Saugwasserkupplung (D9)
- 36 Anstellventil für Fußbodenheizung am Heizerstand (G15)
- 37 Anstellventil für Fußbodenheizung am Führerstand (H15)
- 38 Dampfleitung zur Fußbodenheizung Heizerstand (E10)
- 39 Dampfleitung zur Fußbodenheizung Führerstand (N6)
- 40 Feuertür Bauart Marcotty (J7)
- 41 Lüftungsschacht links (G6)
- 42 Lüftungsschacht rechts (L6)
- 43 Feuertürbetätigungshebel mit Gegengewicht (G9+L9)
- 44 Belüftungslöcher (G6+G7)
- 45 Kipprostfeldspindel (C6)
- 46 Waschlöcher 65/50 LON 2129 (E3+D9+E12+N12+O9+N3+G8+K8+J12)
- 47 Absperrhahn (E5)
- 48 Mehrfachventil für die drei Spritzen (C9)
- 49 Halter für Spritzhähne (C8)
- 50 Umstellhahn für Bedienung der Kohlspritze am Tender oder der Spritzschlauchs (B8)
- 51 Spritzschlauch (B8)
- 52 Handrad für das Anstellventil des Dampfbläfers (F13)
- 53 Dampfbläserverteilerkopf (K10)
- 54 Hebel des Dampfbläserverteilerkopfes (H10)
- 55 Druckknopfventil des Dampfbläfers (L10)
- 56 Sicherungsklappe des Druckknopfventils (L10)

- 57 Luftleitungen zum Druckknopfventil (M9+K11)
- 58 Dampfleitung zum Dampfbläser (K11)
- 59 Kesselbekleidung (Stehkessel) (H5)
- 60 Anstellventil für das Läutewerk (Preßluftglocke) (N10)

B) Dampfmaschine: Zylinder und Steuerung

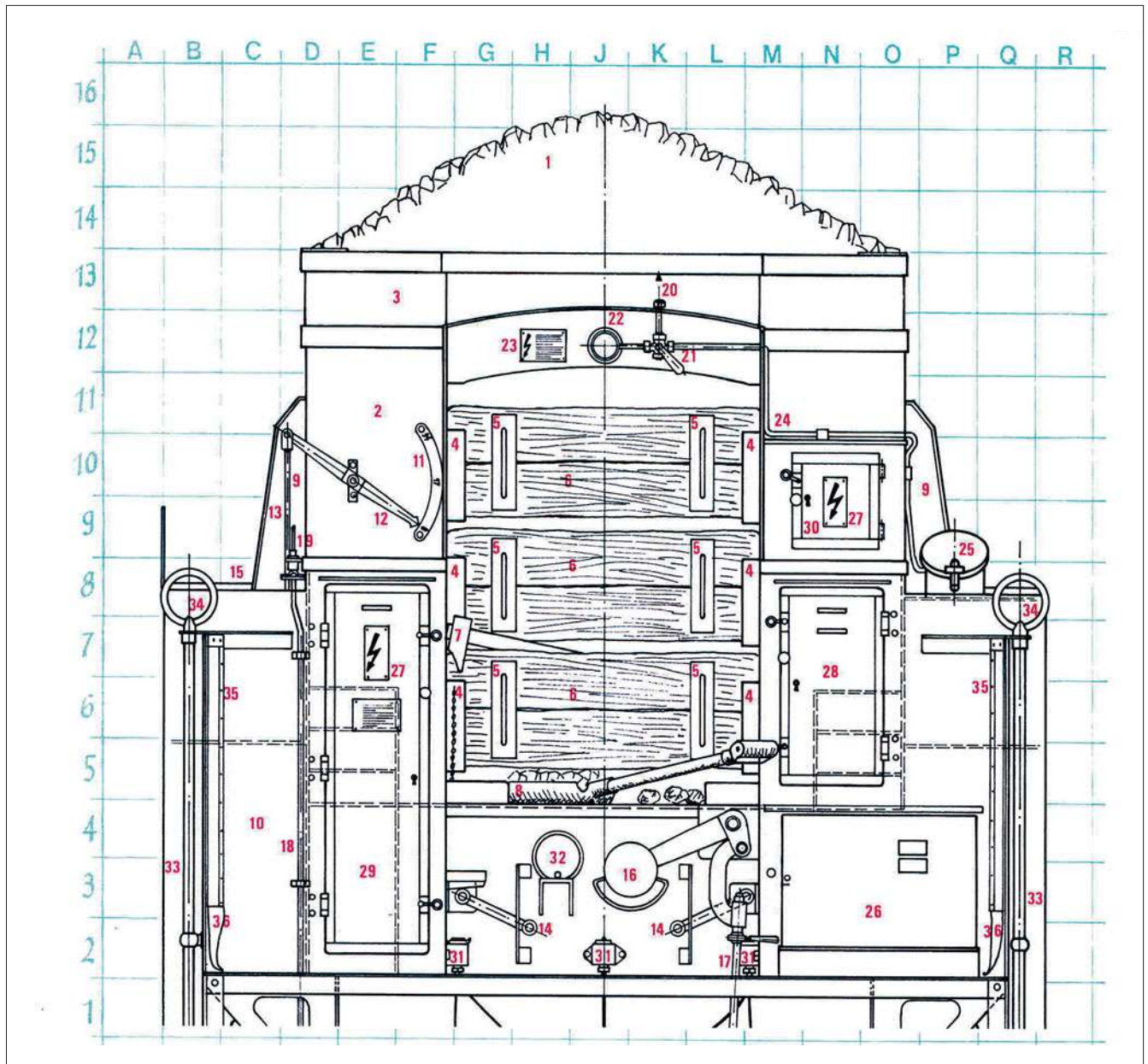
- 61 Handzug für die Zylinderentwässerungsventile (P5)
- 62 Halter des Handzugs (Q4)
- 63 Steuerrad (O8)
- 64 Steuerradhandgriff (P7)
- 65 Steuerbock (O7)
- 66 Klinke zum Festhalten der Steuerung (P9)
- 67 Klinkenaufnahmescheibe des Steuerrades (N7)
- 68 Pyrometer (Ferntemperaturmesser) (P13)
- 69 Leitung zum Pyrometer (P12)
- 70 Schieberkastenmanometer (N13)
- 71 Leitung zum Schieberkastenmanometer (M13)

C) Bremse

- 72 Führerbremsventil (Q9)
- 73 Führerbremshebel (P9)
- 74 Führerbremsventilhalter (Q8)
- 75 Leitungsdruckregler (R8)
- 76 Zusatzbremsventil (P10)
- 77 Zusatzbremshebel (P10)
- 78 Zusatzbremshalter (R10)
- 79 Handrad für das Anstellventil für die Luftpumpe (P11)
- 80 Druckmesser für die Hauptluftbehälter (O13)
- 81 Druckmesser für die Hauptluftleitung (O12)
- 82 Druckmesser für die Bremszylinder (P12)
- 83 Sandsteuerhebel (M8)
- 84 Luftleitung zum Sandsteuerventil (M7)
- 85 Luftleitung vom Sandsteuerventil (N10)

D) Dampfheizung

- 86 Handrad zum Anstellventil der Dampfheizung (Hauptabsperrierschieber) (F15)



ZEICHNUNGEN (2): B. HUGENIN

- 87 Umschaltventil für die Zugheizung (Vorwärts/Rückwärts) (B4)
 88 Druckmesser für die Dampfheizung (E13)
 89 Leitung zum Heizungsdruckmesser (E12)
E) Schmierung
 90 Boschsmierpumpe (E8)
 91 Antrieb der Boschsmierpumpe (D4)
 92 Druckleitungsanschlüsse (D8+E8)
 93 kupferne Druckleitungen (E9)
 94 Dreiweghahn der Boschpumpe (E7)
 95 Ölstandanzeiger der Boschpumpe (E8)
 96 Boschpumpenhalter (E6)
 97 Dichtschierngefäße für Kupplungsbolzen (F3+L3)
 98 Schmierleitungen zu den Kupplungsbolzen (F3+G3+L3+M3)
 99 Gestell für Ölkanne oder Handschmierpresse (J9)
F) Beleuchtung
 100 Handrad für das Anstellventil der Lichtmaschine (E11)
 101 Stromkreiskasten mit Sicherungen (C13)
 102 Schaltkasten für die Indusi (Sicherungen) (C14)
 103 Deckenleuchte (H14)
 104 Wasserstandleuchte (G13+M13)
 105 Fahrplanbuchleuchte (M12)
 106 Steuerbockleuchte (O9)
G) Zugbeeinflussung (Indusi)
 107 Schaltkasten für die Indusi (Relaiskasten) (O6)
 108 Befehlstaste (P7)
 109 Reglerschließvorrichtung (L15)
 110 Luftleitung zur Reglerschließvorrichtung (L15)
 111 Geschwindigkeitsanzeiger (Deuta-Apparat) (P10)
H) Schilder
 112 Kessel-Fabrik Schild (H12)
 113 Kesseluntersuchungsschild (K19)
 114 Warnschild (Benutzung der Spritze unter der Fahrleitung) (H10)
 115 Luftklappenschild (Aschkasten) (H4)

- 116 Bodenklappenschild (Aschkasten) (K4)
 117 Bedienungsschild für den Dampföler (M10)
 118 DB-Schild (A5+R5)
 119 Betriebsnummernschild (A3+R3)
J) Bauart des Führerhauses, sonstiges
 120 Führerhausvordach (D13)
 121 Führerhausseitenwand (A7+R7)
 122 Führerhausrückwand (P6)
 123 Führerhausdecke (H16)
 124 Lüftungshaube im Führerhausdach (E15+N15)
 125 Zug für die Lüftungskappen (D13)
 126 Haken zum Abheben des Führerhauses (G16+L16)
 127 drehbare Vorderfenster in der Stirnwand (B10+P10)
 128 seitliche Windschutzscheiben (B11+Q11)
 129 Seitenfenster (Fest- und Schiebefenster) (B9+Q9)
 130 Feste Rückwandfenster (P11)
 131 Führerhausboden (Holzverkleidung) (C3)
 132 Tenderbrücke (J3)
 133 Führerhaustür (R4)
 134 Handstangen an den Führerhausseitenwänden (A8+R8)
 135 Handstangen an den Führerhausrückwänden (R8)
 136 Fußritze (F5+L4+L5)
 137 Klappsitze (C6+N6)
 138 drehbarer Halter für die Klappsitze (B5+P3)
 139 Wärmehaube für Speisen und Öl (H11)
 140 Fahrplanbuchhalter (M11)
 141 Halter für Druckmesser (Pyrometer, Schieber und Bremsdruckmesser) (O13)
 142 Halter für Druckmesser (Speisepumpe und Heizung) (F11)
 143 Halter für Kesselmanometer (H13)
 144 Halter für die Strahlpumpe (A6)
 145 Bodenklappe zu den Kupplungsbolzen (J3)

- 1 Kohlen (max. zulässige Ladehöhe) (H15)
 2 Kohlenkasten (Fassungsvermögen 10 t) (E11)
 3 Kohlenkastenaufsatz (E13)
 4 Halterung für Kohlenschutzbreter (F10+L10+F8+L8)
 5 Handgriffe der Kohlenschutzbreter (G11+K11)
 6 abnehmbare Kohlenschutzbreter (H10+H8+H6)
 7 Hammer (F7)
 8 Kohlenschaufel auf Kohlenentnahmestelle (H5)
 9 Kohlenkastenverstreber (D10+O10)
 10 Wasserkasten (Fassungsvermögen 34 cbm) (C4)
 11 Skala des Wasserstandanzeigers (F10)
 12 Zeiger des Wasserstandanzeigers im Tender (E9)
 13 Gestänge zur Schwimmereinrichtung (C9)
 14 Zug mit Handhebel zum Tenderabsperrentil (H2+K2)
 15 Wassereinfuhr als Langloch (480 x 880 mm) (C8)
 16 Gegengewicht der Wurfhebelhandbremse (K3)
 17 nachstellbare Spindel der Wurfhebelhandbremse (L2)
 18 Luftleitung zum Auslöseventil (D4)
 19 Auslöseventil der Tenderbremse (D9)
 20 Wasserleitung zur Lok (Spritzeinrichtungen) (K13)
 21 Dreiweghahn der Tenderspritze (K12)
 22 Tenderbrause (J12)
 23 großes Warnschild (Warnung bei Benutzung der Schürgeräte und der Kohlenspritze unter der Fahrleitung) (H12)
 24 Wasserleitung zum Einfüllrohr für Speisewasserenthärtungsmittel (M12)
 25 Einfüllrohr für Speisewasserenthärtungsmittel (R9)
 26 Spezialbehälter für Speisewasserenthärtungsmittel (Soda-Nalco/ Soda-Disco) (N3)
 27 kleines Warnschild (vgl. Nr. 23) (E9+N9)
 28 mittlerer Schrank (große Ölkanne) (N7)
 29 großer Schrank (Kohlenschaufel, Besen, Kleidung) (E3)
 30 kleiner Schrank (kleine Ölkanne) (M9)
 31 Schmiergefäß mit Schmierleitungen zum Kuppelkasten (F2+L2)
 32 Rohr für die Feuergeräte (H3)
 33 Handstangen zum Besteigen des Tenders (B3+Q3)
 34 Handgriffe (B8+Q8)
 35 Tendertür (beweglich) (C6+R6)
 36 Gummileinwand (als Abdichtung) (B2+Q2)

Bedienungselemente an der Vorderwand eines Tenders 2'2'T 34 (Maßstab 1:20).



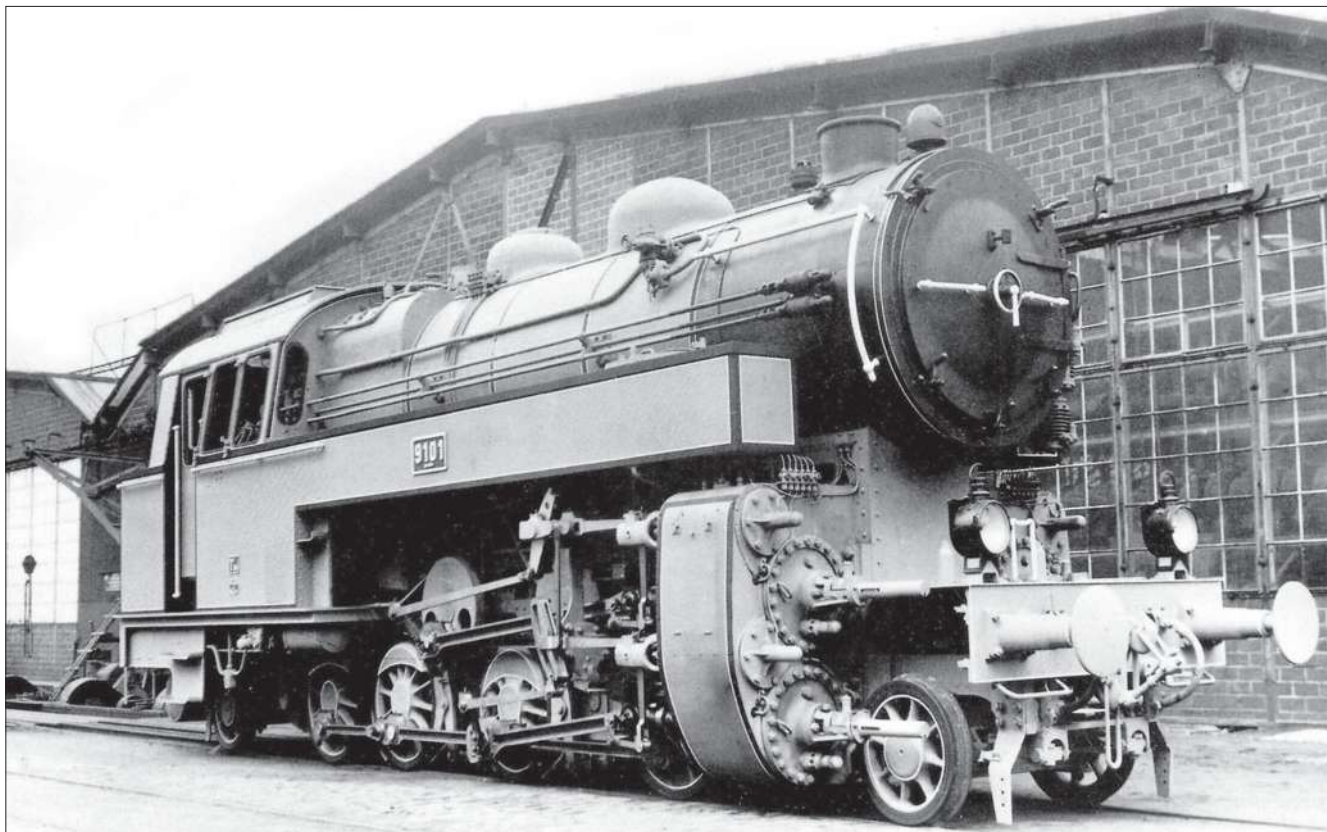
FOTO: M. WEISBRÖD

Das Führerhaus – der Arbeitsplatz von Lokführer und Heizer. 141 km liegen hinter dem Personal der Saalfelder 010520, die in Leipzig wendet; 141 km stehen noch bevor.



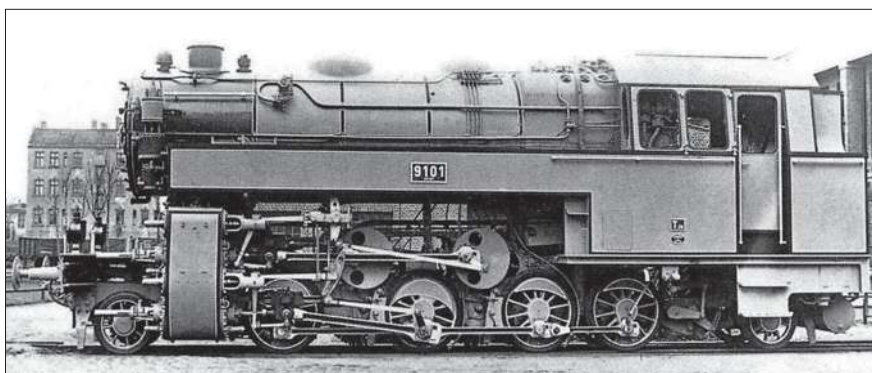
Schmutzige Arbeit, die aber
immer wieder Spaß machte.
Wer kann das Gleiche heute
noch von einem so genannten
modernen Beruf behaupten?

FOTO: M. DELIE



Die letzte für die Preußischen Staatseisenbahnen gebaute Zahnradlokomotive war die (T 28) Erfurt 9101 (ab 1925: 97 401), von der nur ein Exemplar entstand (Borsig 10781/1921). Die Maschine war für das System Abt ausgelegt. Sie lief seit 1929 mit ausgebautem Zahnradtriebwerk bei der Eutin-Lübecker Eisenbahn und der Brandenburgischen Städtebahn.

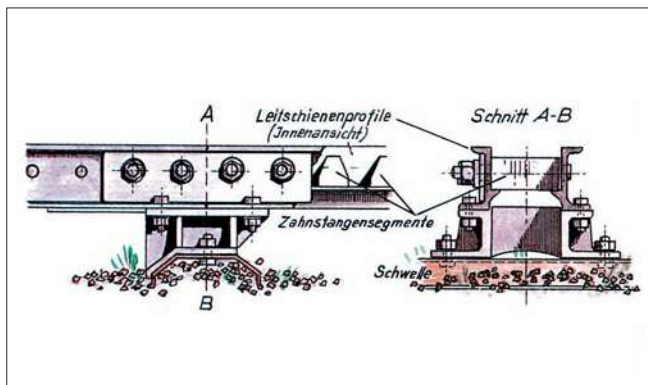
Sonderbauarten mit Stephenson-Kessel



Ansicht der (T 28) Erfurt 9101 von der Heizerseite.

In diesem Kapitel werden normalspurige Dampflokomotiven (1435 mm Spurweite) deutscher Eisenbahnen behandelt, die unter Beibehaltung des üblichen Lokomotivkessels Stephensonscher Bauart

- Hilfsantriebe zum Überwinden großer Steigungen besaßen (Zahnradlokomotiven);
- durch höhere Dampfspannung einen besseren Wirkungsgrad und niedrige Verbrauchswerte erstrebten (Mitteldrucklokomotiven);



Zahnstange System Bissinger-Klose.

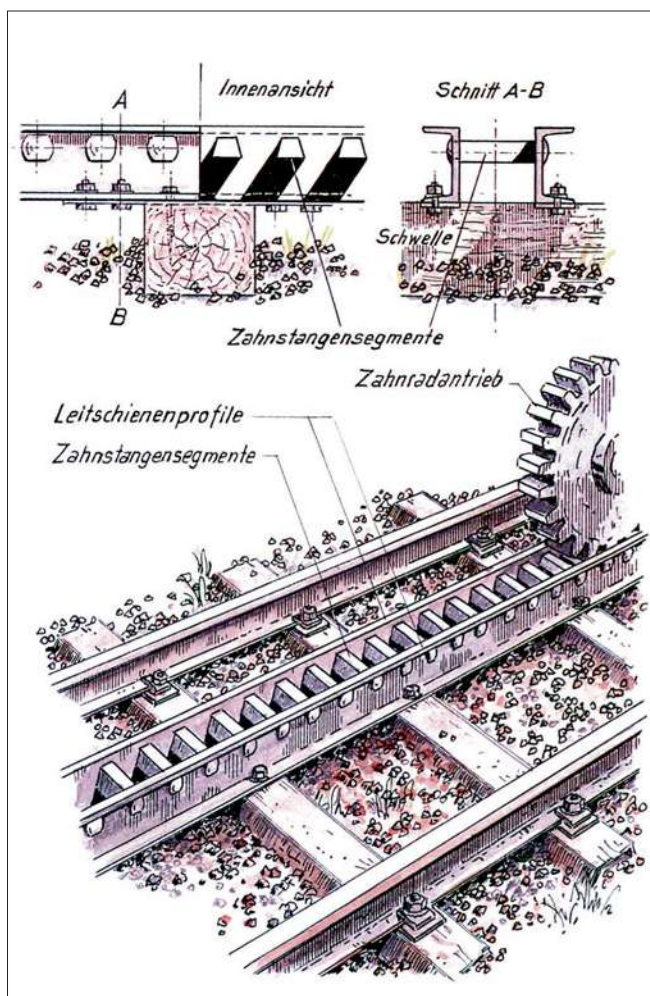


Ansicht einer gefederten Zahnstangeneinfahrt nach System Riggenbach.

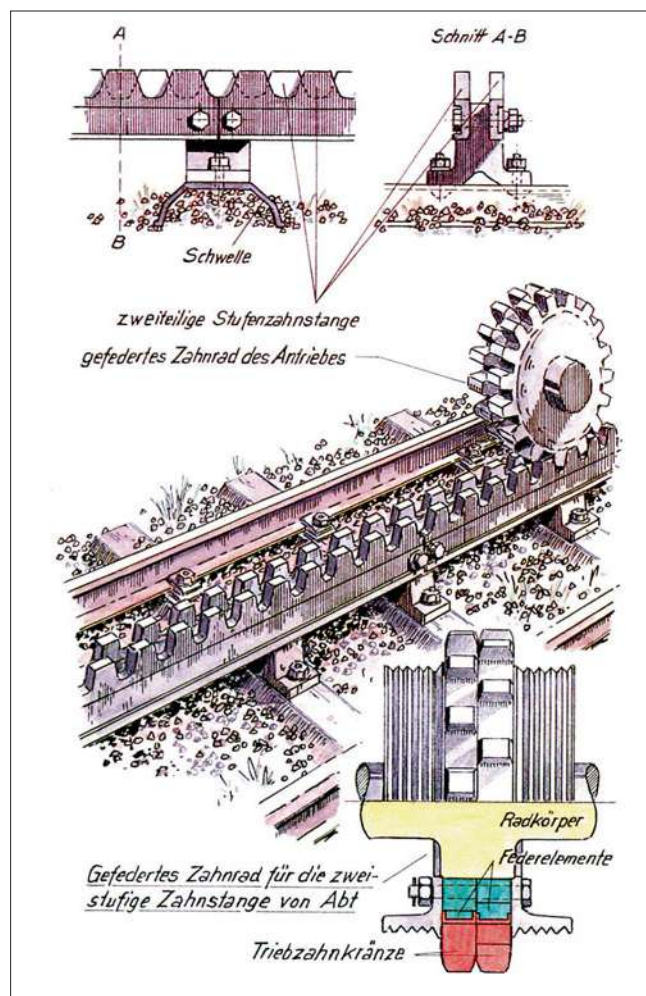


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Im Rheintal bei Boppard beginnend, steigt die Zahnstangenstrecke über Buchholz bis Kastellaun im Hunsrück. Die 97 005 fährt von Buchholz talwärts nach Boppard.

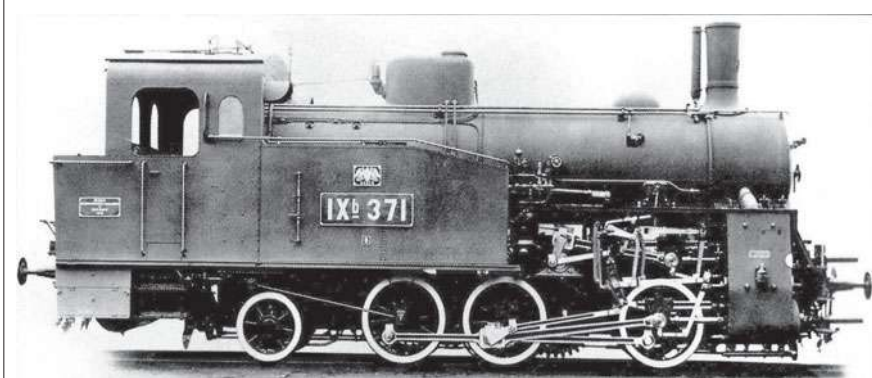


Zahnstange System Riggenbach.

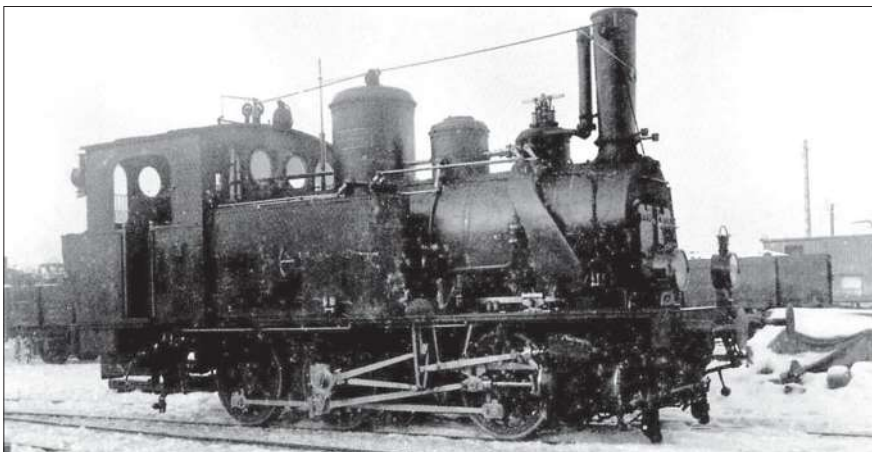


Bauweise und Funktion des Zahnstangensystems Abt.

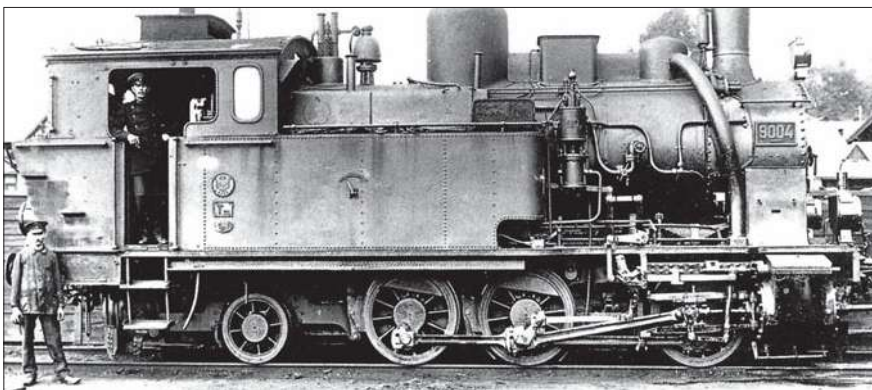
ZEICHNUNGEN (4): R. BARKHOFF



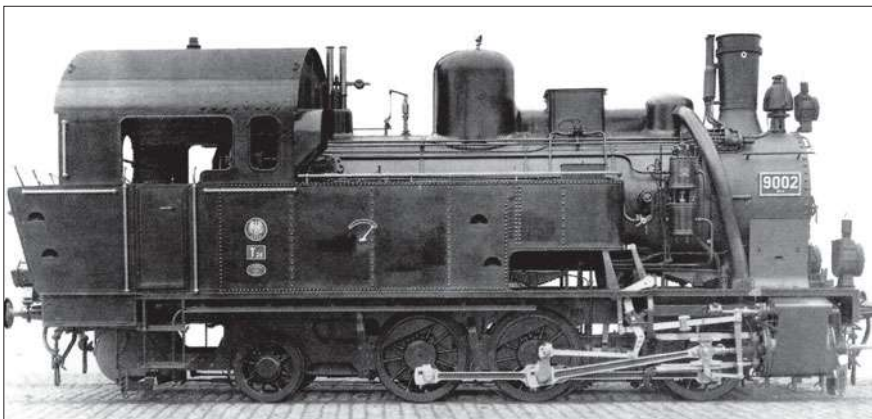
Badische Zahnradlokomotive der Gattung IX b¹, Bahnnummer 371 (Esslingen 3546/1910), die spätere 97 203. In dieser Ausführung besaß die Lokomotive noch einen Clench-Gölsdorf-Dampftrockner, der aber 1916 wegen Rostschäden wieder ausgebaut worden ist. Lokomotiven dieser Gattung fuhren auf der Höllentalbahn im Streckenabschnitt Hirschsprung – Hinterzarten auf Zahnstangen des Systems Bissinger.



Baden begann den Betrieb auf der Zahnstangenstrecke von Hirschsprung nach Hinterzarten im Jahre 1887 mit diesen kleinen, dreifach gekuppelten Zahnradlokomotiven der Gattung IX a.



Die preußischen Zahnradlokomotiven für den Betrieb auf den Zahnstangenstrecken in Thüringen zählten zum Bestand der Direktion Erfurt. Die (T 26) Erfurt 9004 auf unserem Bild wurde 1904 von Borsig gebaut. Die Deutsche Reichsbahn zeichnete sie 1925 in 97 006 um; fünf Jahre später stellte die DR den Zahnradbetrieb auf den Strecken im Bereich der RBD Erfurt ein.



- durch Rückgewinnung des Abdampfes für das Durchfahren langer Strecken ohne Wasserfassen geeignet waren (Kondensationslokomotiven);
- die Rauchgase zur Speisewasservorwärmung ausnutzten, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern (Franco-Crosti-Lokomotiven);
- auf die übliche Schiebersteuerung verzichteten (Ventilsteuerungen);
- anstelle der traditionellen Kolbendampfmaschine andere Antriebssysteme hatten (Turbinen-, Dampfmotorlokomotiven) oder
- in anderer Art in bestimmten Baugruppen von den Lokomotiven üblicher Bauart abwichen.

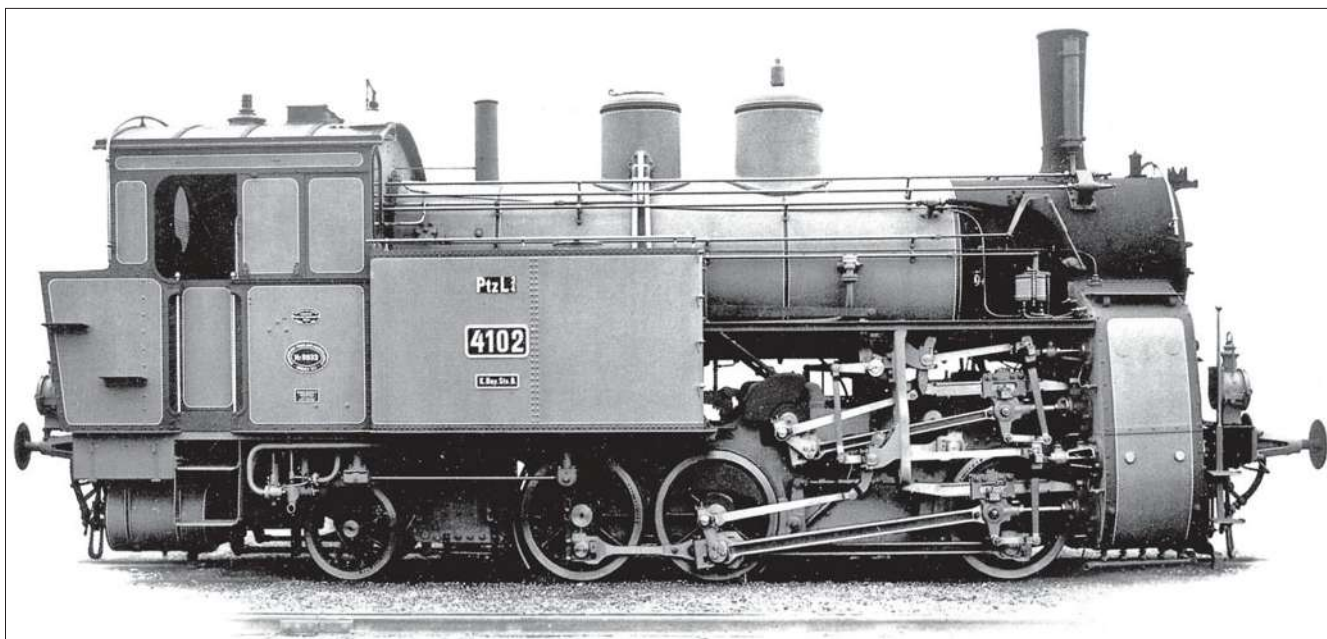
Zahnradlokomotiven

Die in Deutschland eingesetzten normalspurigen Zahnradlokomotiven waren für gemischten Zahnrad- und Adhäsions-(Reibungs-)Betrieb ausgelegt. In der Ebene oder auf mäßigen Steigungen fuhren sie wie normale Dampflokomotiven und bewegten sich durch den Antrieb der gekuppelten Radsätze. Erst beim berg- oder talseitigen Befahren von Steilstrecken wurde die Zahnradmaschine zugeschaltet, deren Triebzahnrad (oder Triebzahnräder) in eine zwischen den Gleisen verlegte Zahnstange eingriff.

Am 21. Mai 1871, an seinem 55. Geburtstag, hatte der Schweizer Nikolaus Riggensbach (21. Mai 1817 – 7. Juli 1899) die von ihm gebaute erste Zahnradbahn Europas auf den Rigi eröffnet. Es war eine reine Zahnradbahn (ohne Adhäsionsbetrieb). In der weiteren Entwicklung waren es vor allem Schweizer Ingenieure, denen die Vervollkommenung der Zahnradbahnen zu verdanken ist.

Roman Abt (16. Juli 1850 – 1. Mai 1933) war von Riggensbach zum ersten Konstrukteur und Bürochef seiner „Internationalen Gesellschaft für Bergbahnen“ berufen worden. Abt entwickelte für die Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn im Harz ein Zahnradsystem, das erstmals in Europa gemischten Zahnrad- und Reibungsbetrieb möglich machte. 1885 konnte zwischen Blankenburg und Tanne der Betrieb mit elf

Zahnradlokomotive der preußischen Gattung T 26 (Baureihe 97°) für gemischten Zahnrad- und Reibungsbetrieb, System Abt. Die Lokomotive (Borsig 7461/1910) mit der Bahnnummer Köln 9002 war auf der Strecke Linz (Rhein) – St. Katharinen im Einsatz.

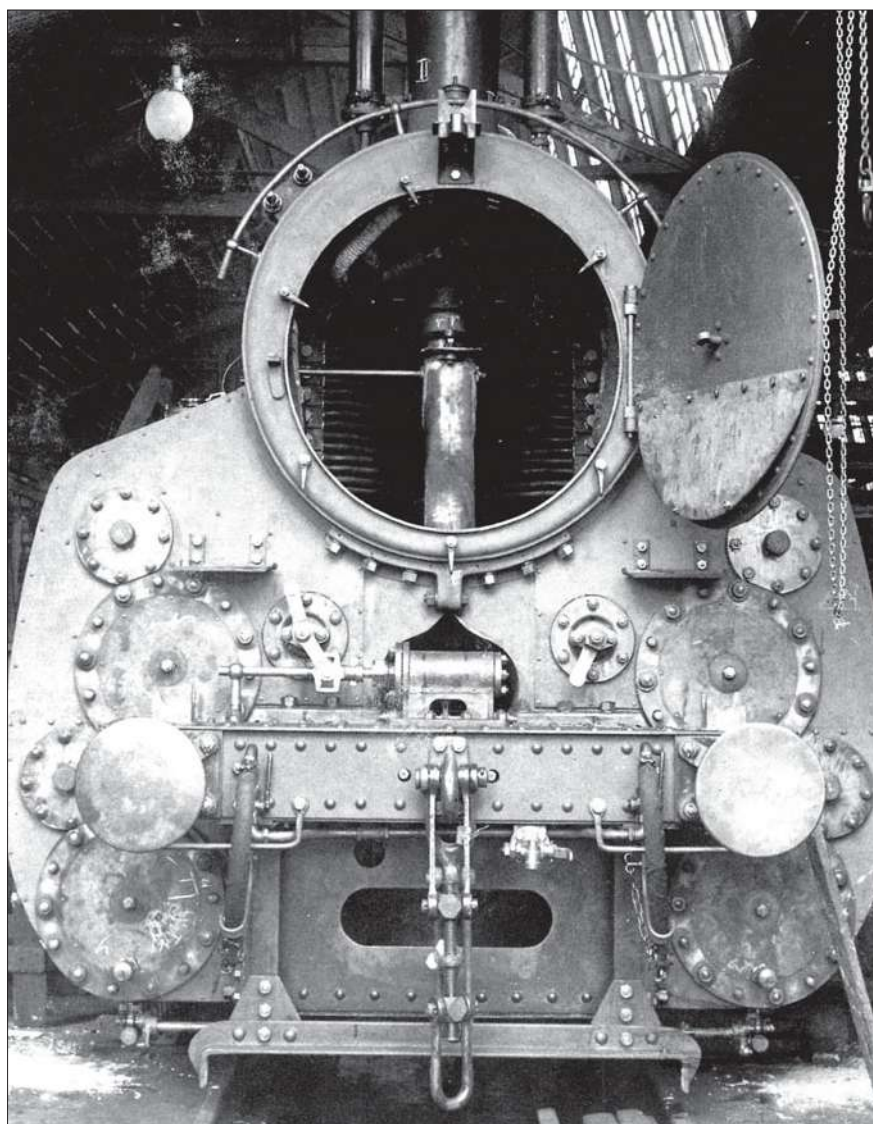


Die vier Lokomotiven der bayerischen Gattung PtzL 3/4, Baureihe 97¹, waren die einzigen Zahnradlokomotiven der Bayerischen Staatseisenbahnen und für das System Strub bestimmt. Die Maschinen mit den Bahnnummern 4101 bis 4103 besaßen Kleinrohrüberhitzer Bauart Schmidt, die Bahnnummer 4104 Großrohrüberhitzer.

Zahnstangenabschnitten aufgenommen werden. Weitere Pioniere der Zahnradbahnen waren Eduard Lochner-Freuler (15. Januar 1840 – 2. Juni 1910), der mit seinem System die Pilatusbahn erbaute, mit 480 ‰ die steilste Zahnradbahn der Welt. Emil Victor Strub (13. Juli 1858 – 12. Dezember 1909), auch ein Schweizer, verwirklichte bei der Jungfrau-Bahn ein Zahnstangensystem, das aus einer Synthese der Systeme Abt und Riggenbach bestand.

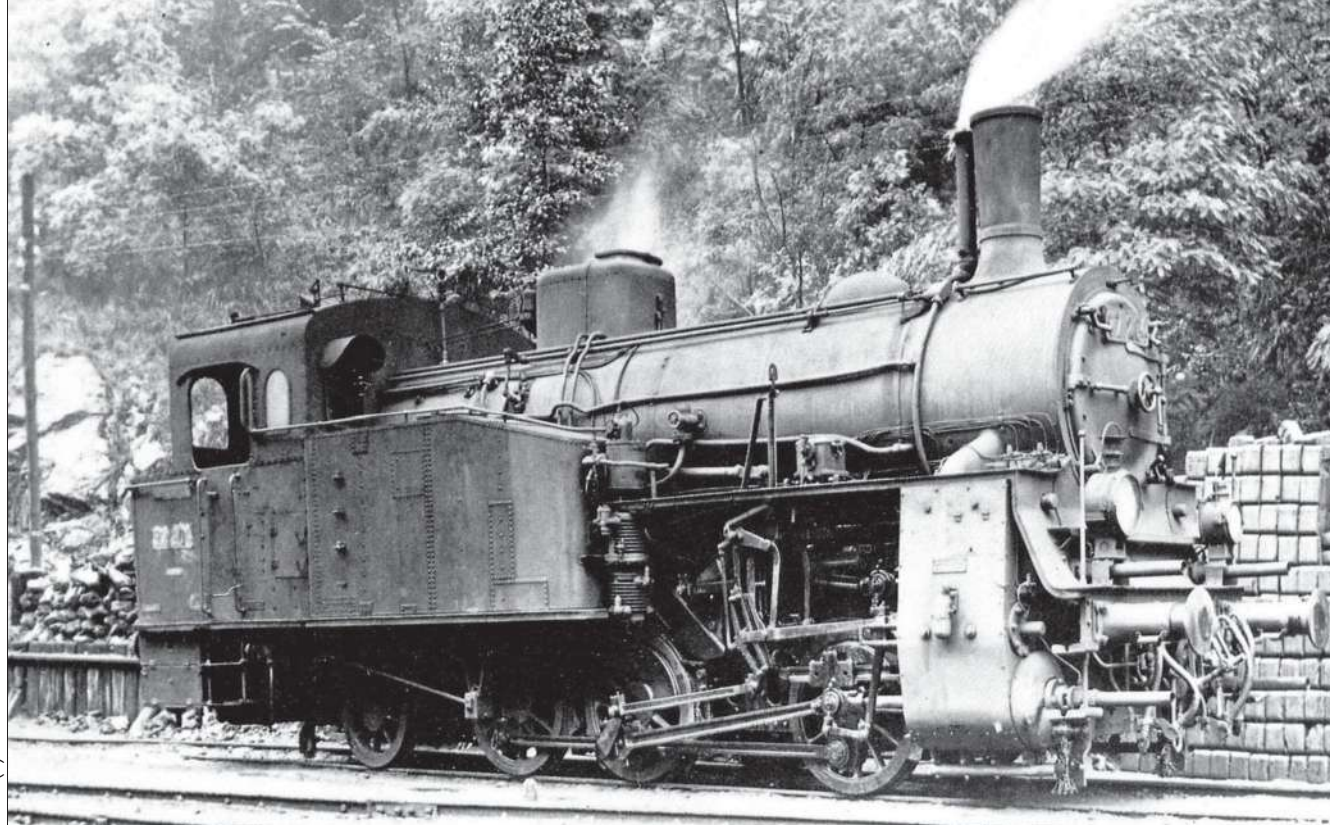
Adolph Klose (22. Mai 1844 – 3. September 1923), ein Sachse, bei der Königlich-Sächsischen Staatseisenbahn ausgebildet, hat sich als Königlicher Baurat bei der Generaldirektion der Königlich-Württembergischen Staatseisenbahnen, der er seit 1884 angehörte, nicht nur um die Entwicklung des Bogenlaufs mehrfach gekuppelter Lokomotiven, sondern zusammen mit Bissinger auch um die Entwicklung einer Leiterzahnstange (System Bissinger-Klose) verdient gemacht. Damit nicht genug. Klose hat zusammen mit Rudolf Diesel auch die erste Diesellokomotive der Welt erbaut.

Für deutsche Zahnradbahnen hat das System Abt die größte Bedeutung erreicht. Alle preußischen Strecken, so Blankenburg – Tanne, Schleusingen – Ilmenau, Suhl – Schleusingen, Boppard – Kastellaun, Linz – Seifen, um nur einige zu nennen, waren auf ihren Zahnradabschnitten mit Zahnstangen des Systems Abt ausgerüstet. Roman



Zylindergruppe für Reibungs- und Zahnradmaschine der bayer. PtzL 3/4 Bahnnummer 4104 (ab 1925: 97 104) mit Blick in die Rauchkammer.

FOTOS (2): ARCHIV KRAUSS-MAFFEI



Das zweite Baulos von Zahnradlokomotiven für die Höllentalbahn im Schwarzwald trug die Gattungsbezeichnung IX b² und wurde 1921 beschafft. Bei der Deutschen Reichsbahn erhielten die drei Lokomotiven die Betriebsnummern 97 251 bis 97 253. Die abgebildete 97 253 war die bad. IX b² Nr. 739 (Esslingen 3985/1921).

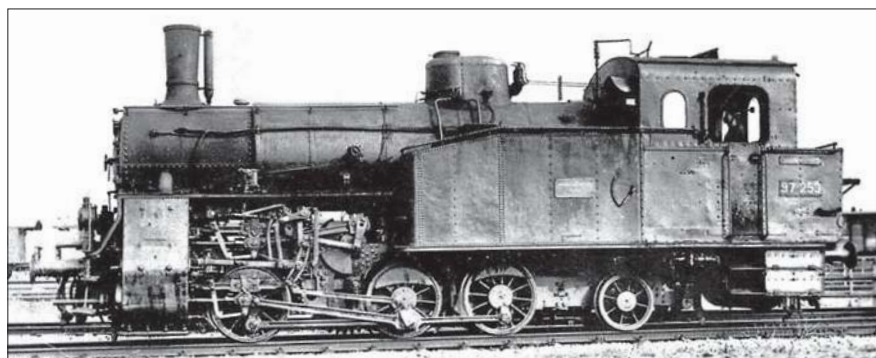
Abt hatte eine Lamellenzahnstange entwickelt. Sie zeichnete sich gegenüber der Riggenbachschen Leiterzahnstange durch geringeres Metergewicht, billigere Herstellung und Verlegung aus. In Deutschland war nur die Harzbahn Blankenburg – Tanne mit einer dreilamelligen Zahnstange ausgestattet, alle anderen Strecken des Systems Abt mit zweilamelligen Zahnstangen, d. h., zwei parallel verlegten Zahnstangen.

Auf der Höllentalbahn (Freiburg/Breisgau – Neustadt), die bis 1938 mit Zahnradlokomotiven betrieben wurde, lag eine Zahnstange des Systems Bissinger-Klose, die dem System Riggenbachs (Leiterzahnstange) ähnlich war. Auch auf der Strecke Honau – Lichtenstein, die sogar noch bis 1962 Zahnradlokomotivbetrieb aufweisen konnte, lag eine Zahnstange des Systems Bissinger-Klose.

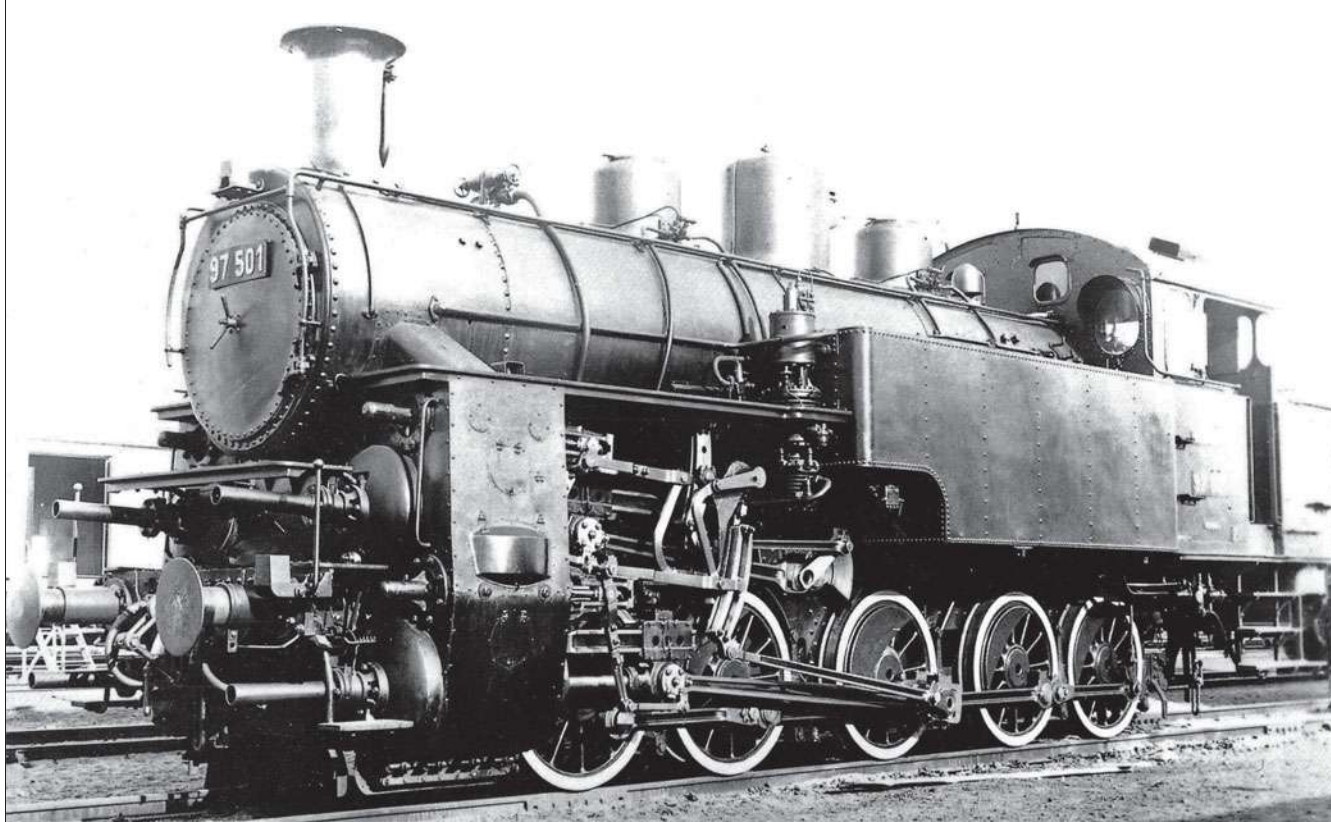
Bei den C1'-Zahnradlokomotiven der preußischen Gattung T26 (DRG-Baureihe 97°), die für das System Abt bestimmt waren, wurde das Adhäsionstriebwerk von den beiden außenliegenden Nassdampfzylindern angetrieben. Das Zahnradtriebwerk, innerhalb des Rahmens liegend und in einem besonderen Stahlgussrahmen auf den ersten beiden Kuppelradsätzen ruhend, wurde von den beiden innenliegenden Nassdampfzylindern angetrieben. Die beiden Zahnradachsen trugen je zwei Triebzahnräder mit je 18 Zähnen. Die Zahnradmaschine arbeitete unabhängig von der Reibungsmaschine, war jedoch in der Umsteuerung mit ihr verbunden. Damit war ausgeschlossen, daß durch ein Versehen des Lokführers eine Maschine vorwärts und eine rückwärts arbeitete. Jede der beiden Dampfma-

schinen wurde über einen gesonderten Reglerhandhebel bedient. Die Kunst des Lokführers bestand darin, beim Einfahren in Zahnstangenabschnitte beide Maschinen synchron laufen zu lassen. Die Zahnstangen hatten jeweils am Anfang und am Ende des Zahnstangenabschnittes eine ca. 5 m lange gefederte Zahnstangenzunge, die, gelenkig mit der Zahnstange verbunden, von den Triebzahnradern herabgedrückt wurde, bis der Eingriff der Zähne in die Zahnstange erfolgt war. Mit eingeschaltetem Zahnradtriebwerk arbeitete die Lokomotive im Vierlingsbetrieb (C1' n2/4).

Die pr. T26, deren Konstruktion aus dem Jahre 1901 stammte, war, wenn gleich sie bis 1920 beschafft worden ist, dem gestiegenen Verkehrsaufkommen nicht mehr gewachsen. Vor allem im Reiseverkehr war ihre Geschwindigkeit zu gering. Eine Neukonstruktion stellte Borsig im Jahre 1921 mit der T28 vor, einer 1'D1'-Heißdampflokomotive. Bei ihr lagen die Zylinder für die Reibungs- und für die Zahnradmaschine außen übereinander. Auf jeder Lokomotivseite befand sich ein gewaltiger Zylinderblock mit zwei Dampfzylindern und zwei Schieberbuchsen. Der untere Zylinder arbeitete jeweils auf die Reibungs-, der obere auf die Zahnradmaschine. Die zwei Triebzahnräder der T28 (System Abt) wurden über Kuppelstangen und Viertelscheiben angetrieben. Bei reinem Adhäsionsbetrieb arbeitete die Lokomotive als Zwillingmaschine. Wenn die



Die Lokomotiven der Gattung IX b bewährten sich – mit Ausnahme des Clench-Dampftrockners – sehr gut. Bis zum Erscheinen der Baureihe 85 und dem damit verbundenen Übergang zum reinen Adhäsionsbetrieb bewältigten sie den gesamten Betrieb auf dem Zahnstangenabschnitt der Höllentalbahn.



Stärkste deutsche Zahnradlokomotive war die als württ. Hz geplante und als Baureihe 97⁵ gelieferte Vierzylinder-Verbund-Heißdampflokomotive mit fünf Kuppelradsätzen. Die von 1923 bis 1925 gelieferten vier Maschinen (97 501 bis 97 504) kamen auf der Strecke Honau – Lichtenstein (System Bissinger-Klose) zum Einsatz.



Die 97 504, hier im Bw Horb, gelangte nach Ende ihrer Einsatzzeit ins Museum für Verkehr und Technik in Berlin.

FOTO: U. GEUM



Auch die 97 502 blieb der Nachwelt als Museumslok erhalten.

Zahnradmaschine in Betrieb genommen wurde, fungierten die Zylinder des Reibungstriebwerkes als Hochdruck-, die des Zahnradtriebwerkes als Niederdruckzylinder. Die Dampfmaschine arbeitete also in Verbundwirkung. Bei Verbundlokomotiven für reinen Reibungsbetrieb haben die HD-Zylinder einen kleineren Durchmesser als die ND-Zylinder. Bei der T 28 und anderen deutschen Zahnradlokomotiven waren HD- und ND-Zylinder gleichgroß, was bei entsprechender Zahnradübersetzung möglich war. Die T 28, etwa zehn Jahre auf der Strecke Linz (Rhein) – Seifen im Westerwald eingesetzt, blieb ein Einzelstück, denn inzwischen war auf fast allen ehemals preußischen Strecken der Zahnradbetrieb durch Reibungsbetrieb mit der pr. T 16¹ abgelöst worden.

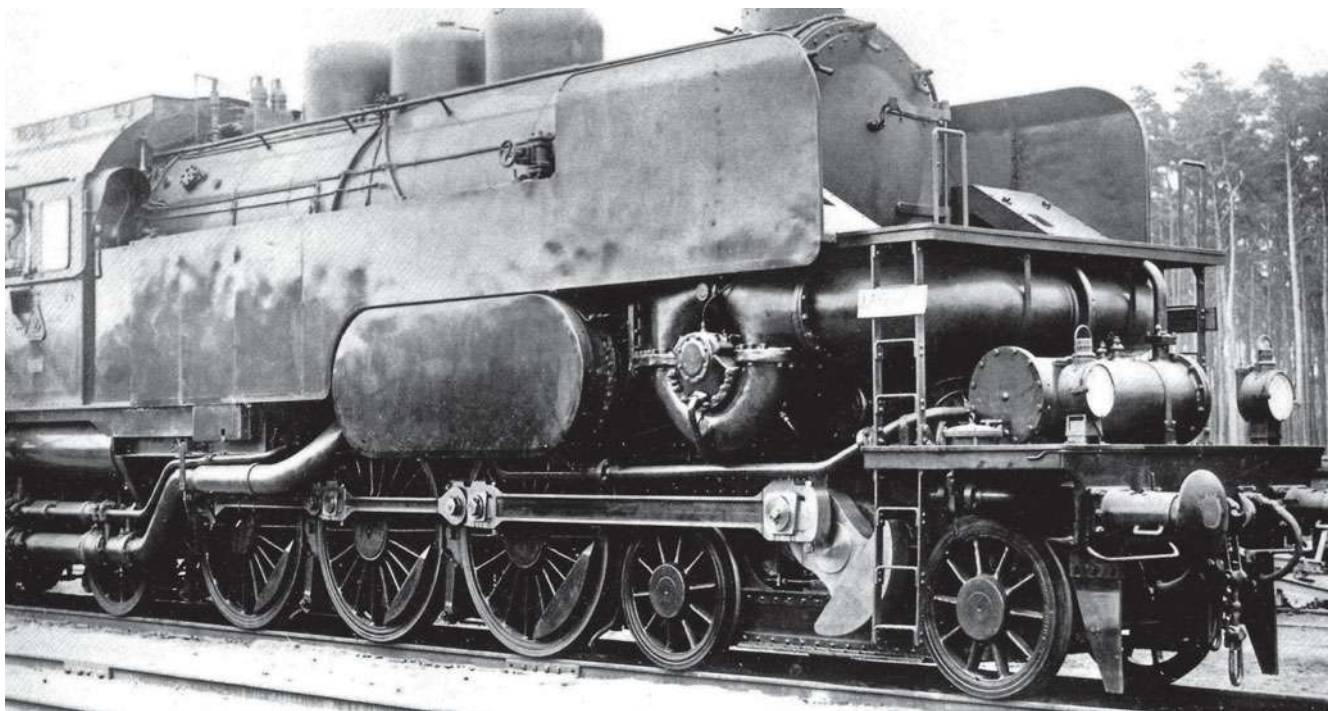
Außer den Preußischen Staatsbahnen betrieben auch die Staatsbahnen Bayerns, Badens und Württembergs Zahnradstrecken. Bayern hatte nur eine Zahnradstrecke für gemischten Adhäsions- und Zahnradbetrieb, die von Erlau nach Wegscheid verlief und zwischen Oberzell und Wegscheid zwei Zahnstangenabschnitte des Systems Strub aufwies. Die Strubsche Zahnstange war eine Breitfußschiene mit nach oben konisch verbreitertem Kopf, aus dem die Zähne mit Evolventenverzahnung herausgefräst waren. Für diese Strecke hatte Krauss & Co. in München 1912 drei Lokomotiven (1923 noch eine vierte) geliefert, die als Gattung PtzL 3/4 geführt wurden. Auch bei diesen Lokomo-

tiven lagen die Zylinder (und Schieber) für Reibungs- und Zahnradtriebwerk außen übereinander und waren leicht geneigt. Bei Reibungsbetrieb arbeitete das Heißdampftriebwerk im Zwillingsbetrieb. Lief das Zahnradtriebwerk mit, konnte wahlweise im Verbundbetrieb (Reibungsmaschine mit HD-, Zahnradmaschine mit ND-Zylindern) oder im Vierlingsbetrieb gefahren werden. Dann wurden auch die Zylinder der Zahnradmaschine mit Frischdampf versorgt. Das Zahnradtriebwerk mit zwei Triebzahnradern wurde über Treibstangen, Kurbelscheiben und Zwischenzahnradern angetrieben. Das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder betrug 1:2, das Zylindervolumen von HD- und ND-Zylindern ebenfalls. Vierlingsbetrieb (Frischdampf auch in die Zylinder der Zahnradmaschine) wurde nur bei extremen Anstrengungen oder schweren Anfahrten genutzt. Drei der vier Maschinen waren bis 1962 im Einsatz. Von den Betriebsnummern 97 101 bis 97 104 war die 97 102 schon 1945 ausgemustert worden.

Die auf der Höllentalbahn Freiburg – Neustadt im Schwarzwald eingesetzten badischen Zahnradlokomotiven der Gattungen IX b¹ und IX b² entsprachen im prinzipiellen Aufbau der bay. PtzL 3/4. Um exakt zu sein: Die bayerische Bauart von Krauss & Co. orientierte sich an den schon 1910 von der Maschinenfabrik Esslingen gebauten bad. IX b¹. Auch hier lagen die Zylinder für das Reibungstriebwerk und das Zahnradtriebwerk außen übereinander. Beide Zylind-

der hatten den selben Durchmesser. Die badischen IX b¹ und IX b² waren Nassdampflokomotiven, weil man sich vom Heißdampfbetrieb keine Vorteile unter den konkreten betrieblichen Bedingungen versprach. So sind auch 1916 die Clench-Gölsdorf-Überhitzer aus den IX b¹-Lokomotiven, die als Heißdampfmaschinen geliefert worden waren, wieder ausgebaut worden. Bei Reibungsbetrieb wurde im Zweizylinderbetrieb mit einfacher Dampfdehnung gefahren, bei eingeschalteter Zahnradmaschine im Vierzylinder-Verbundbetrieb. Weil auf der Höllentalbahn Zahnstangen des Systems Bissinger-Klose verlegt waren, genügte ein Triebzahnrad.

Es sind noch die württembergischen Zahnradlokomotiven zu erwähnen. Die Württembergischen Staatsbahnen betrieben zwei Zahnradstrecken. Die Strecke Reutlingen – Münsingen hatte zwischen Honau und Lichtenstein einen 1,79 km langen Zahnstangenabschnitt mit 100 ‰ Neigung. Die andere Zahnradstrecke lag zwischen Freudenstadt und Klosterreichenbach (Strecke Freudenstadt – Rastatt) mit 50 ‰ größter Neigung. Die auf beiden Strecken eingesetzten 1'C-Lokomotiven der Gattung Fz waren zwischen 1893 und 1904 von der Maschinenfabrik Esslingen geliefert worden. Bei ihnen lagen die Zylinder für das Reibungstriebwerk außen, die für das Zahnradtriebwerk innen. Bei eingeschalteter Zahnradmaschine konnte sowohl im Vierzylinder-Verbundbetrieb als auch im Vierlingsbetrieb gefahren



Krupp stellte seine Turbinenlok, die spätere T 18 1001, erstmalig auf der Ausstellung in Seddin 1924 aus.

werden. Die beiden Triebzahnäder saßen lose auf den Achswellen des 1. und 2. Kuppelradsatzes und wurden von einem kleinen Zahnrad auf der Blindwelle angetrieben.

Als Anfang der 20er-Jahre die Leistung der Lokomotiven auf der Strecke Honau – Lichtenstein nicht mehr ausreichte, beschaffte die RBD Stuttgart bei der Maschinenfabrik Esslingen neue Lokomotiven, die die stärksten deutschen Zahnradlokomotiven wurden. Da die Loks bereits zur DRG-Zeit entstanden, haben sie die inoffizielle württembergische Gattungsbezeichnung Hz nicht mehr getragen, sondern sind mit den Betriebsnummern 97 501 bis 97 504 geliefert worden. Die fünffach gekuppelten Heißdampflokomotiven hatten für Reibungs- und Zahnradmaschine außen übereinanderliegende Zylinder, wobei jene der Zahnradmaschine leicht geneigt waren. Die Lokomotive besaß ein Triebzahnrad, das in einem besonderen Rahmen gelagert und dessen Achswelle bis zum Haupttrahnen durchgeführt war.

Bei Zahnradlokomotiven genügte die übliche Druckluftbremse nicht, um bei Talfahrt Lokomotiv- und Wagenzugmasse zuverlässig abzubremesen. Alle Zahnradlokomotiven hatten außer der Druckluft-Bremseinrichtung noch eine Riggenbach-Gegendruckbremse, die auf Reibungs- und Zahnradmaschine wirkte. Dann gab es noch die übliche Wurfhebelbremse, die mechanisch über die Bremsklötze auf die gekuppelten Radsätze wirkte. Die württembergische

Hz hatte überdies noch eine Spindelbremse, die mit vier Klötzen auf ein besonderes Bremszahnrad wirkte, und eine Doppelhandbremse, die auf Rillenscheiben am Triebzahnrad wirkte. Ähnliche Bremseinrichtungen für das Zahnradtriebwerk besaßen auch andere Zahnradlokomotiven.

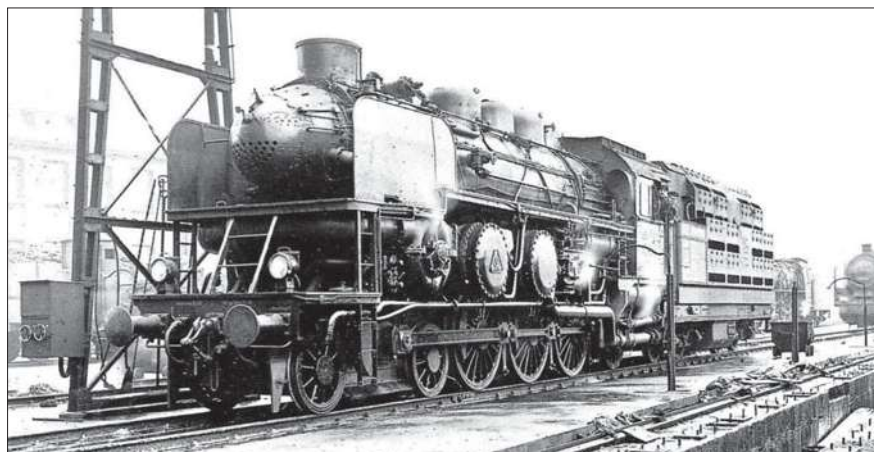
Die letzten Dampflokomotiven sind von deutschen Zahnradstrecken mit gemischtem Adhäsions- und Zahnradbetrieb seit weit mehr als einem Vierteljahrhundert verschwunden. Dort, wo die Zahnstange nicht durch reinen Reibungsbetrieb abgelöst werden konnte, kletterten Zahnradtriebswagen durch die Zahnstangen.

Zahnradlokomotiven waren ein bedeutsamer Meilenstein in der Geschichte des Lokomotivbaus. Sie machen die gewaltige Entwicklung deutlich, die die

Lokomotive zur Überwindung von Steilstrecken von Trevithicks und Blenkinsops Konstruktionen bis zur württ. Hz oder den gewaltigen Maschinen auf der österreichischen Erzbergbahn genommen hat.

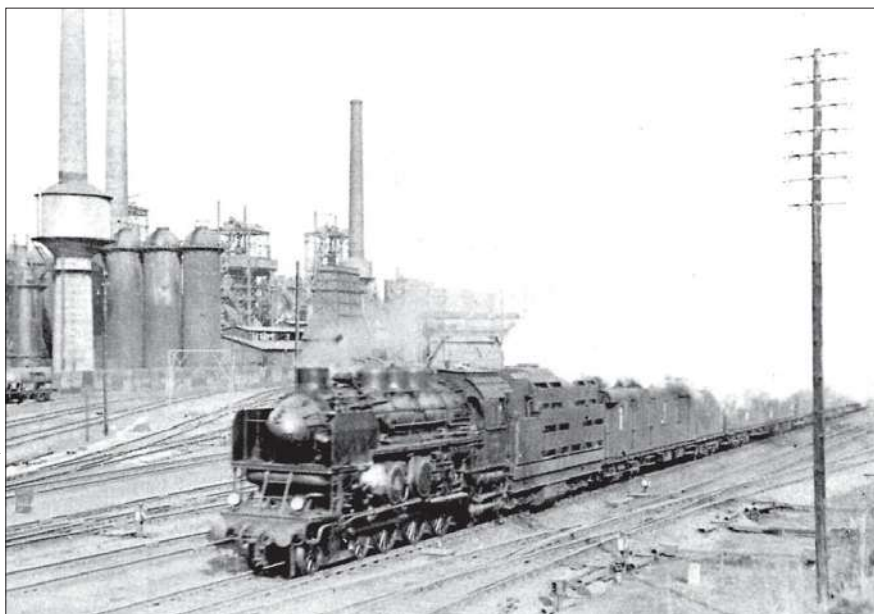
Turbinenlokomotiven

In der Mitte der 20er-Jahre war die DRG, um den Versuchsdezernenten Professor Hans Nordmann zu zitieren, auf der Suche nach der „Blauen Blume der Wärmewirtschaft“. Mit der Entwicklung des Verbundprinzips bei Lokomotiven durch den Schweizer Anatole Mallet und der Einführung des Heißdampfes im Lokomotivbau durch den Deutschen Wilhelm Schmidt waren die letzten entscheidenden Verbesserungen des Wirkungsgrades der Dampflokomotive Stephensonscher Bauart erfolgt. Der Aderlass



Sechs Jahre später präsentierte sich die T 18 1001 in einem äußerlich erheblich veränderten Zustand.

FOTOS (2): SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER



Eine der seltenen Zugaufnahmen der Turbinenlokomotive T 18 1001, Bauart Krupp-Zoelly (Krupp 592/1923), nach dem ersten Umbau mit parabolischer Rauchkammertür und ohne Seitenverkleidung im Bereich der Oberflächenkondensatoren.

durch Kriegsverluste und den Versailler Vertrag sowie die Inflation zwangen die DRG zu sparsamster Betriebsführung, so dass Angebote der Industrie, die Lokomotiven mit höherem Wirkungsgrad und geringerem Brennstoffverbrauch in Aussicht stellten, nicht unwillkommen waren. In diese Zeit fallen nicht nur die Versuche mit Turbinenlokomotiven, sondern auch die Experimente mit höheren als bisher üblichen Kesseldrücken, von denen später noch zu berichten sein wird.

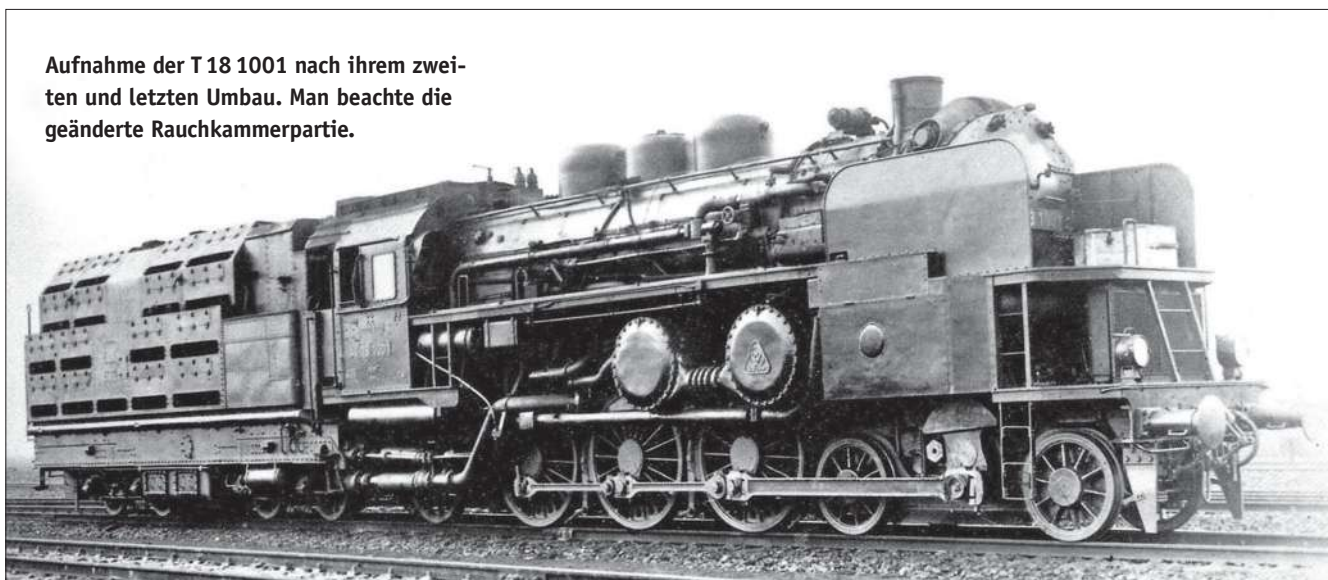
Reichsbahn-Oberrat Richard Paul Wagner sagte dazu in der 15. Beratung des Ausschusses für Lokomotiven vom 23. bis 25. September 1929 in Meiningen: „Das Streben nach thermischer Verbesserung der Lokomotiven ist bis

zu einem gewissen Grade ein Zeichen der Zeit, wohl aus volkswirtschaftlichen Gründen berechtigt, solange wirklich erfaßbare betriebliche und geldliche Ersparnisse herauspringen, zum wesentlichen Teil jedoch geboren aus der Notlage der Lokomotivindustrie. So widersprechend das klingen mag, ist es doch nicht von der Hand zu weisen, daß bei angestrenzter Beschäftigung und voller Auslastung die Industrie sich kaum in gleichem Maße wie heute mit den neuen Problemen beschäftigen würde. Die freie Zeit wird und muß genutzt werden, sich neue Absatzmöglichkeiten zu eröffnen, sei es im In- wie Ausland, und das ist nur möglich, wenn man eine technisch und wirtschaftlich aus dem Rahmen heraus-

fallende Leistung vorweisen kann.“ Die DRG beteiligte sich in wirtschaftlich vertretbarer Form durch Auftragserteilung an der Weiterentwicklung der Betriebsmittel.



Aufnahme der T 18 1001 nach ihrem zweiten und letzten Umbau. Man beachte die geänderte Rauchkammerpartie.



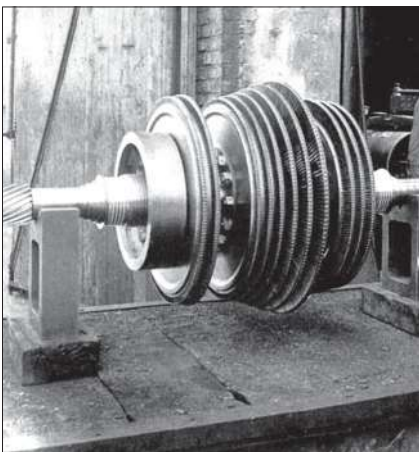
Die Turbinenlokomotive
T 18 1002 im Lieferzustand.



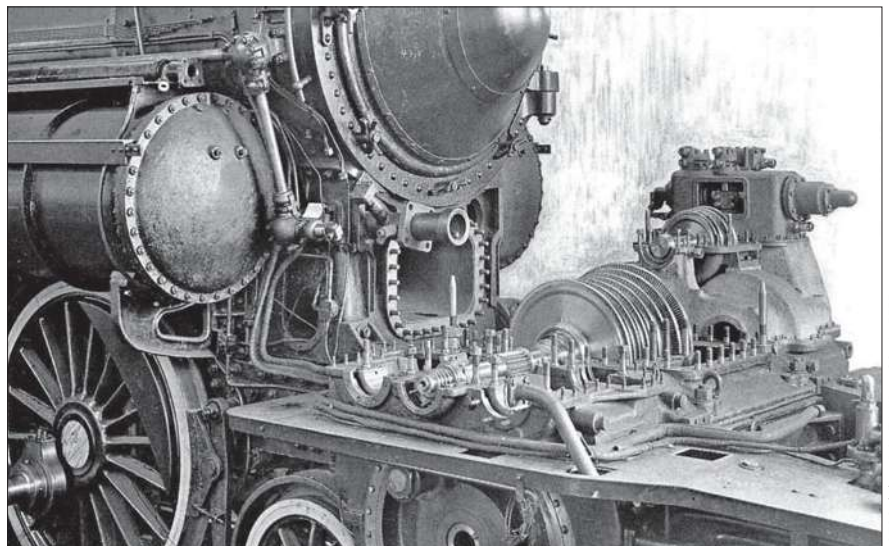
Die Dampfturbine, seit der Jahrhundertwende betriebstüchtig entwickelt, schien ein idealer Antrieb für Lokomotiven zu sein. Sie verbraucht spezifisch weniger Dampf als eine Kolben-

dampfmaschine, dadurch auch weniger Brennstoff und hat keine hin- und hergehenden Massen. So wundert es nicht, wenn schon bald die Konstrukteure versuchten, Lokomotiven mit Dampftur-

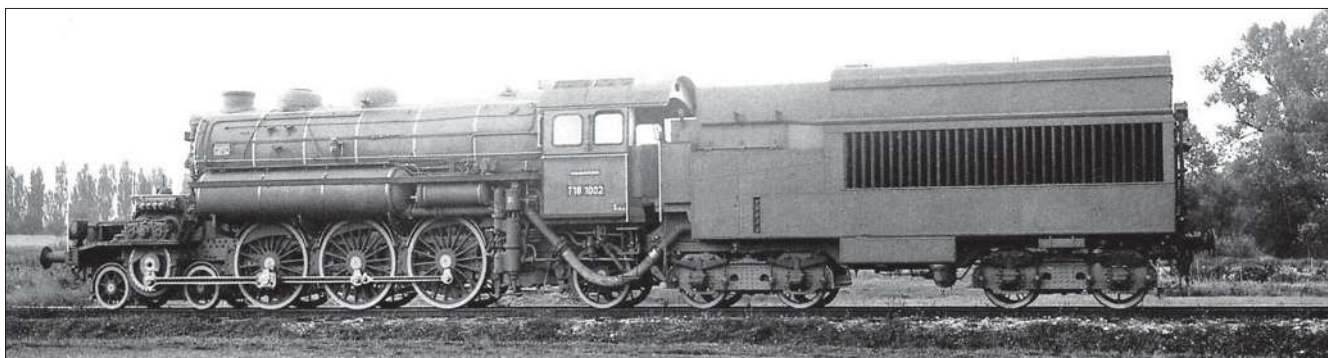
binenantrieb zu bauen. Die erste Konstruktion dieser Art stammt aus dem Jahre 1908. Nach Plänen von Professor Giuseppe Belluzzo wurde in Italien eine C-Rangier-Tenderlok umgebaut. 1910



T 18 1002: Die Werksaufnahme zeigt den Turbinenläufer mit der Beschaukelung. Die Aufnahme rechts entstand am 23. Februar 1934.



T 18 1002: Vorwärts- und Rückwärtsturbine sowie Getriebe im Bauzustand 1934/35.



Heizerseite der T 18 1002 (Lieferzustand).

entwickelte die North British Locomotive Company eine Dampfturbinen-Tenderlokomotive mit Kondenseinrichtung und elektrischer Kraftübertragung.

In Deutschland beschäftigte sich die Firma Friedrich Krupp mit der Turbinenlokomotive nach Patenten des Schweizer Turbinenkonstruktors Dr. Zoelly. Wegen der Besetzung des Ruhrgebietes durch französisches Militär konnte die Lokomotive erst 1924 fertiggestellt werden. Man schaffte es gerade, sie für die Seddiner Ausstellung (September/Oktober 1924) zusammenzubauen.

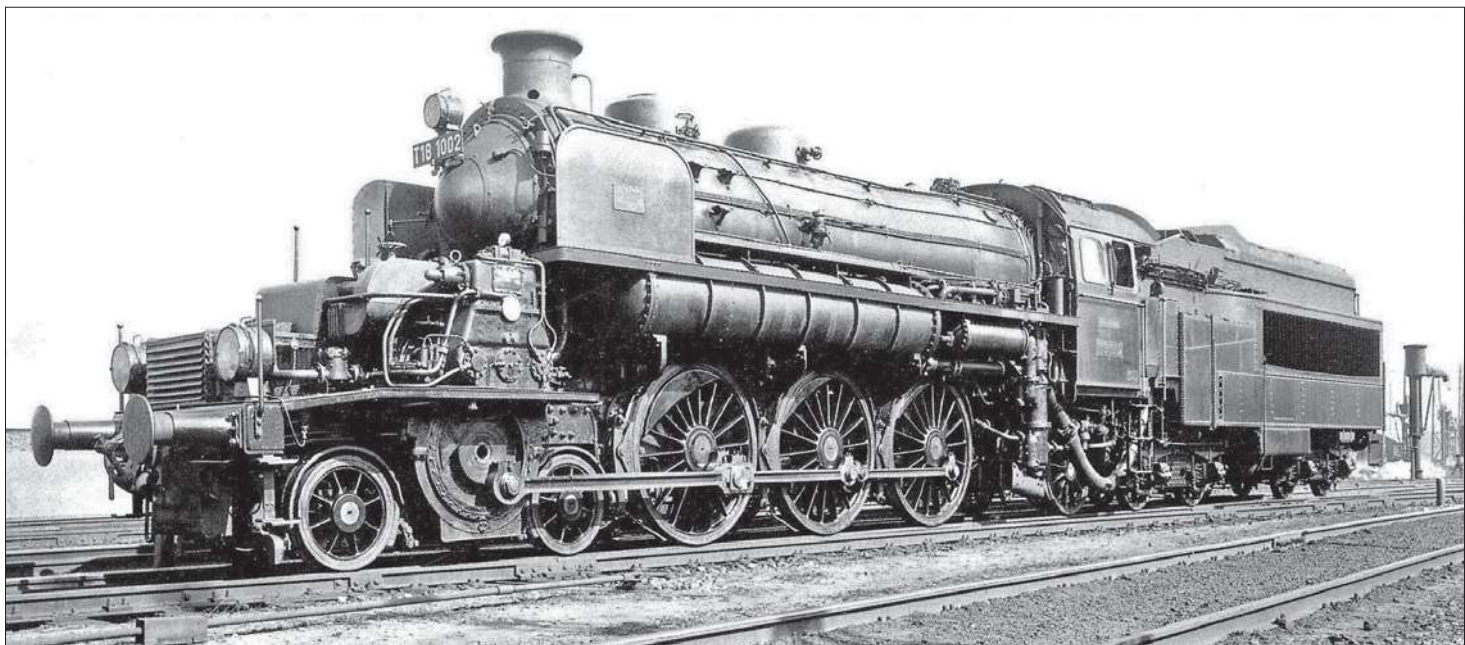
In der Turbinenlokomotive wird gegenüber der Kolbenlokomotive das Druckgefälle nach unten weiter ausgenutzt. Während bei der Kolbendampfmaschine der Abdampf noch mit einem ungenutzten Überdruck ins Freie entweicht, wird in der Turbinenlokomotive der Druck des vom Kessel gelieferten Dampfes bis zum atmosphärischen Druck, also bis zur völligen Entspannung ausgenutzt. Das wurde durch die Kondensation des Turbinendampfes in was-

sergekühlten Kondensatoren erreicht. Das von Krupp verwendete Patent Dr. Zoellys sah die Anordnung der Turbine, des Getriebes und der Kondensatoren auf der Lokomotive, die Rückkühlanlage für das Kühlwasser der Kondensatoren auf dem Tender vor.

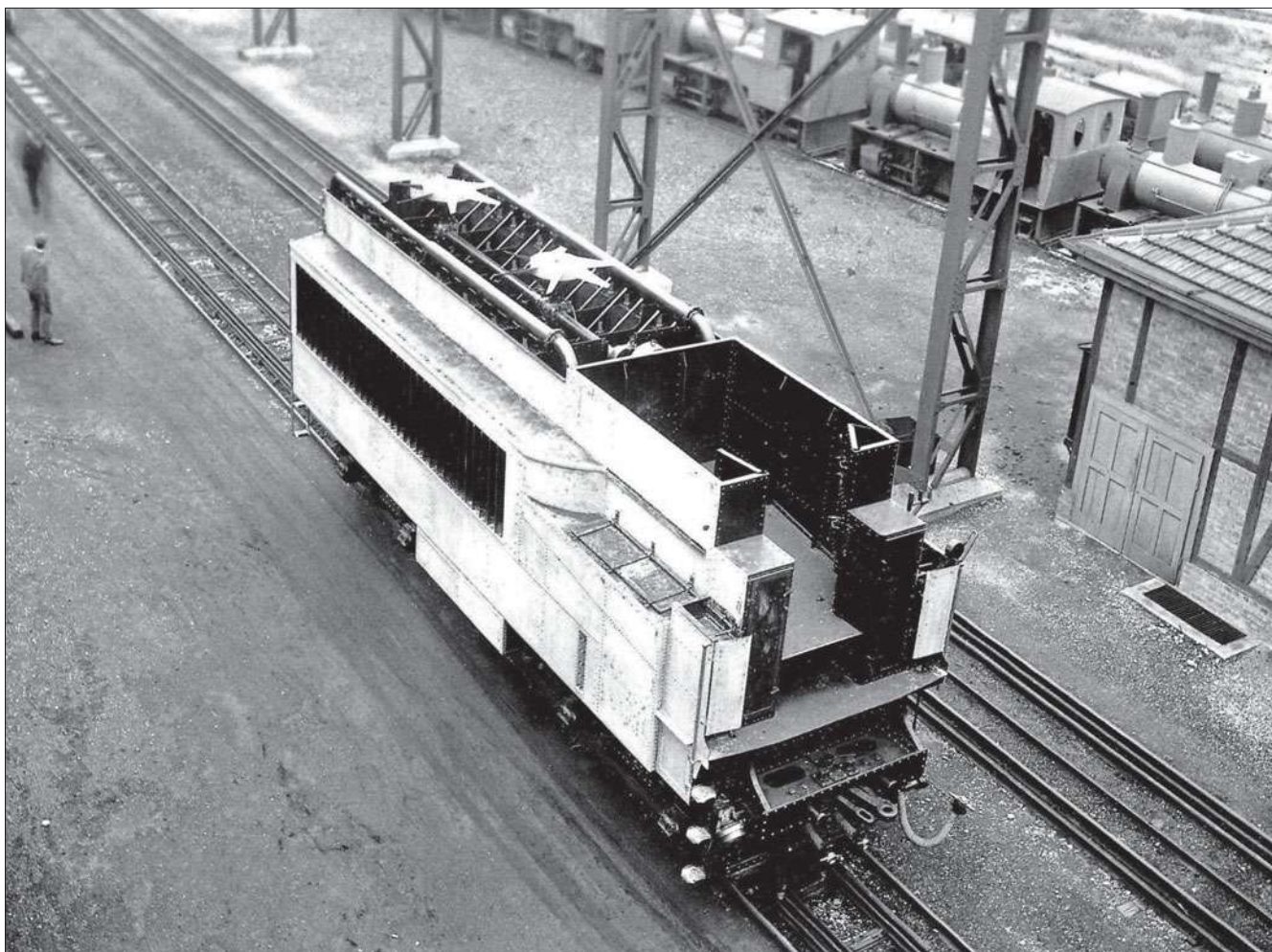
Krupp hatte eine 2'C1'-Schnellzuglokomotive gebaut, die sich im wesentlichen an das Erscheinungsbild herkömmlicher Dampflokomotiven anlehnte. Turbine und Vorgelegeaggregat waren auf dem vorderen Teil des Barrenrahmens unter bzw. vor der Rauchkammer untergebracht, dort also, wo bei Kolbendampflokomotiven die Zylindergruppe ihren Platz hat. Der Kessel unterschied sich, außer durch die Rauchkammer, nicht von einem herkömmlichen Lokomotivkessel. Er besaß einen Schmidt'schen Rauchrohrüberhitzer. Da für die Speisewasservorwärmung kein Abdampf zur Verfügung stand (der wurde im Kondensator wieder in Speisewasser verwandelt), nutzte man die Rauchgase zur Speisewasservorwärmung. Der Rauch-

gasvorwärmer war aus Gewichtsgründen in der ersten Ausführung hinten vor dem Stehkessel angeordnet. Die dadurch erforderlichen langen Abgaskanäle von der Rauchkammer auf der einen Kesselseite zum Vorwärmer und auf der anderen Kesselseite zurück verunzierten nicht nur die Lokomotive, sondern führten auch zu Abkühlverlusten und zu erheblichem Leistungsaufwand beim Rauchgasventilator. Man kürzte den Langkessel um 20 cm und brachte den Rauchgasvorwärmer in der parabolisch ausgeformten Rauchkammertüre unter. Der Erfolg blieb nicht aus: Die Vorwärmung stieg; der Dampfverbrauch der Saugzugturbine sank. Die Saugzugturbine hatte auch die Feueranfischung zu besorgen, weil der bei der Kolbendampfmaschine durch den Auspuff entstehende Saugzug fehlte.

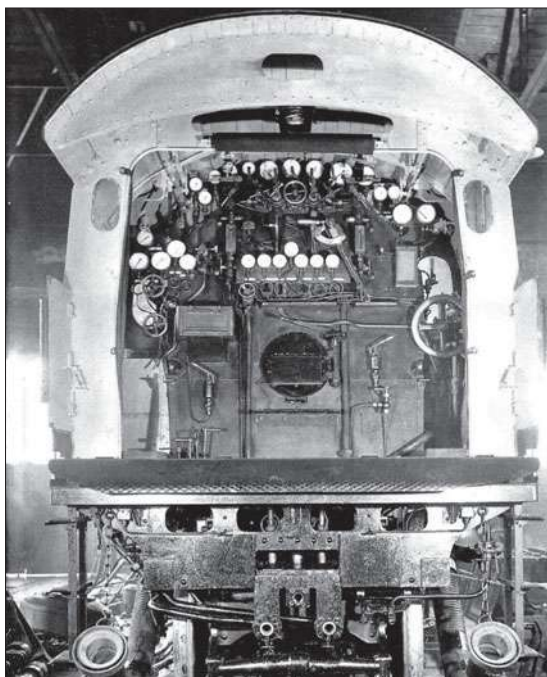
Turbinen haben bekanntlich nur eine Drehrichtung. Eine Umsteuerung wie bei der Kolbendampfmaschine war nicht möglich. Es musste deshalb sowohl für Vorwärts- als auch für Rückwärtsfahrt



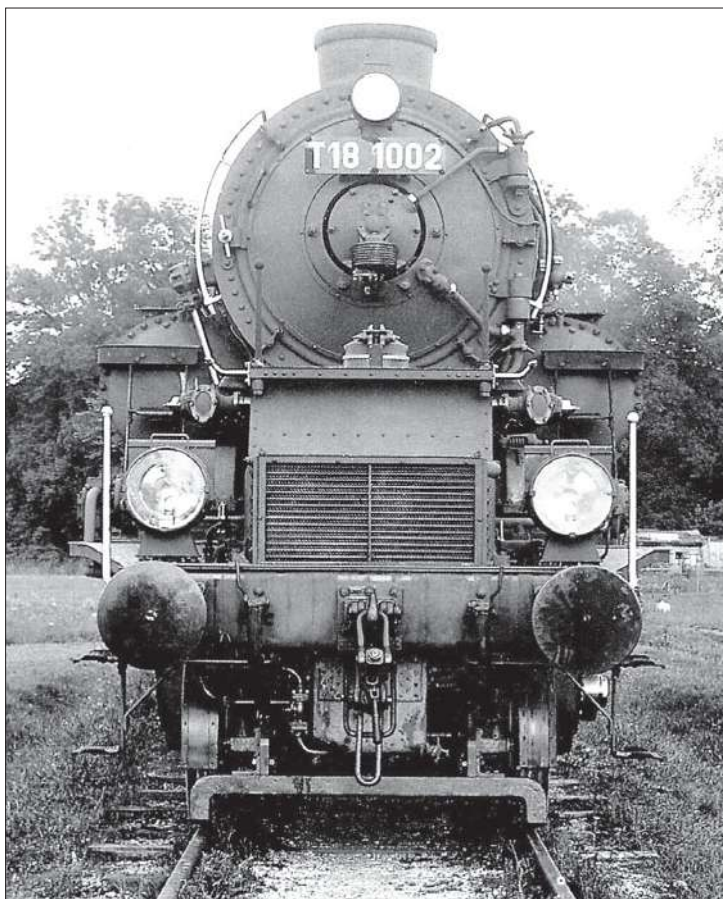
Diese Aufnahme der T 18 1002 nach dem Umbau 1934 im Bw München Hbf lässt die Änderungen gut erkennen.



Der Kondensender der T18 1002 im Werksgelände der Firma J. A. Maffei.



Blick in den Führer-
stand der T18 1002.



Frontansicht der T18 1002
(Lieferzustand). Die Lok
steht auf dem Werksgleis
der Firma Maffei im Engli-
schen Garten in München.



Die T 18 1002 steht mit einem Schnellzug nach München abfahrbereit im Nürnberger Hauptbahnhof.

eine Turbine vorhanden sein. Die Vorwärtsturbine saß auf der rechten, die Rückwärtsturbine auf der linken Seite des Hauptgetriebes. Die Turbinen, Konstruktionen von Dr. Zoelly, hatte die Züricher Firma Escher-Wyss geliefert; das schrägverzahnte Getriebe stammte von Krupp. Die im Vakuum mitlaufende Rückwärtsturbine (beide Turbinen waren auf einer Welle gelagert), zehrte bei Vorwärtsfahrt durch Ventilationsverluste mehr als 75 PS der erzeugten Leistung auf. Die erste Konstruktionsänderung war der Einbau schwenkbarer Klappen, die bei Vorwärtsfahrt das letzte Laufrad der dreistufigen Rückwärtsturbine abdeckten und die Verluste auf 44,5 PS reduzierten. Die aus Versuchsfahrten vor dem Messwagen und im Betriebsdienst gewonnenen Erfahrungen veranlassten das LVA Grunewald, beim Hersteller den Ausbau der Rückwärtsturbine zu fordern. Die Lokomotive erhielt eine Anfahr- und Rangierturbine, die beim Erreichen von

30 km/h automatisch abschaltete. Die Rangierturbine arbeitete über ein Wen-gegetriebe, das durch Drehrichtungsänderung auch die Rückwärtsfahrt möglich machte.

Auch die Rückkühlanlage, die auf dem Tender untergebracht war, befriedigte nicht, weil ein erheblicher Teil der Kühlwassermenge durch den Luftstrom in Tröpfchenform mitgerissen wurde und verloren ging.

Das Kühlwasser rieselte von oben über so genannte Raschig-Ringe (kleine Blechhülsen, die in bestimmter Schütthöhe in mehreren Kastensätzen übereinander angeordnet waren) und wurde durch von unten zugeführte Luft gekühlt. Die Luftzufuhr wurde dahingehend geändert, dass der nun in Tenderlängsrichtung liegende Ventilator die Luft durch mehrere Öffnungen in den Seitenwänden des Tenders ansaugte und unmittelbar aus einem Spiralgebläse nach oben ins Freie blies. Die

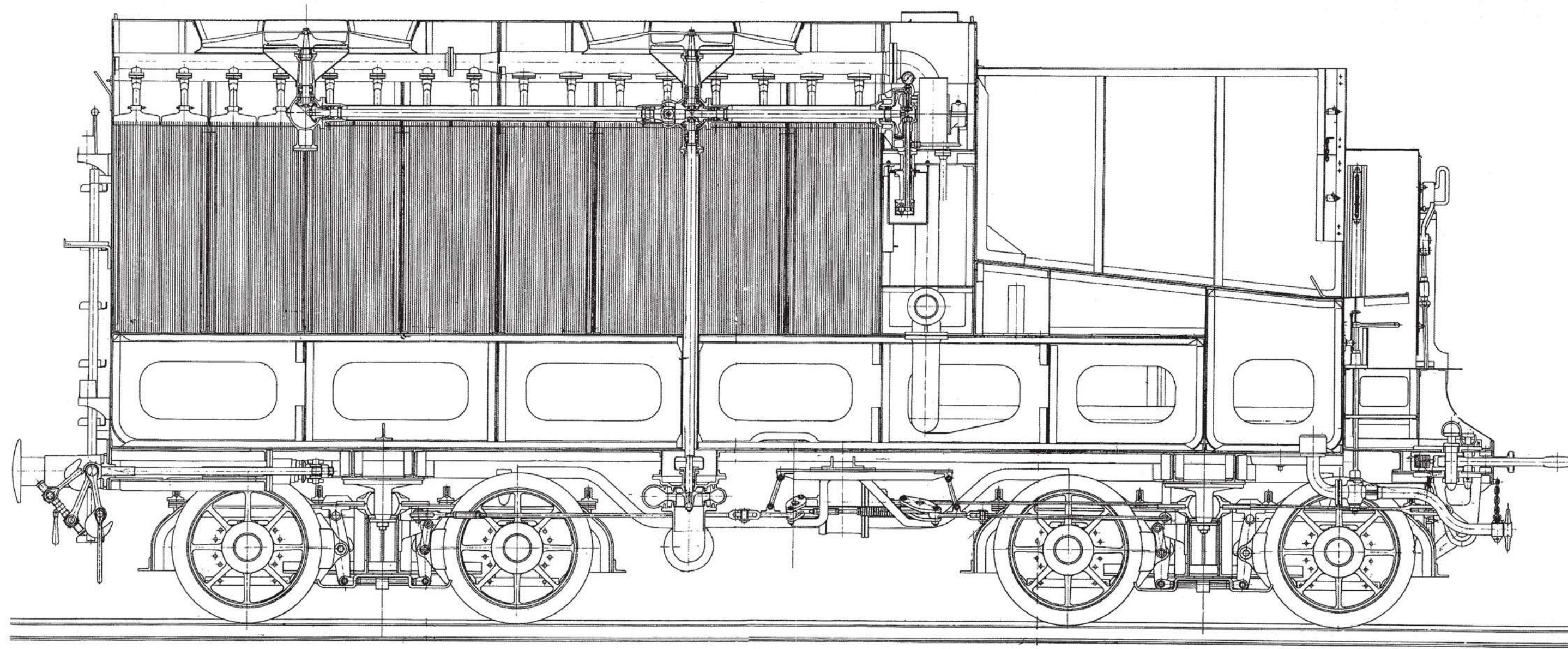
Verteilungsleitungen des Kühlwassers wurden in die lose geschütteten Ringe eingebettet. Nach Abschluss aller Umbauten und der Versuchsfahrten kam die Maschine als T 18 1001 zum Bw Hamm (Westf).

Eine zweite Kondensations-Turbinenlokomotive entwickelte die Münchener Lokomotivbau firma J. A. Maffei. Wie die Krupp-Lokomotive mit der Achsfolge 2'C1' durchgebildet, nutzte die Maffei-Lokomotive nicht nur das Druckgefälle nach unten, sondern durch Erhöhung des Kesseldruckes auf 22 bar (kp/cm²) auch nach oben. Im prinzipiellen Aufbau folgte auch die Maffei-Konstruktion dem Patent Dr. Zoellys: Turbine und Kondensatoren auf der Lokomotive, Rückkühlanlage auf dem Tender. Im Gegensatz zur Krupp-Lokomotive lagen die beiden Kondensatoren in Längsrichtung unter dem Laufblech und waren parallel geschaltet.

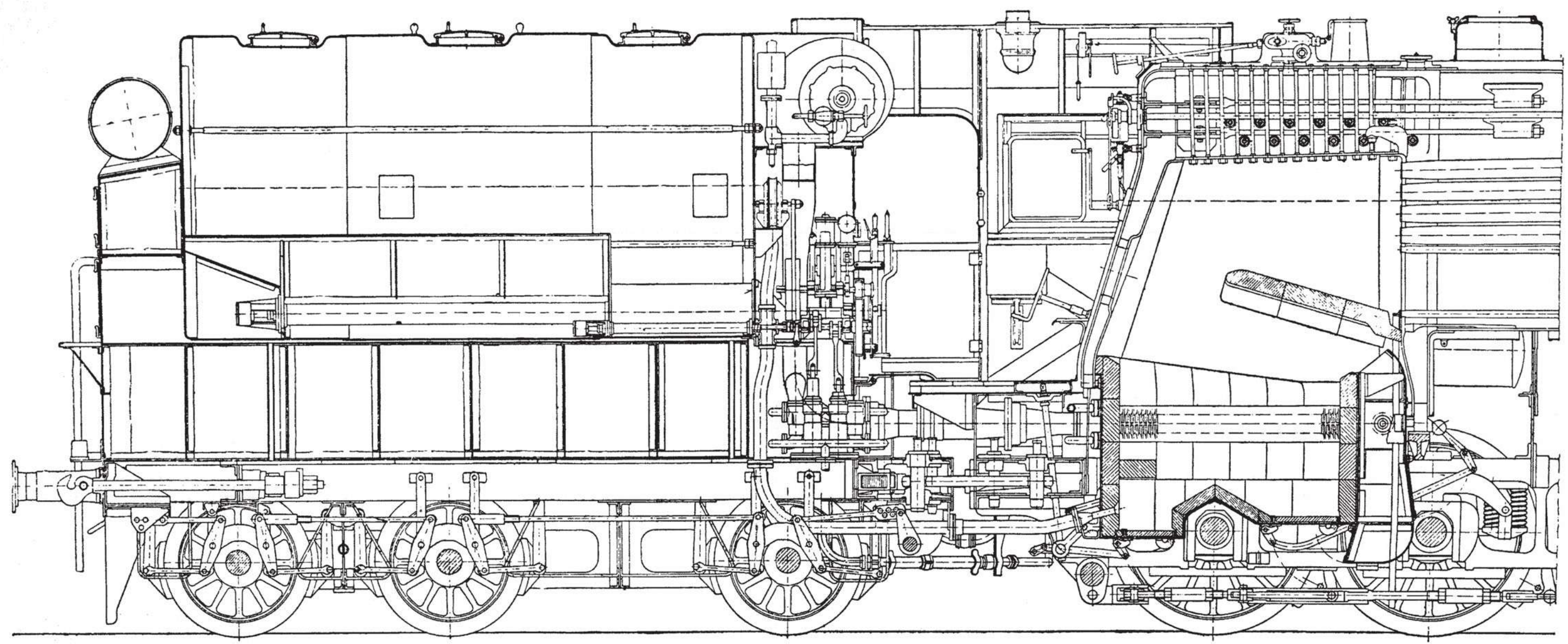
Als Maffei seine Turbinenlokomotive baute, die nach dem ersten Entwurf eine Hochdruck-Kolbendampfmaschine mit nachgeschalteter Niederdruckturbine erhalten sollte, lagen noch keine Erfahrungen mit der Kruppschen T 18 1001 vor. Da auch bei der Maffei-Lokomotive die Rückwärtsturbine bei Vorwärtsfahrt leer im Vakuum mitlief (unter Vakuum ist hier kein absolut luftleerer Raum, sondern ein Raum mit erheblich vermindertem atmosphärischen Druck zu verstehen), traten die gleichen Leistungsverluste durch Ventilation auf. Auch diese Lokomotive erhielt später eine gesonderte Rangier- und Rückwärtsturbine. Die Saugzuganlage mit einem Ventilator, der von einer schnelllaufenden



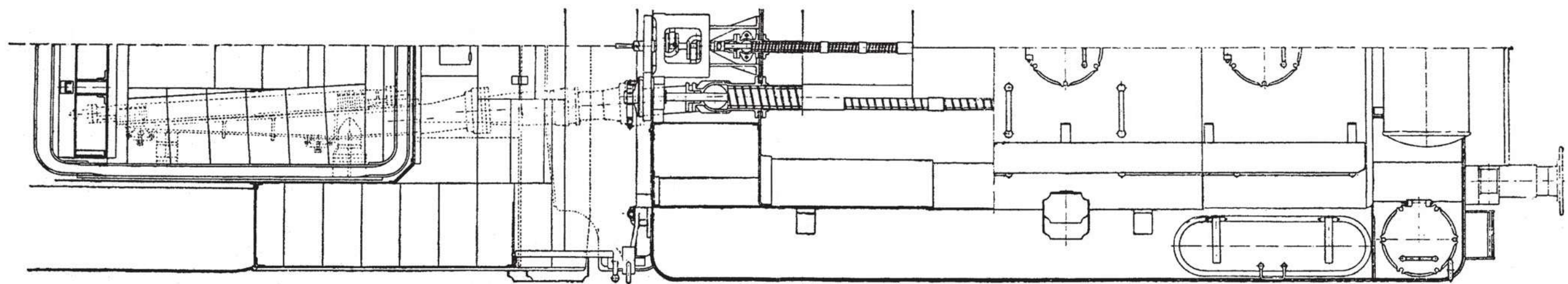
Die T 18 1002 mit einem Schnellzug nach München im Winter 1929 bei der Ausfahrt aus Nürnberg Hbf.



Zeichnung des Kühlternders der T18 1002.



AEG-Kohlenstaublokomotive;
Längsschnitt und Grundriss von
Tender und Feuerbüchse.



ZEICHNUNGEN: SAMMLUNG ÖSTENDORF



FOTOS (3): ARCHIV KRAUSS-MAFFEI

Messfahrt München – Nürnberg und zurück am 15. März 1929.

Turbine (6000 bis 7000 min⁻¹) angetrieben wurde, war von Anbeginn in der Rauchkammertür untergebracht. Als die DRG die Lokomotive am 18. März 1929 übernahm, bekam sie die Betriebsnummer T 18 1002.

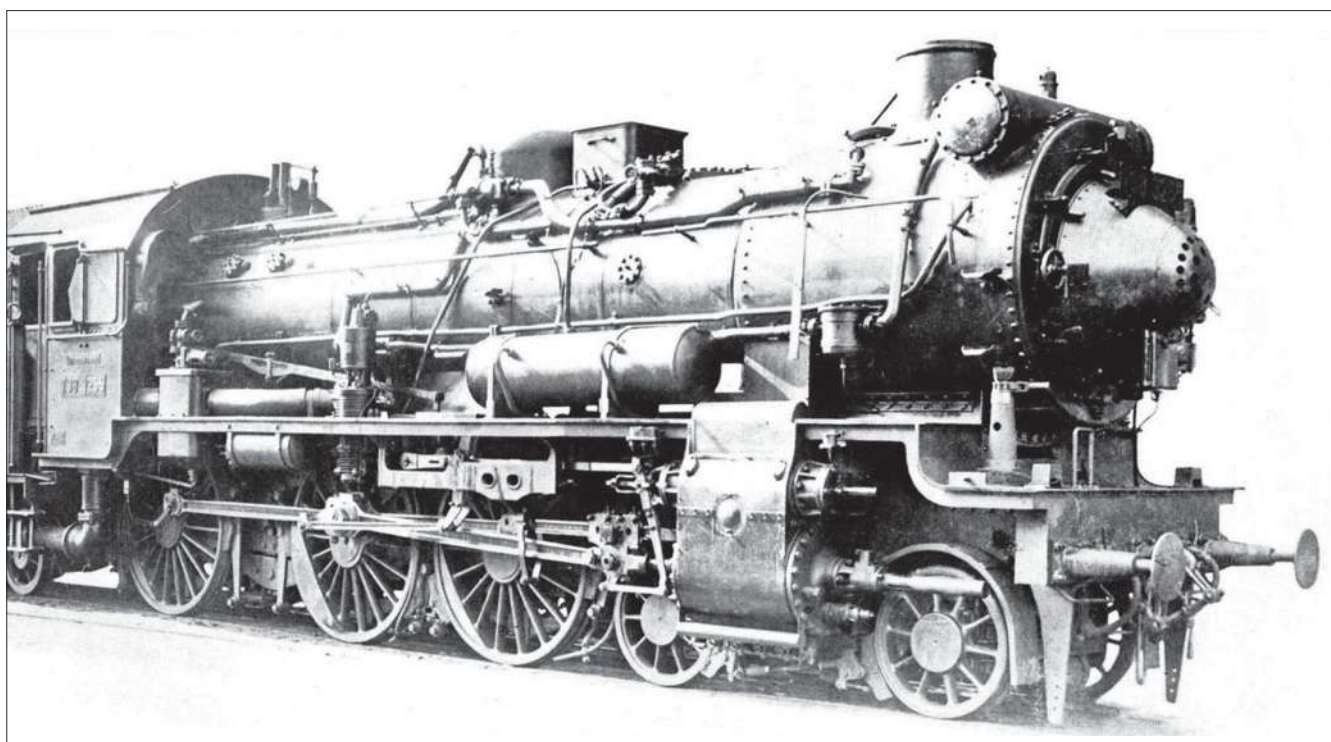
Bei dem vierachsigen Kühltender der T 18 1002 war eine etwas elegantere Lösung als bei der T 18 1001 gefunden worden. In einer Reihe parallel geschalteter Kästen standen gelochte Kupferbleche in engem Abstand nebeneinander. An ihnen rieselte das oben eingespritzte Kühlwasser feinverteilt hinab. Die Kuhlluft strömte durch die Räume zwischen den Platten nach oben

und wurde abgesaugt. Das gefürchtete Mitreißen von Wasser trat bei diesem Gegenstromprinzip nicht auf.

Die T 18 1001 lief beim Bw Hamm im schweren Schnellzugdienst auf der Strecke (Aachen –) Köln – Hannover zusammen mit Lokomotiven der BR 01⁰⁻² und 39⁰⁻² in einem Dienstplan, bis sie 1940 durch Bombeneinwirkung beschädigt und, zu Krupp zur Reparatur überführt, dort endgültig zerbombt wurde. Die T 18 1002 kam zum Bw München Hbf und war auf den Strecken München – Würzburg und München – Lindau im Einsatz, bis auch sie mit Kriegsschäden am 6. Oktober 1943 ausgemustert wer-

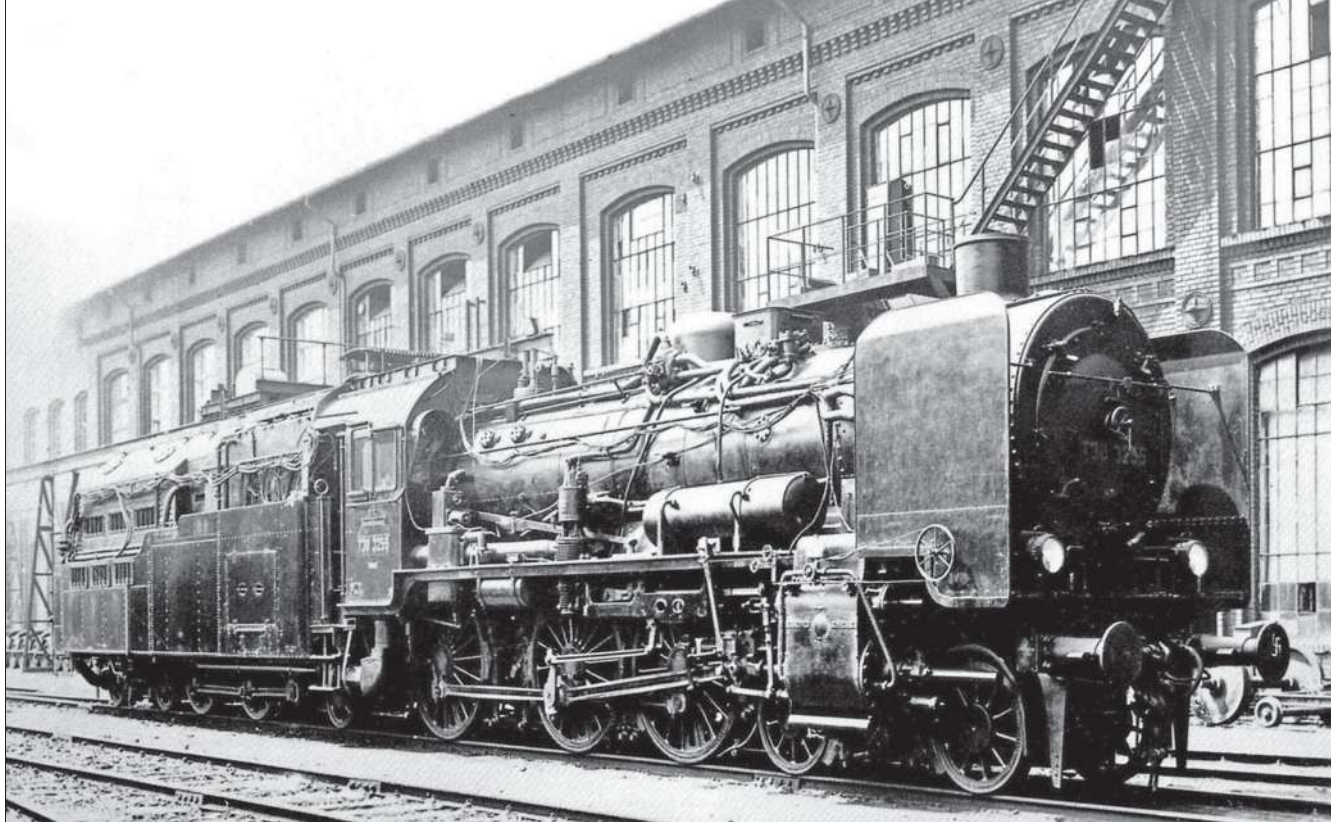
den musste. Auf der bereits erwähnten Lokausschuß-Beratung 1929 in Meiningen trug R. P. Wagner eine abschließende Bewertung der Turbinenlokomotiven vor, die wir hier auszugsweise wiedergeben wollen.

„Der Senior der Versuchslokomotiven ist die schon häufig in der Literatur behandelte Turbinenlokomotive von Krupp, die heute am Ende ihres Entwicklungsganges, wenigstens ihres eigenen, steht. Durch den unaufhaltenden Fortschritt auf allen Gebieten muß sie heute als in vielen Teilen bereits überholt bezeichnet werden; als Neubau würde sie eine grundlegend



WERKFOTO: HENSCHEL

Wegen des Turbinentenders mußten an der T 38 3255 zusätzliche Aggregate angebaut werden.



Die T38 3255 mit Abdampf-Turbinentriebtender im Lokomotivversuchsam (LVA) Grunewald. Das Leitungsgewirr am Langkessel und am Tender gehört zur Messausrüstung für die leistungstechnische Untersuchung mit Messwagen und Bremslokomotive. Auf dem rechten Zylinder ist der Maihak-Indikator zum Ermitteln der Dampfverteilung in den Zylindern sichtbar. Auch das Rad am Windleitblech gehört zur Indiziereinrichtung.

andere Form erhalten. Aber das Ziel dieses Versuches ist erreicht worden, nämlich der Nachweis richtiger Wahl der grundsätzlichen Anordnung, wie sie von vornherein von der Reichsbahn als der betrieblichen Eigenart am besten ent-

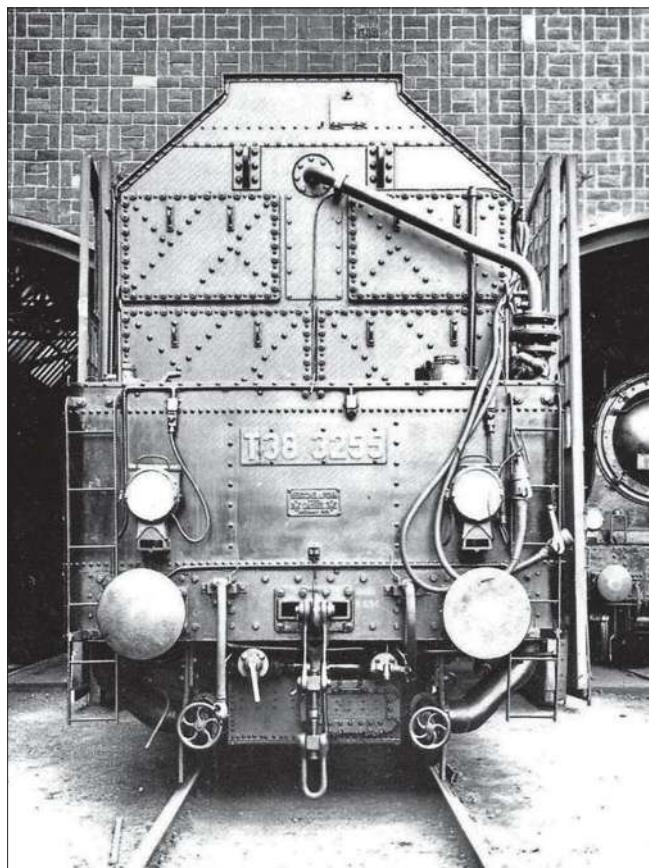
sprechend angesehen wurde ... Der Versuch mit der bayerischen Parallelbauart der Turbinenlokomotive hat durch die Bestätigung bereits andernorts gewonnener Erfahrungen im Grunde genommen wieder die Unzweckmäßigkeit von

Doppelarbeit gezeigt, namentlich im Versuchswesen. Wenn auch konstruktiv bei der bayerischen Lokomotive durch das ältere Vorbild schon ein eleganterer Aufbau möglich war, so weichen doch die beiden Lokomotiven grundsätzlich

FOTOS (3): C. BELLINGRODT, SAMMLUNG WEISBROD



Die T38 3255 (Henschel 20444/1925) nach dem Umbau mit parabolischer Rauchkammertür und zu Messzwecken angebrachtem Rauchkammer-Unterdruckmesser.



Rückansicht des Abdampf-Turbinentriebtenders der T38 3255 vor der Halle des Grunewalder Versuchsamts.

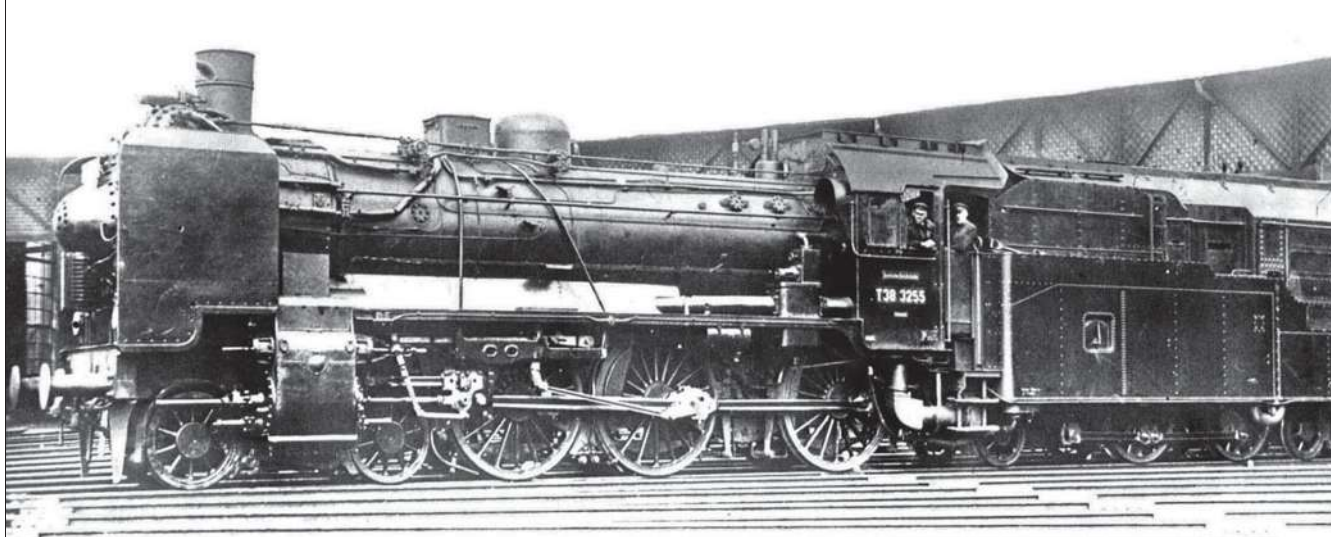


FOTO: C. BELLINGRODT

Die T38 3255 ist später noch mit Windleitblechen ausgestattet worden.

zu wenig voneinander ab, als daß die hohen Kosten den Doppelbau gerechtfertigt hätten.“

Einen weiteren interessanten Versuch unternahm Henschel mit der 1927 gelieferten T38 3255. Bei dieser Lokomotive war die normale Kolbendampfmaschine mit einer Abdampfturbine gekoppelt, d. h., der Abdampf der Kolbenmaschine entwich nicht ins Freie, sondern diente zum Antrieb einer Turbine. Auch dieses Verfahren basierte auf dem Zoelly-Patent. Die Abdampfturbine trieb den Tender an, denn sie war aus Platz- und Gewichtsgründen nicht mehr auf der Lokomotive unterzubringen. Während an der Lokomotive nur geringe konstruktive Veränderungen nötig waren, entstand mit dem fünfschigen Triebtender ein völlig neues Fahrzeug. Der Triebtender hatte die Achsfolge 1B2'. Nach dem vorderen Laufradsatz (850 mm Durchmesser) folgten die beiden gekuppelten und von der Turbine über Vorgelege und Blindwelle angetriebenen Radsätze (1400 mm Durchmesser). Die beiden hinteren Laufradsätze (850 mm Durchmesser) waren in einem zweiachsigen Drehgestell gelagert.

Von den Ausströmkästen der Lokomotivzylinder führte je eine Abdampfleitung zum Ölabscheider und weiter zum Steuerventil der Abdampfturbine. Der Bau einer solchen Abdampfturbine war erst möglich, als man es beherrschte, das Zylinderschmieröl aus dem Abdampf auszuscheiden. Da der Abdampf kondensierte, das Kondensat wieder als Speisewasser für den Kessel Verwendung fand, hätte es, wenn es ölhaltig gewesen wäre, zum Schäumen des Kesselwassers und damit zum Wasserüberreißen durch den Regler geführt. Wasser in den Zylindern ruft, da es nicht komprimierbar ist, Zylinder- und Triebwerksschäden hervor. Die Zoelly-Turbine hatte ein dreistufiges Vorwärtsrad und eine auf selber Welle sitzende Rückwärtsturbine.

Die Beaufschlagung der Turbinenräder mit Dampf war mit der Umsteuerung der Kolbenmaschine durch das Steuerventil gekoppelt.

Auf dem Tender waren, außer den Vorräten, auch die Hilfsmaschinen und der Kondensator untergebracht. Der Kondensator, als Oberflächen-Rieselkondensator ausgebildet (Henschel-Patent), diente zugleich der Rückkühlung des Kühlwassers. Der Turbinenabdampf wurde in mehreren Bündeln parallel geschalteter Messingrohre niedergeschlagen. Das Kühlwasser entzog dem Abdampf die Wärme und gab sie an die Kühlluft ab, die von unten durch drei im Tenderdach liegende Ventilatoren abgesaugt wurde. Eine Hilfsturbine trieb die Speisewasser-Kolbenpumpe, die drei Ventilatoren und die Pumpengruppe für Kondensat und Kühlwasserumlauf an.

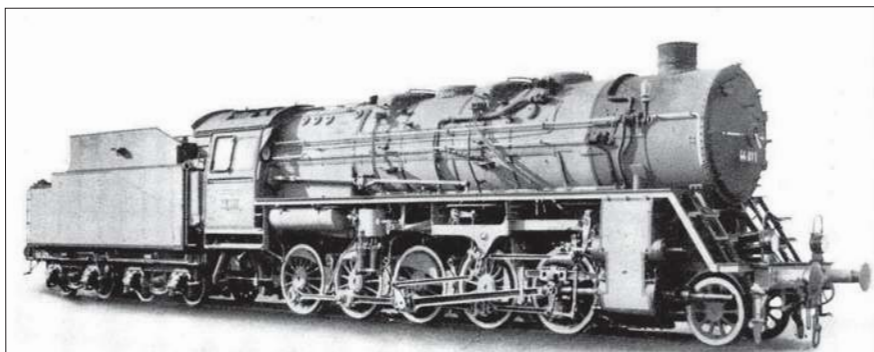
Die Turbine lief an, sobald die Kolbenmaschine Abdampf lieferte. In der Anfahrphase war es auch möglich, gedrosselten Frischdampf auf die Turbine zu leiten. Im Betrieb zeigte sich jedoch, dass auch hier durch die Rückwärtsturbine Ventilationsverluste auftraten, wie sie von den Turbinenlokomotiven der Konstruktionen Krupp und Maffei bekannt waren. Die Rückwärtsturbine war bei dieser Lokomotive überhaupt ein überflüssiges Relikt. Da bei einer Schlepptenderlokomotive die Rückwärtsskilometer nur einen Bruchteil der Gesamtkilometer ausmachen und meist nicht unter Last gefahren werden, erstaunt es nach heutiger Sicht, dass man überhaupt eine Rückwärtsturbine vorgesehen hatte. Rückwärts hätte man ohne Probleme auch mit der Kolbendampfmaschine allein fahren können.

Weil die Lokomotive keinen Saugzug durch den Auspuff hatte, war, wie bei den Turbinenlokomotiven, ein in der Rauchkammertür untergebrachter Saugzugventilator (Turbinenantrieb) erforderlich, der die Rauchgase durch den

Kessel saugte und aus dem Schornstein blies. Zur Speisewasservorwärmung behielt man den Oberflächenvorwärmer Bauart Knorr bei, der seinen Platz in einer Rauchkammernische quer vor dem Schornstein (wie bei den Einheitslokomotiven üblich) fand. Dadurch konnte das Kondensat in den Speisewasserbehälter im Schwerkraftbetrieb zurückfließen. Der Vorwärmer erhielt einen Teil des Abdampfes der Kolbendampfmaschine.

Mit der Kolben-Turbolokomotive T38 3255 konnte etwa die gleiche Kohleersparnis wie mit einer Turbinenlokomotive erzielt werden. Setzte man den selben Brennstoffverbrauch wie bei der P8 an, war eine höhere Zughakenleistung möglich. Die Leistung der Abdampfturbine war mit ca. 600 PS (450 kW) bei 8000 min⁻¹ berechnet. Man hatte für diesen Versuch eine Lokomotive der Gattung pr. P8 gewählt, weil diese Baureihe in einer Stückzahl von ca. 3000 Einheiten vorhanden und eine Leistungssteigerung nicht unwillkommen war. Weder Reibungsmasse noch Kesselleistung der P8 reichten für die Beförderung schwerer Personenzüge auf Steigungen von 10 ‰ aus.

Die Lokomotive, im LVA Grunewald und im Betrieb eingehend untersucht, wurde einigen Umbauten unterzogen und kam schließlich zum Bw Kassel, wo sie mit der P10 zusammen in einem Dienstplan lief und gleiche Leistungen wie diese erbrachte. Die ursprünglich mit Nassdampf betriebenen Hilfsturbinen, dann auf Heißdampf umgestellt, wurden ab 1933 mit Abdampf betrieben, um den Mehrverbrauch bei Teillast zu senken. Zunehmende Störungen am Abdampf-Triebtender veranlassten die RBD Kassel, beim Reichsverkehrsministerium den Antrag auf Ausmusterung zu stellen, dem auch per 19. Juni 1937 stattgegeben wurde. Die 38 3255 ist in den Ursprungszustand zurückgebaut



Die Mitteldrucklokomotive 44 011 (Henschel 22000/1933) im Lieferzustand.

worden, erhielt den normalen Tender 2'2'T 31,5 und tat auch nach dem Zweiten Weltkrieg noch beim Bw Minden Dienst. Am 20. März 1961 ist sie als Schrott verkauft worden.

Die Turbinenlokomotiven T 18 1001 und 1002 von Krupp und Maffei sowie die Abdampfturbinen-Triebtenderlokomotive T 38 3255 waren für die DRG interessante Studienobjekte, aber für eine Serienbeschaffung noch nicht tauglich. Sie waren keineswegs vertanes Geld, sondern brachten wertvolle Erkenntnisse, die man zu gegebener Zeit zu nutzen hoffte.

Die Turbinenlokomotiven T 09 001/002

1938 beauftragte die DRG die Firma Krupp in Essen mit dem Bau von zwei neuen Turbinenlokomotiven. Im Pflichtenheft war die Beförderung schwerer Fernschnellzüge im Fdt-Plan (Plan der Fernschnelltriebwagen) mit einer Höchstgeschwindigkeit von 175 km/h gefordert. Dazu war eine Dauerleistung der Hauptturbine von 2500 PSe an der Antriebswelle und eine Höchstleistung von 3160 PSe notwendig. Die Lokomotiven waren konstruktiv durchgearbeitet, sind aber während der Bauphase bei einem Bombardement des Kruppschen Werksgeländes zerstört worden. Wir

verdanken Rolf Ostendorf umfangreiche Kenntnisse über die beiden Lokomotiven, die die Betriebsnummern T 09 001 und 002 erhalten sollten.

Für die Lokomotiven war die Achsfolge 1'D2' vorgesehen. Der vordere Laufsatz und der 1. Kuppelradsatz waren zu einem Krauss-Helmholtz-Gestell vereinigt. Den großen schweren Hinterkessel trug ein zweiachsiges Drehgestell. Die Kuppelradsätze hatten Räder mit 1750 mm Laufkreisdurchmesser, womit durchaus die geforderten 175 km/h erzielt werden konnten, da die bei Kolbendampfmaschinen die Drehzahl begrenzende Kolbengeschwindigkeit hier keine Rolle spielte. Vier Kuppelradsätze waren erforderlich, um Kessel, Turbine und Kondensatoren unterzubringen, ohne die vorgegebene Achsfahrmasse von 18 t zu überschreiten.

Die beiden Lokomotiven waren wiederum nach dem Zoelly-Prinzip konstruiert, d. h., Hauptturbine und Kondensatoren auf der Lokomotive, Rückkühlanlage (und Vorräte) auf dem Tender. Die Turbine war zwischen den Wangen des Barrenrahmens vor der Rauchkammer zwischen Laufrad- und 1. Kuppelradsatz angeordnet und bestand aus einer achsstufigen Vorwärtsturbine, die über ein zweistufiges Vorgelege und Blindwelle mit Kuppelstangen

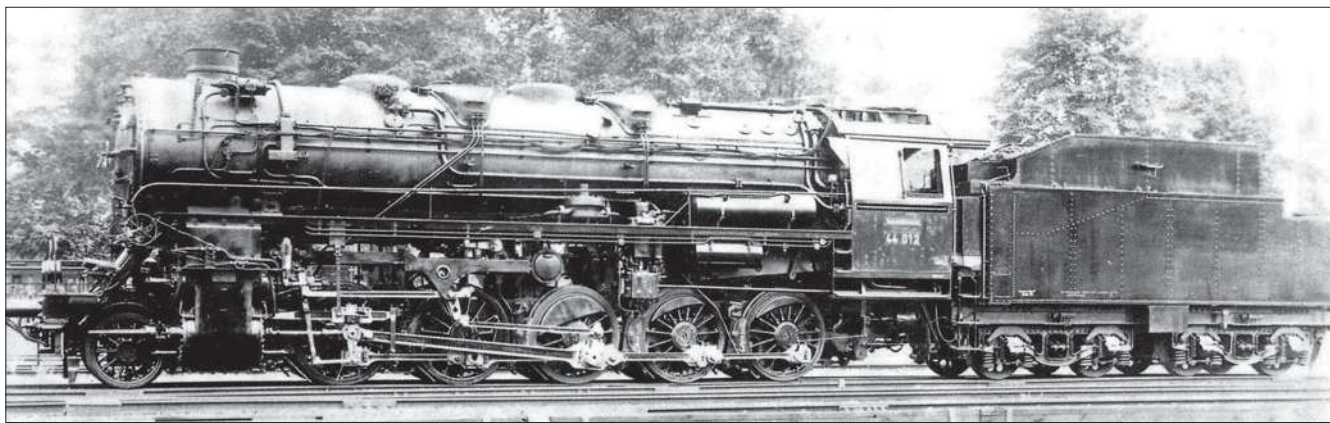


Die Mitteldrucklok 44 012 ist mit dem Messwagen 2 und den Bremslokomotiven 94 1301 und 56 113 des Lokomotivversuchsamts Grunewald auf Probefahrt bei Brandenburg.

die gekuppelten Radsätze antrieb. Auf der linken Maschinenseite befand sich die Rangierturbine, die über ein abkuppelbares Getriebe mit dem Hauptritzel verbunden war und, außer zur Rückwärtsfahrt, auch zur Unterstützung der Hauptturbine beim Anfahren schwerer Züge Verwendung finden konnte. Der Kesseldruck war wie bei der T 18 1002 mit 22 bar (kp/cm²) festgesetzt. Alle Unzulänglichkeiten bezüglich der Anordnung und Schaltung der Hilfsmaschinen, mit denen die T 18 1001 und 1002 noch behaftet waren, hatte man vermieden. Der Rückkühlender war eine Synthese der Erfahrungen aus dem Krupp- und dem Maffei-Tender. Er arbeitete mit Rieselkühlung, und die waagrecht im Tenderdach liegenden Ventilatoren saugten die Kühlluft durch seitliche Schlitze der Tenderwände. Entsprechend ihrer projektierten Höchstgeschwindigkeit war für die Lokomotiven Stromlinienverkleidung vorgesehen.

Mitteldrucklokomotiven

„Der Mitteldruckdampf“, formulierte Professor Hans Nordmann auf der 25. Beratung des Ausschusses für Lokomo-



Die Mitteldrucklokomotive 44 012 (Henschel 22100/1933) mit Indiziereinrichtung.

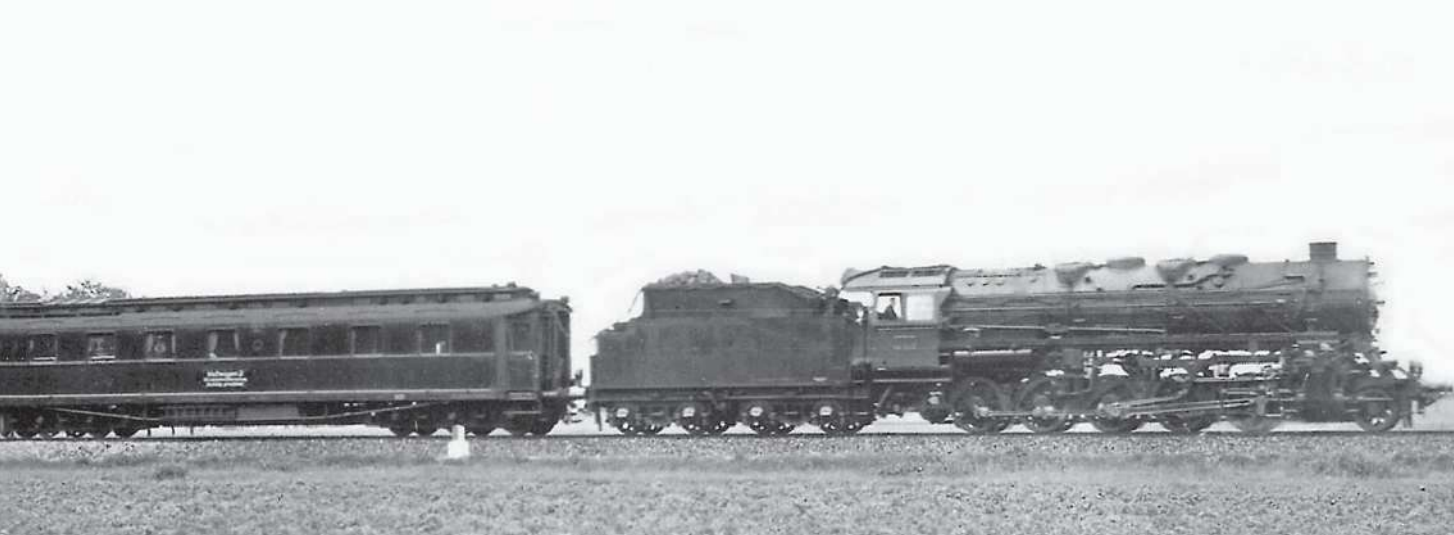


FOTO: C. BELLINGRODT, SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

tiven vom 14. bis 16. November 1934 in Cochem, „verdankt seine versuchsweise Einführung in den Lokomotivbetrieb dem Versagen der Höchstdruck- und Kondensationslokomotive oder wenigstens ihrer Unwirtschaftlichkeit ...“

Als Mitteldruckdampf bezeichnete die DRG Dampf mit 25 bar Druck. Sie erachtete diesen Wert als obere Grenze für Kessel Stephenson'scher Bauart. Man versuchte also weiterhin, die Wärmewirtschaft der Dampflokomotiven zu verbessern, dies jetzt allerdings ohne kostspielige Sonderkonstruktionen, wie es die Hochdruck- und Turbinenlokomotiven gewesen waren.

Der Dampf von 25 bar war jedoch wirtschaftlich nicht mehr in einem Zylinder (pro Lokomotivseite) zu entspannen. Mit Ausnahme der 24070 waren alle Versuchslokomotiven Verbundmaschinen. Die DRG hatte in den Jahren 1932 und 1933 acht Lokomotiven gebaut bzw. umgebaut, die im Versuchsprogramm der Mitteldrucklokomotiven eingesetzt waren:

- zwei der Baureihe 04 (2'C1' h4v)
- zwei der Baureihe 44 (1'E h4v)
- zwei der Baureihe 24 (1'C h2v und h2)
- zwei der Baureihe 172 (2'C h3v).

Bei der Druckerhöhung von den üblichen 16 bar auf 25 bar konnte allerdings dann keine kupferne Feuerbüchse mehr eingesetzt werden. Aus

Festigkeitsgründen war eine stählerne Feuerbüchse erforderlich. Auch für den Steh- und den Langkessel waren besondere Kesselbaustähle notwendig, weil bei einer größeren Dicke herkömmlichen Kesselbaustahls das Gewicht der Kessel zu unzulässig hohen Achsfahrmassen geführt hätte. Da bislang keine Erfahrungen über die Bewährung von Kesselbaustählen für diese Drücke im Lokomotivbetrieb vorlagen, sind bei den verschiedenen Versuchslokomotiven auch unterschiedliche Kesselbaustähle eingesetzt worden:

- 04 001: Kessel Kupfer-Mangan-Stahl, Feuerbüchse IZ I (Krupp)
- 04 002: Kessel Chrom-Molybdän-Stahl, Feuerbüchse IZ I (Krupp)
- 44 011: Kessel aus St 52 (Union Dortmund), Feuerbüchse 3%iger Nickelstahl
- 44 012: Kessel aus St 52 (Union Dortmund), Feuerbüchse St 44 (Thyssen)
- 24 069/070: Kessel aus Molybdän-Stahl (55 – 62 kg/mm Festigkeit), Feuerbüchse aus Molybdän-Stahl (35 – 45 kg/mm Festigkeit)

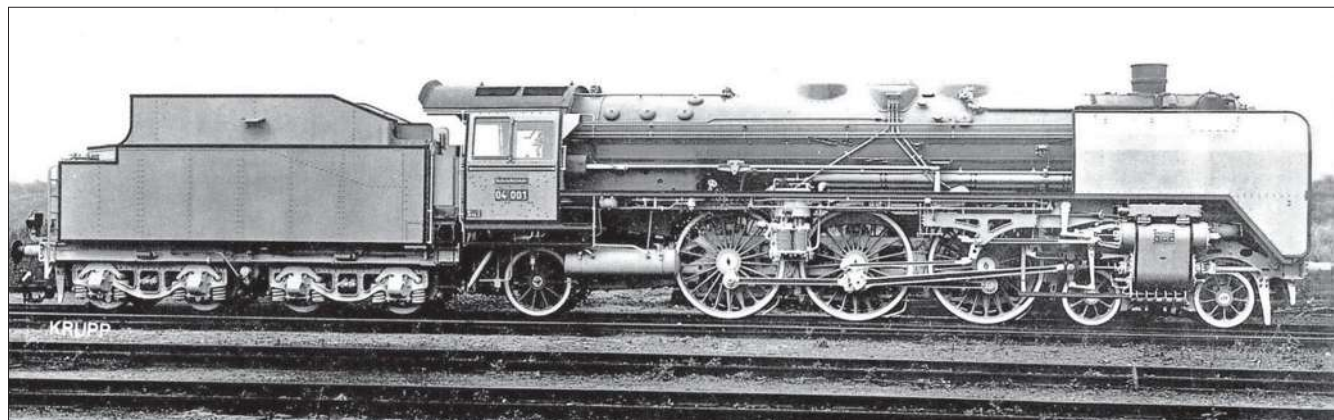
Die Feuerbüchsen der 04 001/002 und 44 011/012 besaßen Wasserkammern, Bauart Nicholson, die von der Feuerbüchsenplatte taschenartig in die Feuerbüchse hineinreichten. Man erhoffte

sich von diesen Wasserkammern weniger eine Vergrößerung der Strahlungsheizfläche als vielmehr eine Verbesserung der Wasserzirkulation und die Ablagerung des Kesselsteins im Langkessel statt an der Feuerbüchse.

Aufgabe des Versuchswesens der DRG war, zu ermitteln, wie sich die neuen Kesselbaustähle bei 25 bar Kesseldruck bewähren würden und welche Einsparungen an Dampf bzw. Brennstoff gegenüber den Lokomotiven der Regelausführung (16 bar Kesseldruck) zu erzielen waren.

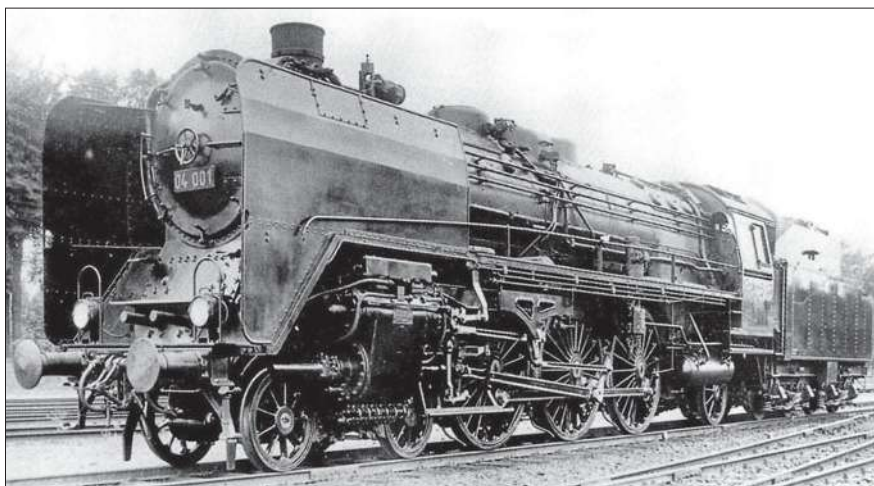
Die Wasserkammern sind bei beiden Baureihen recht bald bei den Herstellerfirmen ausgebaut worden, weil sich Kesselsteinablagerungen und Ausbeulungen zeigten. Die Kessel der 04-Lokomotiven litten in zunehmendem Maße an Undichtigkeiten der Feuerbüchsennähte und der Stehbolzen, so dass die 04 001 bereits nach 6500 km, die 04 002 nach 11 000 km Fahrleistung dem Herstellerbetrieb zur Reparatur zugeführt werden musste.

Nicht viel anders erging es den Mitteldrucklokomotiven der Baureihe 44. Nach 7000 km musste die 44 011, nach 9000 km die 44 012 zurück zum Hersteller. Bei beiden Lokomotiven waren es die ausgebeulten Wasserkammern und undichte Stehbolzen, die zur Reparatur Anlass gaben.



WERKFOTO: KRUPP, SAMMLUNG WEISBROD

Die Mitteldrucklokomotive 04 001 (Krupp 1194/1932), die spätere 02 101, im Fotografieranstrich.



Die 04 001 mit teilweise angebrachten Leitungen und Zügen für die Indiziereinrichtung.

Besser bewährten sich die Kessel auf den beiden Lokomotiven der Baureihe 24. Nur die 24 069 mußte wegen der Leckagen der Feuerbüchsnähte und Stehbolzen wieder zu Borsig, hat aber nach erfolgter Reparatur wenig Anlass zu Beanstandungen gegeben. Die S 10² war in das Versuchsprogramm aufgenommen worden, weil Kessel und Innenzylinder ohnehin hätten erneuert werden müssen und sich hier die Gelegenheit bot, die hochwertigen Kesselbaustoffe zu untersuchen. Die neuen Hochdruck-Innenzylinder und die Kessel lieferte Schwartzkopff; der Umbau erfolgte im RAW Braunschweig. Mit diesen Kesseln gab es die geringsten Probleme. Bei der 17 239 mussten die Rohre nachgedichtet werden; bei der 17 236 riss der Hochdruckzylinder. Das war aber auf Materialfehler zurückzuführen, und Schwartzkopff lieferte anstandslos Ersatz. Die S 10² in Mitteldruckausführung waren die einzigen Maschinen, deren Weiterbau Professor Nordmann 1934 empfahl.

Ergebnisse

Die eigentlich interessanten Lokomotiven unter den acht Mitteldruckmaschinen waren die der Baureihe 04, denn sie waren komplette Neukonstruktionen mit wesentlich besser konstruierter Dampfmaschine, als sie die Lokomotiven der Baureihe 02 besaßen. Die 04 001 kam im Juni 1932 nach Grunewald und fiel bereits bei den ersten Versuchsfahrten durch hohen Dampfverbrauch auf. Ursachen waren fertigungstechnische Mängel (Undichtigkeiten im Schiebergehäuse und bei den Überhitzeranschlüssen am Dampfsammelkasten), die die Lieferfirma beseitigen musste. Inzwischen war auch die 04 002 in Grunewald

eingetroffen. Die Versuchsfahrten mit der wiederhergestellten 04 001 mussten nach 6500 km, die mit der 04 002 nach 11000 km beendet werden, weil Feuerbüchsnähte und Stehbolzen in zunehmendem Maße undicht wurden. Die aus IZI-Stahl von Krupp bestehenden Feuerbüchsen waren genietet, weil die Schweißtechnik noch nicht so weit entwickelt war, als dass dieses Material (IZ heißt „immer zäh“) hätte geschweißt werden können.

Unklar blieben die Ursachen für den weiterhin wesentlich höheren Dampfverbrauch der 04 001, obwohl die genannten Undichtigkeiten beseitigt worden waren. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h und einer spezifischen Heizflächenbelastung von 57 kg/m²h begnügte sich die 04 002 mit einer Dampfmenge von 7,7 kg/PSeh, während die 04 001 9,2 kg/PSeh verbrauchte. Da beide Lokomotiven absolut gleich durchgebildet waren (die 04 001 hatte 5800 mm Abstand zwischen den Rohrwänden, die 04 002 6800 mm), konnte die Ursache hierfür nur in der Dampfmaschine zu suchen sein. Man stellte fest, daß bei der 04 001 anteilig mehr Leistung in den Niederdruckzylindern erzeugt wurde als bei der 04 002. Professor Nordmann dazu aber: „Eine Erklärung für die verschiedene Leistungsverteilung trotz gleicher Zylinder und Steuerung hat sich nicht finden lassen.“ Die Ursachen wurden später deutlich, lange nach Abschluss der Versuchsfahrten, als die Maschinen längst dem Betrieb übergeben worden waren, bei einer L 4 im RAW: Es waren Undichtigkeiten innerhalb der Dampfmaschine. Auch die Wasserkammern (Feuerbüchssieder) waren bei beiden Lokomotiven sehr bald ausgebaut worden. Die taschenartig von



Die 24069 steht im grauen Fotografieranstrich im Werkhof der Firma Borsig.

der Feuerbüchsen in die Feuerbüchse reichenden Wasserkammern zwangen sogar zur Teilung des Feuerschirms. Nach dem Ausbau verringerte sich die Gesamtheizfläche um 4,5 m².

Weil man den zu hohen Verbrauchszahlen der 04 001 nicht auf die Spur kam, wandte man sich verstärkt der 04 002 zu, die zwar bessere, aber noch keinesfalls überzeugende Werte geliefert hatte. Die niedrigen Auströmtemperaturen der 04 002, die zwischen 100°C und 105°C lagen, also knapp über der Kondensation, deuteten darauf hin, dass der Arbeitsprozess im ND-Zylinder in den unwirtschaftlichen Nassdampfbereich hinabreichte. Obwohl der Überhitzer Einstömtemperaturen von knapp über 400°C lieferte, hatte der Dampf im Verbinder nur noch 250°C. Ein näheres Heranrücken der Überhitzerelemente an die Feuerbüchsenrohrwand war nicht möglich, da sie bereits bis auf 225 mm heranreichten. Bei weiterer Verkürzung dieses Abstandes bestand die Gefahr der Deformierung oder des Durchbrennens der Umkehrenden der Überhitzerelemente. Man behalf sich mit sogenannten Rauchrohreinbauten (Rohre aus hitzebeständigem Stahlblech), die mit Abstandshaltern in die Rauchrohre eingeschoben wurden und die Strömungsgeschwindigkeit der Rauchgase in den



WERKFOTO: BORSIG, SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

offensichtlich zu weit bemessenen Rauchrohren herabsetzten. Das Ergebnis war zufriedenstellend. Die Temperaturen erreichten folgende Werte:

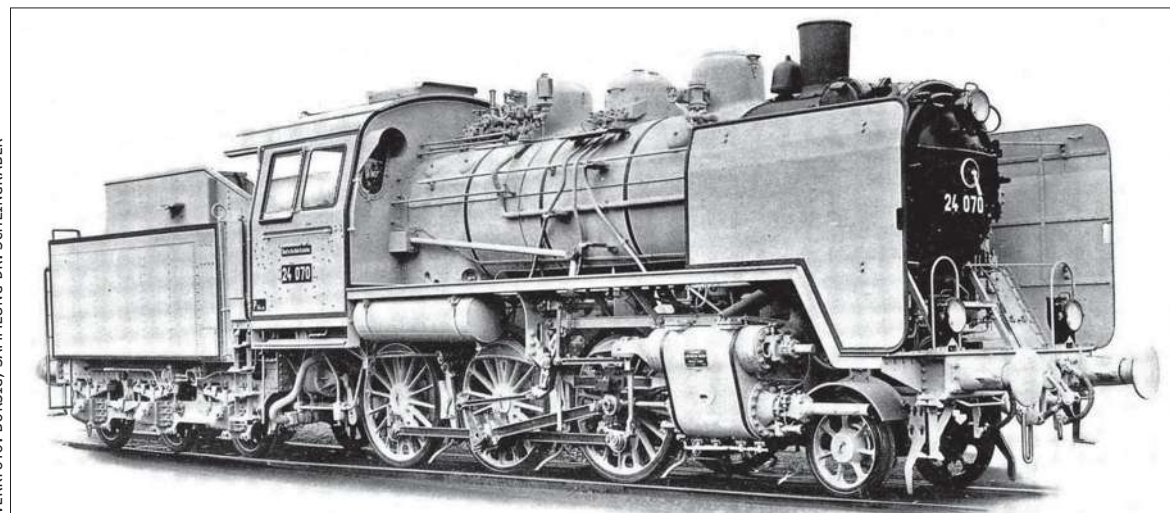
Einströmung: 455°C (409°C)

Verbinder: 309°C (250°C)

Ausströmung: 124 – 129°C (100 – 105°C) (Klammerwerte: ohne Rauchrohrreinsätze). Sofort sanken auch die spezifischen Verbrauchswerte für Dampf und Kohle. Bei einer spezifischen Heizflächenbelastung von 57 kg/m²h erreichte die 04 002 bei 80 km/h einen Verbrauch von 5,27 kg/PSih bei Dampf, bei 100 km/h von 5,08 kg/PSih. Die Baureihe 03, in deren Leistungsklasse die Baureihe 04 einzuordnen war, kam dagegen auf Werte von 6,30 (80 km/h)

und 6,15 (100 km/h) kg/PSih. Die Werte der 04 002 sind nur noch von den Mitteldrucklokomotiven 44 011 und 44 012 unterboten worden. In der Leistungscharakteristik übertraf die 04 002 bei 80 km/h die Baureihe 01 in der Zughaakenleistung um ca. 50 PSe, die Baureihe 03 um ca. 400 PSe. Nach Abschluss der Versuchsfahrten sind die beiden 04-Lokomotiven Anfang 1935 dem Betriebsmaschinenendienst übergeben worden, zunächst dem Bw Altona. Um dem Betrieb die Leistung der Lokomotiven zu dokumentieren, ist die 04 002 im Rahmen einer Betriebsmessfahrt vor das von den Personalen gefürchtete D-Zugpaar D 42/D 41 Berlin AHB – Frankfurt (Main) über Leipzig gespannt worden.

Die planmäßige Zugmasse betrug 600 t; meist aber war der Zug schwerer. Diese Leistung lag im Plan der Baureihe 01, in die sich aber auf der Gesamtstrecke drei Lokomotiven teilten (Lokwechsel in Leipzig und Erfurt). Diese beiden Versuchsfahrten, von denen Theodor Düring berichtet (ohne jedoch zu erläutern, wie man im Kopfbahnhof Leipzig die Fahrt mit der selben Lokomotive fortsetzte), sind von der 04 002 unter teilweise schwierigen Bedingungen mühelos bewältigt worden. Beide Lokomotiven sind als Unterbauart der schweren 2'C1'-Einheitslokomotiven mit Vierzylinder-Verbundtriebwerk in 02 101 und 02 102 umgenummert worden. Das Bw Altona kam mit den Lokomotiven nicht



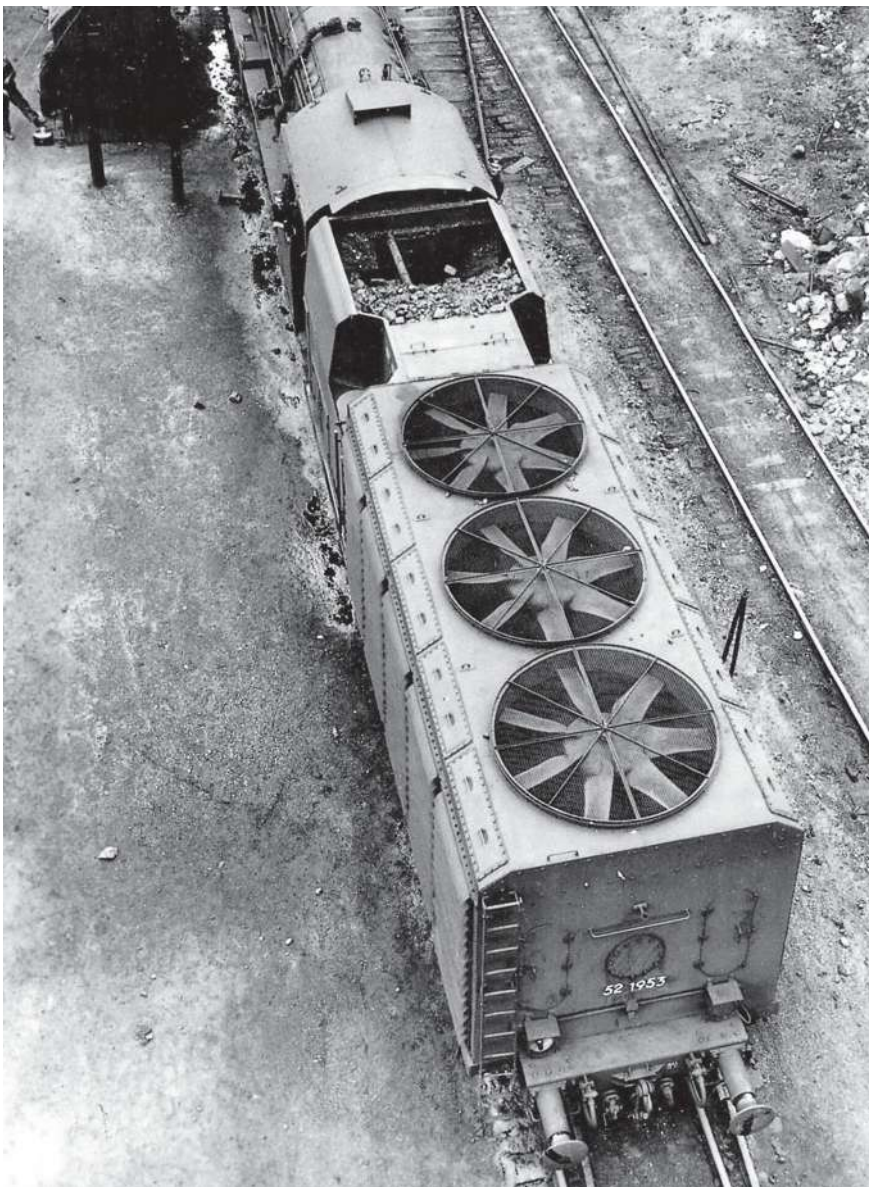
Äußerlich ist die Zwilling-lokomotive 24 070 kaum von der Verbundlok 24 069 zu unterscheiden.

WERKFOTO: BORSIG, SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER



Die Kohlenstaub-Kondenslokomotive 17 1119 auf den Gleisen der Berliner Stadtbahn während der Fahrt zum Ostbahnhof.

zurecht (Schwierigkeiten mit der Anfahrvorrichtung), so dass die Hauptverwaltung eine Umsetzung zum Bw Hof (RBD Regensburg) verfügte, wo die Lokomotiven der Baureihe 02 stationiert waren. Das Personal in Hof, geübt im Umgang mit Verbundlokomotiven, hatte zwar mit der Anfahrvorrichtung keine Probleme, fühlte sich aber auf dem Führerstand nie so ganz sicher, weil recht häufig Stehbolzen, vor allem in den oberen Reihen, rissen. Gleiche Erscheinungen waren übrigens auch an den Mitteldrucklokomotiven der Baureihen 17² und 24 beobachtet worden. So ist – wohl Ende 1935 – verfügt worden, die Kessel nur noch mit 20 bar zu betreiben. Das Ende der Baureihe 02¹ kam schnell und spektakulär. Im Sommer 1936 zerknallte der Kessel der 02 101 infolge eines Bedienungsfehlers (Wassermangel). Das Personal kam bei dem Unfall ums Leben. Die 02 101 war durchaus nicht so schwer beschädigt, dass sie nicht hätte wieder aufgebaut werden können (der Kessel war sogar auf dem Fahrwerk geblieben); doch es wurde auch die 02 102 außer Dienst gestellt und die Ausmusterung beider Lokomotiven verfügt. Die Versuche mit Mitteldrucklokomotiven brachten die Erkenntnis, dass mit den damals verfügbaren Kesselbaustählen und Technologien Lokomotivkessel mit 25 bar nicht wirtschaftlich zu betreiben waren. Hätte man damals schon geschweißte Stahlfeuerbüchsen und Gelenkstehbolzen gekannt, wäre das Ergebnis sicher anders ausgefallen. Eine wichtige Erkenntnis war die Tatsache, dass für einen günstigen spezifischen Dampfverbrauch die Höhe der Überhitzung des Dampfes entscheidender ist als die Höhe des Druckes. Die Kesseldruckreduzierung auf 20 bar haben die Mitteldrucklokomotiven ebenso problemlos verkraftet wie später die Lokomotiven mit 20 bar Kesseldruck die Druckminderung auf 16 bar. Sicher fehlte in der Anfahrphase etwas vom „Antritt“, und durch die notwendigerweise größeren Füllungen stieg der Dampfverbrauch etwas an. Leistungseinbuße und Mehrverbrauch standen aber in keinem Verhältnis zu den teuren Kesseln.



Die gewaltigen Lüfterräder von 2,20 m Durchmesser zeigt ein Blick von oben.



FOTO: DR. SCHEINGRÄBER

Nach ihrem Einsatz in der Ukraine wurden mehrere Kondenslokomotiven der Baureihe 52¹⁸⁻²⁰ bei Kriegsende im oberbayerischen Kochel abgestellt.

Kondenslokomotiven

Kondenslokomotiven sind normale Kolbendampfloks, bei denen jedoch der Maschinenabdampf nicht durch den Schornstein entweicht, sondern zum Zweck der Rückgewinnung des Kesselspeisewassers auf dem Tender kondensiert wird.

Einsatzgebiete für Kondenslokomotiven sind Regionen, in denen große Strecken ohne Wasserfassen durchfahren werden müssen. Die erste Kondenslokomotive hatte Henschel 1931 für die Argentinische Staatsbahn gebaut. 1933 ließen die Sowjetischen Staatsbahnen (SZD) bei Henschel eine ihrer Lokomotiven der Reihe Ä⁹ (Bahnnummer 5224) in eine Kondensationslokomotive umbauen, die 1934 abgeliefert worden ist. Nach diesem Vorbild haben die SZD zwei Lokomotiven der Reihe SO (1'E h2) mit Kondensendern eigener Produktion ausgerüstet und nach deren Bewährung 1938 die Kondenslokomotiven der Reihe SO^k in Serie gebaut.

Als die deutschen Truppen bei ihrem Überfall auf die Sowjetunion 1941 in den Süden des Landes vordrangen, fanden sie die Lokomotiven der Reihe SO^k, über die in Deutschland fast nichts bekannt war. Die Heeresleitung erkannte schnell die Bedeutung der Lokomotiven für die Strecken mit schlechter oder fehlender Wasserversorgung und forderte den Bau von 240 Lokomotiven der Kriegsbauart Reihe 52 in Kondensausführung. Den entsprechenden Auftrag dazu bekam Henschel im Mai 1942. Die erste Kondenslokomotive der Baureihe 52, die 52 1850 (Fabriknummer 27178), war siebeneinhalb Monate nach Erteilung des Auftrages fertiggestellt.

Das Arbeitsprinzip der Henschel-Kondenslokomotive ist folgendes: Der Abdampf der beiden Dampfzylinder strömt der Saugzugturbine in der Rauchkammer zu und wird in einer an der linken Lokomotivseite verlegten Abdampfleitung

dem Tender zugeführt. In diese Leitung ist ein Abdampfentöler eingeschaltet. Die Abdampfleitung nimmt weiterhin den Abdampf der Speisepumpen, der Luftpumpe, der Lichtmaschine und den eines der beiden Kesselsicherheitsventile auf. Der Abdampf treibt die auf dem Tender befindliche Lüfterturbine an, die wiederum die drei Lüfterräder, die die zur Kondensation erforderliche Kühlluft umwälzen, antreibt. Der aus der Lüfterturbine austretende Dampf verteilt sich in einer gegabelten Leitung gleichmäßig rechts und links auf die Kondensatorelemente. In den von der Kühlluft umströmten Kondensatoren kondensiert der Dampf. Das Kondensat wird in Wasserkammern gesammelt und läuft dem 1,8 m³ fassenden Kondensatsammelbehälter zu. Bevor es wieder als Speisewasser dem Kessel zugeführt wird, wird restliches Öl in einem Filter abgeschieden.

Zum Ausgleich der Wasserverluste ist noch ein Rohwasserbehälter vorhanden, der beim fünfschigen Tender 16 m³, beim vierachsigen Tender 13,5 m³ Wasser fasst. Wasserverluste treten beispielsweise auf, wenn Heißdampf gebraucht wird, denn dieser kann nicht als Kondensat zurückgewonnen werden. Bei Frostgefahr kann das Tenderwasser vorgeheizt werden. Der Tender besitzt an der Außenwand Blechjalousien, die bei

starkem Frost vom Führerhaus aus geschlossen werden können, um ein Einfrieren des Kondensators zu verhindern.

Die bei den normalen Kriegslokomotiven der Baureihe 52 übliche Kesselspeisung mit zwei Dampfstrahlpumpen war bei den Kondenslokomotiven nicht möglich, weil das Kondensat eine Temperatur von ca. 90°C aufwies. Die Kondenslokomotiven besaßen deshalb zwei Doppelverbund-Speisepumpen Bauart Knorr mit P-Steuerung (350 l/min). Um den Zulauf des heißen Kondensats zu den Speisepumpen sicherzustellen, war jeder Kolbenspeisepumpe eine Wasserstrahlpumpe vorgeschaltet, deren Wasser von der Kolbenpumpe geliefert und in einem besonderen Kreislauf abgezweigt wurde. Das heiße Kondensat wurde der Pumpe mit Überdruck zugeführt, wodurch Dampfbildung und schlechtes Ansaugen verhindert werden konnten. Bei Schäden an der Kondensationseinrichtung konnte der Kessel auch mit Rohwasser aus dem Tender gespeist werden.

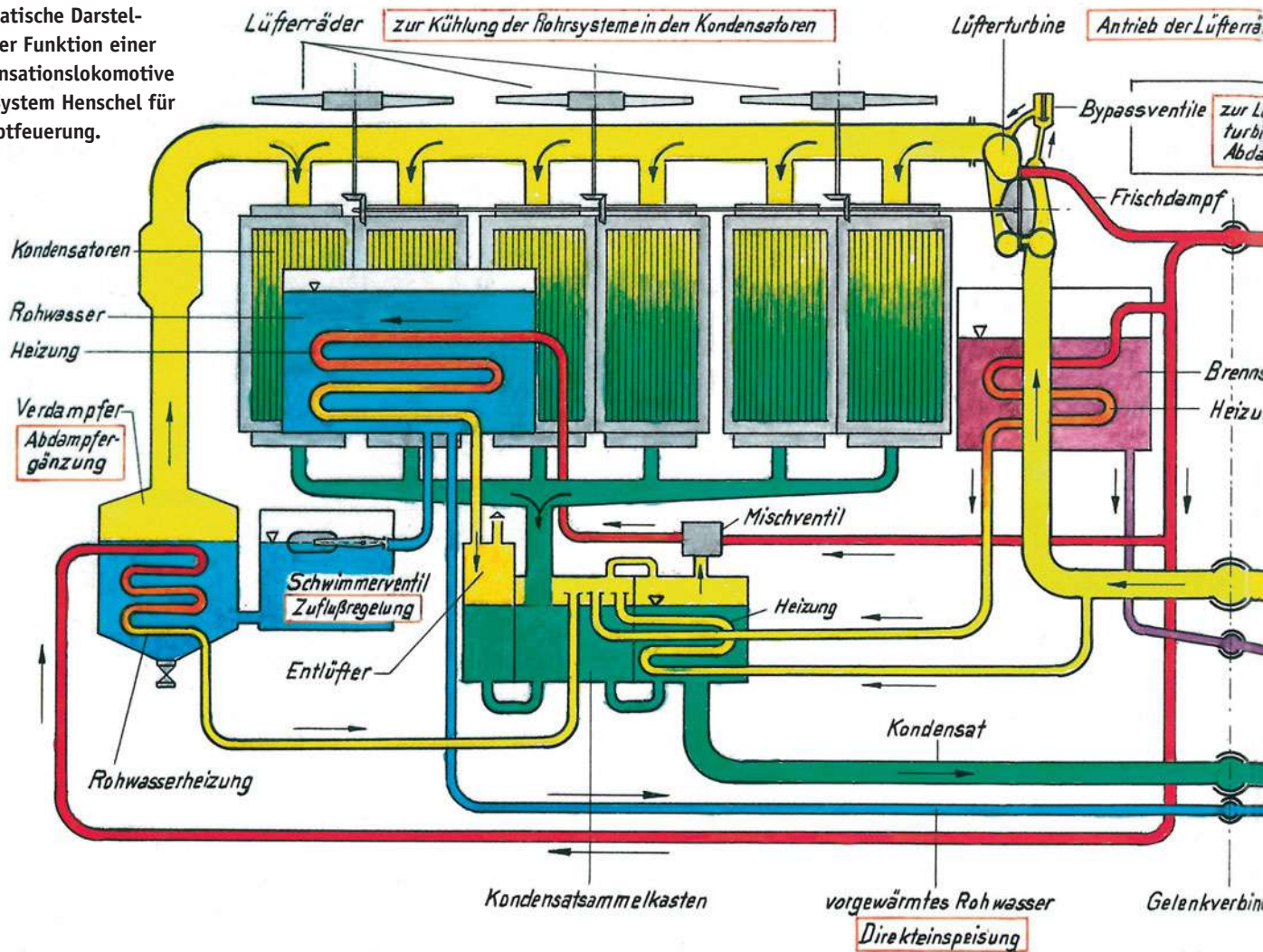
Weil kriegsbedingt für den Kondensator kein Kupfer zur Verfügung stand, musste Stahl verwendet werden. Bei der geforderten Kühlleistung bei Außentemperaturen von 50°C war die Tendermasse ohne Überschreitung der Achsfahrmasse nicht mehr auf vier Radsätzen unterzubringen. Der Tender wurde fünfschig ge-



FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRÄBER

Der Achsstand der gewaltigen fünfschigen Kondensender 3'2'T 16 war mit 9385 mm größer als der der Lokomotive selbst (9200 mm).

Schematische Darstellung der Funktion einer Kondensationslokomotive nach System Henschel für Ölhauptfeuerung.



baut. Mit der Vertreibung der deutschen Truppen aus den besetzten Gebieten verschob sich die Ostfront westwärts. Einsatzgebiete der Lokomotiven und Klima änderten sich, so dass mit einem kleineren Kondensator auszukommen war. Der kleinere Kondensator und ein etwas klei-

nerer Rohwasserbehälter fanden auf zwei zweiachsigen Drehgestellen Platz. Nach der Landung der Alliierten in Frankreich im Juni 1944 erhielt die Wehrmachtsverkehrsrichtung Brüssel 37 fabrikneue Kondenslokomotiven und das Baumuster 52 1850. Hier war nicht das Durchfahren

langer Strecken ohne Wasserhalt Sinn des Einsatzes. Normale Auspufflokomotiven waren von der Luftwaffe der Alliierten weithin aufgrund ihrer Abdampffahne auszumachen. Kondensationslokomotiven waren letztlich die einzigen Loks, mit denen die Versorgung der Wehrmacht und der Rücktransport der Truppen aus Nordfrankreich und Belgien noch möglich war, da sie wegen fehlender Abdampffahne von den Tieffliegern relativ schwer zu erkennen waren.

So war die Baureihe 52 Kondens im doppelten Sinne eine Kriegslokomotive: Fertigungsbedingt durch die weitgehende Entfeinerung und vereinfachte Konstruktion sowie strategisch durch weitgehende Unabhängigkeit von Wasserstationen und relativ unauffälliges Verhalten im Gelände.

Blick auf den vierachsigen Kondensstender 2'2'T 13.

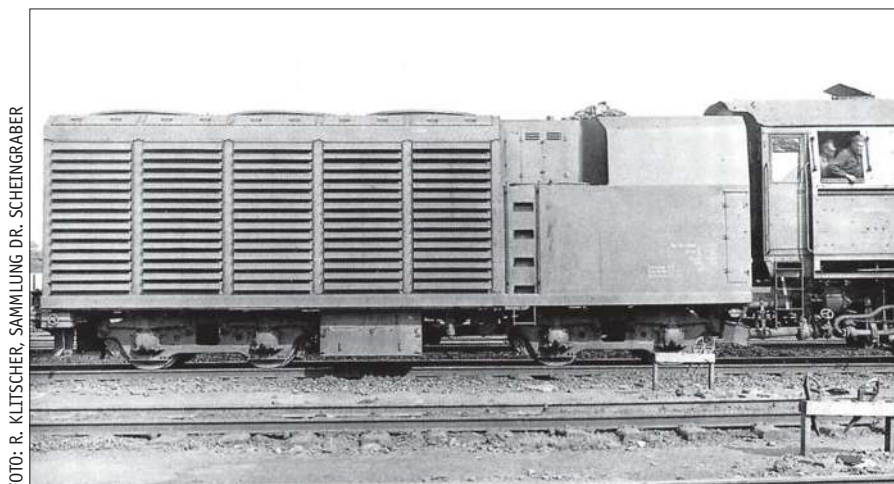
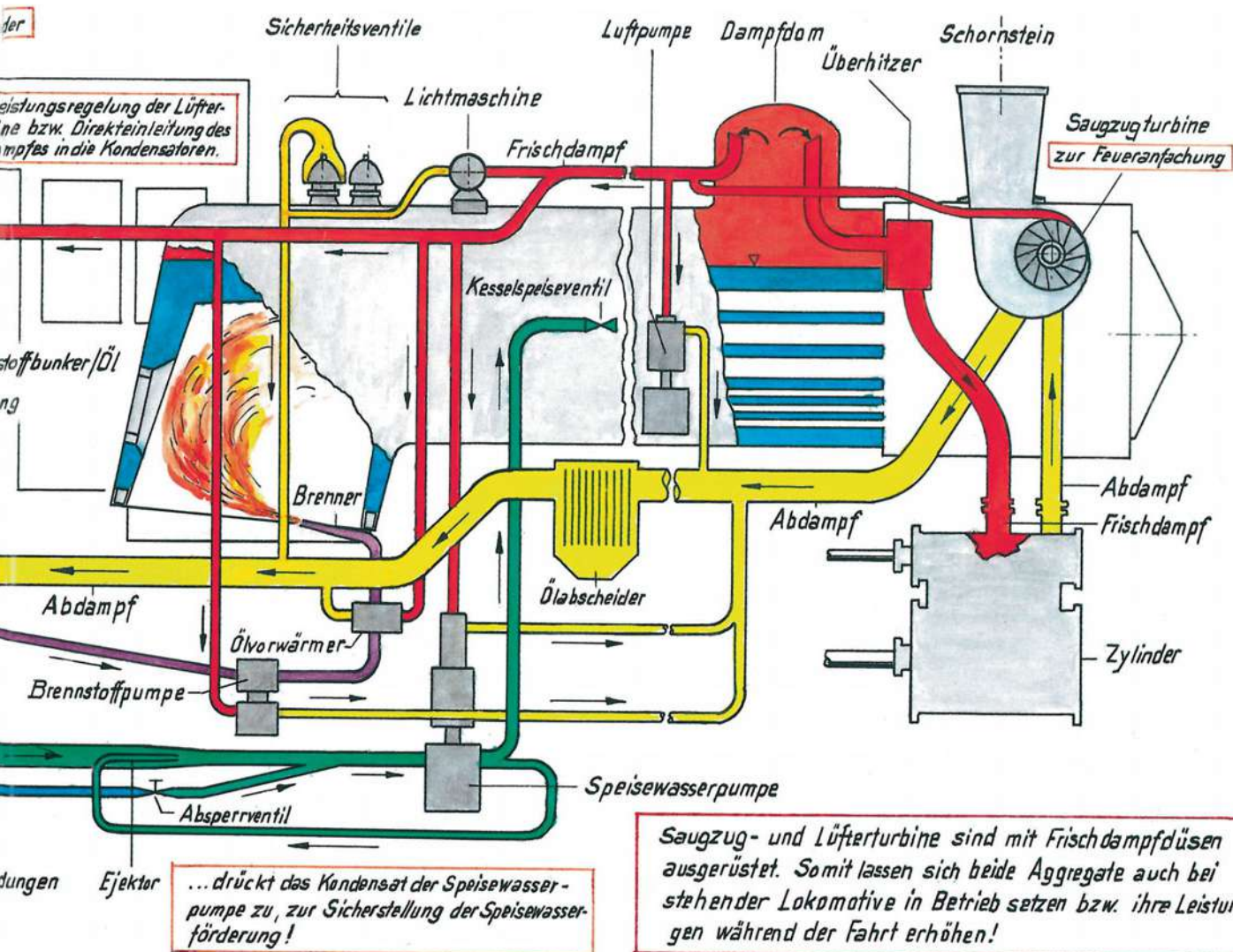


FOTO: R. KLITSCHER, SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER



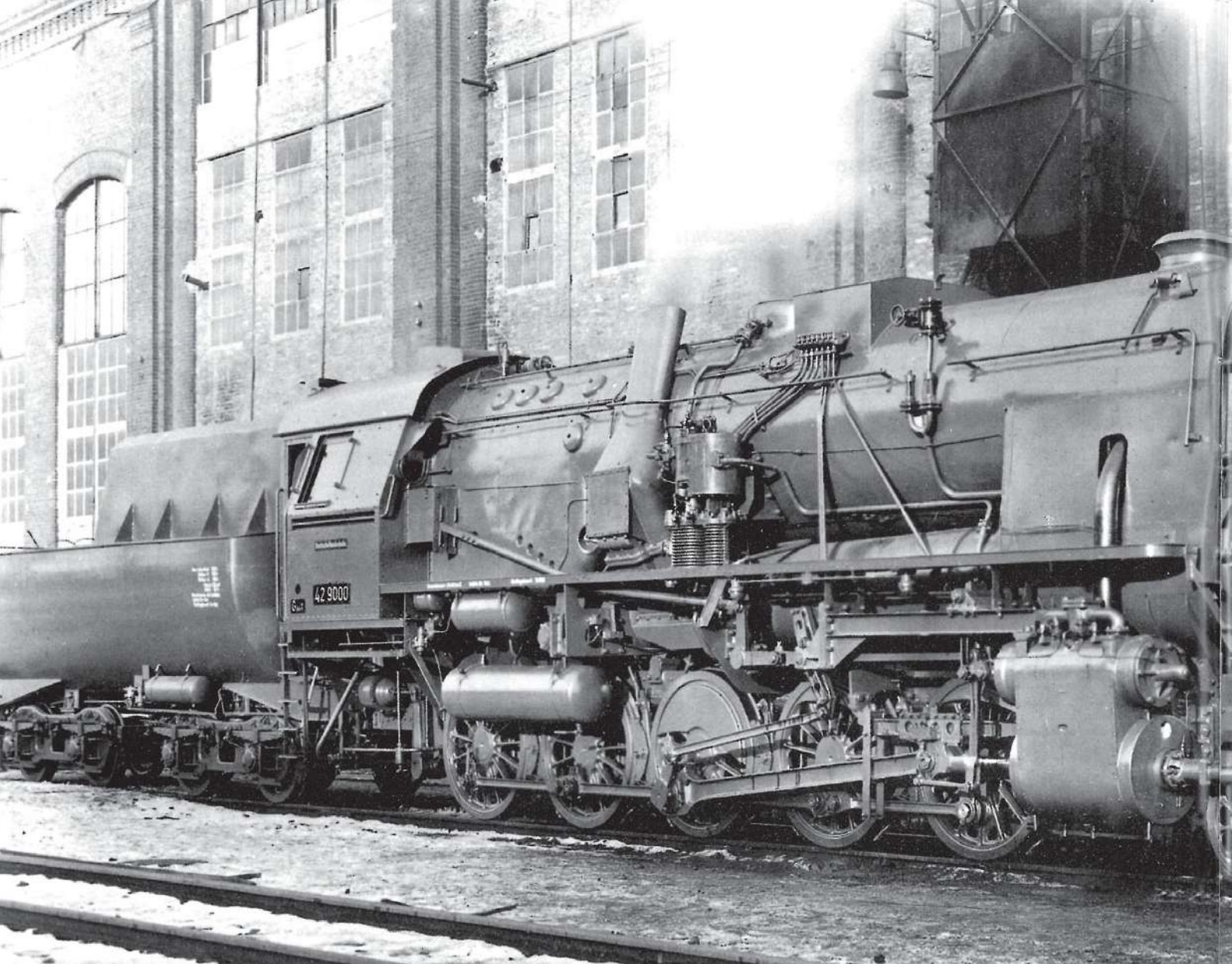
Obwohl der Krieg ins vierte Jahr ging, fand man von März bis Dezember 1943 (mit Unterbrechung durch Osteinsatz in den Monaten Juli und August) in Grunewald Gelegenheit, die 52 1850 leistungstechnisch zu untersuchen. Unter normalen Bedingungen, d. h., bei Außentemperaturen von 10°C, einer Geschwindigkeit von 50 km/h und einer spezifischen Heizflächenbelastung von 57 kg/m²h war die Leistung durch den Dampfverbrauch der Hilfsturbinen nur um 3,4 % geringer als bei der Vergleichslokomotive 52 180, der Kohleverbrauch aber durch die Verwendung vorgewärmten Speisewassers um 10 % niedriger. Nach Kriegsende sind auf Weisung der

amerikanischen Besatzungsmacht bei Henschel noch neun angearbeitete Lokomotiven fertiggestellt worden, unter ihnen die 52 2006, die dann zusammen mit der Dampfmotorlokomotive 19 1001 zu Ausstellungszwecken nach den Ver-

einigten Staaten verschifft worden ist. Von den bestellten 240 Einheiten sind, die Nachkriegslieferungen eingerechnet, nur 178 gebaut worden (52 1850 bis 52 2027). Der vierachsige Tender kam ab Lokomotive 52 1987 zum Einsatz.

Schon auf den ersten Blick waren die fünfachsigigen Kondensatender anhand ihrer sechs Lamellenreihen von den kürzeren vierachsigen mit nur fünf Lamellenreihen leicht zu unterscheiden.





Franco-Crosti-Lokomotiven

Die Dampflokomotive gehört zu den Wärmekraftmaschinen mit einem sehr geringen Wirkungsgrad. Die größten Verluste an zugeführter Wärmeenergie treten durch den unvollständig entspannten Auspuffdampf und durch die Rauchgase auf. Recht lange schon arbeitete man an Verfahren, den Abdampf zur Vorwärmung des Speisewassers zu nutzen. Denn wenn dem Lokomotivkessel Speisewasser mit höherer Temperatur als der Außentemperatur zugeführt wird, ist weniger Wärmeenergie erforderlich, es zu verdampfen. Diesen Überlegungen liegen die verschiedenen Bauarten der Speisewasservorwärmer von der Kirchwegerschen Abdampfcondensation im Tender aus der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zu den verschiedenen Ausführungen der Oberflächen- und Mischvorwärmer zugrunde. Eine Nutzung der in den Rauchgasen noch enthaltenen Wärmeenergie erfolgte durch den Überhitzer (Bauarten nach Wilhelm Schmidt) zur Erzeugung des hochwertigen Heißdampfes.

Das Verdienst, das erste betriebs-taugliche Verfahren für die Nutzung der Rauchgase zur Speisewasservorwärmung entwickelt zu haben, gebührt dem Italiener Attilio Franco (1873 – 1936). Nach seinem Tod führte sein Mitarbeiter Piero Crosti die Arbeiten fort und entwickelte das Verfahren der Speisewasservorwärmung durch Rauchgase weiter. Die erste Lokomotive nach dem Franco-Prinzip entstand 1932 für die Belgische Staatsbahn (SNCB). Es war ein recht leistungsfähiges Monstrum mit dem Namen „Le Mastodont“, das zwar die Betriebstauglichkeit des Franco-Prinzips beweisen konnte, für das aber niemand Bedarf hatte, so dass man den 250 t schweren Koloss schon 1935 wieder zerlegte.

Außer den Italienischen Staatsbahnen (FS), die reichlich 200 Franco-Crosti-Lokomotiven in Dienst stellten, war in Europa nur noch die Deutsche Bundesbahn (DB) für das Prinzip zu interessieren. Die Spanier (RENFE) beließen es bei einer, die Briten (BR) bei zehn Maschinen.

In den Jahren von 1948 bis 1951 fertigte Henschel noch 40 Maschinen der Kriegslokbaureihe 52 aus bereits während des Krieges angearbeiteten Bauteilen. Bis auf die ersten fünf Lokomotiven (52 124 bis 52 128), die keinen Vorwärmer besaßen, sind bei allen anderen verschiedene Vorwärmerbauarten eingebaut und erprobt worden. Den Rauchgasvorwärmer auch bei deutschen Lokomotiven zu erproben, hatte Erich Metzeltin kurz vor seinem Tode im Jahre 1948 vorgeschlagen. Der Fachausschuss Lokomotiven sprach sich aber im Herbst 1948 gegen die Einführung des Abgasvorwärmers aus. Es besteht keine Veranlassung, an den Ausführungen Theodor Dürings zu zweifeln, wonach der Bau von zwei Versuchslokomotiven mit Franco-Crosti-Rauchgasvorwärmer durch die Deutsche Bundesbahn aus der bei Henschel gefertigten 52er-Serie mehr eine Gefälligkeit gegenüber Professor Crosti als eine betriebliche Notwendigkeit gewesen war. So sind denn die als Lokomotiven der Baureihe 52 vorgesehenen

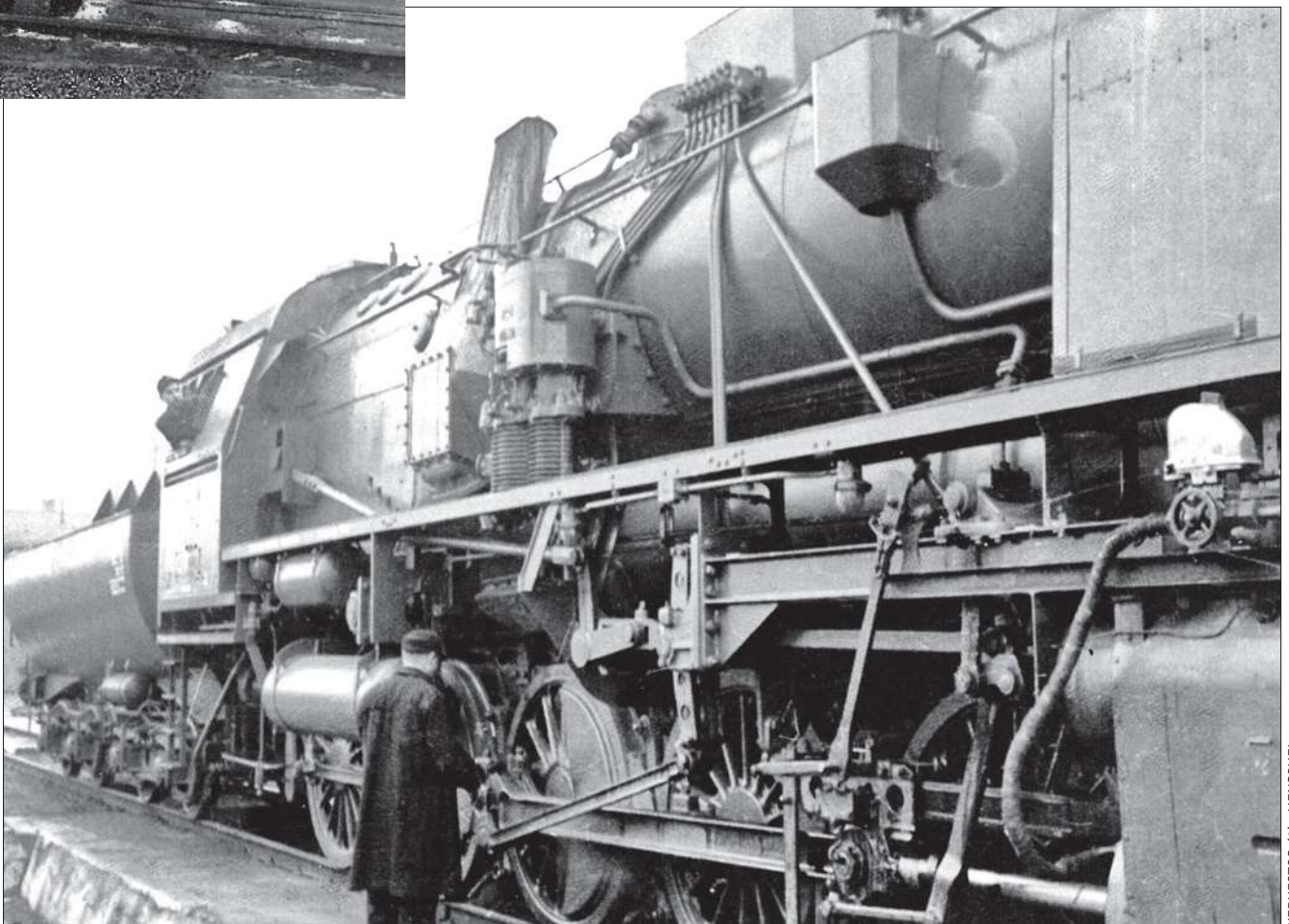


Die erste deutsche Franco-Crosti-Lokomotive, die 42 9000, entstand aus Teilen der 52 893 (Henschel 28313/1951).

Fabriknummern 28313 und 28314 von Henschel mit Rauchgasvorwärmer Bauart Franco-Crosti ausgerüstet worden.

Der Kessel entsprach im Prinzip dem der Baureihe 52, war jedoch mit einer geringeren Zahl von Heiz- und Rauchrohren ausgerüstet, um das Temperaturgefälle in Richtung Vorwärmertrommel zu verschieben. Die Rauchkammer war nach unten erweitert. In der Rauchkammertür wurden die Rauchgase um 180° umgelenkt und gelangten in die beiden parallel unter dem Langkessel verlegten Vorwärmertrommeln. Um diese aufnehmen zu können, musste die Kesselmitte des Langkessels auf 3300 mm über SO angehoben werden. Die Rauchgase durchströmten in Rohrbündeln die Vorwärmertrommeln, die überdies vom Maschinenabampf (Zylinder-, Pumpen-, Lichtmaschinenabampf) in einer Umantelung beheizt wurden. Der normale Schornstein war im Betrieb mit einer Klappe verschlossen und wurde nur zum Anheizen der Lokomotive benötigt. Jede

Vorwärmertrommel besaß eine Rauchkammer mit einem Blasrohr aus drei Düsen, mit dem vom Zylinderabampf der erforderliche Saugzug erzeugt wurde. Über je einen an den hinteren Teil des Langkessels angelehnten Schornstein mit elliptischem Querschnitt entwichen Abampf und Rauchgase. Das Speisewasser strömte im Gegenstromprinzip von der Stelle niedrigster Gastemperatur (also vom hinteren Ende der Vorwärmertrommel) nach vorn und wurde von einer Kolbenspeisepumpe in den Kessel gedrückt. Zweite Speiseeinrichtung war eine Dampfstrahlpumpe. Professor Crosti erwartete gegenüber einer Lokomotive der Baureihe 52 mit Mischvorwärmer eine Brennstoffersparnis von 18 %. Erreicht wurden im günstigsten Fall 14 bis 15 %, im normalen Arbeitsbereich einer Güterzuglokomotive aber nur 10 bis 12 %. Dafür war der Aufwand an Konstruktionsmasse erheblich. Das Leergewicht gegenüber der BR 52 stieg von 75,94 t auf 84,25 t, das Dienstgewicht von 84,01 t auf 94,90 t. Damit kamen die beiden Versuchsmaschinen auf eine durchschnittliche Achsfahrmasse von 18 t (BR 52 = 16 t) und mussten als

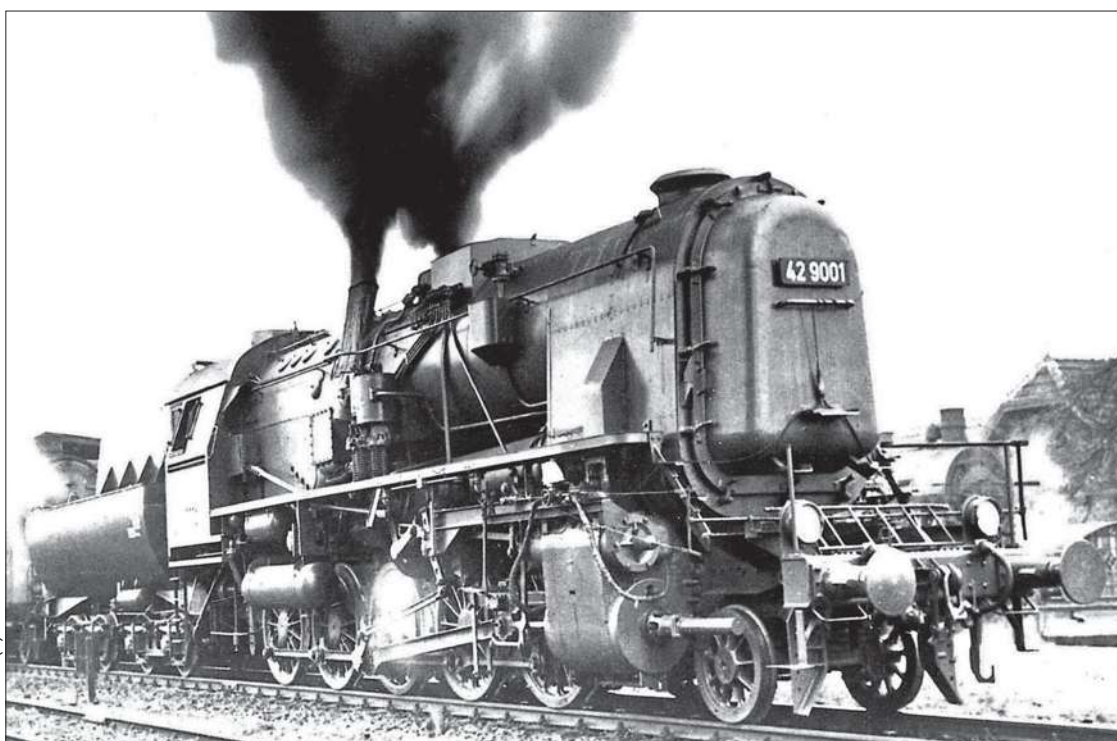


WERKFOTOS (2): HENSCHEL

Triebwerk und rechter Seitenschornstein der 42 9000.



42 9001 mit Franco-Crosti-Rauchgasvorwärmer und angebautem Maihak-Indikator auf dem linken Zylinderblech.



Volle Blasrohrarbeit auf einer Messfahrt der 42 9001.

WERKFOTOS (2): HENSCHEL

Die 50 4018 steht auf der Drehscheibe des Bw Bingerbrück. Aufnahmedatum ist der 2. September 1962.

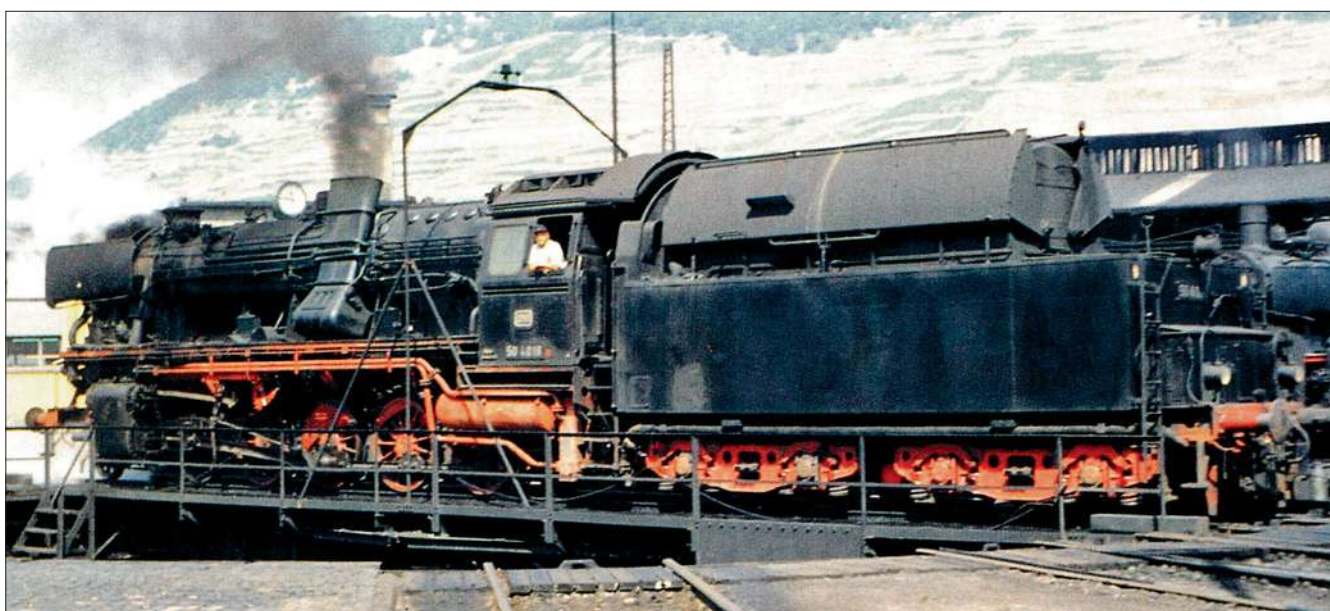


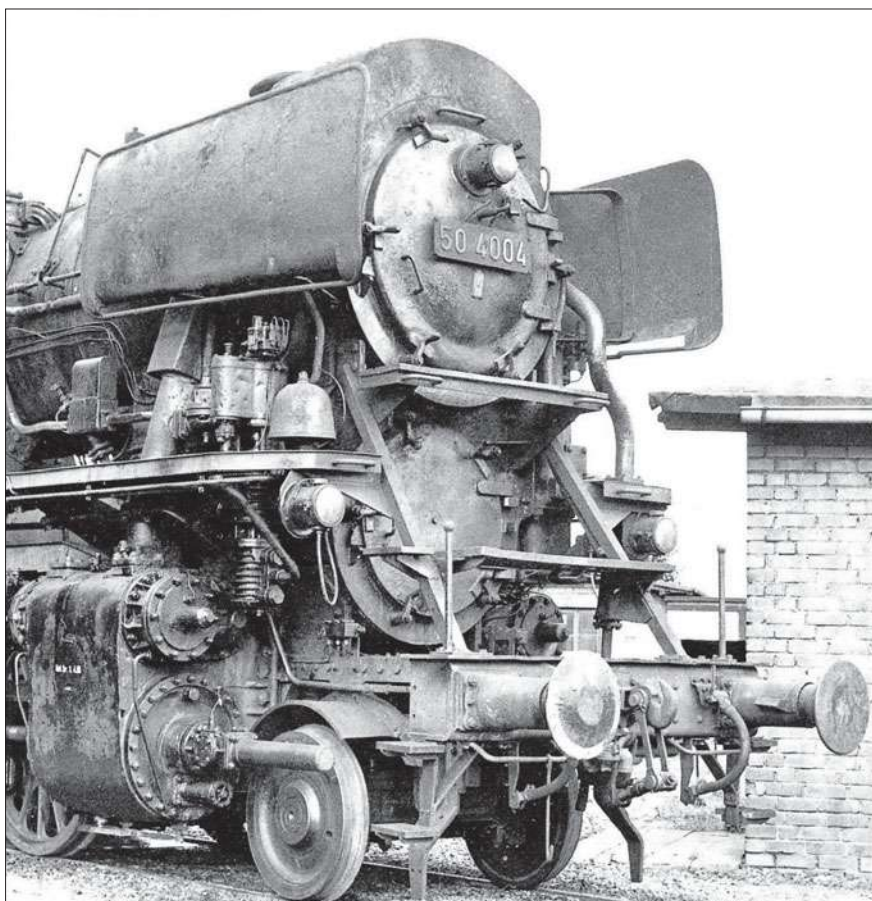
FOTO: A. SCHÖPPNER



Dieselbe Lokomotive wie auf dem Farbbild auf Seite 254, hier von der Lokführerseite aufgenommen.

42 9000 und 42 9001 in die Baureihe 42 eingeordnet werden. 1959 bzw. 1960 sind beide Lokomotiven ausgemustert worden.

Das Franco-Crosti-Prinzip war eigentlich dem Weg entgegengesetzt, zu dem sich der Lokomotivbau in Deutschland nach dem Kriege entschlossen hatte. Die von beiden deutschen Bahnverwaltungen angewandten so genannten neuen Baugrundsätze sahen eine Betonung der Strahlungsheizfläche (durch Einbau einer Verbrennungskammer) vor. Die größere Strahlungsheizfläche sollte den Rauchgasen die Wärme entziehen und dadurch Gesamtheizfläche und Masse sparen. Die Bundesbahn entschloss sich in den 50er-Jahren noch zu einem zweiten Experiment mit dem Franco-Crosti-Abgasvorwärmer und ließ einen neuen Franco-Crosti-Kessel entwickeln. Er besaß Verbrennungskammer und Mischvorwärmer MV 57. Der Abgasvorwärmer lag in nur einem Kessel unterhalb des Langkessels. Rauchgase und Abdampf gelangten durch einen Seitenschornstein auf der linken Lokomotivseite am Ende des 3. Kesselschusses ins Freie. Das Funktionsprinzip entsprach dem der Franco-Crosti-Maschinen 42 9000



Für die Glocke hat man bei der 50 4004 nur Platz am Ende des Umlaufblechs gefunden. Die Aufnahme entstand im Herbst 1966 im Bw Rahden.

FOTOS (2): H. OBERMAYER



Der Tender der Franco-Crosti-Lokomotive 50 4021 mit geschlossenen Tenderklappen.

und 42 9001. Der Langkessel hatte einen Innendurchmesser von 1480 mm (im 3. konischen Schuss, der die Verbrennungskammer umschloss, von 1600 mm) und war mit 24 Rauchrohren und 39 Heizrohren bestückt. Der Abstand zwischen den Rohrwänden betrug 4700 mm. Einschließlich der Feuerbüchsheizfläche ergab sich eine Gesamtheizfläche von 100,43 m². Der Abgasvorwärmer hatte eine gasberührte Heizfläche von 94,23 m², gebildet von 163 Heizrohren mit 4600 mm Länge. Es entfielen also ca. 52 % der Heizfläche auf den Kessel und ca. 48 % auf den Abgasvorwärmer.

Als erste Lokomotive war die 50 1412 umgebaut worden. Man wählte für den Versuch Lokomotiven dieser Baureihe aus, weil sie noch lange im Erhaltungsbestand bleiben sollten und ihre z.T. aus

dem nicht alterungsbeständigen St 47 K bestehenden Kessel ohnehin erneuert werden mussten. Insgesamt sind, das Baumuster 50 1412 eingerechnet, bis 1959 31 Lokomotiven mit diesem neuen Franco-Crosti-Kessel ausgerüstet worden. Die Lokomotiven wurden als Unterbaureihe 50⁴⁰ geführt und in 50 4001 bis 50 4031 umgezeichnet.

Die Brennstoffeinsparung lag zwischen 15 und 20 %. Durchrostungen am Schornstein und an den Rohren des Abgasvorwärmers erforderten kostspielige Instandsetzungsarbeiten. Schließlich sind bei allen Maschinen die Rohre des Vorwärmers durch korrosionsbeständige Chromstahlrohre ersetzt worden. Durch den Schornstein am hinteren Teil des Langkessels (der normale Schornstein war im Betrieb verschlossen) entstan-



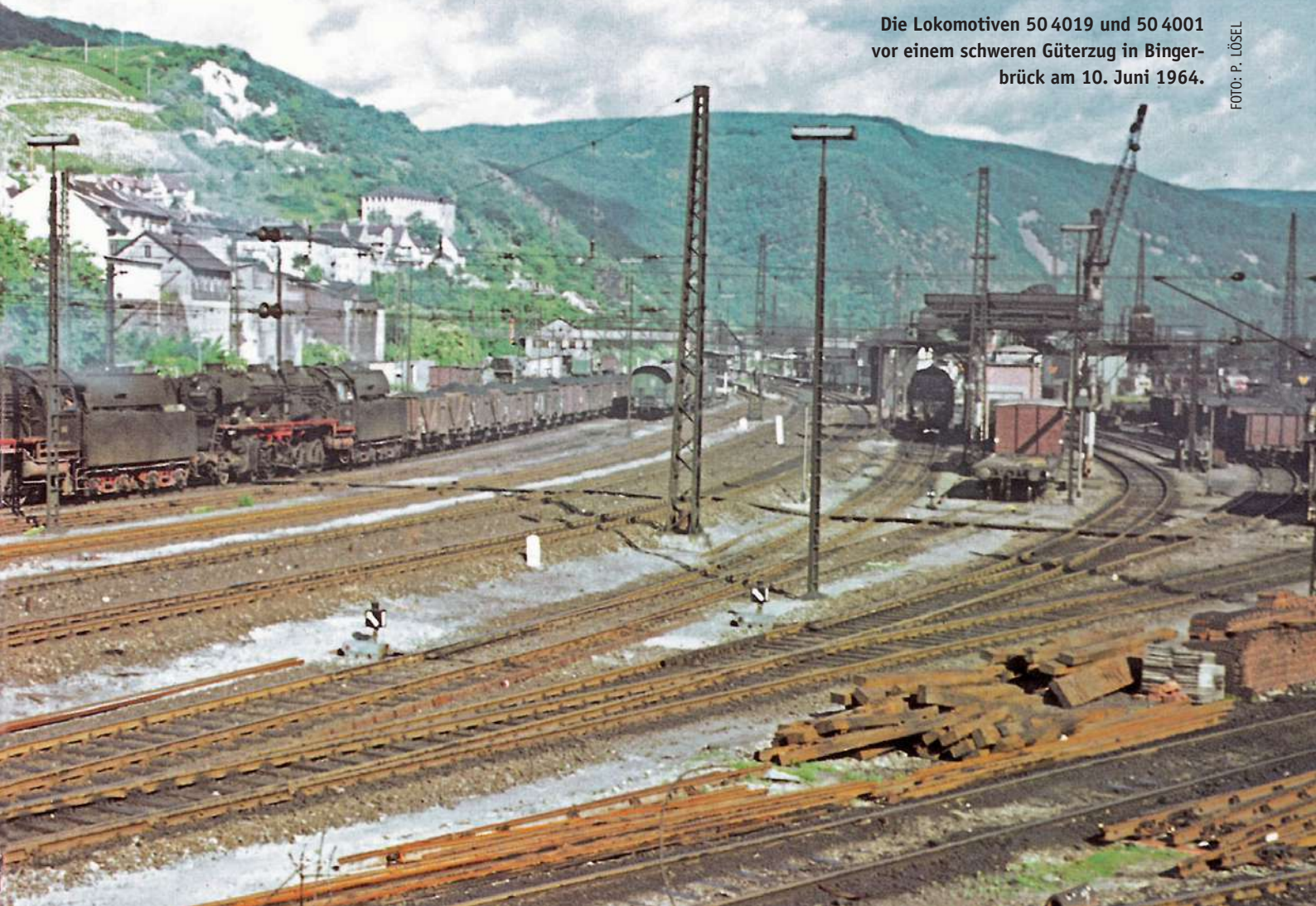
den trotz der Witte-Windleitbleche Rauchgaswirbel im Führerhaus, durch die auch Kohlenstaub vom Tender verwirbelt wurde. Die Tender bekamen Abdeckklappen für den Kohlekasten und



Die Franco-Crosti-Maschine 50 4003 mit geöffneten Tenderklappen.

Die Lokomotiven 50 4019 und 50 4001
vor einem schweren Güterzug in Binger-
brück am 10. Juni 1964.

FOTO: P. LÜSEL



das Führerhausdach ein Rauchleitblech. Das war aber nur bei geschlossenen Tenderklappen wirksam. Die jedoch waren durch ungeschicktes oder zu reichliches Bekohlen selten funktionsfähig. Es gibt

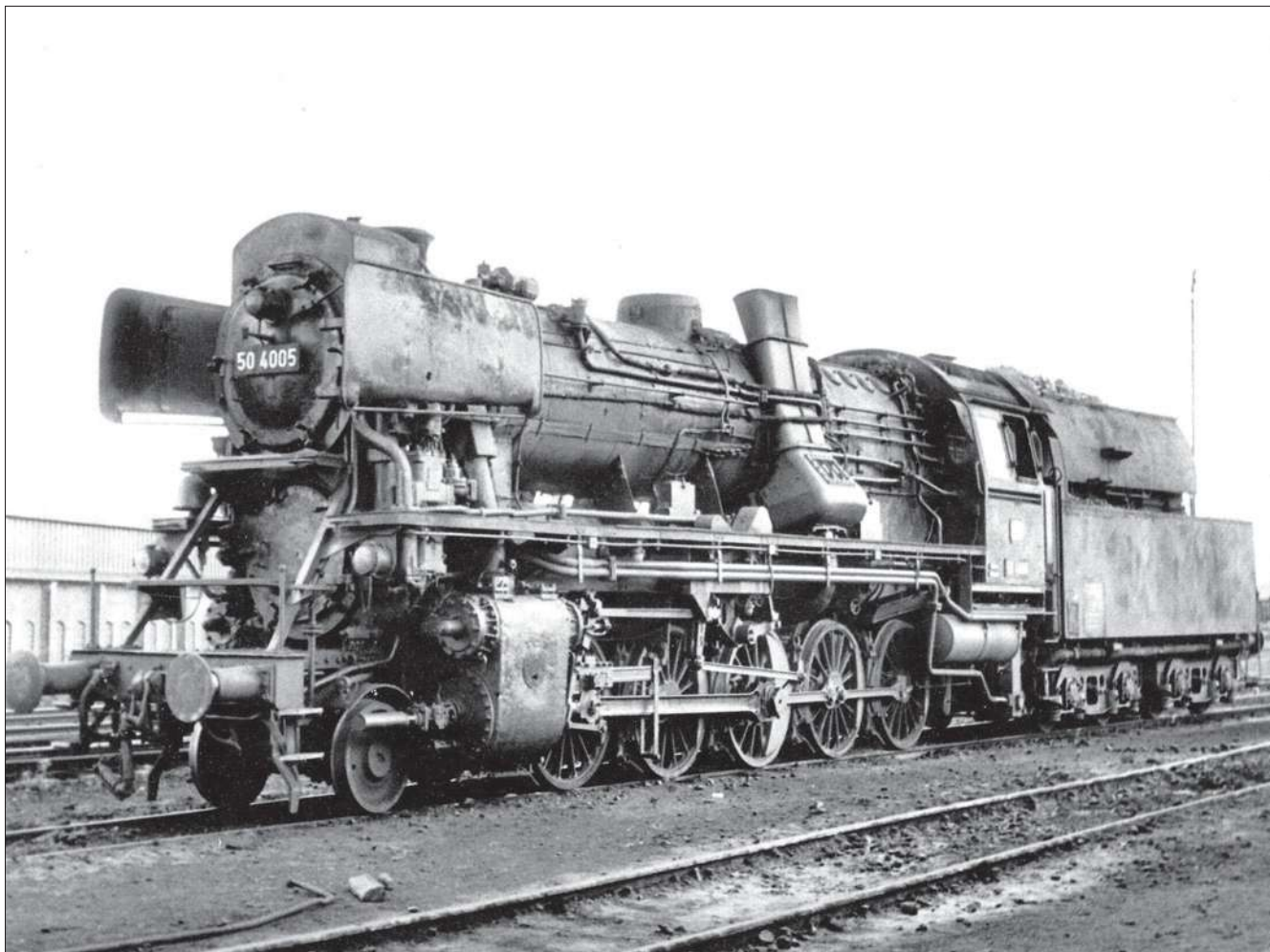
deshalb auch kaum eine Zugaufnahme einer 50⁴⁰ mit geschlossenen Tenderklappen. Das sind natürlich keine Mängel, die mit dem Franco-Crosti-System ursächlich in Verbindung standen; aber

sie bewirkten doch, dass die Baureihe 50⁴⁰ in den Bahnbetriebswerken nicht zu den Publikumsbeliebten zählte. 1967 war für die meisten Lokomotiven die Einsatzzeit zu Ende.



FOTO: A. SCHÖPPNER

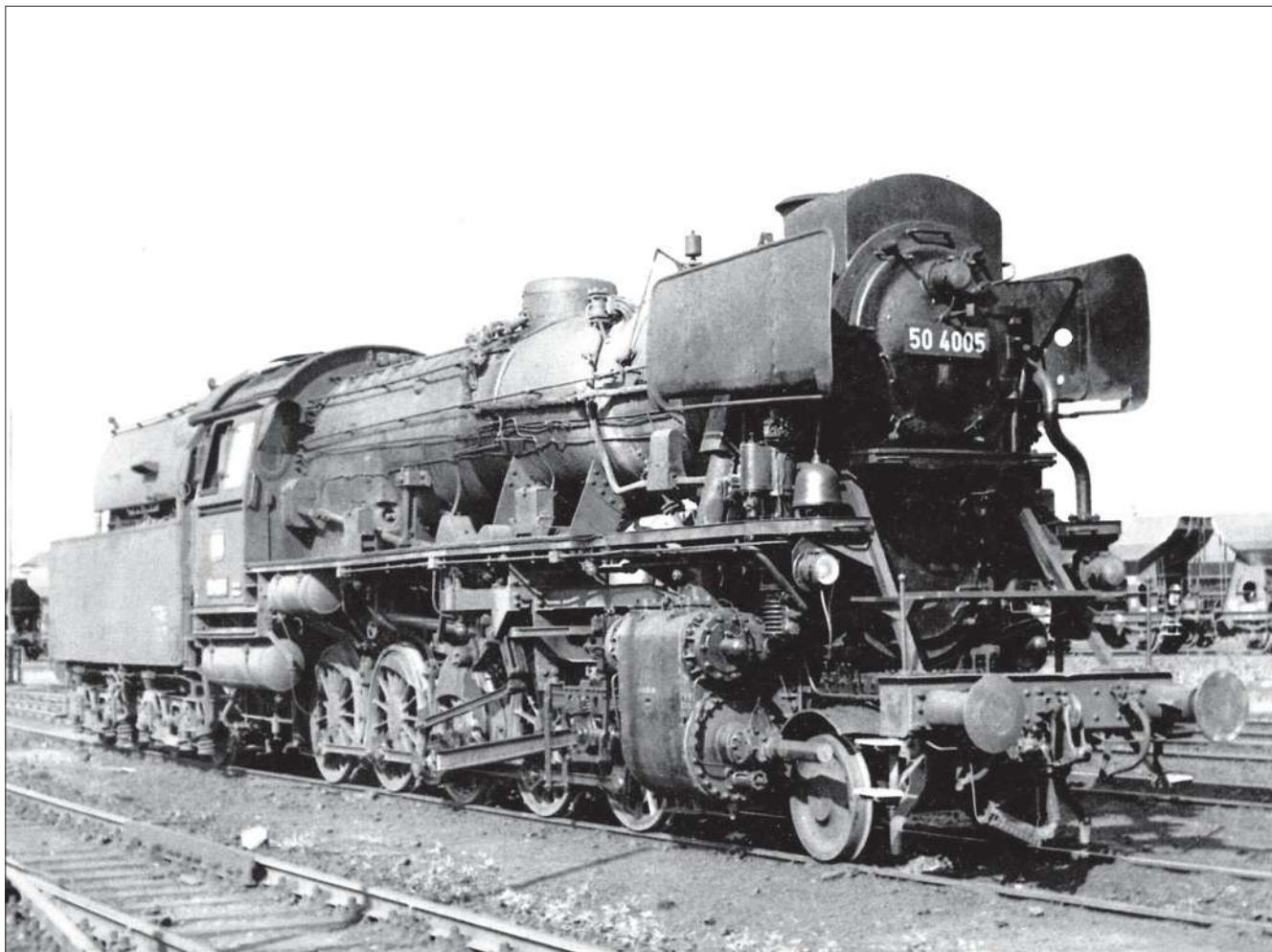
Die 50 4018 am 2. September 1962 im Bw Bingerbrück.



Die 50 4005 mit Franco-Crosti-Rauchgasvorwärmer und Heint-Mischvorwärmer.



Die 50 4011 war die einzige Franco-Crosti-Lokomotive mit Ölhauptfeuerung.



FOTOS (2): SAMMLUNG KEMPE

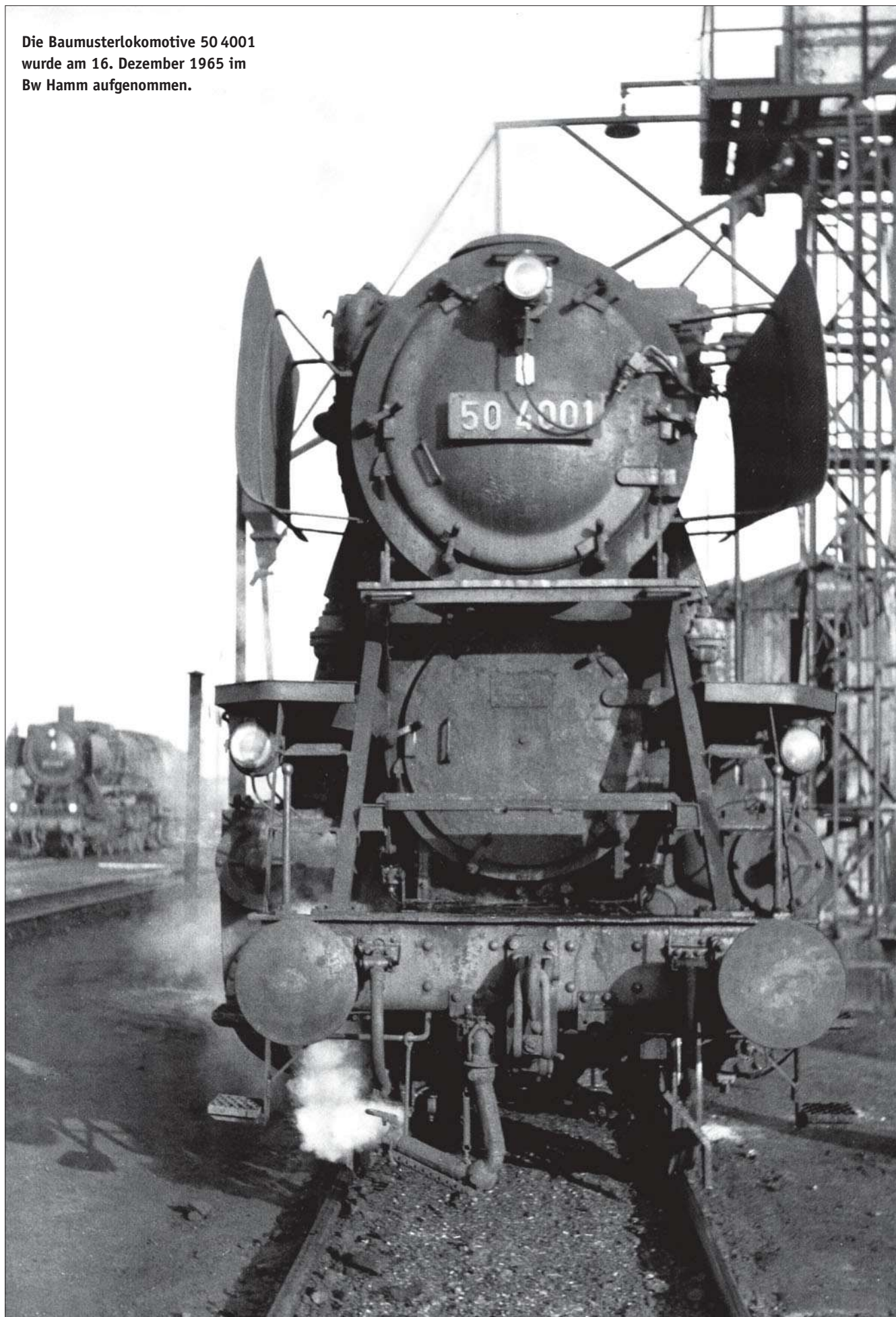
Die Lokführerseite der 50 4005. Man beachte das Läutewerk am vorderen Ende des Laufblechs!



FOTO: P. LÖSEL

Die 50 4031 vom Bw Bingerbrück in Kaiserslautern.

Die Baumusterlokomotive 50 4001
wurde am 16. Dezember 1965 im
Bw Hamm aufgenommen.



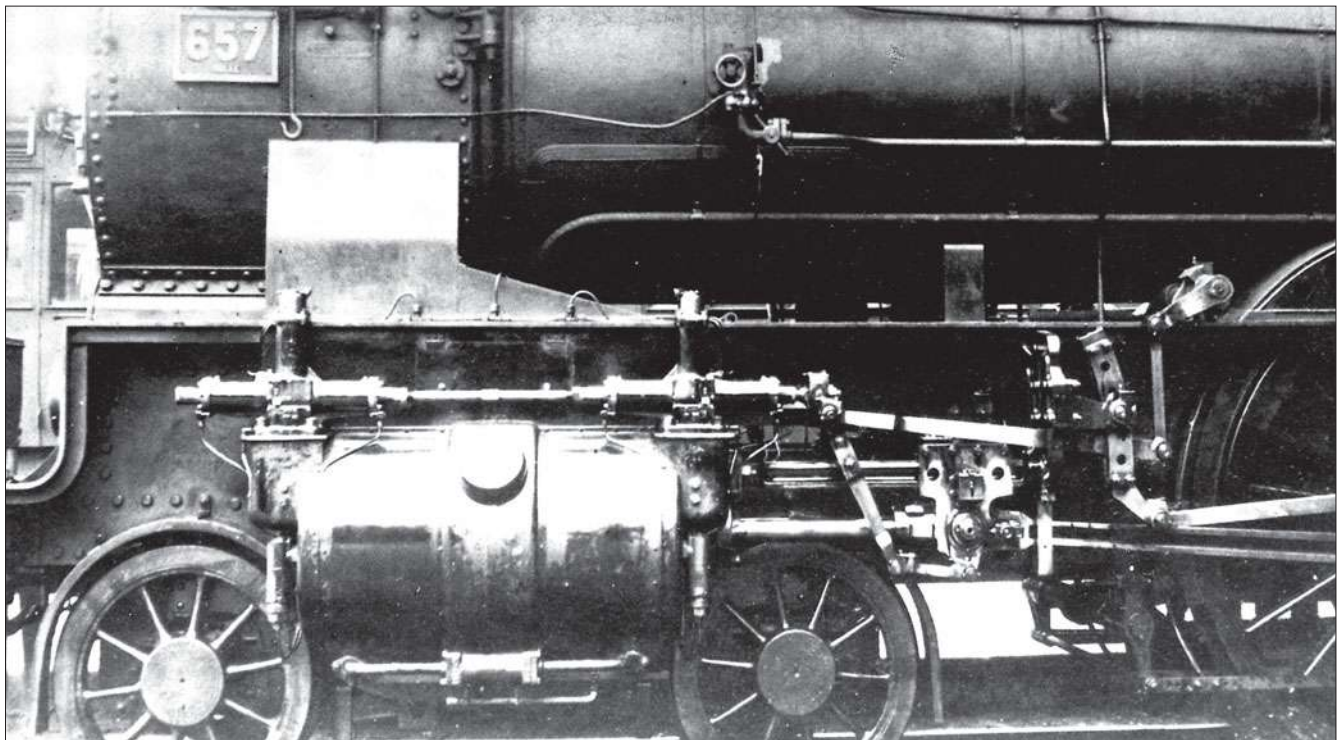


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Blick auf den linken Gleichstromzylinder der (S6) Halle 657, der sich in seiner Bauform etwas von dem der (S6) Breslau 634 unterscheidet. Da jedoch beide Sonderbauformen nicht den erhofften Erfolg brachten, wurden sie nach kurzer Zeit durch Zylinder der normalen Bauform ersetzt.

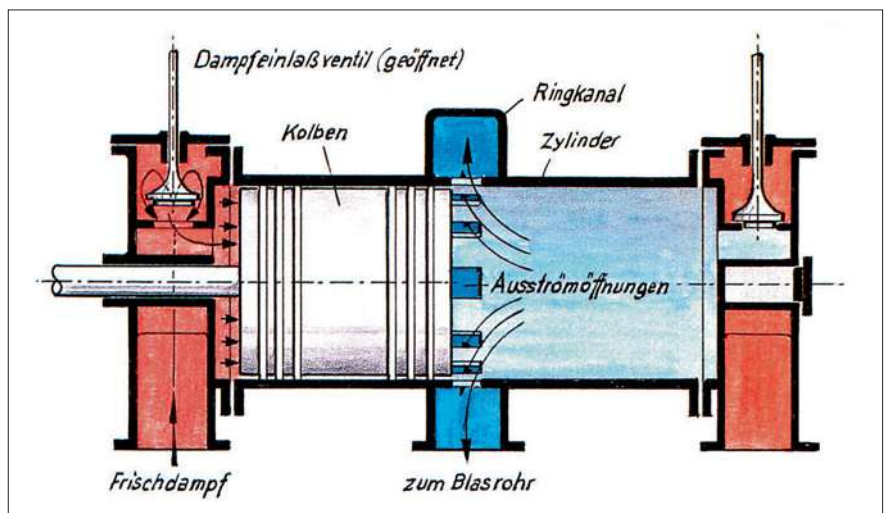
Gleichstrom-Dampflokomotiven

Bei den bisher besprochenen Kolbendampfmaschinen wird der expandierte Dampf durch denselben Kanal ausgestoßen, durch den er eingeströmt ist. Nachdem der Dampf seine Arbeit geleistet hat, muss er durch den sich zurückbewegenden Kolben seine Richtung ändern, um durch die Ausströmung den Zylinder zu verlassen. Dieses Arbeitsverfahren nennt man Wechselstromprinzip. Durch den ausströmenden expandierten Dampf werden schädlicher Raum und Ausströmkanal abgekühlt. Diese abgekühlten Flächen entziehen beim nächsten Hub dem hier wieder einströmenden Dampf einen Teil seiner Wärmeenergie. Besonders bei Nassdampflokomotiven sind diese Abkühlverluste leistungsmindernd. Beim Heißdampf, der gegen Abkühlung unempfindlicher ist, macht sich diese Erscheinung nicht so störend bemerkbar.

Johannes Stumpf (6. April 1862 – 18. November 1936), von 1896 bis 1930 Professor an der TH Berlin-Charlottenburg, entwickelte 1908 eine Gleichstrom-Dampfmaschine, die die Nachteile der Wechselstrom-Dampfmaschine vermeiden sollte. Bei dieser Maschine saßen die Ausströmschlitze in Zylindermitte und wurden freigege-

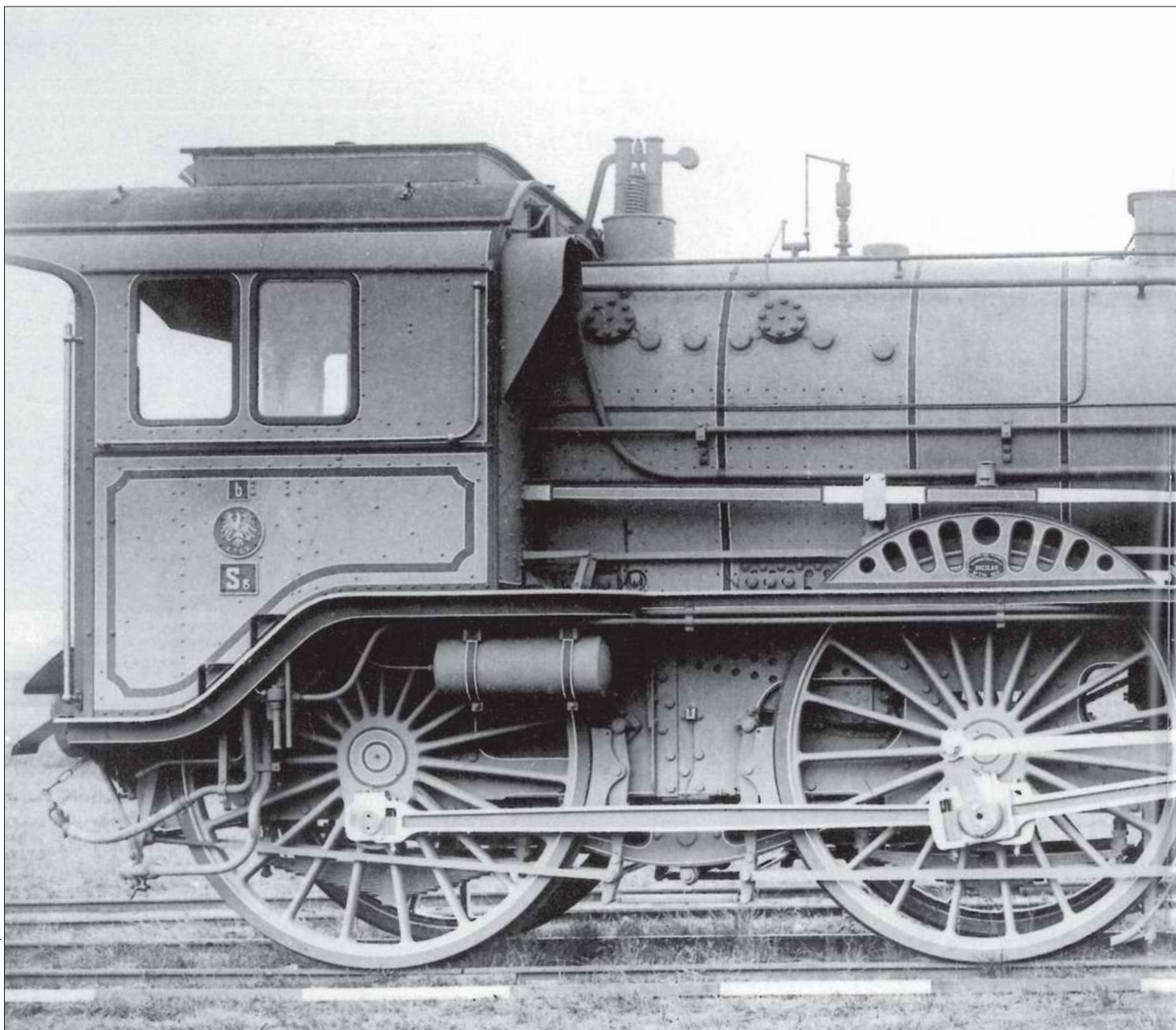
ben, sobald der Kolben über sie hinweggegangen war. Weil der Dampf erst ausströmen soll, wenn er seine Arbeit geleistet hat, müssen Gleichstromzylinder fast doppelt so lang sein wie der Kolbenhub. Professor Stumpf hatte sich 1911 mit einer Eingabe an den Minister der öffentlichen Arbeiten gewandt und um den Bau von je zwei 4/4 gekuppelten Güterzuglokomotiven und 2/4 gekuppelten Schnellzuglokomotiven mit Gleichstrom-Dampfmaschinen ersucht. Seine Eingabe hatte er mit einer Abhandlung unter dem Titel „Die Überhitzung ist bei Gleichstrom-Dampflo-

motiven überflüssig“ untermauert. Man hatte beim Eisenbahnzentralamt (EZA) bereits eine Schnellzuglokomotive der Gattung S6 mit Gleichstromzylindern ausgerüstet. Es war die S6 Breslau 634, die sehr gründlich im Versuchsbetrieb mit der Wechselstromlokomotive S6 Altona 662 verglichen worden ist. Man hatte sogar den Zylinderdurchmesser der Breslau 634 von 500 mm auf 550 mm vergrößert, weil die Leistung unzureichend war. Die Gleichstrommaschine konnte zwar mit wesentlich kleineren Füllungen als die Wechselstrommaschine gefahren werden, verbrauchte aber

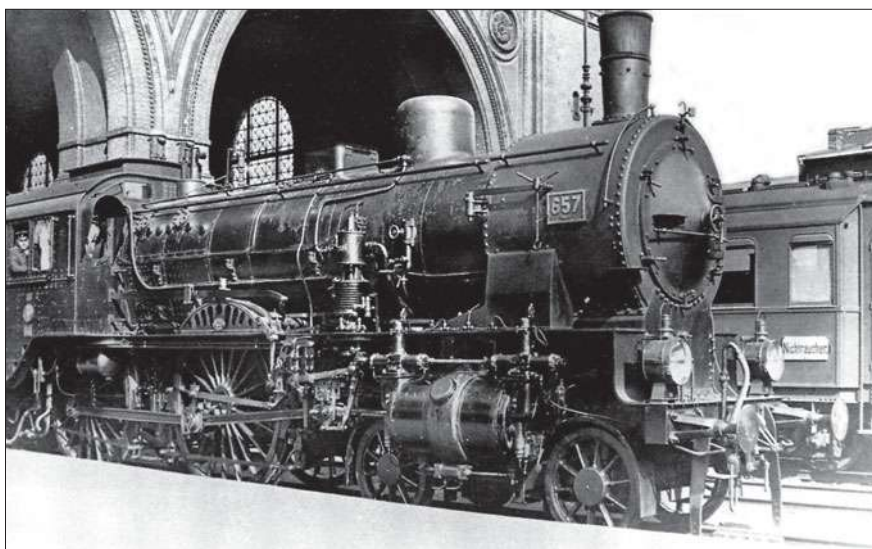


ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

Die Wirkungsweise der Gleichstromzylinder von Stumpf.



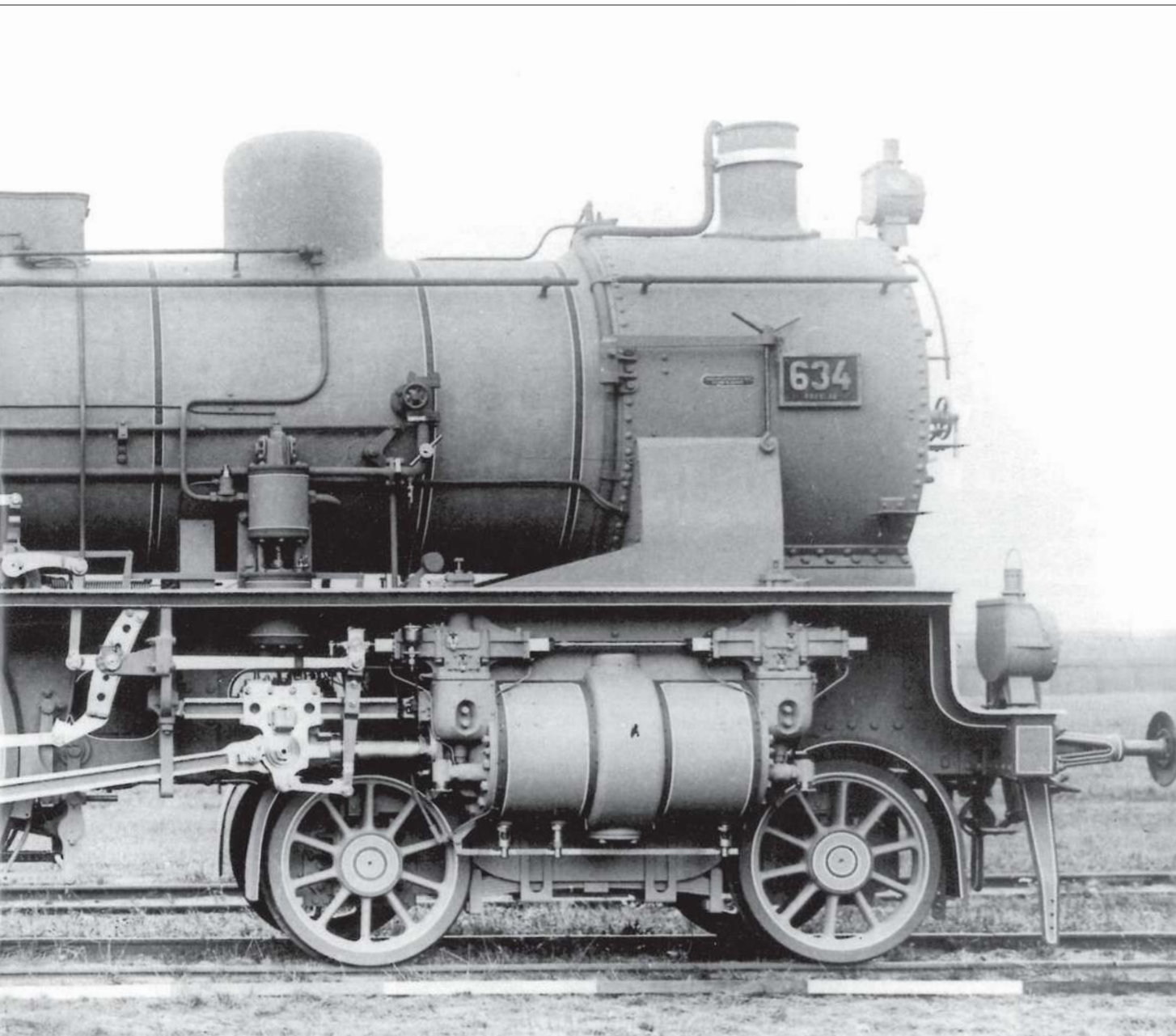
Die (S6) Breslau 634 mit Gleichstromzylindern der Bauart Stumpf.



Die (S6) Halle 657 mit Gleichstromzylindern der Bauart Stumpf steht abfahrbereit auf dem Anhalter Bahnhof in Berlin.

trotzdem erheblich mehr Dampf. Das Eisenbahnzentralamt, vom Minister zu einer Stellungnahme aufgefordert, kam zu dem abschließenden Urteil: „Von einer Erprobung der Gleichstrombauart an Satteldampflokomotiven sind hiernach keine Leistungen und wirtschaftlichen Ergebnisse zu erwarten, die auch nur annähernd den mit der Heißdampf-Wechselstromlokomotive erreichbaren Werten gleichkommen. Es wird daher von der Ausführung derartiger Vergleichsversuche zweckmäßig Abstand zu nehmen sein.“

Ungeachtet des Fehlschlages der Stumpfschen Entwicklung versuchte sich Richard Paul Wagner vom RZA Berlin beim sogenannten Mitteldruck-Versuchsprogramm nochmals am Gleich-

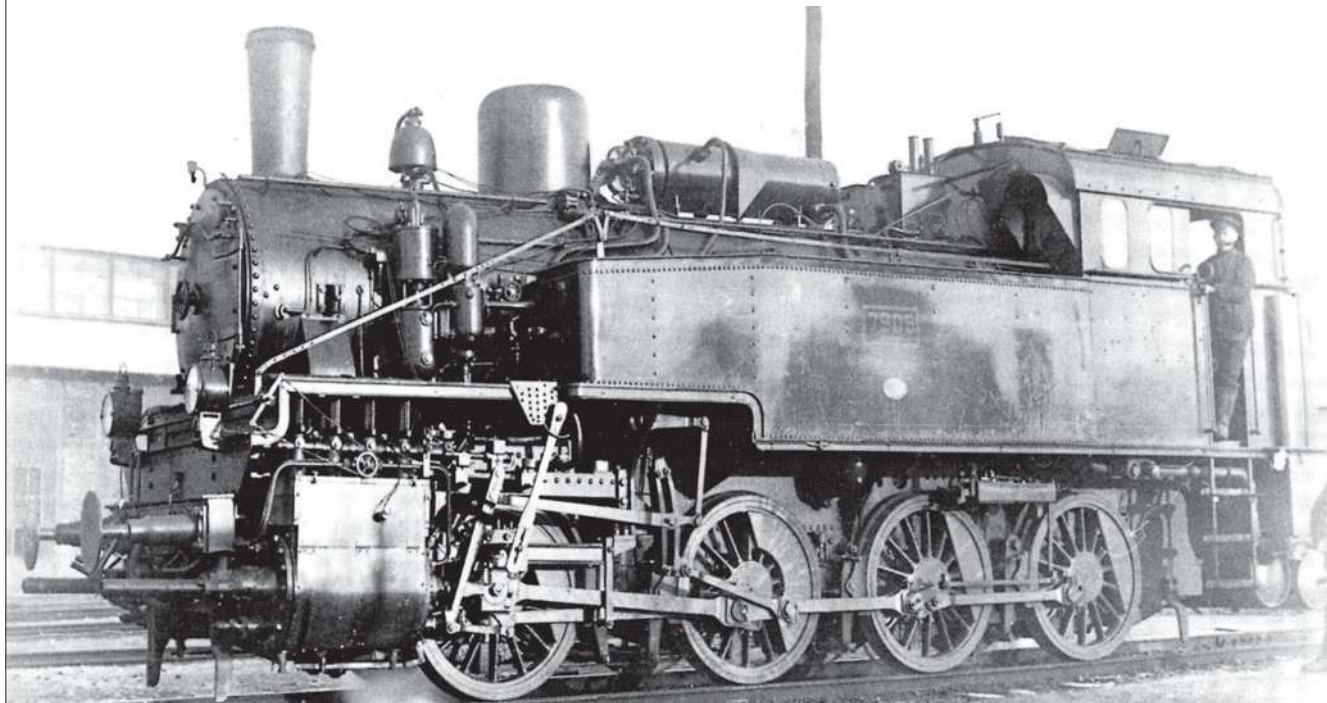


stromprinzip und ließ die Mitteldrucklokomotive 24 070 (25 bar Kesseldruck) mit von ihm entwickelten Gleichstromzylindern ausrüsten. Bemerkenswert an dieser Gleichstromlokomotive war die niedrige Füllung, mit der sie gefahren werden konnte: 15 % Füllung an der Kesselgrenze (= 57 kg/m²h spezifische Heizflächenbelastung) bei 60 km/h und nur 5 bis 8 % Füllung bei halber Last. Ebenso bemerkenswert war allerdings der Dampfverbrauch, der noch 10% über der mit 16 bar Kesseldruck betriebenen Regelausführung der Zwillinglokomotive lag. 1935 ist die 24 070 in eine Zweizylinder-Verbundlokomotive (wie die 24 069) umgebaut worden. Damit endet die Geschichte der Gleichstrom-Dampfmaschine bei deutschen Eisenbahnen.

Lokomotiven mit Ventilsteuerungen

Schiebersteuerungen besitzen den Nachteil, den Querschnitt der Ein- und Ausströmung nicht schlagartig, sondern allmählich freizugeben. Das ist bedingt durch den Weg, den der Flachschieber oder Kolbenschieber, der den betreffenden Kanal öffnet bzw. schließt, zurückzulegen hat. Dadurch kommt es bei schneller Fahrt zu Drosselverlusten. Diesem Nachteil sollten Ventilsteuerungen begegnen. Bekannt geworden sind die Erfindungen des Italieners Arturo Caprotti (1881 – 1938) und des in Südafrika geborenen Deutschen Hugo Lentz (1859 – 1944). Die Caprotti-Steuerung hat für deutsche Bahnen keine Bedeutung erlangt, wohl aber in Österreich,

Großbritannien, Indien und Südamerika. Die Lentz-Ventilsteuerung hat – obwohl sie mehr als 20 Jahre lang erprobt wurde – für deutsche Bahnen ebenfalls keine besondere Bedeutung erlangt. Die Ventilsteuerung bei Dampflokomotiven ist der bei Automobilen vergleichbar. Da die Ventile im Vergleich mit einem Schieber nur eine geringe Masse haben, können sie in kurzer Zeit weit geöffnet werden und die Drosselverluste des Schiebers vermeiden. Die Ventile werden durch Federn auf ihren Sitz gedrückt und durch eine Nockenstange von der Heusinger-Steuerung bewegt. Die ältere Ventilsteuerung Bauart Lentz besaß vier stehende Ventile pro Zylinder, zwei Einlass- und zwei Auslassventile. Die neue Bauart Lentz arbeitete mit liegenden



Ventilsteuerung an einer Lok der preußischen Gattung T 13¹. Sie wurde 1921 von Hanomag gebaut.

Ventilen, die von einer querliegenden Nockenwelle angetrieben wurden. Viele Lokomotiven der Oldenburgischen Staatsbahn waren mit der Lentz-Ventilsteuerung ausgerüstet. Diese hat Lentz während seiner Tätigkeit bei der Ersten Brünner Maschinenfabrik entwickelt, und Hanomag verwertete die Erfindung für die oldenburgischen Lokomotiven.

Als Direktor der Aktiengesellschaft für Lokomotivbau Hohenzollern in Düsseldorf erfand Lentz 1880 seine sogenannte Patentlokomotive, eine einmännige Omnibuslokomotive zur Beschleunigung des Nahverkehrs. Über 2000 Erfindungen hat der unsterbliche Erfindergeist von Hugo Lentz hervorgebracht. Die wenigsten waren kommerziell nutzbar, weil sie unausgereift waren und von der nächsten Erfindung verdrängt wurden.

Es bleibt sein Geheimnis, womit Lentz nicht nur die Preussische Staatsbahn, sondern auch die DRG über mehr als 20 Jahre bewegen konnte, ausgedehnte Versuche mit von ihm entwickelten Ventilsteuerungen vorzunehmen, obwohl ihm nie der Nachweis gelang, dass seine Ventilsteuerung der Schiebersteuerung überlegen war.

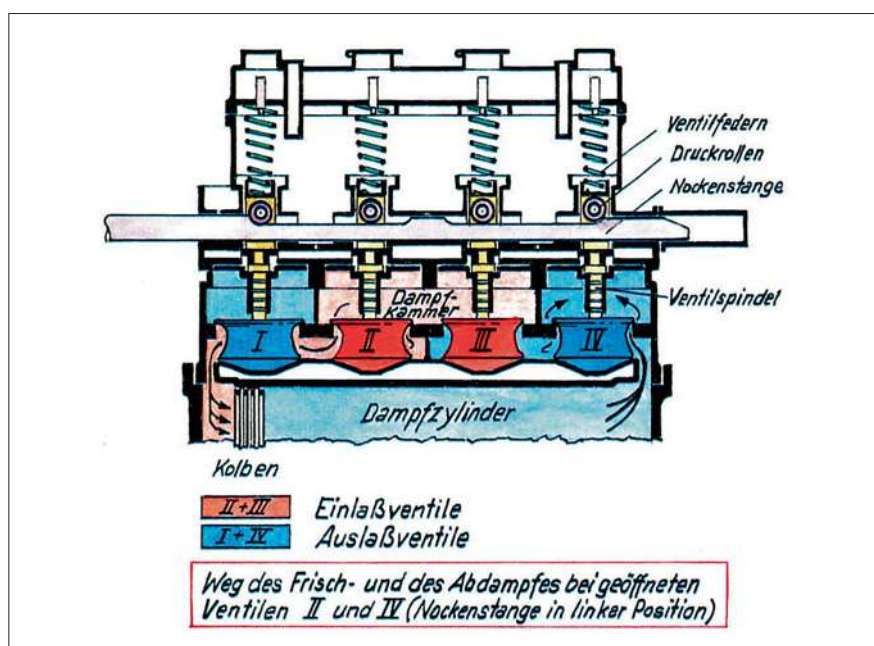
Die DRG rüstete die 38 2687, die zuvor mit Kolbenschiebern ausführlich untersucht worden war, mit Ventilsteuerung Bauart Lentz (neuere Ausführung) aus. Mit Ventilsteuerung verbrauchte die Lokomotive 7 bis 9 % mehr Dampf als mit Kolbenschiebern.

Der Lokausschuss lehnte deshalb in seiner 23. Beratung (18. bis 20. Oktober 1933 in Karlsruhe) sehr deutlich mit folgendem Beschluss die Lentz-Ventilsteuerung ab:

„Für die Entwicklung der Lentz-Ventilsteuerung an Lokomotiven sind seit vielen Jahren öffentliche Gelder, Mühe und Zeit in erheblichem Maße aufgewendet worden, ohne daß irgendein Erfolg erzielt worden ist oder die Hoffnung auf einen solchen begründet werden könnte. Der Ausschuss hält es daher nicht für vertretbar, die Lentz-Ventilsteuerung noch weiter zu erproben.“

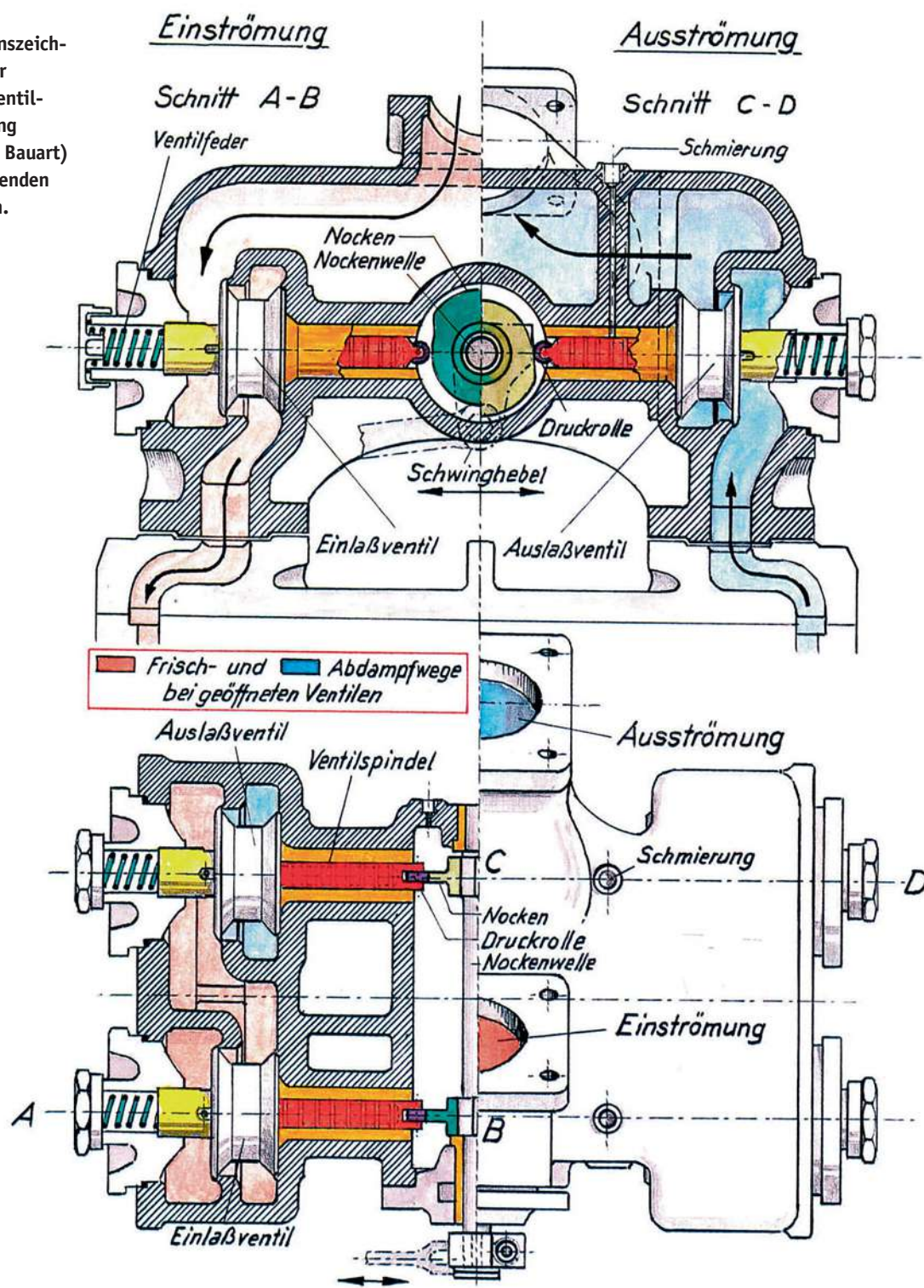
Richard Paul Wagner formulierte fast böseartig: „Da sich Herr Lentz unerlaubte Kenntnis vom Inhalt der Niederschriften des Lokomotivausschusses zu beschaffen weiß und mich in seinen Beschwerden belästigt, fühle ich mich im Werturteil stark behindert. Meines Erachtens liegen die Ergebnisse der Lentz-Ventilsteuerung so klar zu Tage, daß dieses Erfinders konstruktives Umherirren in den letzten Jahren das Urteil der Fachwelt nicht mehr ändern kann.“

Hugo Lentz hatte aber offensichtlich Gönner in der Hauptverwaltung der DRG. Er hatte kurz vor Ende der Versuche mit der 38 2687 (mit der 60 Versuchsfahrten durchgeführt wurden!) eine neue Steuerung entwickelt, mit der sich Kolbenschiebersteuerungen auf einfache Weise auf Ventilsteuerung umrüsten ließen. Es war vorgesehen, eine Lokomotive der Baureihe 64 mit dieser Lentz-Ventilsteuerung österreichischer Bauart auszurüsten; doch die Hauptverwaltung entschied sich für die Baureihe 03. Den Auftrag bekam die Firma Henschel, die die 03 175 am 30. April 1935 ablieferte. Am 14. Mai 1935 begannen die Prüfstandversuche, am 28. Mai (bis 5. September) die Streckenfahrten auf den Abschnitten Potsdam – Burg (bei Magdeburg) und Berlin – Hamburg mit 80,



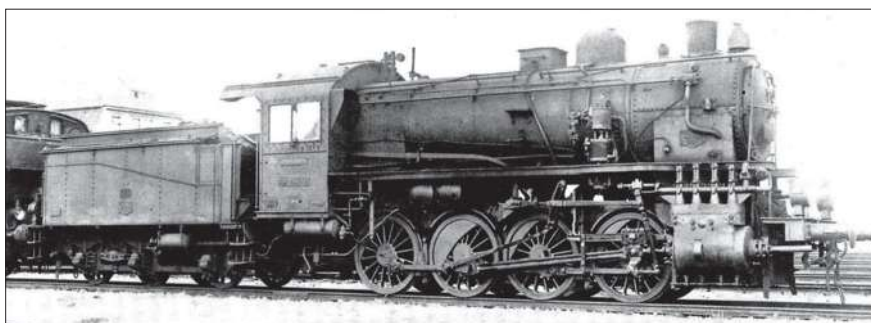
Funktionszeichnung der Lentz-Ventilsteuerung (ältere Bauart) mit stehenden Ventilen.

Funktionszeichnung der Lenz-Ventilsteuerung (neuere Bauart) mit liegenden Ventilen.



ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

100 und 120 km/h. Die ventilgesteuerte 03 175 erreichte bestenfalls den Dampfverbrauch der mit Kolbenschiebern ausgerüsteten Vergleichslokomotive 03 109, blieb aber meist zwischen 1,5 und 6,1 % darüber. Der Lokomotiv-ausschuss erneuerte seinen auf der 23. Beratung 1933 gefassten Beschluss auf der 26. Beratung 1935, „daß es nicht vertretbar ist, noch Mittel für die weitere Erprobung der Lenz-Ventilsteuerung aufzuwenden“.



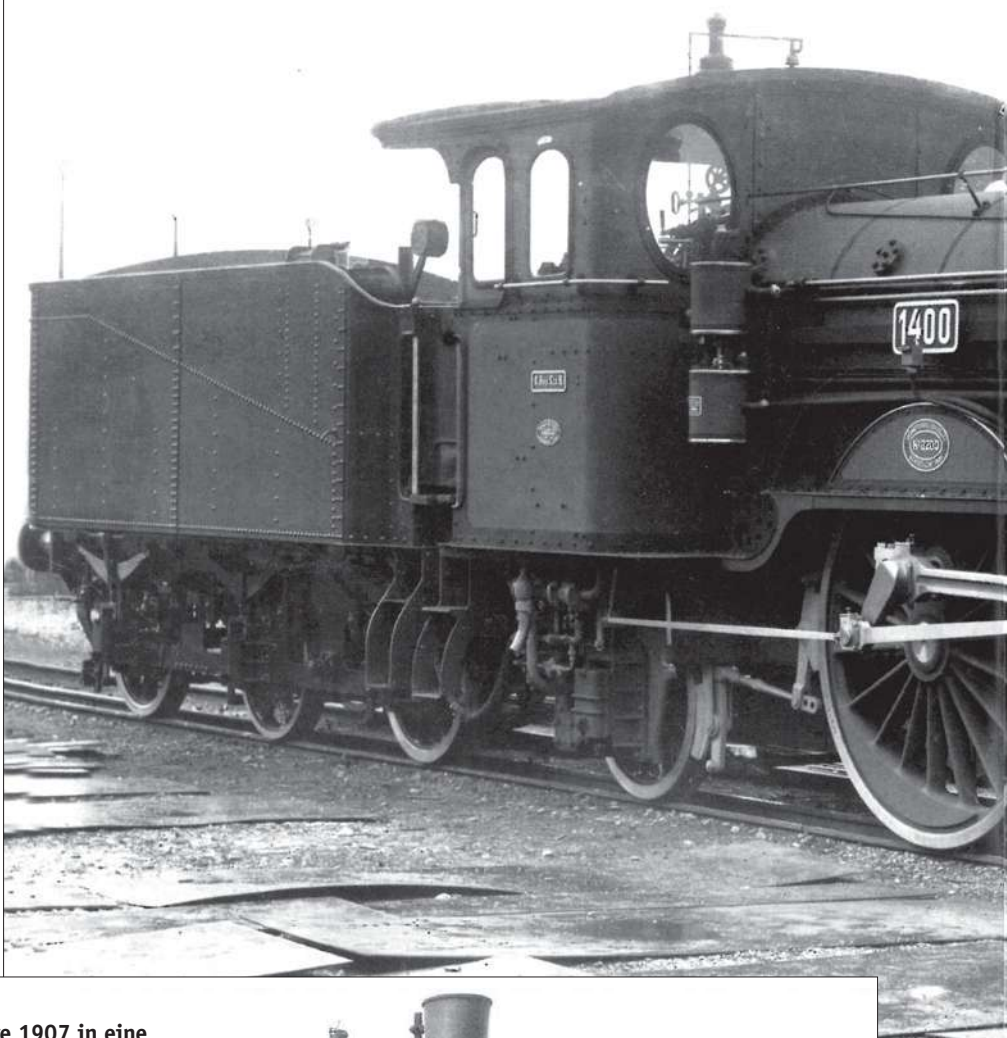
Old. G 7¹ (Bahnnnummer 232) mit Lenz-Ventilsteuerung (Hanomag 6524/1912). Die Maschine wurde 1925 in 55 6202 umgezeichnet.

FOTO: SAMMLUNG WEISBRÖD

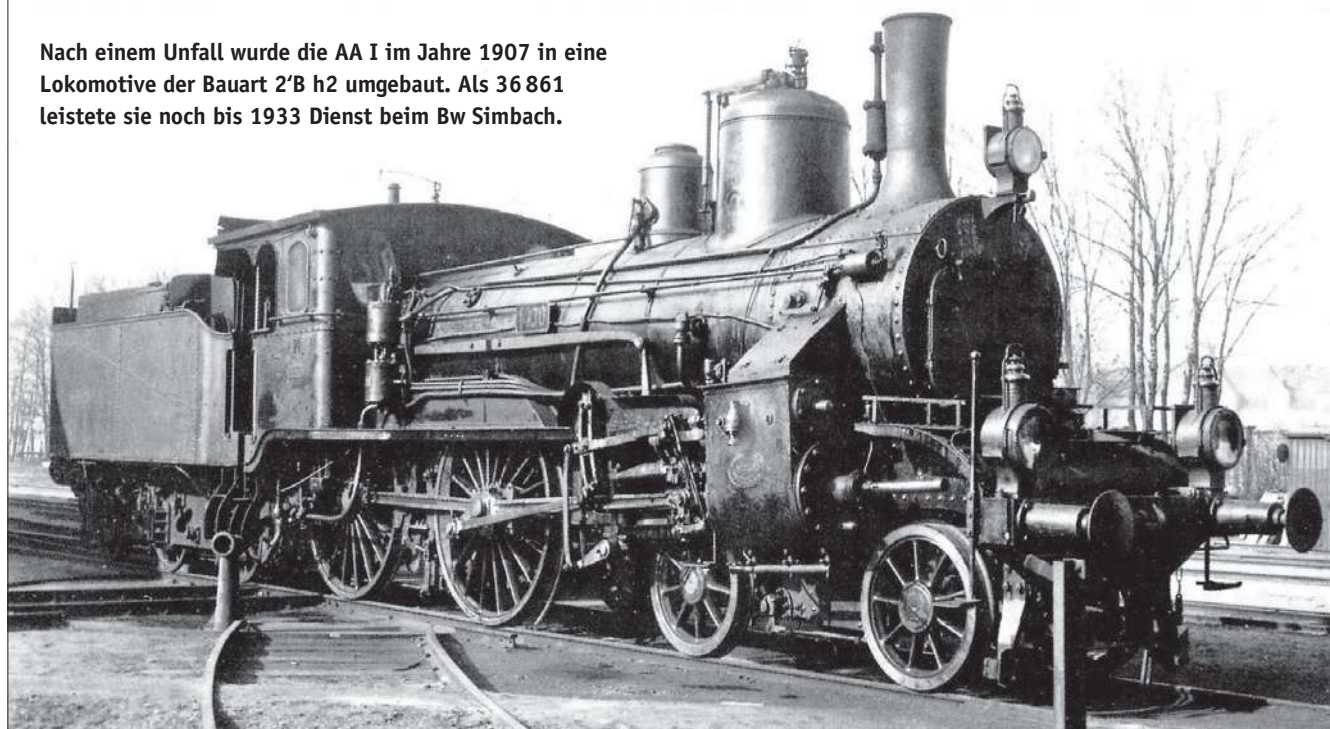
Lokomotiven mit Anfahrhilfen (Booster)

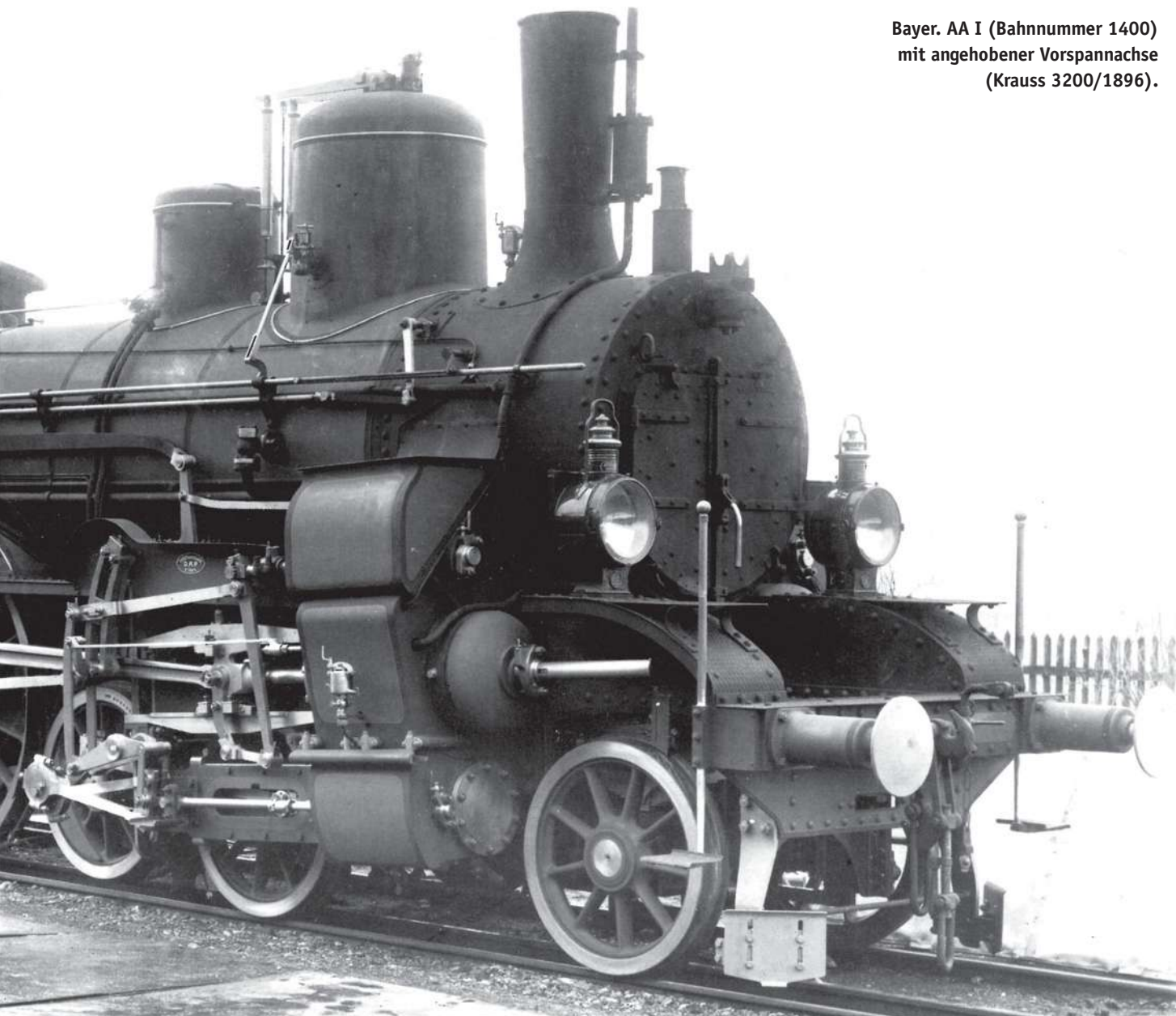
Anfahrhilfen oder Vorspannachsen, später als Booster bezeichnet, haben im deutschen Lokomotivbau fast keine Rolle gespielt. Es gab überhaupt nur zwei Lokomotiven mit einer Anfahrhilfe, die hier der Vollständigkeit halber und als ein interessantes Kapitel Technikgeschichte genannt werden sollen. Die Idee, in bestimmten Situationen, z. B. beim Anfahren oder auf Steigungen, kurzzeitig die Zugkraft erhöhen zu können, geht bis in die Anfangszeit der Eisenbahn zurück. 1843 präsentierte die Eisenbahn St. Etienne – Lyon eine von Verpilloux gebaute zweifach gekuppelte Lokomotive mit zweifach gekuppeltem Triebtender, die „La Jumelle“ (Zwillingschwester). 20 Jahre später beschaffte die Große Nordbahn in England Güterzuglokomotiven mit Triebtendern. All diesen Konstruktionen gemeinsam war der Nachteil, dass die Tendertriebwerke ständig mitliefen, die Konstruktionen durch bewegliche Dampfleitungen zum Tender sehr störanfällig waren und hohe Instandhaltungskosten verursachten.

Eine originelle Idee hatte Richard von Helmholtz, Chefkonstrukteur der Lokomotivfabrik Krauss & Co. in München. Eine 2'A1'-Lokomotive der Bayerischen Staatsbahn, Gattung AA I, rüstete er mit einer Vorspannachse aus, die zwischen dem hinteren Drehgestellradatz und dem Treibradsatz angeordnet war. Dieser spurkranzlose Vorspannrad-



Nach einem Unfall wurde die AA I im Jahre 1907 in eine Lokomotive der Bauart 2'B h2 umgebaut. Als 36 861 leistete sie noch bis 1933 Dienst beim Bw Simbach.





**Bayer. AA I (Bahnummer 1400)
mit angehobener Vorspannachse
(Krauss 3200/1896).**

FOTO: ARCHIV KRAUSS-MAFFEI

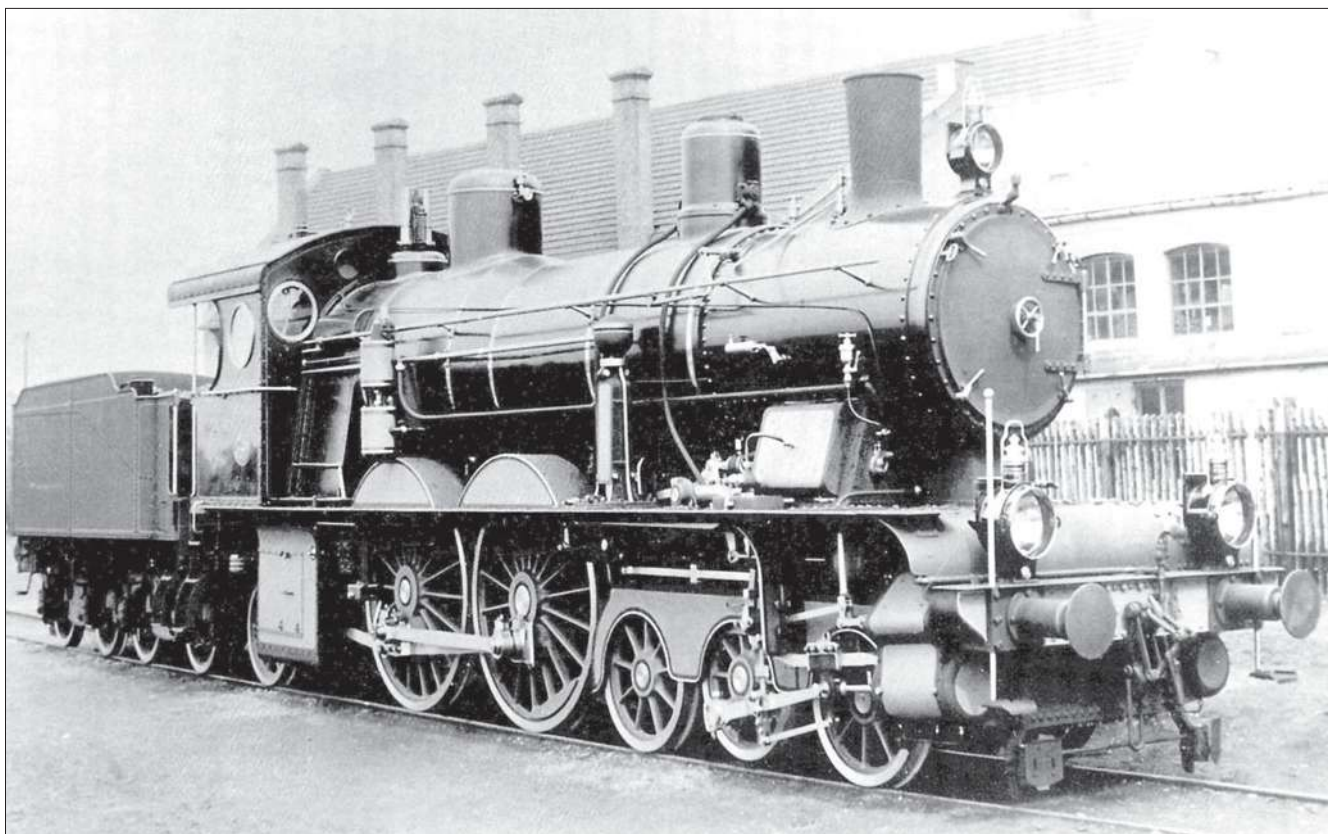
satz (1000 mm Laufkreisdurchmesser) wurde von einer Zwillingsdampfmaschine angetrieben und von einem dampfbetätigten Druckzylinder mit 14 t auf die Schienen gepresst. Wenn keine zusätzliche Leistung mehr erforderlich war und keine Druckbeaufschlagung mehr erfolgte, hoben kräftige Federn den Radsatz von den Schienen ab. Die AA I, die mit Vorspannradsatz die Achsfolge 2'aA1' aufwies und als Haupttriebwerk eine Zweizylinder-Nassdampf-Verbundmaschine besaß, erfüllte durchaus die in sie gesetzten Erwartungen. Im Dampf- und Kohleverbrauch war sie bei geschickter Bedienung sogar sparsamer als die Schnellzuglokomotiven der Gattung B XI. Weil die Entwicklung jedoch zu mehrfach gekuppelten Maschinen ging, blieb die AA I mit Vorspannradsatz

ein Einzelstück. Nach einem am 30. November 1905 erlittenen Unfall wurde die Hilfsmaschine ausgebaut.

Richard von Helmholtz versuchte sich ein zweites Mal an einer Lokomotive mit Hilfsantrieb. Für die Pariser Weltausstellung im Jahre 1900 baute Krauss & Co. eine zweifach gekuppelte Schnellzuglokomotive, die zwischen den Radsätzen des Drehgestells eine Vorspannachse besaß. Der Radsatz wurde durch Federn in der Schwebe gehalten und im Einsatz durch zwei Dampfzylinder, die auf die Achslager drückten, auf die Schienen gepresst. Hilfsantrieb und Haupttriebwerk besaßen Verbunddampfmaschinen. Die Zylinder für die Dampfmaschine der Vorspannachse waren außen vor dem ersten Drehgestellradsatz angeordnet,

die des Haupttriebwerkes innerhalb des Rahmens. Nach Beendigung der Pariser Weltausstellung ist die 2'aB1' n2v-Lokomotive von den damals noch selbstständigen Pfälzischen Eisenbahnen erworben worden. Weil man sich mit der Hilfsmaschine nicht recht vertraut machen konnte, baute man die Lokomotive schon 1902 um. Als einzige deutsche zweizylindrische Atlantik-Verbundlokomotive stand sie bis 1925 im Dienst.

Wesentlich erfolgreicher war der Hilfsantrieb, Booster genannt, in den USA, wo vorzugsweise die Schleppachse mit einer Zusatzdampfmaschine versehen wurde, die über eine Zahnradübersetzung zugeschaltet werden konnte. Damit blieb der Schleppachse ihre Funktion als Abstützung des Hinterkessels erhalten.



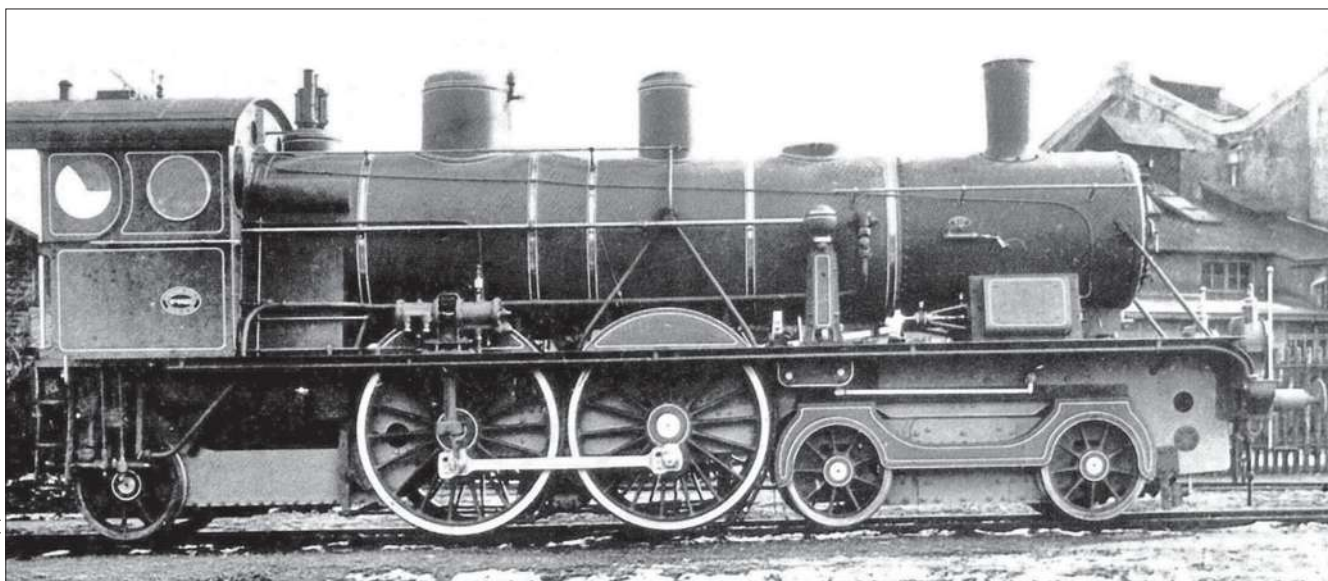
Die Pfalzbahn unternahm ebenfalls einen Versuch mit der Vorspannachse. Aber auch hier blieb es bei dem einzigen Exemplar der Gattung P 3^{II}, das Krauss 1900 mit der Fabriknummer 4400 gebaut hatte.

Dampfmotorlokomotiven

Die deutsche Lokomotivindustrie sah sich Mitte der 30er-Jahre mit der Konkurrenz von Dieselschnelltriebwagen und Kraftfahrzeug konfrontiert. Mit den von Borsig gebauten Schnellfahrlokomotiven der Baureihe 05 und dem Henschel-Wegmann-Zug, für den die Lokomotiven 61001 und 61002 entwickelt worden waren, bot die Lokomo-

tivindustrie entsprechende Alternativen. Die DRG hatte 1934 verschiedene Lokomotivfabriken um Entwürfe für eine Schlepptenderlok mit Einzelachs- oder Gruppenantrieb ersucht, die für eine Fahrgeschwindigkeit von 175 km/h tauglich war, 17,8 t Achsfahrmasse und einen Gesamtachsstand von 22,40 m (zum Wenden auf 23-m-Drehscheiben) nicht überschreiten sollte. Bei Höchst-

geschwindigkeit sollten noch 250 t Zugmasse bewältigt werden. Angesichts der Höchstgeschwindigkeit war Stromlinienverkleidung vorgeschrieben. 1937 schlug Henschel eine Lokomotive mit Einzelachsenantrieb durch Dampfmaschinen vor, was zur Bestellung der 1'Do1'-Schnellzuglokomotive mit der Betriebsnummer 19 1001 führte. Detaillierte Informationen über diese Lokomotive



FOTOS (2): SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Nach dem Ausbau der Vorspannachse bot die P 3^{II} wegen der beiden weit auseinanderliegenden Laufachsen und der enggestellten Treibachsen sowie wegen ihres Innentriebwerks mit Innensteuerung einen ungewohnten und keineswegs harmonischen Anblick.

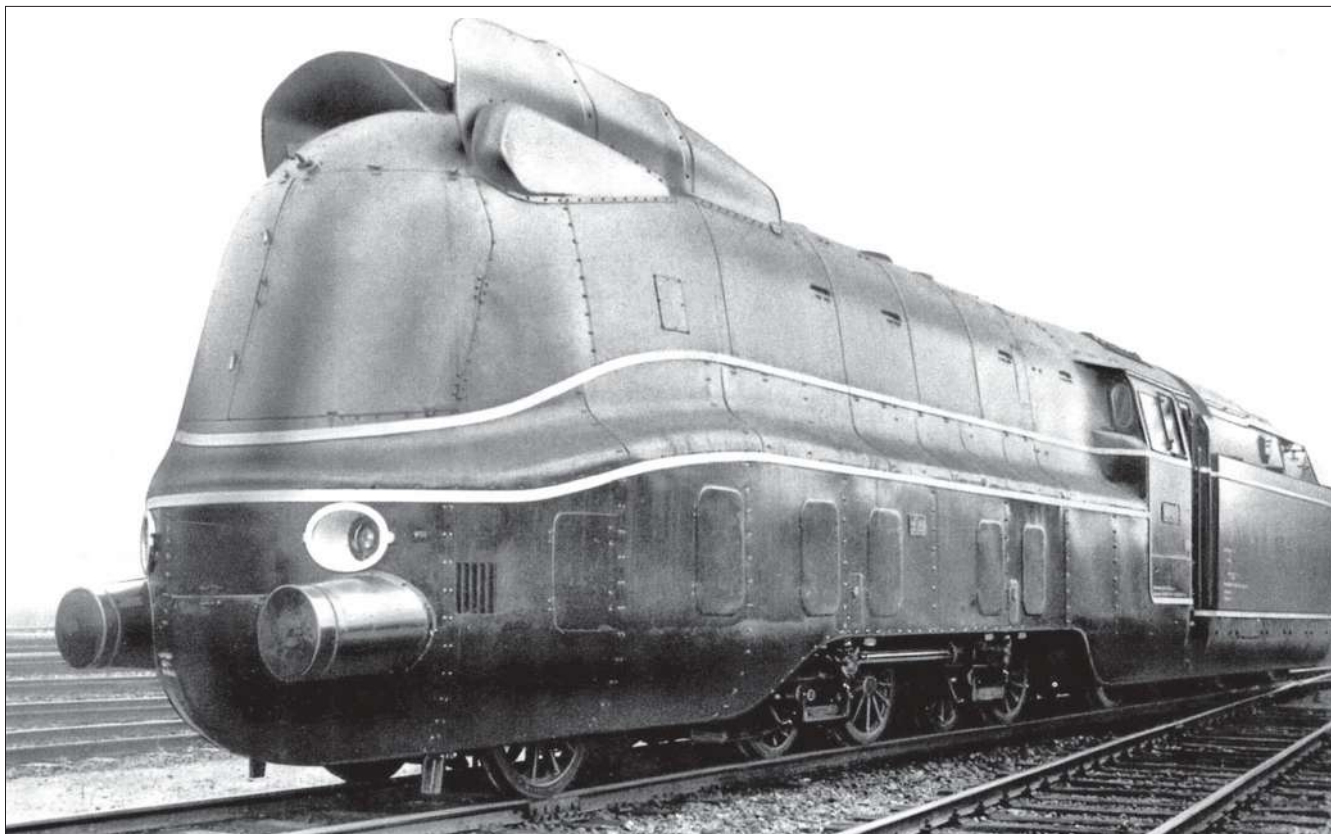


FOTO: SAMMLUNG WEISBROD

Die Dampfmotorlokomotive 19 1001 der Deutschen Reichsbahn wurde 1941 von Henschel mit der Fabriknummer 25000 geliefert.

verdanken wir Professor Richard Roosen von der Firma Henschel.

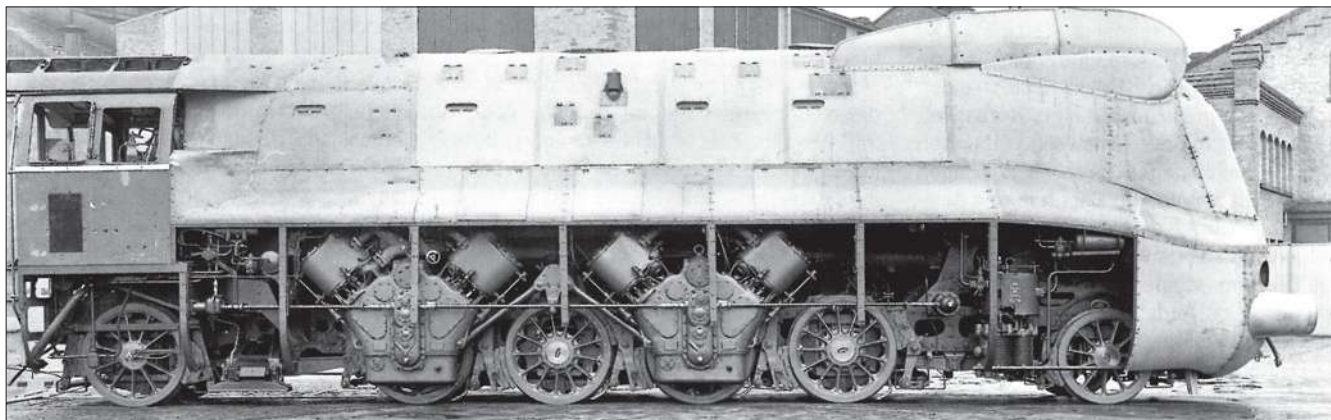
Ausgangspunkt war die Entwicklung eines Zweizylinder-Dampfmotors, dessen Zylinder v-förmig im Winkel von 90° angeordnet waren und der als Hilfsdampfmaschine für einen Dampftriebwagen bestimmt war. Der ruhige Lauf, bedingt durch den völligen Ausgleich der Massekräfte 1. Ordnung, brachte Richard Roosen auf den Gedanken, den V-Dampfmotor auch als Antrieb für Lokomotiven zu entwickeln.

Nicht nur die Reichsbahn interessierte sich für den Dampfmotorantrieb, sondern auch die Lübeck-Büchener Eisenbahn (LBE) erteilte Henschel den Auftrag, eine 1'C-Lokomotive mit

Dampfmotorantrieb für 120 km/h Fahrgeschwindigkeit auszurüsten. Die Lok ist in der Hauptwerkstatt der LBE in eine 1'Co2'-Tenderlokomotive mit Stromlinienverkleidung umgebaut worden. Die bereits 1938 fertiggestellten Dampfmotoren sind aber wegen der Übernahme der LBE durch die DRG und des ein Jahr später beginnenden Krieges nicht mehr angebaut worden. Die DRG hatte für diese Lokomotive die Betriebsnummer 77 1001 vorgesehen.

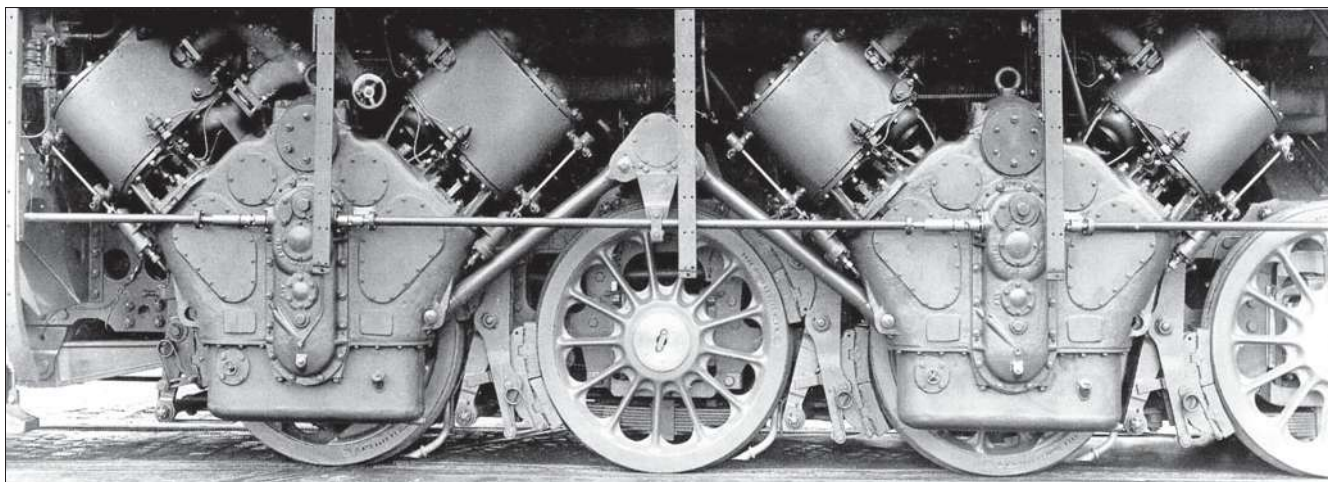
Der Kessel der von der DRG bestellten Schnellfahrlokomotive 19 1001 entsprach etwa dem der Baureihe 44, war jedoch aus Molybdän-Stahl St 47 K gefertigt und für 20 bar Kesseldruck ausgelegt. Dieser hohe Kesseldruck er-

laubte es, die Dampfmotoren relativ klein zu halten. Bei der geplanten LBE-Lokomotive, die nur 12 bar Kesseldruck hatte, mussten die Dampfmotoren doch erheblich größer ausgebildet werden. Man wählte bei der 19 1001 vier angetriebene Radsätze, um eine günstige Reibungsmasse zu erzielen, und einen Raddurchmesser von 1250 mm, um die Federn noch problemlos unterhalb der Achslager unterbringen zu können. Bei der vorgesehenen Höchstgeschwindigkeit von 175 km/h ergab sich eine Drehzahl von 750 min⁻¹, also doppelt so hoch wie bei herkömmlichen Kolbendampfmaschinen. Die Lokomotiven der Baureihe 05 mussten, um bei gleicher Höchstgeschwindigkeit die zulässige



WERKFOTO: HENSCHEL, SAMMLUNG WURFT

Die 19 1001 am 14. Dezember 1939 bei der Montage der Triebwerksverkleidung im Werkhof der Firma Henschel in Kassel.



Blick auf die v-förmig angeordneten Dampfmotoren.

Drehzahl nicht zu überschreiten, Kupplerräder mit einem Durchmesser von 2300 mm erhalten. Damit betrugen die unabgefederten Massen bei der Baureihe 05 je Radsatz mehr als 5 t, bei der 19 1001 nur 2,4 t.

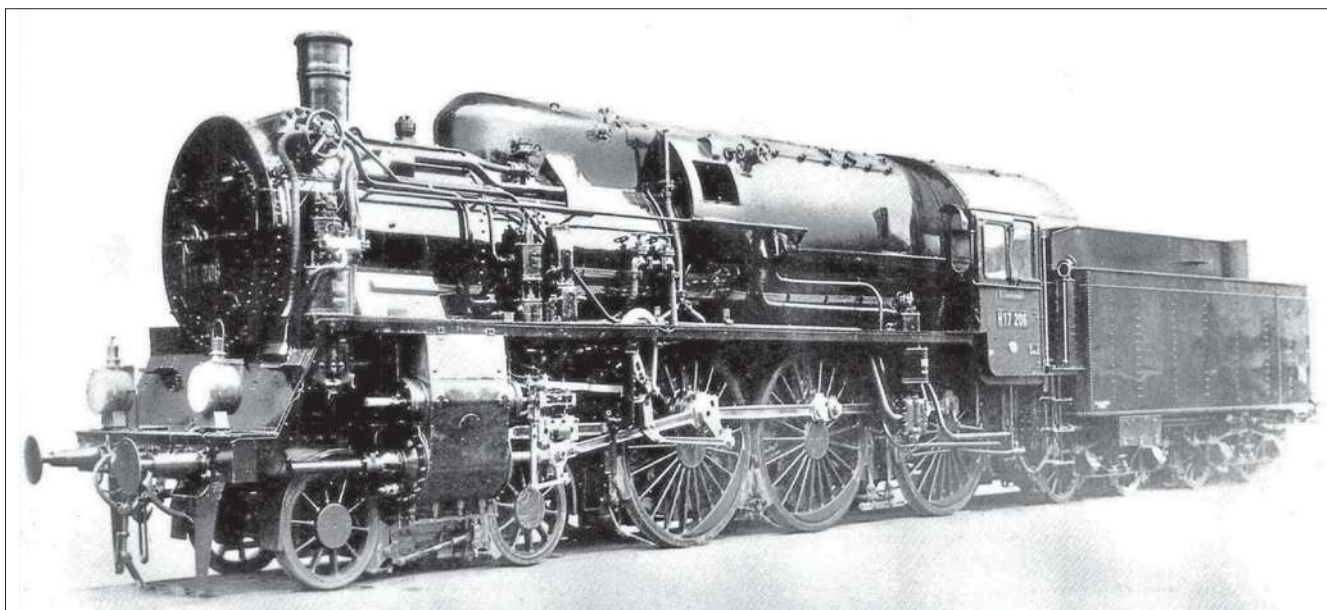
Jeder angetriebene Radsatz, mit den Buchstaben A, B, C und D bezeichnet, erhielt einen Dampfmotor. Die Achsen B und D hatten ihn an der rechten, die Achsen A und C an der linken Seite. Die Dampfmotoren waren im Prinzip nichts anderes als normale Kolbendampfmaschinen, nur in kleinerer Abmessung. Bei jeder Antriebseinheit waren Schiebergehäuse und Zylinder zweifach (in V-Form angeordnet) vorhanden. Der Zylinderdurchmesser betrug 300 mm, der Schieberdurchmesser im Interesse eines schnellen Dampfwechsels 180 mm. Die Kolbenschieber hatten eine gemeinsame Exzenterverstellung. Beide Dampfkolben arbeiteten gemeinsam auf einer Kurbelwelle, die direkt mit der Achswelle verbunden war. Die Treibstangen besaßen Wälzlager. Da der Dampfmotor am Hauptrahmen gelagert war, musste eine Möglichkeit gefunden werden, den Federweg zwischen Radsatz und Dampfmaschine aufzunehmen. Den ursprünglich ins Auge gefassten Federtopftrieb Bauart Kleinow, wie ihn beispielsweise die Baureihe E 18 besaß, verwendete man nicht. Vielmehr fand man das Lenkersystem Bauart Pawelka, womit die BBÖ-Baureihen 1570 und 1670 ausgerüstet waren, geeigneter. Bei den sehr sorgfältigen Standversuchen konnten manche Störungen beseitigt werden, deren Ursachen im Streckenbetrieb schwer zu finden gewesen wären. Die erste Streckenfahrt mit zunächst nur einem angebauten Dampfmotor fand am 9. August 1940 von Kassel nach Han-

noversch Münden statt. Die komplett ausgerüstete Lokomotive absolvierte ab 5. Dezember 1940 einige Werksprobefahrten nach Treysa, Kreensen und Northeim. Sie ist dabei bis 130 km/h ausgefahren worden. Am 13. Juni 1941 ist die 19 1001 im Rahmen einer Feierstunde auf dem Werkshof von Henschel an die DRG übergeben worden. Die ursprünglich für 1939 vorgesehene Übergabe konnte, kriegsbedingt, nicht eingehalten werden, so dass man am schon fertigen Fabrikschild die beiden letzten Ziffern des Baujahres ändern musste.

Im Sommer 1941 kam die Lokomotive dann zum Versuchsamt nach Grunewald, ist aber dort nur auf ihre Betriebsbrauchbarkeit untersucht und nicht indiziert worden. Die vorgenommenen Messungen beschränkten sich deshalb auf ein Minimum. Erst 1951 gab des BZA Minden aus vorhandenen Unterlagen einen Kurzbericht über die Grunewalder Untersuchungen heraus. Dem ist zu entnehmen, daß die 19 1001 sich in Bezug auf den spezifischen Dampf- und Kohleverbrauch von vergleichbaren Schnellzuglokomotiven (BR 01¹⁰, BR 05) nicht unterschied, diese aber in der Laufruhe wesentlich übertraf. Wie bei jeder Neukonstruktion gab es im Streckenbetrieb verschiedene Probleme. So befriedigte die Saugzuganlage nicht, und die Rauchgase zogen vorzugsweise durch die Rauchrohre ab, die die Überhitzer-elemente enthielten. Dadurch entstanden Rauchgastemperaturen von über 400°C. Änderungen am Feuerschirm brachten Abhilfe. Auch musste bei dieser Lokomotive eine andere Feuerungstechnik angewendet werden, weil bei der sehr ruhig laufenden Maschine die Rüttelwirkung herkömmlicher Lokomotiven, die das Feuer in Richtung Feu-

erbüchrohrwand wandern lässt, entfiel. Die 19 1001 kam am 17. Mai 1943 in den Betriebsdienst zwischen Berlin Lehrter Bf und Hamburg vor D-Zügen und Fronturlauberzügen mit 500 bis 600 t Zugmasse. Ihr eigentliches Aufgabengebiet, den Schnellverkehr, konnte sie wegen des Krieges nicht wahrnehmen. Die höchste Geschwindigkeit, die mit ihr gefahren wurde, lag bei 180 km/h bei absoluter Laufruhe.

Es herrschten natürlich während des Krieges die denkbar ungünstigsten Bedingungen für Erprobung und Betriebsbewährung einer solchen Lokomotive. Reparaturen, die unter Friedensbedingungen eine Sache von Stunden oder Tagen gewesen wären, erstreckten sich über Wochen und Monate. So stellte das RZA Berlin Anfang Oktober 1944 beim Reichsverkehrsministerium den Antrag, die 19 1001 aus dem Betrieb zu ziehen und dem LVA Grunewald zu überstellen. Ehe aber eine Entscheidung gefällt wurde, ist die Lokomotive in der Nacht vom 12. zum 13. Oktober 1944 im Bw Altona bei einem Bombenangriff schwer beschädigt worden. Amerikanische Militärs befahlen die Instandsetzung der Lokomotive bei Henschel und transportierten sie zusammen mit der Kondenslokomotive 52 2006 in die Vereinigten Staaten. Bemühungen von Richard Roosen, die Lokomotive nach ihrer Zurschaustellung in den Staaten wieder nach Deutschland zu holen, scheiterten an den von Deutschland zu übernehmenden Transportkosten und an den (1949) geringen Aussichten für die Aufnahme eines Schnellverkehrs in Deutschland. Die 19 1001 ist 1953 in den USA verschrottet worden, womit die Geschichte einer der erfolgversprechendsten Entwicklungen der DRG endet.



Hochdrucklokomotive H 17 206 Bauart Schmidt-Henschel, entstanden durch Umbau der preuß. S 10² Cassel 1201, der späteren DR-17 206. Die Lokomotive ist 1925 von Henschel mit der Fabriknummer 20455 umgebaut worden.

Sonderbauarten mit speziellen Kesselkonstruktionen

Lokomotiven mit Hochdruckkessel

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Turbinenlokomotiven nutzten durch die Kondensation des Maschinendampfes das Druckgefälle nach unten aus. Die T 18 1002 von Maffei, die sich in den Bereich höherer Drücke wagte und 22 bar (kp/cm²) Kesseldruck (bei kupferner Feuerbüchse) aufwies, nutzte das Druckgefälle sowohl nach oben als auch nach unten. Die Versuche, das Druckgefälle nach oben weiter auszunutzen, liefen etwa zeitgleich mit den Versuchen an den Turbinenlokomotiven.

aus. Den Bau der Hochdrucklokomotive mit der Betriebsnummer H 17 206 nahm die Firma Henschel im Jahre 1925 vor. Die H 17 206 besaß einen Zweidruckkessel, d. h., einen etwa der üblichen Bauart entsprechenden Röhrenkessel mit 14 bar (kp/cm²) Betriebsdruck und einen Hochdruckkessel (60 bar) für den Arbeitsdampf des Hochdruckzylinders der Kolbendampfmaschine.

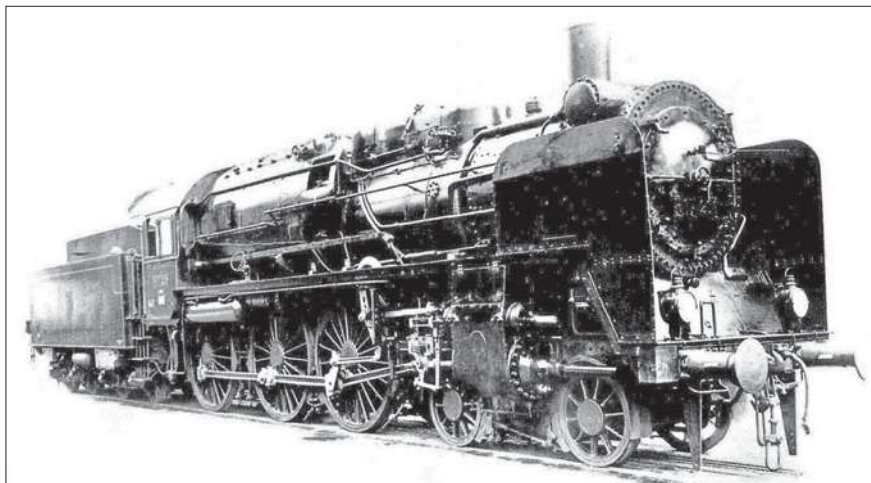
Der Hochdruckbehälter hatte keine direkte Berührung mit den Flammen und den Rauchgasen. Er lag oberhalb des

Feuerraumes und wurde indirekt durch einen geschlossenen zweiten Dampf-Wasser-Kreislauf beheizt. In diesem Kreislauf fand nur destilliertes, zumindest aber absolut kesselsteinfreies Wasser Verwendung. Das Röhrensystem dieses Kreislaufes bildete die Feuerbüchse mit Verbrennungskammer. Oberhalb der Feuerbüchse befanden sich rechts und links je ein Sammelbehälter für Dampf, unterhalb des Rostes rechts und links je ein Sammelbehälter für Kondensat. Die Steig- und Fallrohre bildeten die senkrechten Wände und die Decke der Feuerbüchse, da sie zum jeweils gegenüberliegenden Ausgleichsbehälter führten. Von den oberen Sammelbehältern führten die Rohre in den Hochdruckbehälter. Dort gab der in den Rohren geführte Dampf seine Wärmeenergie an das Wasser des Hochdruckbehälters ab

Die Hochdrucklokomotive H 17 206 (Bauart Schmidt-Henschel)

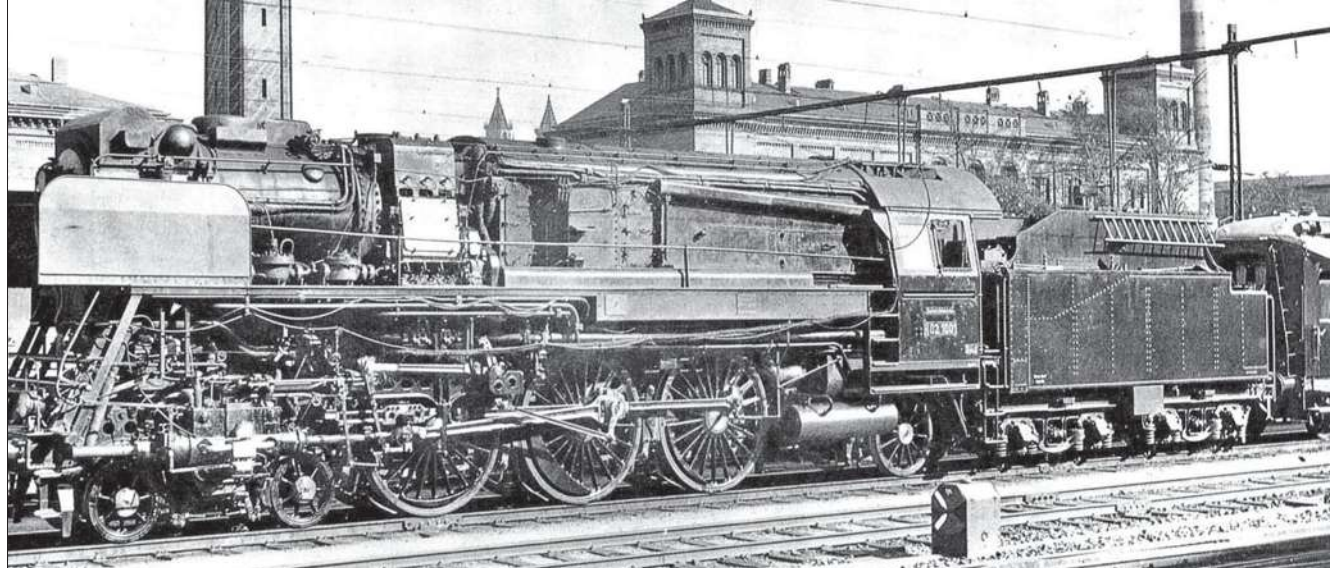
Als die Schmidtsche Heißdampfgesellschaft der DRG den Plan einer Hochdrucklokomotive mit 60 bar (kp/cm²) Kesseldruck unterbreitete, stimmte die Reichsbahn zu und stellte ihr für den Versuch die 17 206, eine Dreizylinder-Schnellzuglokomotive (2'C h3) der Gattung pr. S 10², zur Verfügung.

Bei einer Lokomotive mit 60 bar Kesseldruck konnte der Dampf nicht mehr in einfacher Dehnung, sondern nur in Verbundwirkung, also zweistufig, wirtschaftlich entspannt werden. Außerdem schied ein Kessel herkömmlicher Bauart



Führerseite der Schmidt-Henschel-Hochdrucklokomotive H 17 206.

WERKFOTOS (2) HENSCHEL, SAMMLUNG WEISBROD



H 02 1001 während einer Versuchsfahrt in Magdeburg Hbf am 27. August 1931.

und kondensierte auf dem Weg zu den unteren Sammelbehältern. Der Niederdruckkessel trug einen Speisedom mit Winkelrost-Schlammabscheider zur Enthärtung des Speisewassers. Vom Niederdruckkessel wurde das Speisewasser mittels Hochdruckspeisepumpen in den Hochdruckkessel gedrückt.

Die Dampfentnahme aus HD- und ND-Kessel erfolgte mit zwei getrennten, aber auf einer gemeinsamen Welle sitzenden Reglern. Der Dampf durchströmte getrennte Kleinrohrüberhitzer Bauart Schmidt. Der HD-Dampf wurde im mittleren Zylinder (290 mm Durchmesser) auf 12 bis 15 bar (kp/cm²) entspannt und als Abdampf mit dem aus dem Niederdruckkessel kommenden überhitzten Dampf zur Füllung der beiden außenliegenden ND-Zylinder gemischt. Der Auspuffdampf der ND-Zylinder entwich über

Blasrohr und Schornstein ins Freie und sorgte damit in üblicher Weise für die Feueranfachung, wodurch keine zusätzlichen Aggregate wie bei den Turbinenlokomotiven erforderlich waren.

Die Arbeitsanteile von Hochdruck- und Niederdruckdampf betrugen etwa 55:45%. Der Niederdruckkessel hatte außer der Funktion, für den HD-Kessel das Speisewasser zu enthärten, auch die eines Speichers, um plötzliche Leistungsschwankungen ausgleichen zu können.

R. P. Wagner äußerte sich auf der 16. Beratung des Lokausschusses 1930 in München sehr lobend über die Schmidt-Henschel-Hochdrucklokomotive, die – nach Abschluss der Grunewalder Versuche – im März 1930 der RBD Kassel zugewiesen wurde. Er stellte den Bau zweier weiterer Lokomotiven in Aussicht, die ausschließlich mit HD-Dampf betrieben werden sollten. Der teilweise expandierende Abdampf des HD-Zylinders sollte nochmals überhitzt und dann den ND-Zylindern zugeleitet werden. Dem Niederdruckkessel kam nur noch die Funktion einer Speisewasser-Enthärtungs- und -Vorwärmanlage zu. Diese beiden Lokomotiven sind jedoch nicht mehr gebaut worden. Die Brennstoffersparnis der H 17 206 betrug zwar gegenüber einer S 10² in Normalausführung mit 14 bar (kp/cm²) Kesseldruck 30 %, doch die S 10² war kein Musterbeispiel an Sparsamkeit. Gemessen an der neuen Einheitslokomotive der Baureihe 01 (16 bar Kesseldruck) blieben nur noch 8 % Ersparnis übrig, weil der Arbeitsanteil des HD-Dampfes nach Ansicht von Professor Nordmann zu gering war.

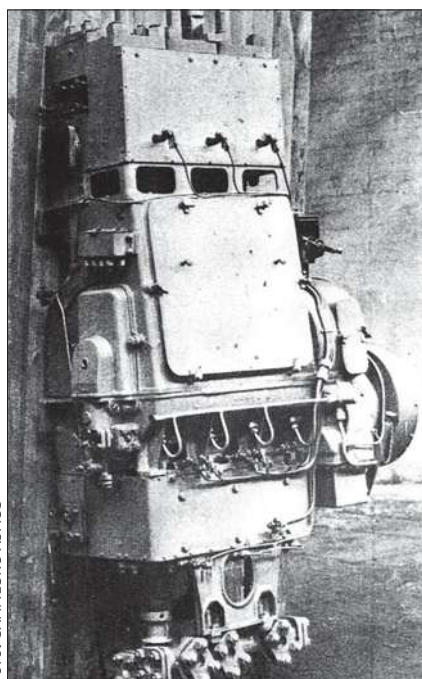
Die H 17 206 bestätigte im Betriebsdienst bei weitem nicht ihre Versuchsergebnisse. Da sich auch der Instandhaltungsaufwand für den Kessel vergrößerte, ist die Lokomotive in Normalausführung zurückgebaut und schon 1936 ausgemustert worden. Zwei

S 10²-Lokomotiven (17 236 und 17 239) sind jedoch, wie schon erwähnt, mit etwas besserem Erfolg zu Mitteldrucklokomotiven umgebaut worden.

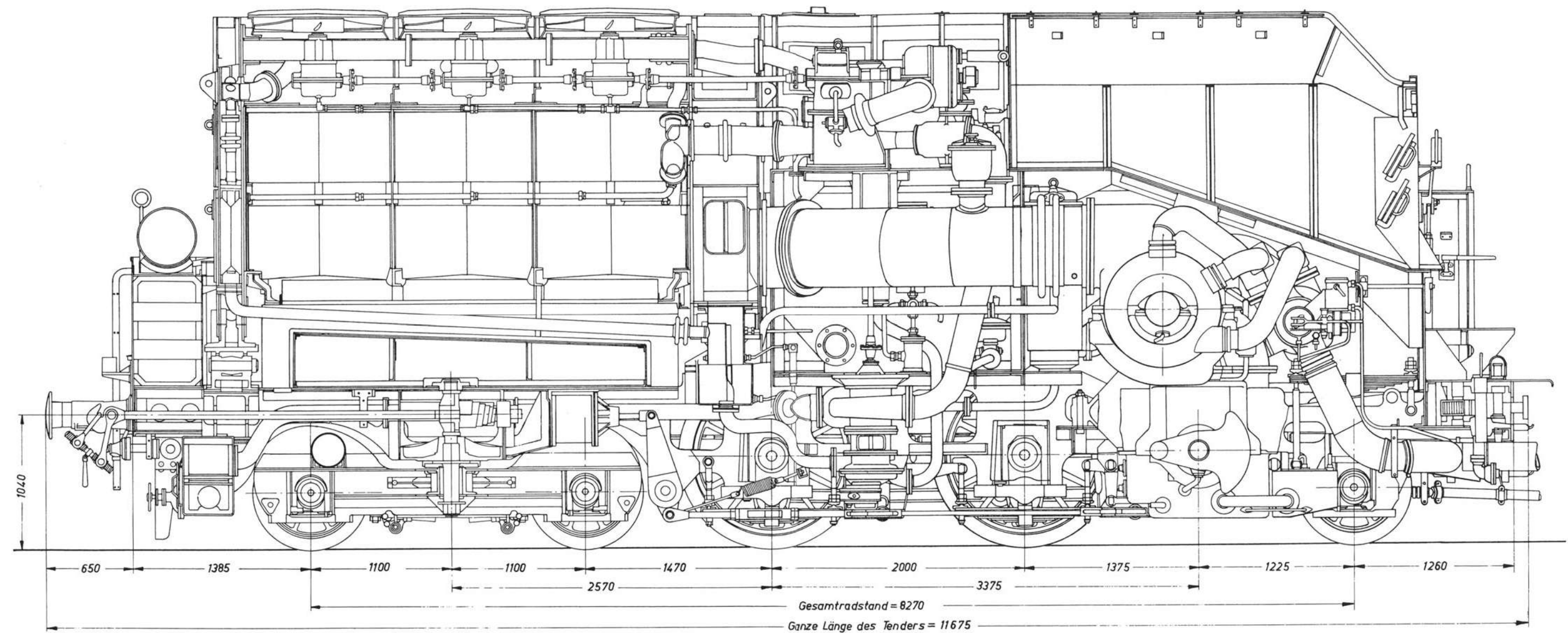
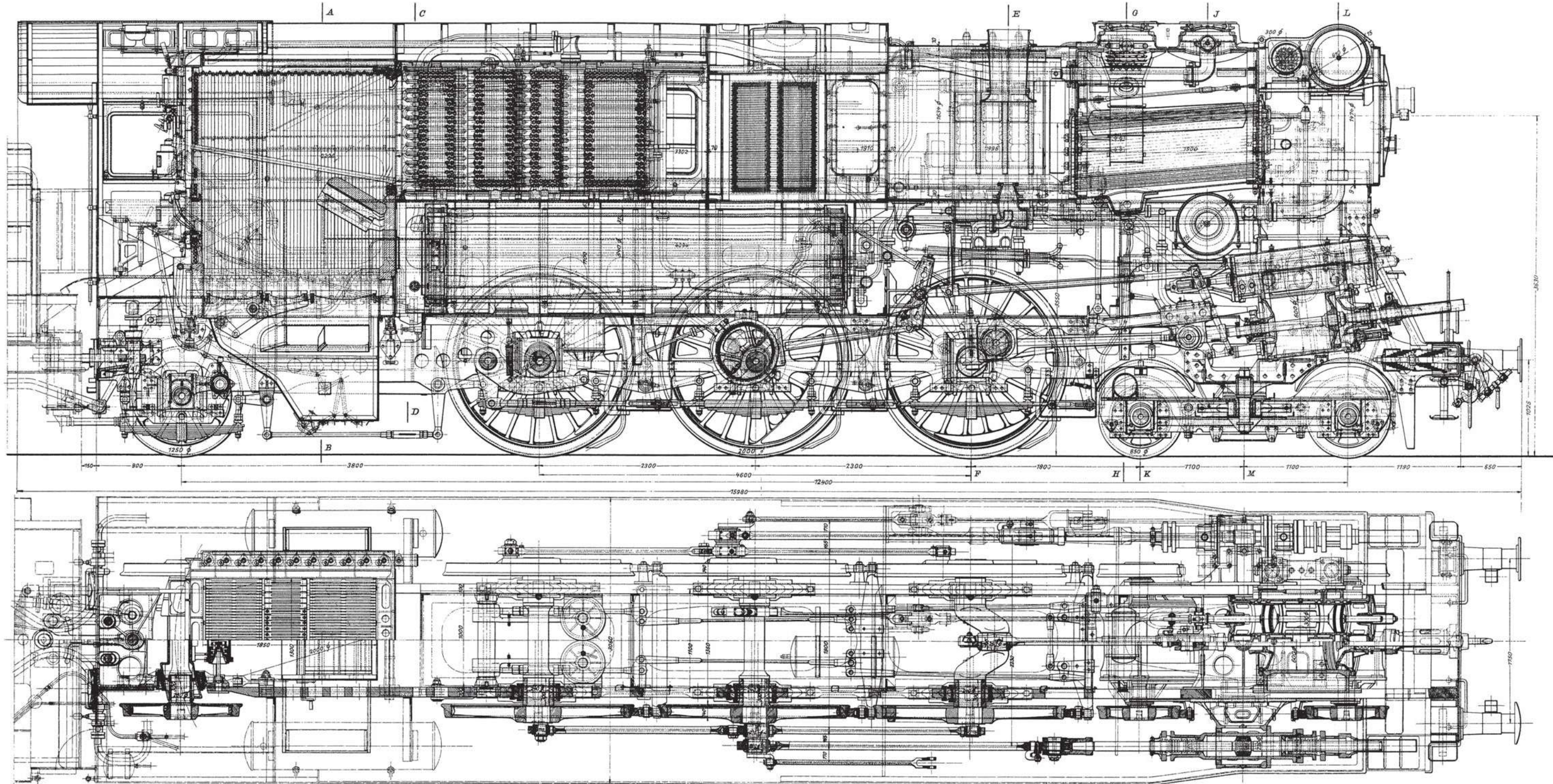
Die Hochdrucklokomotive H 02 1001 (Bauart Schwartzkopff-Löffler)

Im Nummernplan der DRG war bei der Baureihe 01 die Betriebsnummer 01011 vorerst freigehalten worden. Diese Lücke sollte die Schwartzkopff-Löffler-Hochdrucklokomotive ausfüllen, die aber von der DRG nicht abgenommen wurde. So vergab man die Betriebsnummer 01011 erst im September 1937 an die vom Raw Meiningen in Zwillingausführung umgebaute 02 001. Die B.M.A.G. (vormals Louis Schwartzkopff) in Wildau hatte von der Wiener Lokomotivfabrik Floridsdorf die Löffler-Patente erworben und bei der DRG um einen Bauauftrag für eine Lokomotive mit ca. 100 bar (kp/cm²) Kesseldruck nachgesucht.

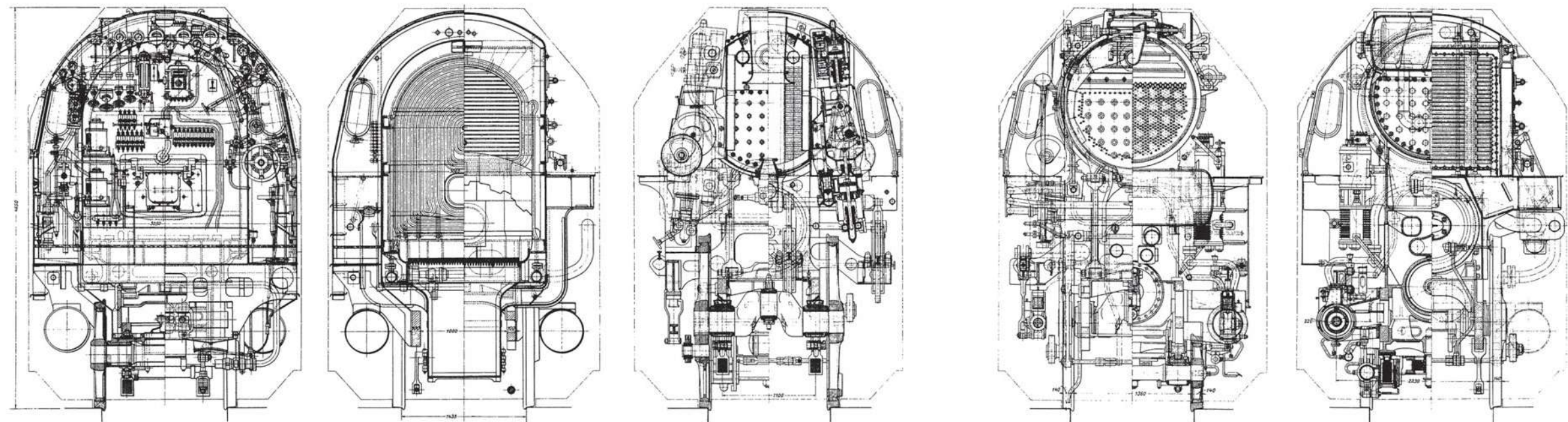
In der Zeitschrift „Glaser's Annalen“ beschrieben R. P. Wagner und H. Nordmann die Schwartzkopff-Löffler-Hochdrucklokomotive wie folgt: „Die Dampferzeugung geht in zwei unbefeuerten Verdampfertrommeln vor sich, in deren Wasserinhalt hochüberhitzter Dampf gleicher Spannung, hier also 100 at bis 120 at (= bar; Anm. d. Verf.), zwangsläufig und fein verteilt, eingeführt wird. Der Dampf wird als Naßdampf aus dem Dampfraum des Verdampfers mittels einer Umlaufpumpe abgesaugt und durch einen direkt befeuerten Überhitzer hindurch in den Wasserinhalt eben dieser Kessel zurückgedrückt. Ein Teil des hochoverhitzten Dampfes wird jeweils hinter dem Überhitzer zur Arbeitsverrichtung abgezweigt. Für das die Feuerbüchse einschließende Rohrsystem wurde dem schon erwähnten geschlossenen Wasserkreislauf der Vorzug gegeben, da noch keinerlei Erfahrungen



Die Hochdrucklok H 02 erforderte auch eine neue Pumpenkonstruktion. Dieser Pumpensatz war zu beiden Seiten des Langkessels montiert.

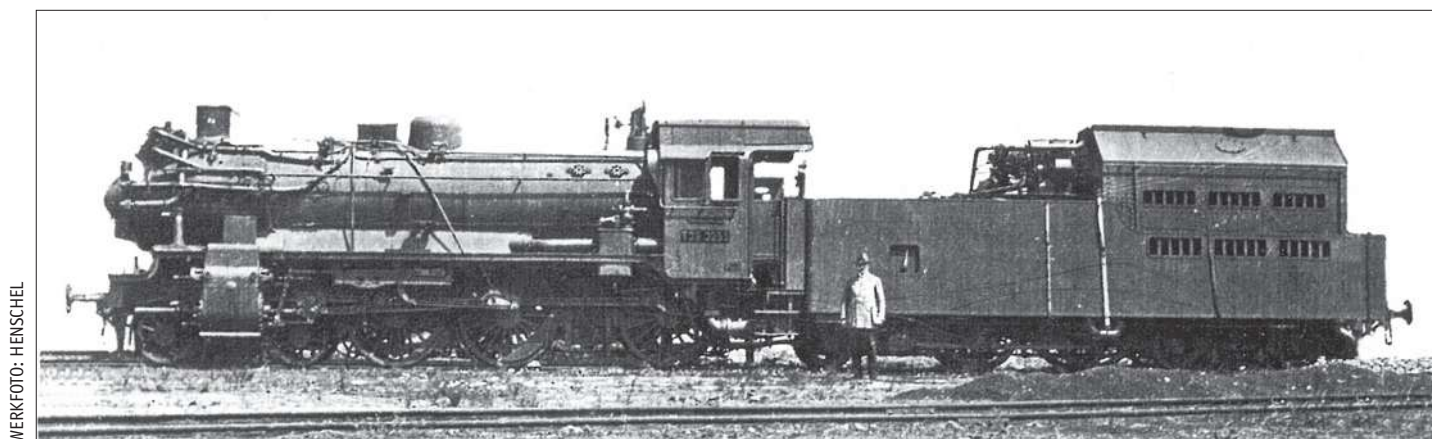


Der Abdampf-Turbinentriebtender der T38 3255.



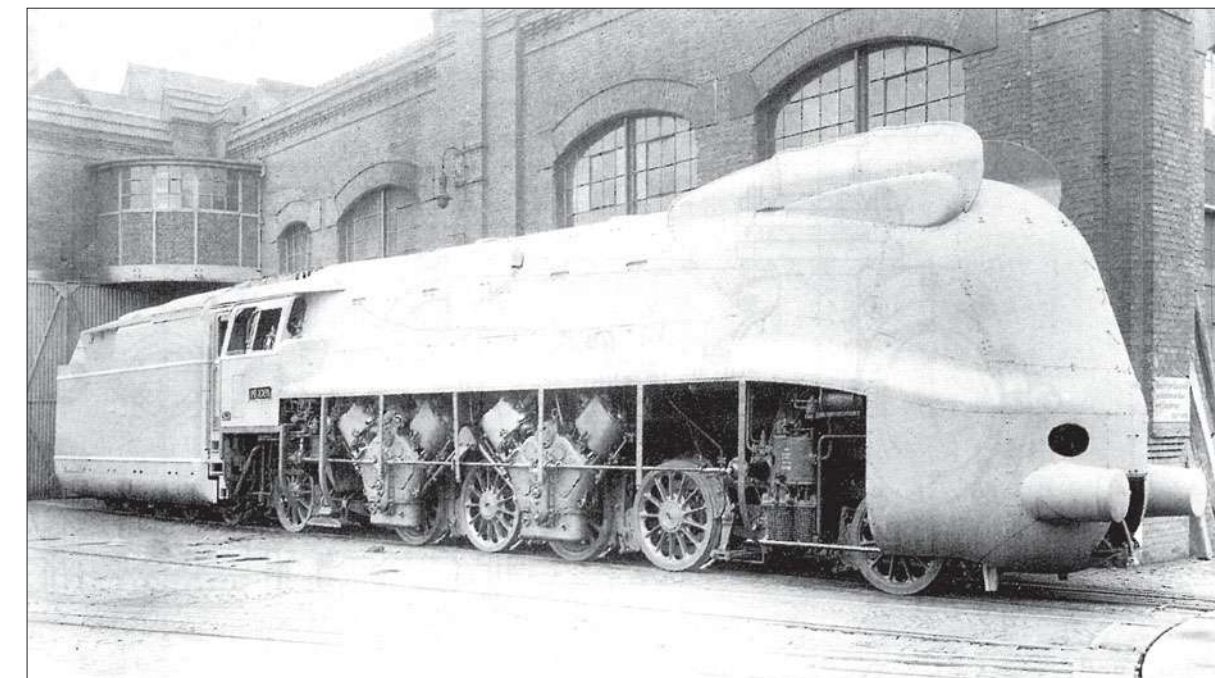
Längsquerschnitte der
Schwartzkopff-Löffler-Hoch-
drucklokomotive H02 11001

ZEICHNUNG: SAMMLUNG HUPFISCHLÄGER



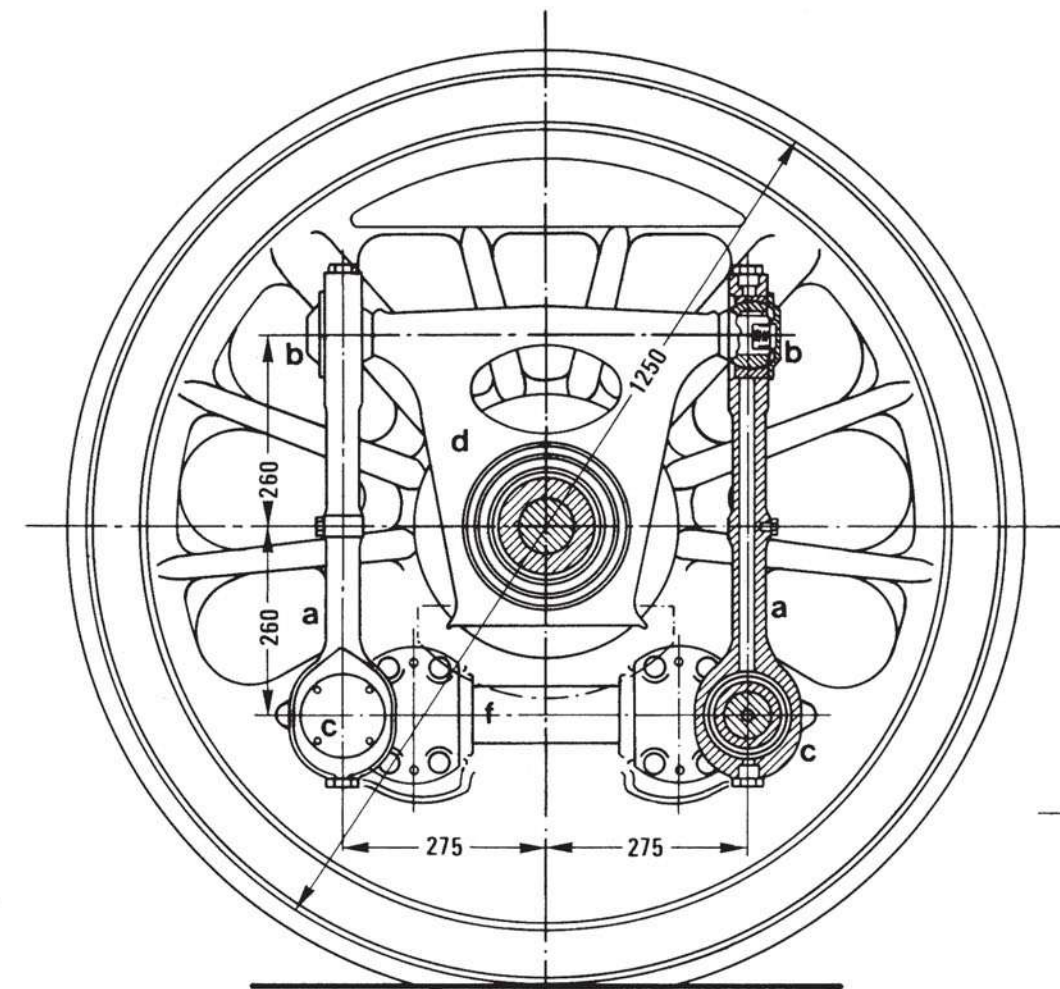
WERKFOTO: HENSCHEL

Die T38 3255 auf Meßfahrt. Damit einige Baugruppen besser zugänglich waren, wurde der Kohlekasten des Tenders entfernt.

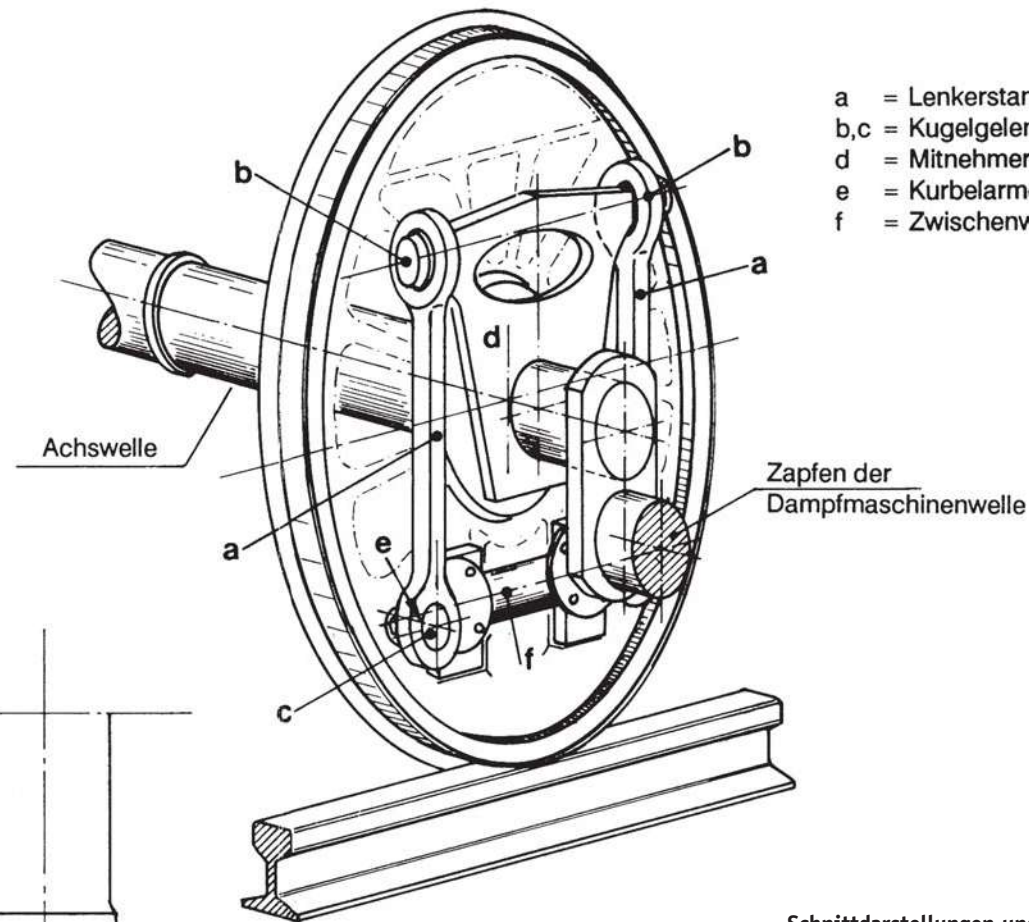


WERKFOTO: HENSCHEL, SAMMLUNG WÜRDT

Die 19 1001 in fortgeschrittenem Bauzustand mit Nummernschild und Betriebsgattungszeichen.

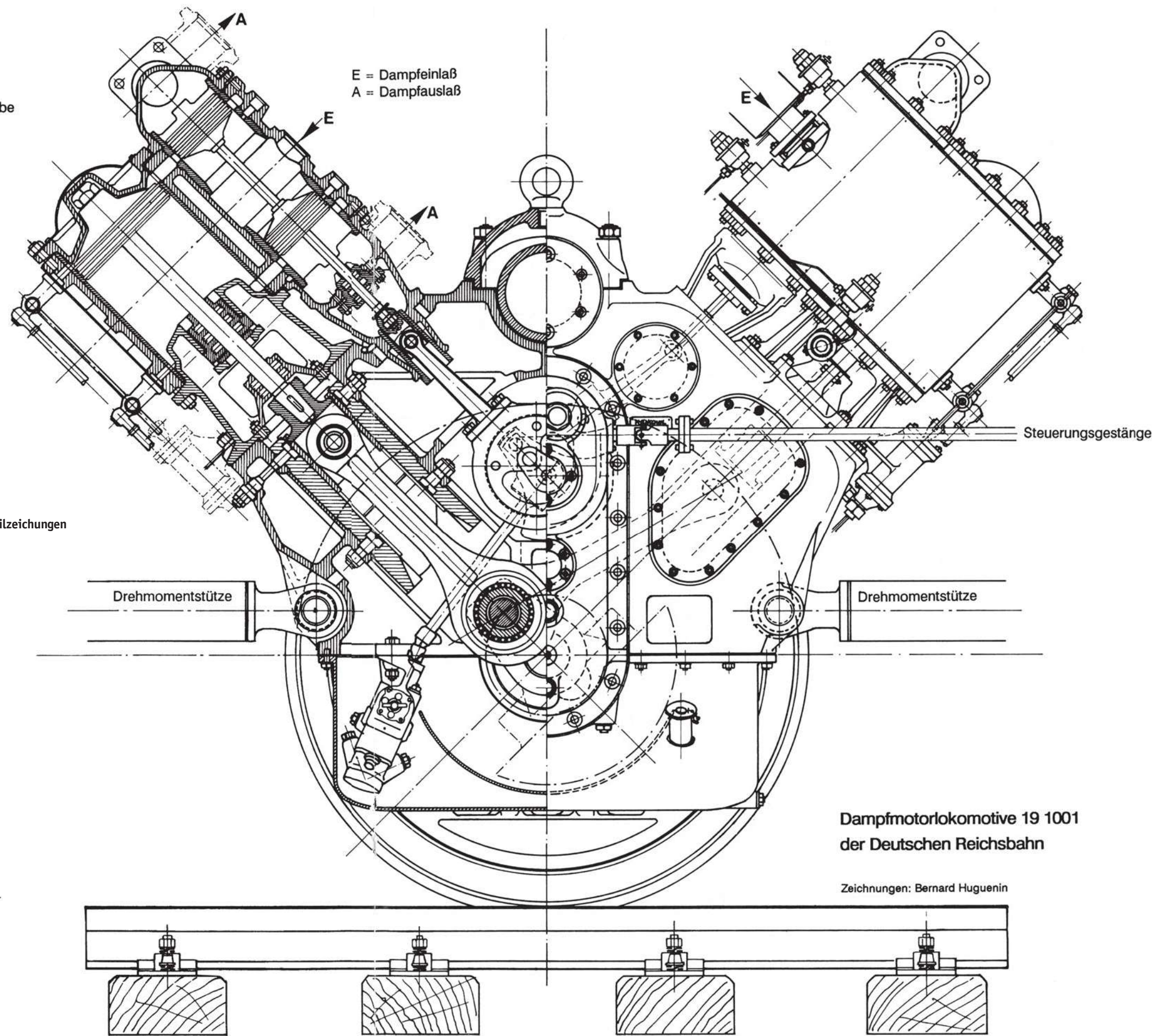


Treibrad mit Siemens-Pawlka-Antrieb
Maßstab 1:10



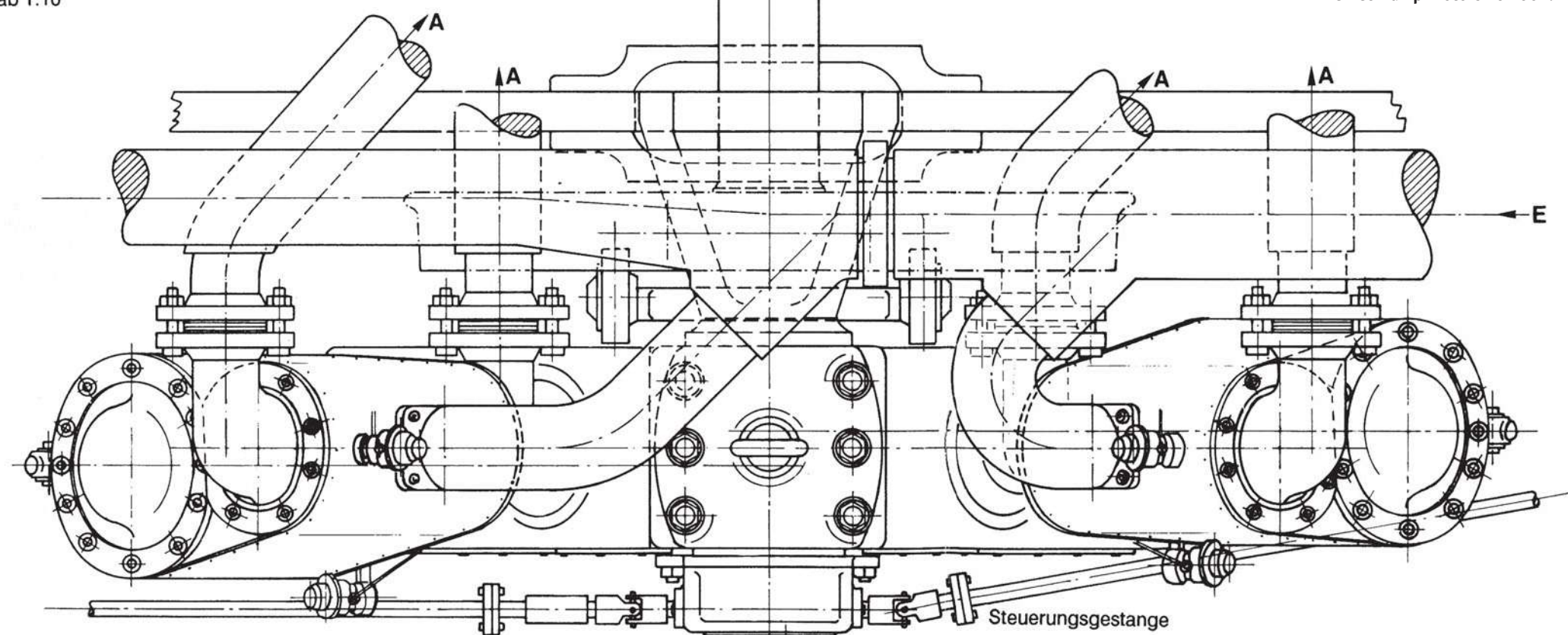
Schnittdarstellungen und Detailzeichnungen
eines Dampfmotors 19 1001.

- a = Lenkerstangen
- b,c = Kugelgelenke
- d = Mitnehmerscheibe
- e = Kurbelarme
- f = Zwischenwelle

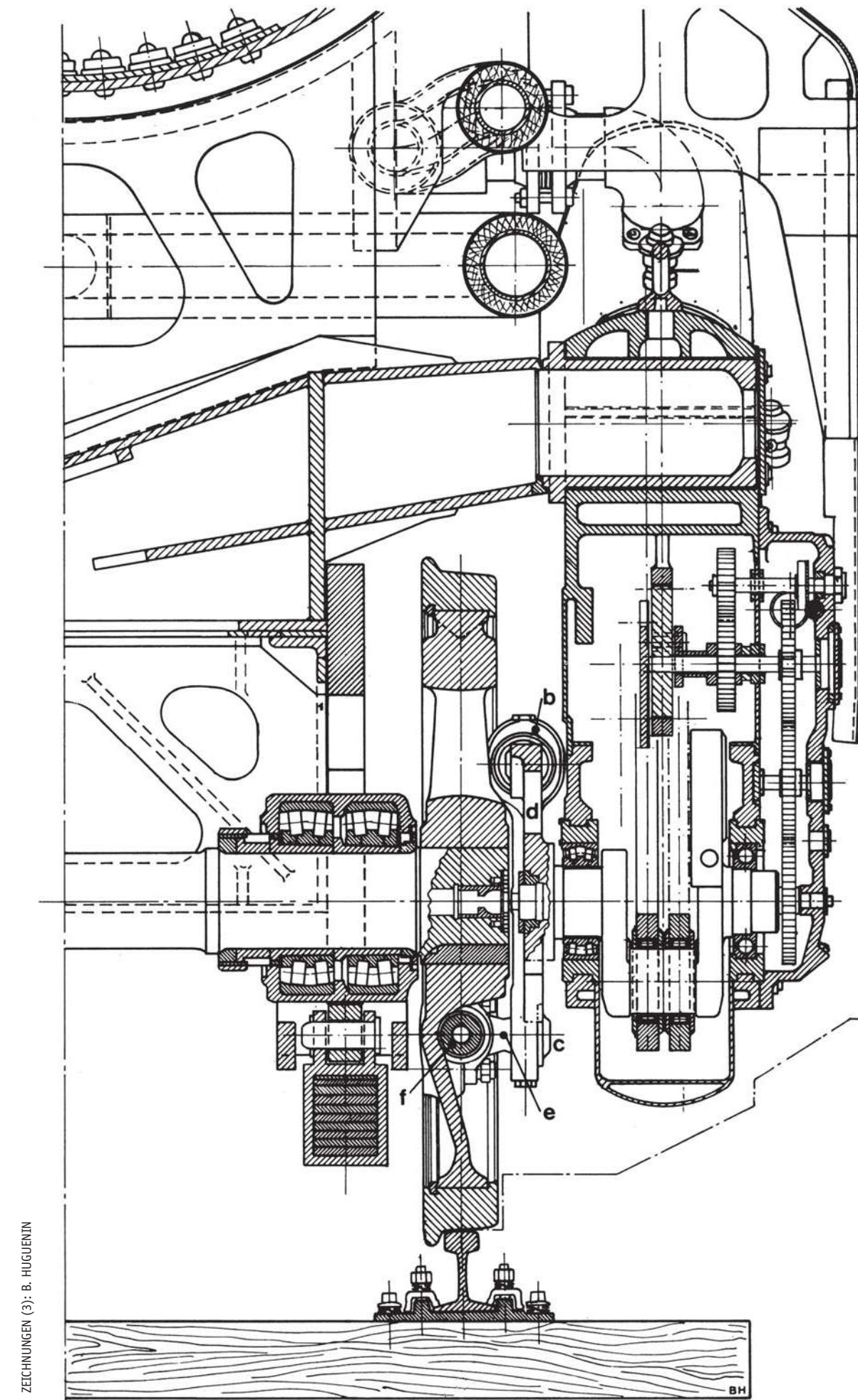


Dampfmotorlokomotive 19 1001
der Deutschen Reichsbahn

Zeichnungen: Bernard Huguenin



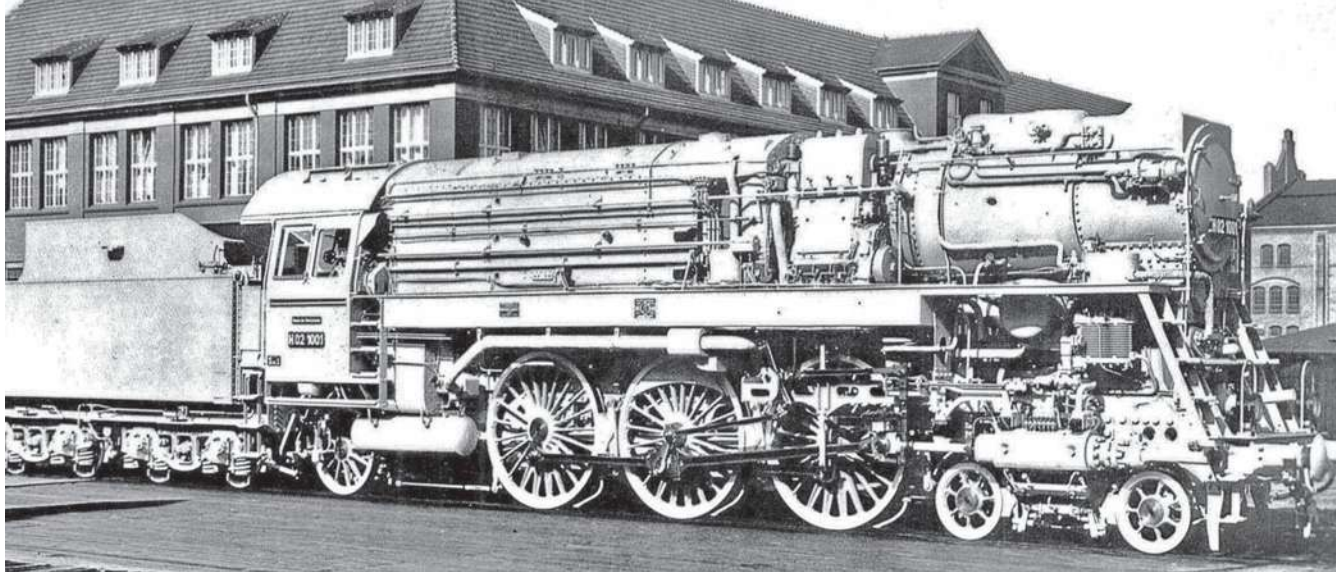
V-Dampfmaschine B, Draufsicht, Maßstab 1:10



V-Dampfmaschine B, Querschnitt, Maßstab 1:10

ZEICHNUNGEN (3): B. HUGUENIN

BH



Die H02 1001 nach der Fertigstellung im Werkhof in Wildau.

über das Verhalten dieser Heizflächen bei Durchleitung unreinen Dampfes vorlagen; deshalb wird der in den Hochdruckzylindern bis auf etwa 18 at entspannte Dampf nach Reinigung von Ölrückständen in einen Wärmeaustauscher geleitet und niedergeschlagen. Das so gewonnene Kondensat wird durch einen Hochdruckvorwärmer wieder den indirekt beheizten Trommeln zugeführt. Der Wärmeaustauscher seinerseits wird zur Erzeugung niedergespannten Dampfes verwendet und kann auf Grund der hohen Wärmeübergangszahlen zwischen Wasser und Wasser eine relativ kleine Heizfläche erhalten. Er ist als geräumiger Walzenkessel ausgebildet und liefert Dampf von etwa 15 at. Der Niederdruckdampf, der bei dieser Spannungsteilung etwa 40 % der gesamten Arbeitsenergie enthält, wird überhitzt, in einem mittleren Zylinder üblicher Abmessungen bis auf Atmosphärendruck entspannt und dann zur Feueranfachung im Blasrohr verwendet. Es ist also trotz geschlossenem Wasserkreislauf im Hochdruckkessel der wertvolle Auspuffbetrieb verwirklicht und damit eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit der Schmidtschen Hochdrucklokomotive gegeben.“

Die Schwartzkopff-Löffler-Hochdrucklokomotive war auf einem Fahrgestell der Baureihe 01 aufgebaut, besaß also die Achsfolge 2'C1'. Der innenliegende Niederdruckzylinder trieb den 1. Kuppelradsatz an; die beiden außenliegenden Hochdruckzylinder von nur 220 mm Durchmesser arbeiteten auf den 2. Kuppelradsatz.

Die H02 1001 ist fast zwei Jahre in Grunewald untersucht worden. Ihre Brennstoffersparnis betrug gegenüber Lokomotiven der Baureihe 01 etwa 20 %. Der Versuchsbetrieb bewies zwar, daß Drücke dieser Größenordnung beherrschbar waren; doch für den Lokomotivbetrieb war das System zu kom-

pliziert. Es gelang beispielsweise nicht, Stopfbuchsen zu entwickeln, die die Hochdruckzylinder gegen den Außendruck zuverlässig abdichteten. Nach Ende der Versuchsreihen ging die Lokomotive, obwohl schon mit der Betriebsnummer der DRG versehen, an den Hersteller zurück.

Die Hochdrucklokomotive H 45 024 (Bauart La Mont)

Ende der 40er- und Anfang der 50er-Jahre war auch die Deutsche Reichsbahn der DDR sehr experimentierfreudig – dies aus ähnlicher Zwangslage wie die DRG Mitte der zwanziger Jahre. Die DR suchte nach wirtschaftlichen Betriebsformen der Dampflokomotive unter dem Aspekt, den einzig verfügbaren Brennstoff, die einheimische Braunkohle, effektiv auch für den Lokomotivbetrieb zu nutzen. Vor diesem Hintergrund ist der nochmalige Rückgriff auf das Thema Hochdrucklokomotive zu verstehen, diesmal in Verbindung mit Braunkohlenstaubfeuerung. Das Konstruktionsbüro der LOWA (Vereinigte Lokomotiv- und Waggonbauindustrie) stellte den Antrag

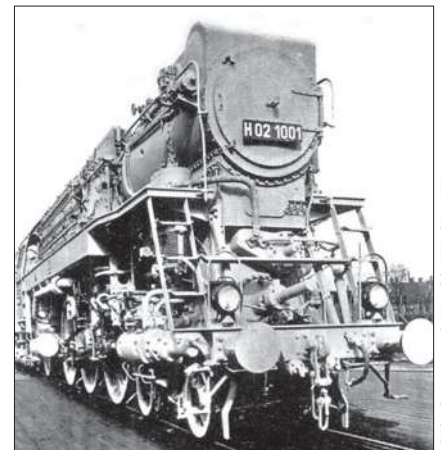
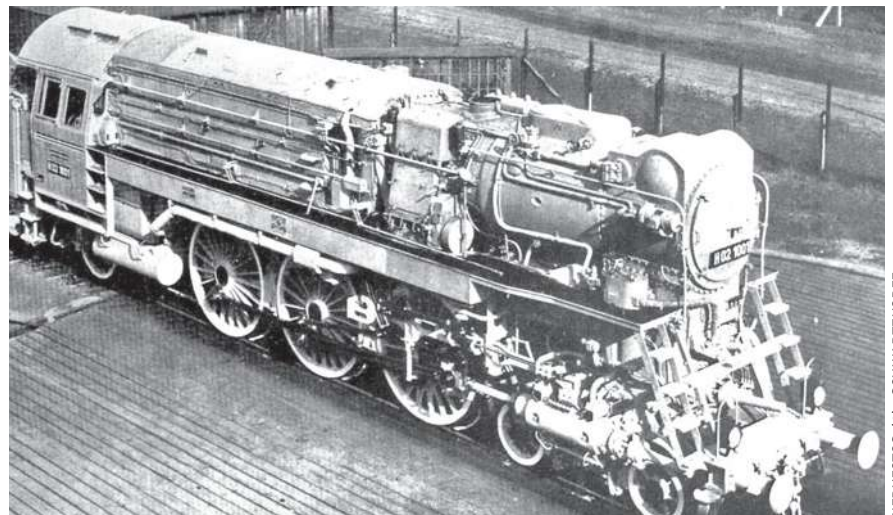


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Die starke Schrägansicht vermittelt einen Eindruck von den gewaltigen Dimensionen der Hochdrucklokomotive.

zur Entwicklung einer Hochdrucklokomotive mit Zwangsumlaufkessel Bauart La Mont, der genehmigt und 1950 als Auftrag vergeben wurde. Auf dem Fahrgestell der bei der DR verbliebenen 45 024 bauten LOWA, EKM Dampfkesselbau Meerane und VEB Lokomotivbau „Karl Marx“ Babelsberg in kurzer Zeit die neue Lokomotive auf, die 1951 auf der Leipziger Messe Aufsehen erregte.



WERKFOTOS (2): SCHWARTZKOPFF

Diese Aufnahme von schräg oben zeigt die Lage von Schornstein, Speise- und Verbundluftpumpe.

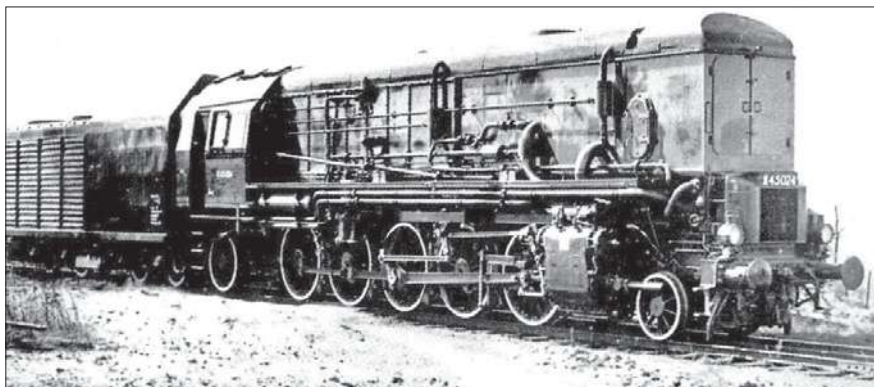
Der Hochdruckteil arbeitete mit 42 bar (kp/cm²) Druck und hätte zur DRG-Zeit nach den Definitionen von Nordmann und Wagner, die Hochdruck ab 60 bar ansetzten, noch zu den Mitteldruckkesseln gezählt. Der Brennraum war aus dem Röhrensystem des Verdampfers gebildet; im Langkessel waren die Rohrbündel des Überhitzers und des Speisewasservorwärmers untergebracht. Die Lokomotive arbeitete mit Abdampfkondensation; die Kondensationsanlage war auf dem Tender untergebracht. Den HD-Dampf lieferte ein Ausdampfbehälter, der mit Kondensat gespeist wurde. Speise- und Umwälzpumpe hatten Turbinenantrieb. Der Verdampfer verwandelte nur etwa 12 bis 16 % der umgewälzten Wassermenge in Dampf. Vom Ausdampfbehälter floss das nicht verdampfte Wasser zurück in den Kreislauf. Der Ausdampfbehälter lieferte über Überhitzer und Regler den Arbeitsdampf für den mittleren HD-Zylinder. Dieser war eine Neukonstruktion mit 400 mm Durchmesser. Die beiden ND-Außenzylinder mit 520 mm Durchmesser stammten noch von der 45 024. Auch der Zweiachsantrieb blieb erhalten. Die Dampfmaschine ar-

beitete jetzt allerdings in Verbundwirkung (3hv). Zur Feueranfachung war eine Saugturbine in der Rauchkammer vorgesehen. Der Brennstaub, in zwei Behältern auf dem Kondensationstender gelagert, gelangte mittels Druckluft in einen Zuteilungsbehälter hinter der Führerhausrückwand. Der Saugzugventilator in der Rauchkammer saugte dann das Brennstoff-Luft-Gemisch durch drei Wirbelbrenner in den Brennraum.

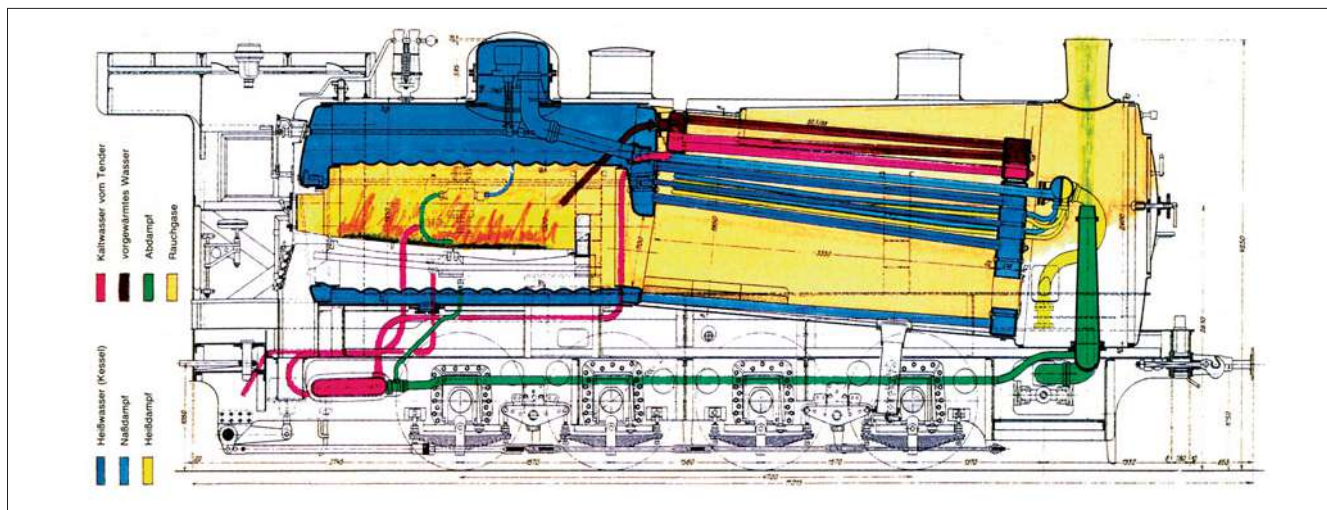
Die kaffeebraun lackierte und mit gelben Zierstreifen versehene Lokomotive hat nach umfangreichen Standversuchen kaum mehr als 20 Versuchskilometer absolviert. Die erste Probefahrt 1953 von Seddin nach Drewitz war nach 4 km beendet, weil der Kondensatvorrat verbraucht war. Auch die zweite Fahrt von Seddin nach Babelsberg musste wegen zu hoher Heißdampftemperaturen und deformierter Überhitzerrohre vorzeitig abgebrochen werden. Daraufhin stellte die DR den kostspieligen Versuch ein. Einige Teile (Außenzylinder, Rahmenhinterende mit Schleppachse) der später im Raw Meinungen verschrotteten Lokomotive sind beim Umbau der 61 002 in die Schnellfahrlokomotive 18 201 verwendet worden.

In der Fachliteratur fand bisher kaum das Projekt einer Benson-Lokomotive Erwähnung, die J. A. Maffei in München konstruierte. Gebaut worden ist sie zwar nicht, aber die Entwurfsarbeiten waren schon recht fortgeschritten, so dass wir das Projekt als Abschluss der Hochdrucklokomotiven kurz erläutern wollen.

Der Engländer Benson hatte sich 1922 einen Dampferzeuger patentieren lassen, bei dem der Dampf unter kritischem Druck ($224,2 \text{ bar} = \text{kp/cm}^2$) und über kritischer Temperatur (374°C) steht. Unter diesen Bedingungen geht das Wasser ohne die üblichen Verdampfungserscheinungen (wie Kochen, Bildung von Wasser-Dampf-Gemisch) in Dampf über. Die erforderliche Verdampfungswärme ist demzufolge $= 0$. Die Feuerbüchse bildete eine fortlaufende Rohrschlange, die den mit Kohlenstaub gefeuerten Brennraum umschloss. Das vorgewärmte Speisewasser sollte unter kritischem Druck dieser Rohrschlange zugeführt und über die kritische Temperatur hinaus erhitzt werden. Den so erzeugten Dampf konnte man aber nicht unmittelbar nutzen, weil man sofort wieder in den Sättigungsrad des Dampfes gekommen wäre. Man wollte ihn auf ca. $180 \text{ bar} (\text{kp/cm}^2)$ drosseln, weiter überhitzen, bis der Scheitel der Sättigungslinie überschritten war, und dann zur stufenweisen Expansion nutzen. Um jeden Wärmestau durch Verunreinigungen zu vermeiden, kamen als Speisewasser nur reines Wasser, Destillat oder Kondensat in Betracht. Als Antriebsmaschine war deshalb eine im Kondensationsbetrieb arbeitende Turbine erforderlich. Bei der Benson-Maffei-Lokomotive waren zwei Turbinen vorgesehen, die



Einen ungewohnten Anblick bot die H 45 024 der DR mit ihrem kastenförmigen La-Mont-Kessel.

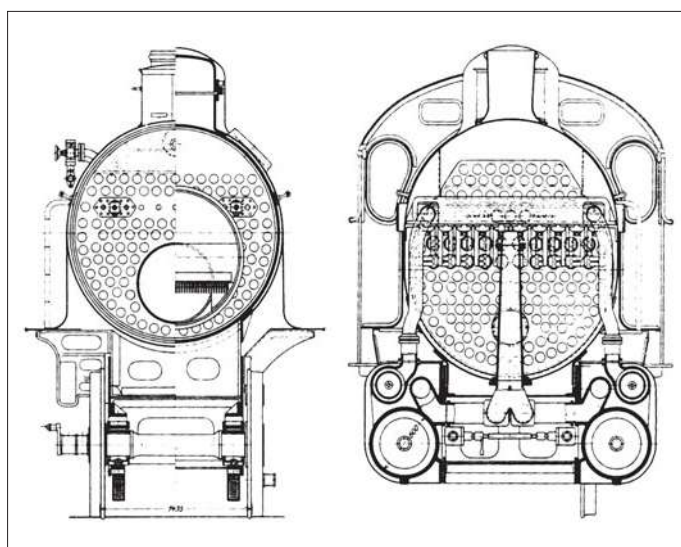


ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF

auf eine gemeinsame Blindwelle arbeiteten. Für das Problem Rückwärtsfahrt/ Rückwärtsturbine, über das durch die Turbinenlokomotiven T 18 1001/1002 nachteilige Erfahrungen vorlagen, hatte die Konstruktion eine, zumindest zeichnerisch elegante Lösung gefunden. Die Verwendung eines Planetenrades sollte durch Sperrung der Umlaufräder bei gleichbleibendem Drehsinn der Hauptturbine eine Drehrichtungsänderung der Blindwelle ermöglichen (und damit die Rückwärtsfahrt). Die Elastizität der Dampflokomotive herkömmlicher Bauart, d. h., ihre Anpassbarkeit an unterschiedliche Belastungen und ihre zeitweise Überbelastbarkeit, wird durch die im großen Wasservorrat des Kessels gespeicherte Wärmeenergie möglich. Die Benson-Maffei-Lokomotive besaß keinen derartigen Speicher, wie ihn beispielsweise die Schmidt-Henschel-Hochdrucklokomotive mit dem Niederdruckkessel noch aufweisen konnte. Die Anpassung an unterschiedliche Leistungsanforderungen hätte mit den Pumpen und der Feuerung vorgenommen werden müssen. Sicherlich kann eine Kohlenstaubfeuerung (oder eine Ölfeuerung) schneller auf Leistungsschwankungen reagieren als eine Kohlefeuerung; doch wie schwierig es ist, mit einem Zwangsumlaufkessel im Eisenbahnbetrieb zu bestehen, erfuhr 20 Jahre später die Deutsche Reichsbahn mit der H 45 024.

Lokomotiven mit Stroomann-Kessel

Der 1913 von Stroomann entwickelte Wasserrohrkessel verzichtete auf die üblichen Heizrohre. Die Rauchgase strichen direkt an den schräg angeordneten Wasserrohren vorbei, die zwischen

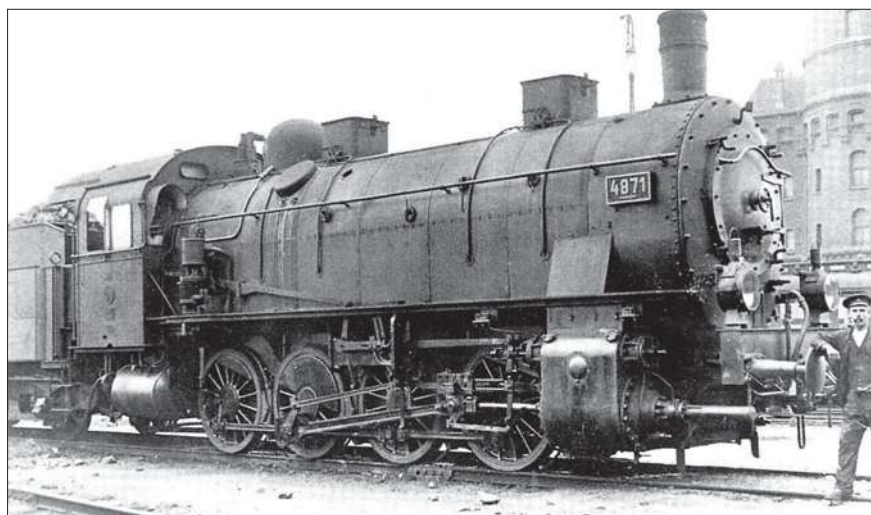


Heißdampf-Güterzuglokomotive der Preußischen Staatsbahnen, Gattung G 8, mit Wasserrohrkessel Bauart Stroomann.

Schnitte durch die preuß. G 8 mit Wasserrohrkessel Bauart Stroomann.

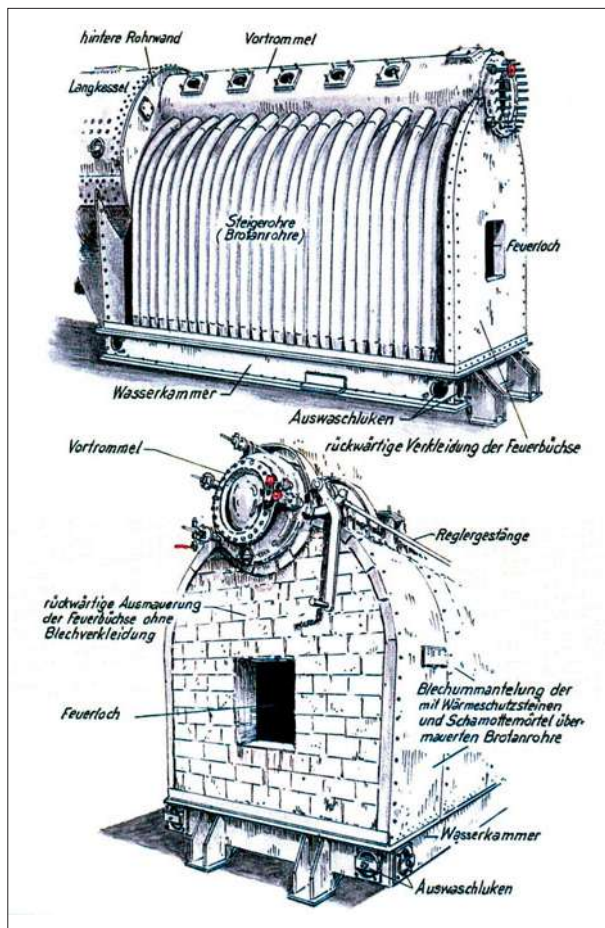
zwei Wasserkammern angeordnet waren. Die Preußische Staatsbahn hatte diesen Kesseltyp an je einer Lokomotive der Gattungen G 7 und G 8 erprobt, ehe sie eine mit Stroomann-Kessel ausgerüstete G 8¹ (Magdeburg 4871) im Jahre

1914 auf die Baltische Ausstellung nach Malmö schickte. Der Stroomann-Kessel konnte nicht befriedigen. Alle damit ausgerüsteten Lokomotiven sind nach kurzem Betriebseinsatz ausgemustert worden.



FOTOS (2): SAMMLUNG DR. SCHEINGRÄBER

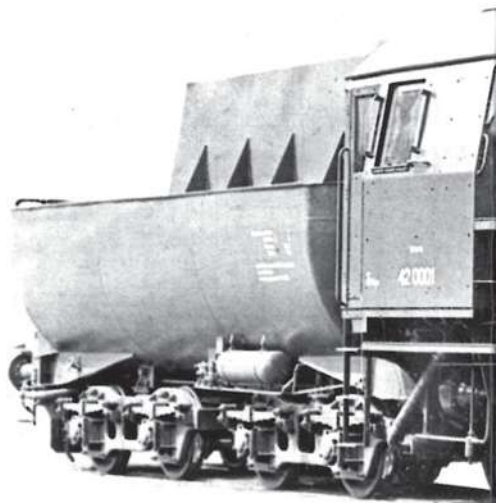
Die preußische G 8 Magdeburg 4811 war eine der wenigen versuchsweise mit Stroomann-Wasserrohrkessel ausgestatteten Maschinen.



Aufbau eines Brotan-Kessels.

Baumusterlokomotive 42 0001 mit Brotan-Kessel. Sie war die 28000. Henschel-Lokomotive (Baujahr 1943). Den Kessel lieferte die Wiener Lokomotivfabrik Floridsdorf 1943 mit der Fabriknummer 10881.

WERKFOTO: HENSCHEL, SAMMLUNG WEISBROD



Lokomotiven mit Brotan-Kessel

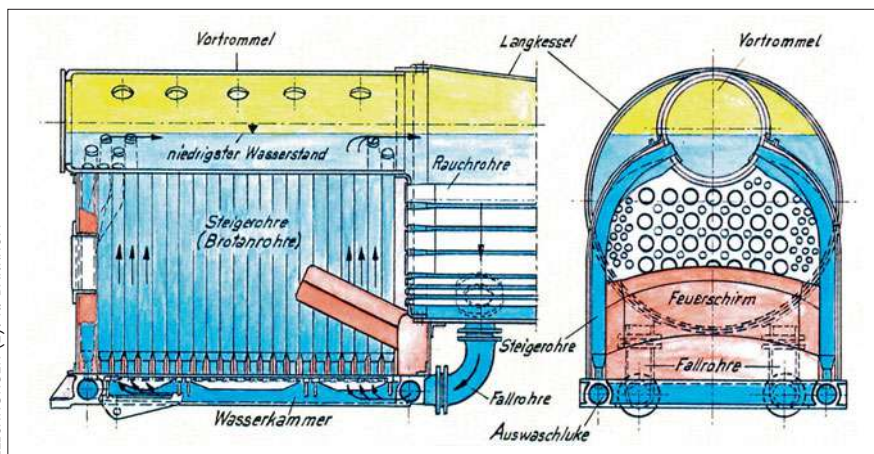
Diese Kesselbauart ist nach Johann Brotan (24. Juni 1843 – 20. November 1923) benannt, der darauf 1902 ein Patent erhielt. Brotan, im heutigen Klatovy (früher Klattau) am Fuße des Böhmerwaldes geboren, war Vorstand der Hauptwerkstätte Gmünd der k.k. Staatsbahn. Verschiedene Regionen der kkStB wie Krain und Dalmatien waren gezwungen, die dort geförderte sehr schwefelhaltige Kohle in Lokomotiven zu verfeuern. Die Folge war ein schneller Verschleiß der kupfernen Feuerbüchsen durch Ab-

zehrung. Flusseiserne Feuerbüchsen, die zwar dem Schwefelgehalt der Kohle besser widerstanden, befriedigten auch nicht, da sie wegen noch unvollkommener Fertigungstechnologie zur Rissbildung neigten. Diese Tatsachen und die ohnehin kostspielige Unterhaltung des Stehbolzenkessels führten Johann Brotan zu Überlegungen, einen Kessel zu entwickeln, der die genannten Nachteile vermied. Beim Brotan-Kessel bestanden die Seitenwände und die rechte und linke Rückwand aus dichtstehenden Wasserrohren, die unten in eine rahmenförmige Wasserkammer, oben in (je nach

Ausführung) ein oder zwei Trommeln, den Oberkessel, mündeten.

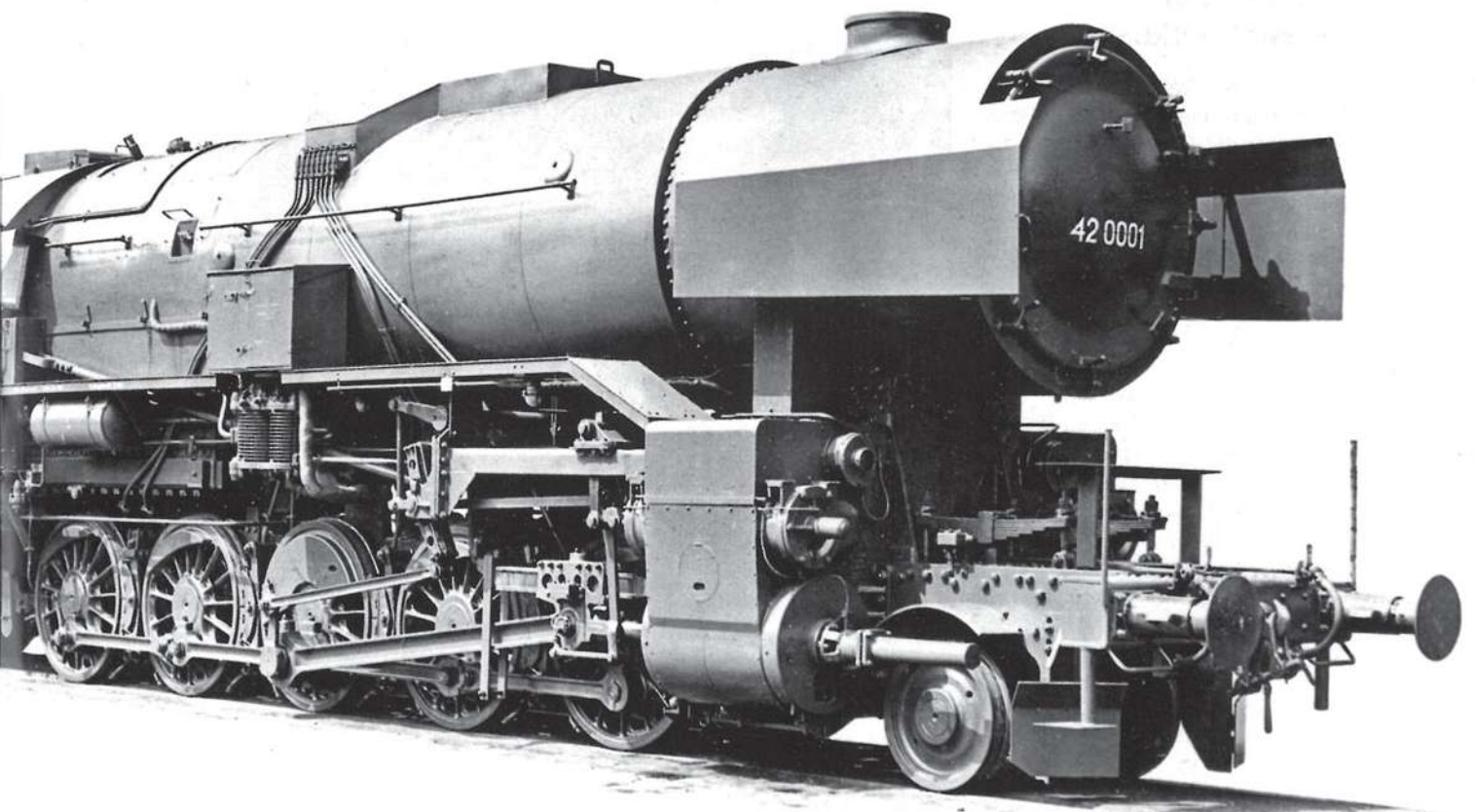
Die rahnenförmige Wasserkammer mit der Funktion des Bodenringes umschloss den Rost und war mit dem Langkessel durch mehrere großdimensionierte Fallrohre verbunden. Vom Langkessel lief das Wasser der Wasserkammer zu und wurde in den feuerberührten Brotan-Rohren verdampft. Die Dampfblasen stiegen in den Oberkessel; mitgerissenes Wasser floss zurück. Der Oberkessel, auch Vortrommel genannt, mündete in den Langkessel und war in die Feuerbüchsenrohrwand eingelassen. Die Feuerbüchse war vorn und hinten, wo keine Brotan-Rohre standen, mit feuerfesten Steinen ausgemauert.

Die kkStB erprobte den Brotan-Kessel zunächst an einigen älteren Güterzuglokomotiven der Serie 47 und an Personenzuglokomotiven der Serie 4 und rüstete ab 1906 serienmäßig auch Neubaulokomotiven der Serie 174 damit aus. Als im Ersten Weltkrieg die kkStB weitere zehn Schnellzuglokomotiven der berühmten Reihe 310 beschaffen musste und Kupfer knapp war, setzte man auch hier den Brotan-Kessel ein. Diese Lokomotiven der Reihe 310.300 wurden jedoch nicht mehr vor Kriegsende fertiggestellt, und nach dem Krieg brauchte man sie auf dem Gebiet, das Österreich verblieben war, nicht mehr. Die Preußisch-Hessischen Staatsbahnen kauften sieben Maschinen (Gattung



Prinzipskizze des Brotan-Kessels.

ZEICHNUNGEN (2): R. BARKHOFF



S 11), die PKP drei. Man konnte sich in Preußen jedoch nicht mit dieser Bauart anfreunden und verkaufte die Lokomotiven sehr bald an die PKP. Die Ungarische Staatsbahn (MAV) rüstete jedoch eine Vielzahl von Baureihen nachträglich oder bereits beim Neubau mit Brotan-Kesseln aus.

Als im Zweiten Weltkrieg das Kupfer wiederum knapp war, erinnerte sich die DRG des Brotan-Kessels. Der Bau der 2. Kriegslokomotive (KDL 2), der Reihe 42, war mit nicht weniger als 8000 Einheiten geplant, dann aber auf 5000 Einheiten reduziert worden. Noch im April 1943 bestand die Absicht, neben 2500 Maschinen mit Stehbolzenkessel 1800 mit Brotan-Kessel zu bauen. Die beiden Baumuster kamen von Henschel, jedoch unter Verwendung von Kesseln der Wiener Lokomotivfabrik (WLF). Wegen der geplanten Stückzahlen erhielten schon die beiden Baumusterlokomotiven vierstellige Ordnungsnummern. Die 42 0001 lieferte Henschel im Juli 1943 mit der Fabriknummer 28000. Die 42 0002 wurde am 10. November 1943 von der DRG abgenommen. Während die 42 0001 auf Propagandafahrt durchs „Reich“ zu den Lokomotivfabriken geschickt wurde, kam die 42 0002 zur leistungstechnischen Untersuchung nach Grunewald. Bevor man sich entschloss, die Reihe 42 mit Brotan-Kessel auszurüsten, hatten versuchsweise zwei Lokomotiven der Baureihe 50 ÜK (u. a. 50 3011) einen

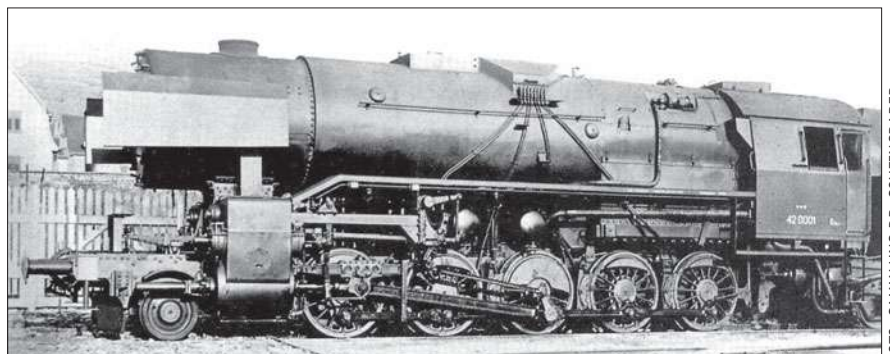
solchen Kessel erhalten. Das LVA Grunewald hat die 42 0002 sehr gründlich untersucht, mit den Brotan-Kesseln der Baureihe 50 ÜK und den Stehbolzenkesseln der Baureihe 52 verglichen. Im Abschlussbericht aus dem Jahre 1944 heißt es dazu: „Der Brotan-Kessel hat während der gesamten Erprobungszeit (reichlich 6000 km einschließlich Überführungsfahrten) keine Anstände gezeigt. Nur die Ausmauerung der Feuerbüchse ist z. B. stärker abgezehrt. Der Feuerschirm mußte inzwischen einmal erneuert werden. Die Feuerbüchsenrohre sind äußerlich noch unversehrt. In ihnen erkennt man noch kaum einen Ansatz von Kesselstein, obwohl die Rohre bisher noch nicht mit einem Reinigungsgerät bearbeitet wurden. Im Bodenringrohr wurde fast nur loser Schlamm vorgefunden, der ohne weiteres herausgespült werden konnte. Der Kessel kann übrigens vom Reglerdom aus wegen

der tiefliegenden Rauch- und Heizrohre bis in die Vortrommel hinein befahren werden. Das Speiserohr im Inneren des Langkessels ist noch metallisch blank, und außen ist nichts Besonderes zu erkennen...“

Die geplante Beschaffung der dann auf 500 Stück reduzierten Lokomotiven der Baureihe 42 mit Brotan-Kessel scheiterte aus einem ganz simplen Grund: Es gab keine Rohre. So blieb es bei den beiden Baumustern, die nach dem Krieg zur DB kamen und in 42 001 und 42 002 umgezeichnet wurden.

In der Praxis hat der Brotan-Kessel seine Betriebstauglichkeit nachgewiesen, wenn auch das Dichthalten der Rohre an den Einwalz- bzw. Einschweißstellen einigen Aufwand erforderte.

Der Vollständigkeit halber sollen noch zwei Kesselbauarten erwähnt werden. Verbreitung fanden sie nicht.



Die Seitenansicht der 42 0001 lässt die gewaltigen Abmessungen des Brotan-Kessels erkennen.

FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Lokomotiven mit Krauss-Wellrohrkessel

Die Erfindung der Wellrohrfeuerbüchse geht auf den Amerikaner George S. Strong zurück, der sich in den USA Mitte der achtziger Jahre des 19. Jahrhunderts seine Erfindung patentieren ließ. Bei diesem Kesseltyp wird der Feuer- raum durch ein Wellrohr gebildet, das fast den halben Langkessel durchzieht. Der Wellrohrkessel war wesentlich billiger und auch leichter zu unterhalten als ein herkömmlicher Kessel, da er keine Stehbolzen besaß. Hugo Lentz, Direktor der Aktiengesellschaft für Lokomotivbau Hohenzollern, vervollkommnete den Wellrohrkessel. Die Preußische Staatsbahn rüstete 50 Lokomotiven mit diesem Kesseltyp aus, zog jedoch nach der Explosion einer S2 mit Wellrohrkessel im Jahre 1894 alle damit ausgestatteten Lokomotiven zurück.

Mit der Absicht, die Lokomotive weiter zu vereinfachen und unter Kriegsbedingungen ihre Verfügbarkeit zu erhöhen, bestellte die DRG bei Krauss-Maffei im Rahmen des Kriegslok-Bau- programms der Reihe 52 fünf Maschinen mit Wellrohrkessel, die als 52 3620 bis 52 3624 geliefert werden sollten. Der Krauss-Wellrohrkessel hatte als Feuerbüchse ein Wellrohr und anstelle des Dampfdoms ein Dampfsammelrohr. Die 52 3620 war im Oktober 1943 fertiggestellt und wurde vom LVA Grunewald im

Raum München erprobt. Bis Kriegsende wurden noch drei Lokomotiven (52 3621 bis 52 3623) geliefert, jedoch mit Kriegsschäden bald wieder dem Hersteller zur Reparatur zugeführt. Die 52 3620 bis 52 3622 waren ab März 1948 wieder im Dienst, mussten jedoch Anfang der 50er-Jahre wegen Abplattungserschei-

nungen am Wellrohr und damit verbundener Explosionsgefahr außer Dienst gestellt werden. Am 20. November 1952 wurden sie ausgemustert. Die gleiche Erscheinung – Abplattung des Wellrohres und damit Verlust seiner Steifigkeit – hatte zur Explosion der pr. S2 im Jahre 1894 geführt. Die vier Maschinen der

**Die auffallend niedrige Kessel-
lage bei den Kriegslokomotiven
der Baureihe 52 mit Krauss-
Wellrohrkessel ist durch das auf
dem Kesselscheitel gelegene
Dampfsammelrohr bedingt.**



WERKFOTO: KRAUSS-MAFFEI, SAMMLUNG DR. SCHEINGRÄBER

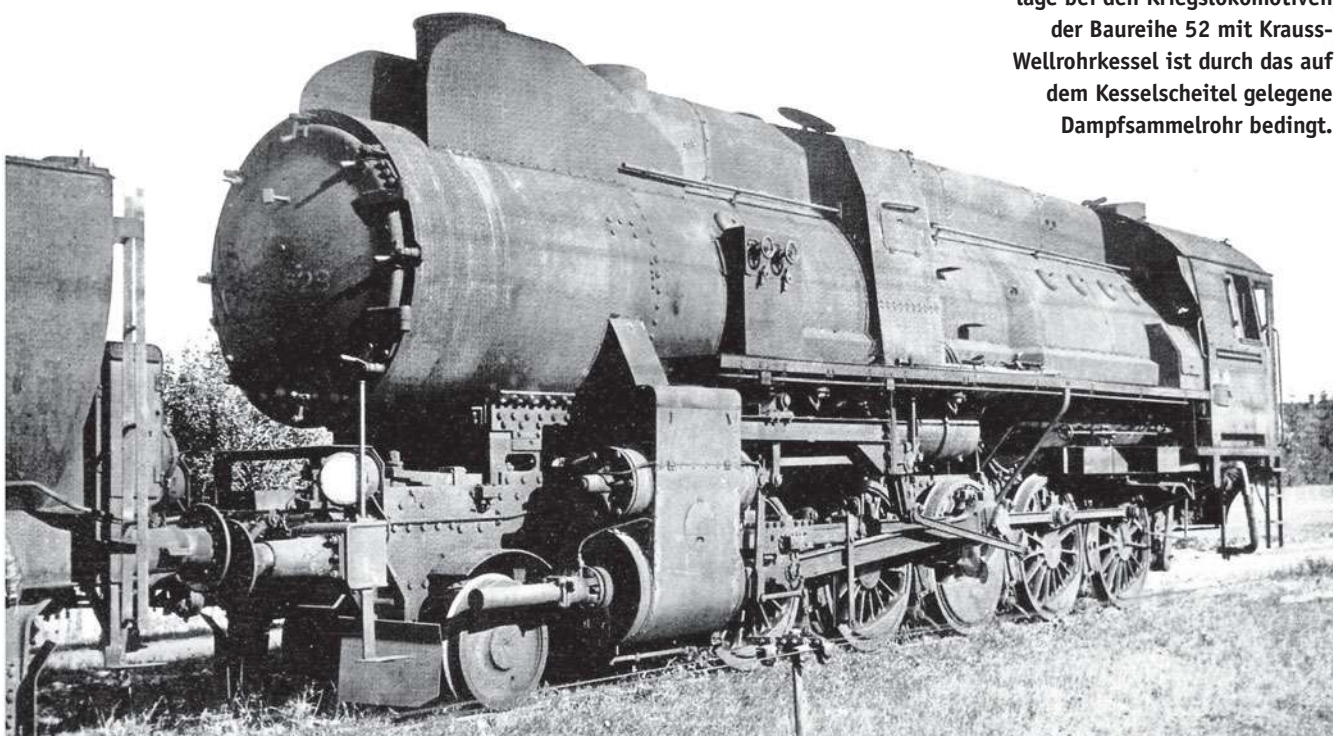
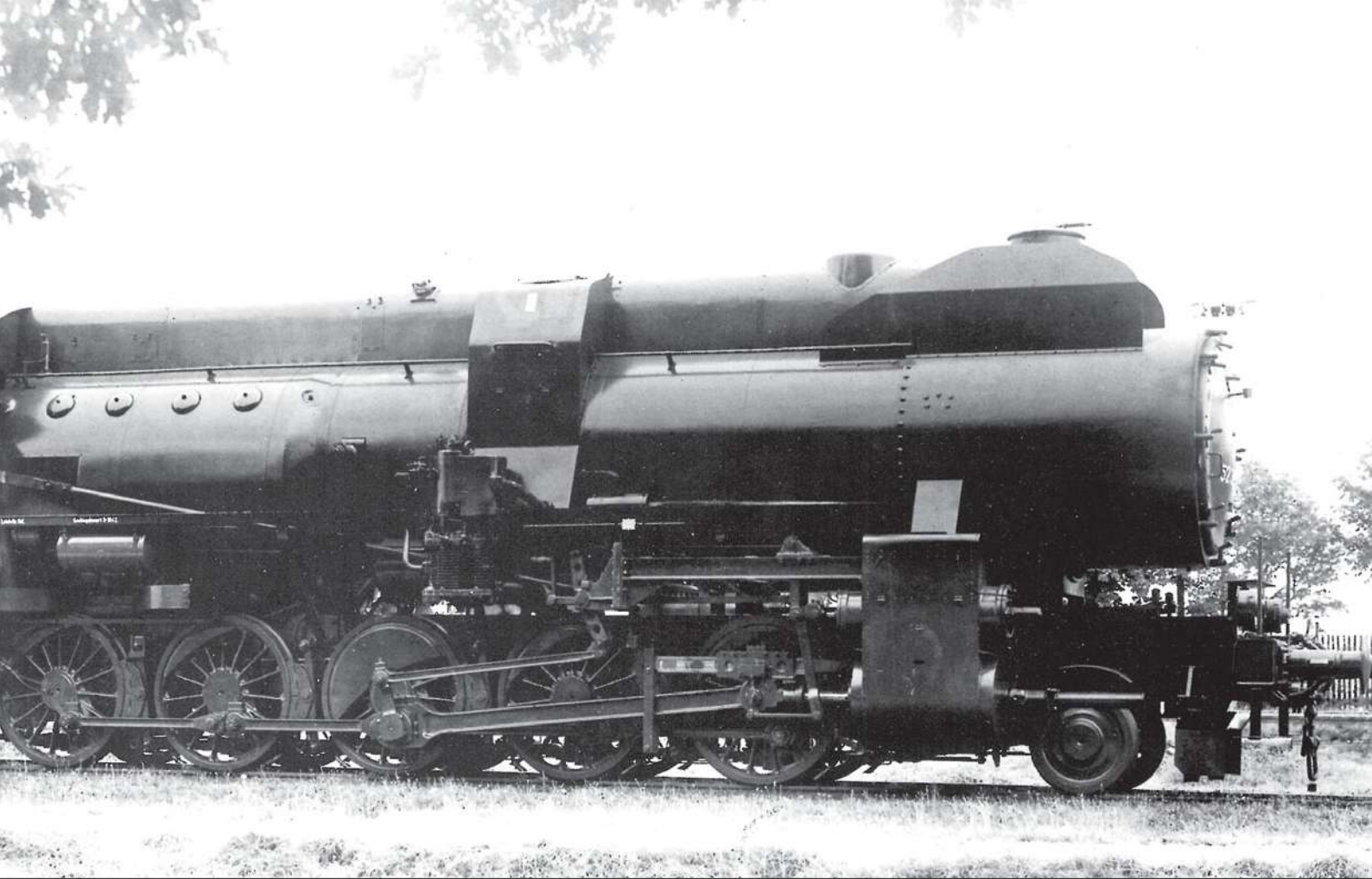


FOTO: DR. SCHEINGRÄBER



Baureihe 52 mit Krauss-Wellrohrkessel waren an dem vom Führerhaus bis zum Schornstein auf dem Langkesselscheitel verlaufenden Dampfsammelrohr zu erkennen.

Dampfspeicherlokomotiven

Dampfspeicherlokomotiven oder — wie man sie früher nannte — feuerlose Lokomotiven sind eine Sonderbauform der Dampfloks, die den Dampf, der in ihren Zylindern expandiert, nicht selbst erzeugt. Sie besitzt keine Feuerbüchse, keinen Röhrenkessel und keine Rauchkammer.

Dampfspeicherlokomotiven haben einen genieteten (in neuer Ausführung geschweißten) Rundkessel mit gewölbten Böden. Der Kessel ist zu etwa 75 % mit Wasser gefüllt und besitzt am vorderen unteren Ende eine Füllöffnung, über die aus einer ortsfesten Kesselanlage Dampf in den Lokomotivkessel gespeist wird. Am Boden des Kessels zieht sich ein geschlitztes Rohr entlang, damit sich der eingespeiste Dampf schnell mit dem Wasser vermischt und es erwärmt. Die Dampfspeicherlokomotive nutzt die Eigenschaft des Wassers, unter Druck eine höhere Flüssigkeitswärme anzunehmen. Der zugeführte Hochdruckdampf erwärmt das Wasser im Kessel. Je nach Kesseltyp wird so lange Dampf eingespeist, bis der zulässige Kessel-

druck erreicht ist. In der Regel sind die Kessel für eine Dampfspannung von 12 bis 20 bar zugelassen. Bei 20 bar Druck im Kessel hat das Wasser eine Temperatur von 213,9°C. Der Kessel besitzt einen Dampfdom mit Regler, über den der Dampf entnommen und den Zylindern zugeführt wird. Durch die Dampfnahme verringert sich der Kesseldruck, und es wird durch die Flüssigkeitswärme Wasser nachverdampft. Die Dampferzeugung hört auf, wenn das Wasser im Kessel so weit abgekühlt ist, dass ein Gleichgewicht zwischen Flüssigkeitswärme und Dampfdruck entstanden ist. Die Lokomotive arbeitet im Nassdampfgebiet und ist noch betriebsfähig, wenn der Kesseldruck auf ca. 5 bar abgefallen ist. Die noch vorhandene Dampfmenge reicht aus, um mit eigener Kraft zur Füllstation zu fahren. Mit einer Füllung ist die Lokomotive ungefähr vier bis fünf Stunden betriebsfähig.

Das Fahrgestell ist dem üblicher Dampflokomotiven ähnlich, nur wesentlich einfacher gehalten. Da die Fahrgeschwindigkeit (zwischen 25 und 40 km/h) nur eine untergeordnete Rolle spielt, kann auf Laufradsätze in der Regel verzichtet werden. Die zwei oder drei gekuppelten Radsätze (Laufkreisdurchmesser zwischen 800 mm und 1100 mm) sind in einem stabilen Blech-Innenrahmen gelagert. Bei den

meisten Ausführungen sind die Dampfzylinder unter dem Führerhaus angeordnet. Hohenzollern beispielsweise lieferte auch Dampfspeicherlokomotiven mit Außenrahmen, mit innenliegenden Zylindern und innenliegender Steuerung. Die meisten Bauarten besitzen eine außenliegende Steuerung Bauart Heusinger.

Zur weiteren Ausrüstung der Lokomotiven gehört eine Handbremse. Bei Lokomotiven, die auf Gefällestrecken eingesetzt wurden, war eine Druckluftbremse erforderlich. Ein hand- oder druckluftbetätigter Sandstreuer, eine Signaleinrichtung (Handglocke oder Dampfbläsewerk) und eine Beleuchtungseinrichtung (Petroleum) vervollständigen die Ausrüstung.

Dampfspeicherlokomotiven werden dort eingesetzt, wo akute Brand- oder Explosionsgefahr besteht und der Betrieb mit Dampf-, Diesel- oder Elektrolok wegen Funkenbildung nicht zulässig ist. Einsatzgebiete sind also chemische Betriebe, Gasanstalten, Raffinerien, Betriebe der Holzverarbeitenden Industrie u. Ä.

Die Dampfspeicherlokomotive ist erstmals 1872 von Emil Lamm auf der Trambahn New Orleans – Carrollton eingesetzt worden. Viele deutsche Lokomotivbauanstalten hatten ein umfangreiches Standardangebot von nor-

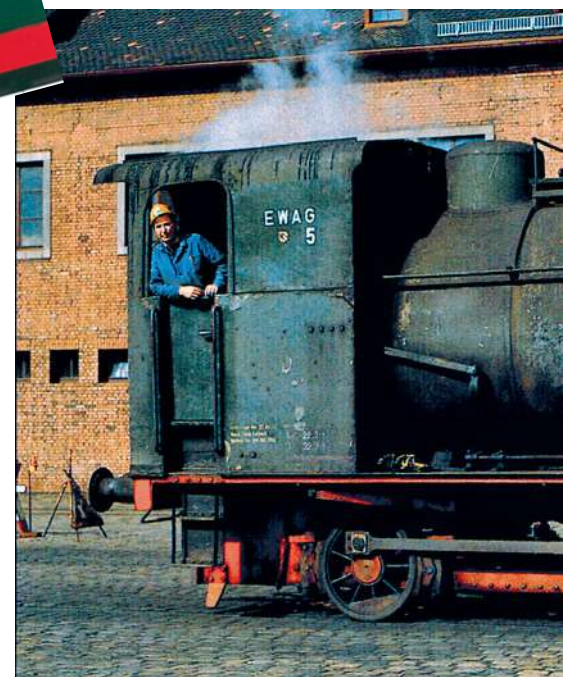


Zweifach gekuppelte Dampfspeicherlokomotive bei den Rütgers-Werken in Castrop-Rauxel.

Firmenschild von Lok1 der Dampfkraftwerke Altbach.



Lok 1 der Dampfkraftwerke Altbach mit Druckluftbremseinrichtung.



Dampfspeicherlok mit innenliegenden Zylindern



Zweifach gekuppelte Dampfspeicherlokomotive mit hinten angeordneten Zylindern, Sandkasten auf dem vorderen und Dampfdom auf dem hinteren Teil des Kessels.

malspurigen und von schmalspurigen Dampfspeicherlokomotiven. Die Firma Hanomag, die Dampfspeicherloks in Deutschland einfuhrte, hatte 1925 drei schmalspurige (800, 660 und 1000 mm) und sieben regelspurige Typen im An-

gebot. Die Friedrich Krupp AG bot vier schmalspurige und sechs normalspurige Typen an. Henschel baute 1916 für Thyssen eine vierzylindrige Dampfspeicherlokomotive mit Gelenktriebwerk (B'B'). Der VEB Lokomotivbau „Karl

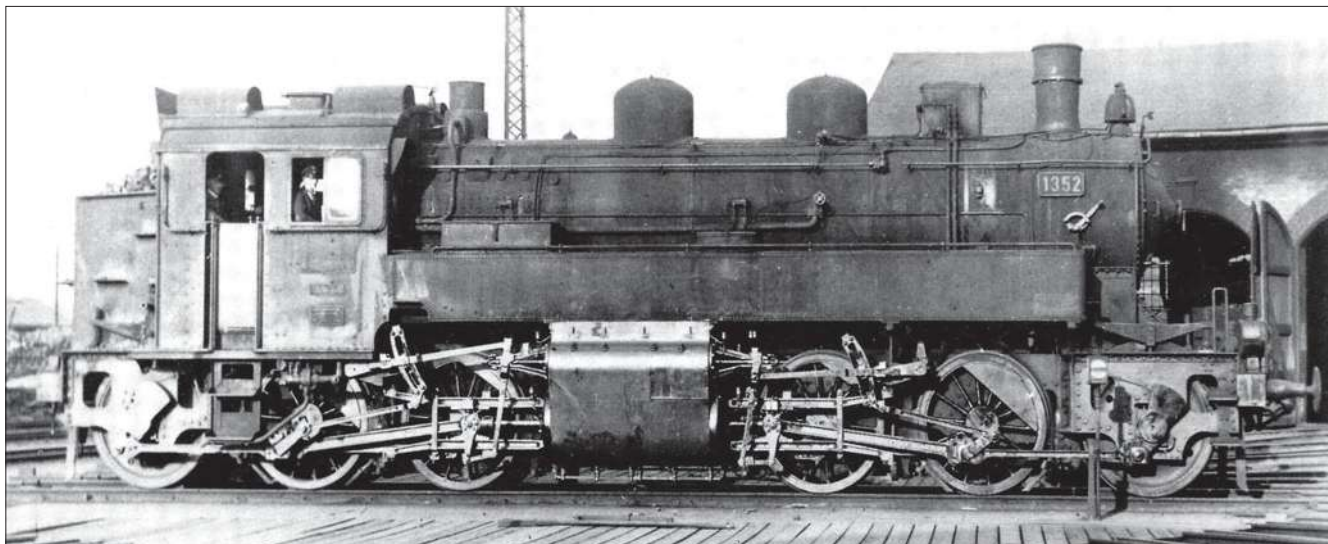
Marx“ Babelsberg hat von 1956 bis 1961 eine größere Serie dreifach gekuppelter Dampfspeicherlokomotiven gebaut. Im Jahre 1984 nahm das Raw „Helmut Scholz“ in Meiningen die Produktion eines ähnlichen Typs wieder auf.



des Gaswerks Nürnberg.



Dreifach gekuppelte Dampfspeicherlokomotive des Gaswerks Nürnberg.



Eine der seltsamsten Konstruktionen für deutsche Bahnen war die sächs. XV H.T.V., eine C+C-Vierzylinder-Heißdampf-Verbundlokomotive (spätere Baureihe 79⁰ in erster Besetzung). Die sächs. XV H.T.V., Bahnnummer 1352 (Hartmann 3844/1916), mit vorderer und hinterer Hohlachse und in Fahrzeugmitte angeordnetem Doppelzylinder.

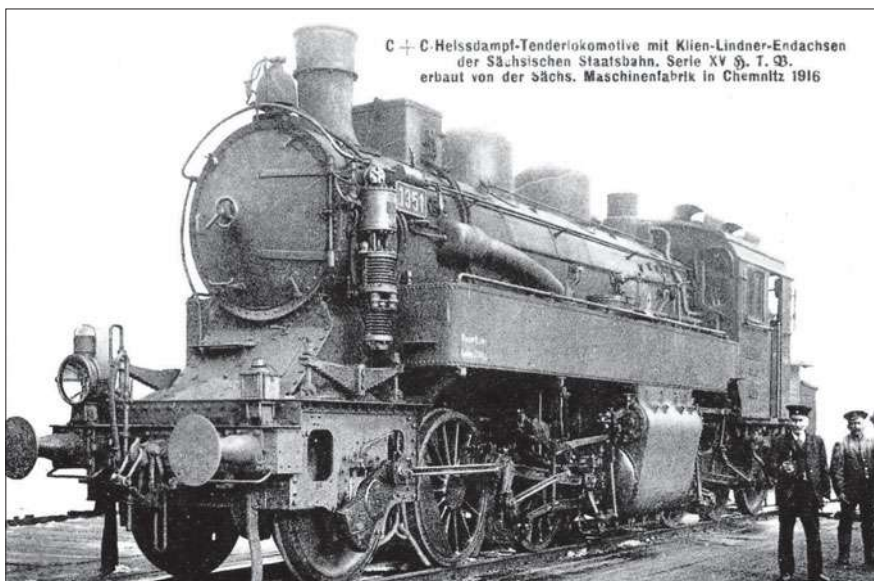
Sonderbauarten mit speziellen Fahrgestellen und Triebwerken

Die Bauarten, die in diesem Abschnitt behandelt werden, haben ein Prinzip gemeinsam: Es sind Konstruktionen, die den zwanglosen Bogenlauf mehrfach gekuppelter Lokomotiven ermöglichen. Die meisten dieser Entwicklungen stammen aus einer Zeit, als Karl Gölsdorfs geniale Erfindung seitenverschiebbarer Kuppelradsätze noch nicht gemacht war oder sich noch nicht durchgesetzt hatte. Die-

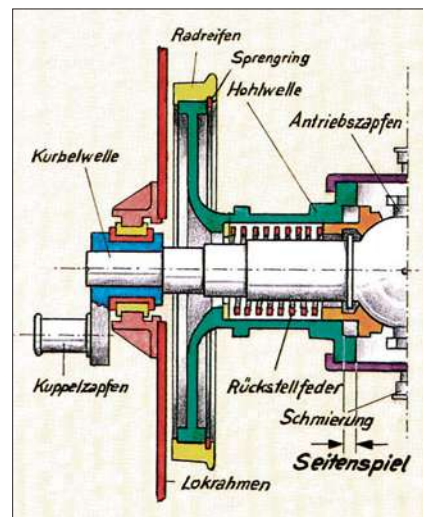
se Erfindungen entstanden meist unter dem Zwang, leistungsfähigere Lokomotiven zu entwickeln, die größere Kessel besaßen und, um die zulässige Achsfahrmasse nicht zu überschreiten, auf Fahrgestellen mit mehr als den bisher üblichen drei Kuppelradsätzen untergebracht werden mussten. Vier oder gar fünf gekuppelte Radsätze erforderten aber neue konstruktive Lösungen bei den Fahrgestellen.

Klien-Lindner-Hohlachse

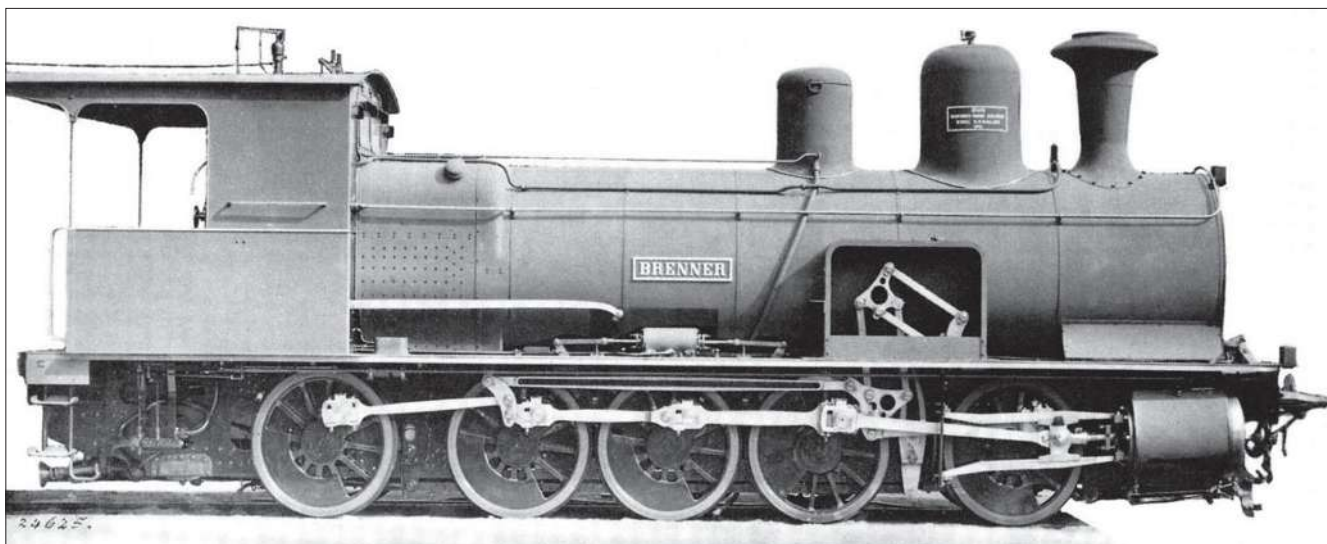
Diese Konstruktion stammt von den beiden sächsischen Oberbauräten Ewald Richard Klien (10. Juli 1841 – 5. März 1917) und Heinrich Robert Lindner (25. Mai 1851 – 22. April 1933) und ist erstmals 1893 bei einer dreifach gekuppelten Schmalspurlokomotive ausgeführt worden. Die Klien-Lindner-Hohlachse ist ein lenkbarer Kuppelradsatz, der sich im Gleisbogen radial einstellen kann. Das ist möglich mit einer durchgehenden Kernachse, die beidseits von den Kuppelstangen angetrieben wird. Diese Kernachse wird von einer zweigeteilten Hohlachse umschlossen, die die Räder trägt. Die beiden Hohlachsen umgreifen eine kuglige Wulst der Kernachse; in diese ist ein Zapfen eingelassen, der die beiden



Bei der Lok auf dieser Postkarte mit der Bahnnummer 1351 (Hartmann 3843/1916) ist der Außenrahmen für die vordere Klien-Lindner-Hohlachse gut erkennbar.



Schnittzeichnung durch eine Klien-Lindner-Hohlachse.



Fünfkuppler der württembergischen Klasse G von 1892 mit Klose-Triebwerk.

Hohlachsen antreibt. Die beiden Hohlachshälften sind durch starke Schrauben aus zähem Nickelstahl verbunden. Die Kernachse besitzt in der Hohlachse verschiebbare Lagerhälften, die die radiale Einstellung der Hohlachse im Gleis ermöglichen. Zur Rückstellung in die Mittellage und deren Einhaltung im geraden Gleis dient eine Feder in jeder Hohlachshälfte. Bei der radialen Einstellung der die Räder tragenden Hohlachse wird jeweils nur eine Feder beansprucht. Die Hohlachse ist nach außen dicht abgeschlossen; die Gleitkammern sind mit Fett gefüllt.

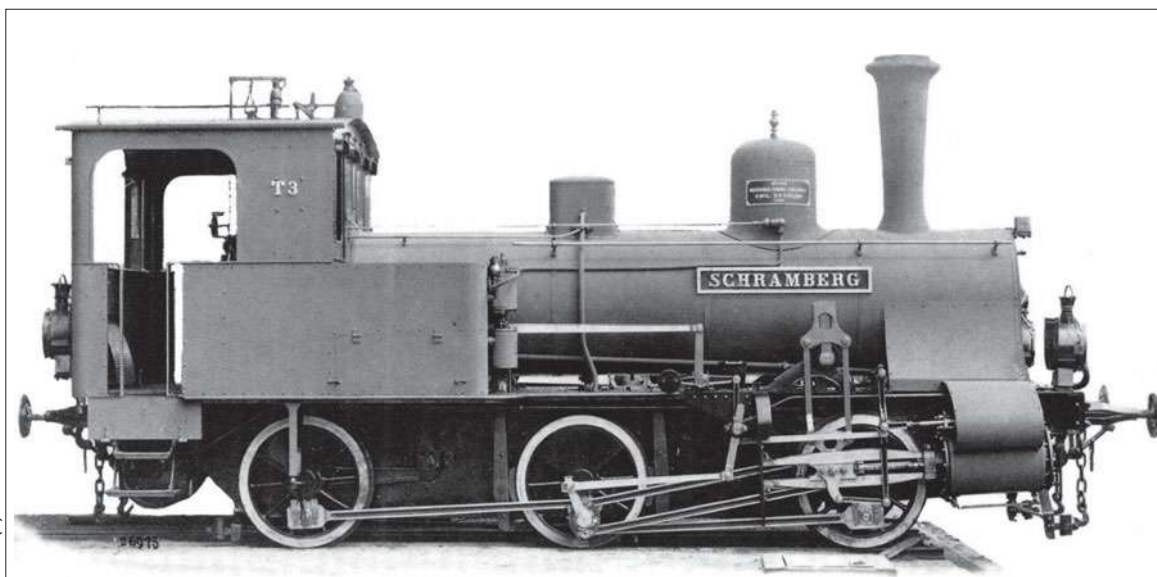
Die Klien-Lindner-Hohlachse erforderte einen Außenrahmen und war deshalb nur als Endachse einsetzbar. Die bekanntesten Lokomotivgattungen, die die Sächsische Staatsbahn mit diesen Lenkachsen ausgerüstet hatte, waren die Güterzuglokomotiven der Gattungen IX V und IX HV (Baureihen 56⁵ und

56⁶) sowie die Tenderlokomotiven der Gattung XV HTV (Baureihe 79⁰). Der notwendige Außenrahmen war bei den Gattungen IX V und IX HV nicht unerwünscht. Da der als Klien-Lindner-Hohlachse ausgebildete 4. Kuppelradsatz unter dem Führerhaus lag, konnte der Stehkessel breit ausgebildet werden und einen großen Rost erhalten. Für die in Sachsen bevorzugte Braunkohlefeuerung bei Güterzuglokomotiven war das sehr willkommen.

Mit der Klien-Lindner-Hohlachse waren auch Achsstände realisierbar, die bei den bisher fest im Rahmen gelagerten Radsätzen, auch mit Spurkranzschwächung, unmöglich waren. Bei den Gattungen IX V und IX HV betrug der Achsstand zwischen 1. und 2. Kuppelradsatz 1470 mm, zwischen 2. und 3. Kuppelradsatz 1390 mm und zwischen 3. und 4. Kuppelradsatz 2600 mm (bei 1260 mm Laufkreisdurchmesser der Räder).

Bei Schlepptenderlokomotiven mit Klien-Lindner-Hohlachse war die Hohlachse mit dem Tender durch einen Dreieckslenker verbunden, dessen Spitze in Höhe des 1. Tenderradsatzes angelenkt war. Diese Einrichtung war bei Fahrt mit dem Tender voraus von Nutzen, um den Ablauf der Räder der Hohlachse von der Außenschiene zu sichern.

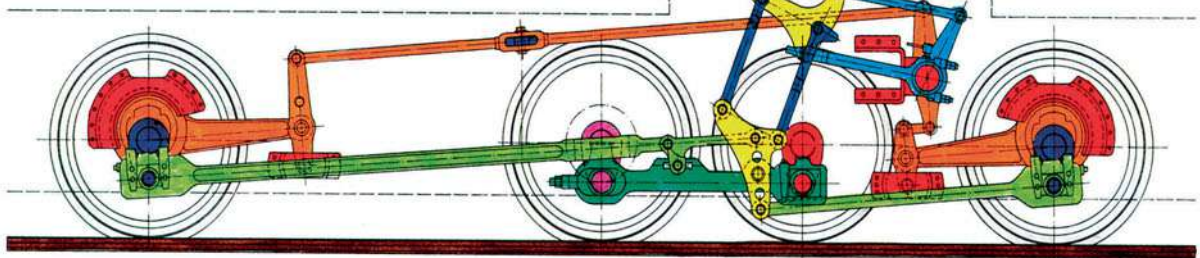
Die Klien-Lindner-Hohlachse war nicht nur bei den normalspurigen Lokomotiven der Gattungen IX V, IX HV oder XV HTV (BR 79⁰), sondern auch bei Schmalspurlokomotiven (z. B. bei der Gattung VK) verwendet worden. Ihre Anwendung war keinesfalls auf Sachsen beschränkt. BBC und Winterthur bauten zwei vierfach gekuppelte Elektrolokomotiven für die Simplonbahn mit den Klien-Lindner-Hohlachsen als Endachsen. Auch Borsig und Orenstein & Koppel lieferten Lokomotiven mit diesen Hohlachsen.



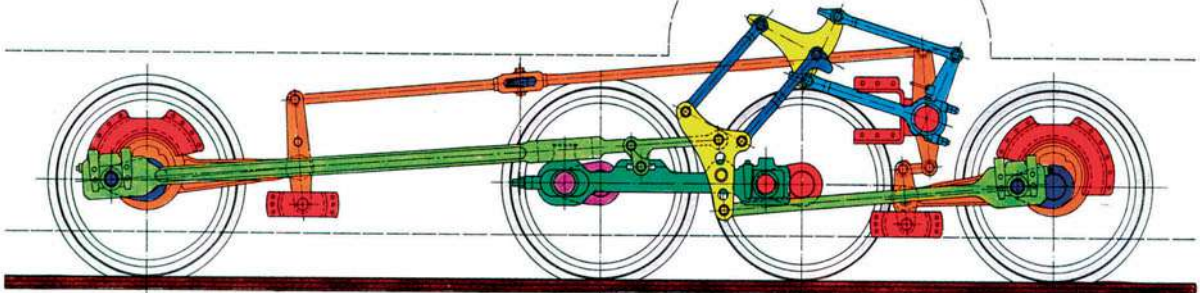
Wegen der extrem engen Gleisbögen auf der Strecke Schiltach – Schramberg mussten die für den dortigen Betrieb vorgesehenen württembergischen T3 mit dem komplizierten Klose-Triebwerk ausgerüstet werden.

TRIEBWERK BAUART KLOSE am Beispiel der Wü Tss 4

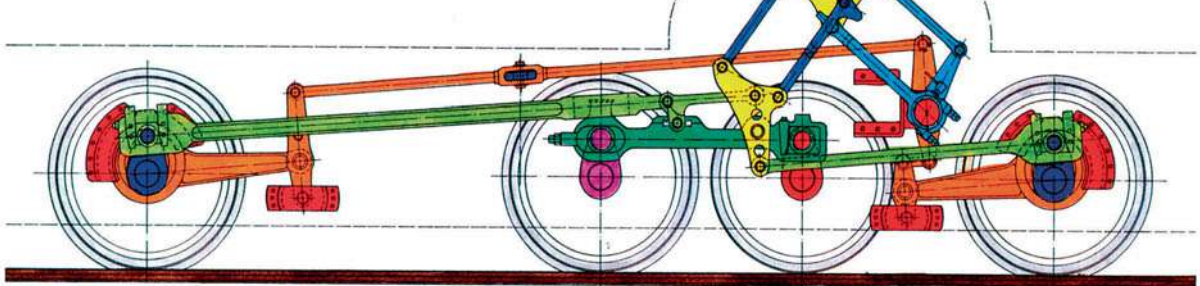
(1) Einstellung in der Geraden, Kurbel in Grundstellung (0° bzw. 360°)



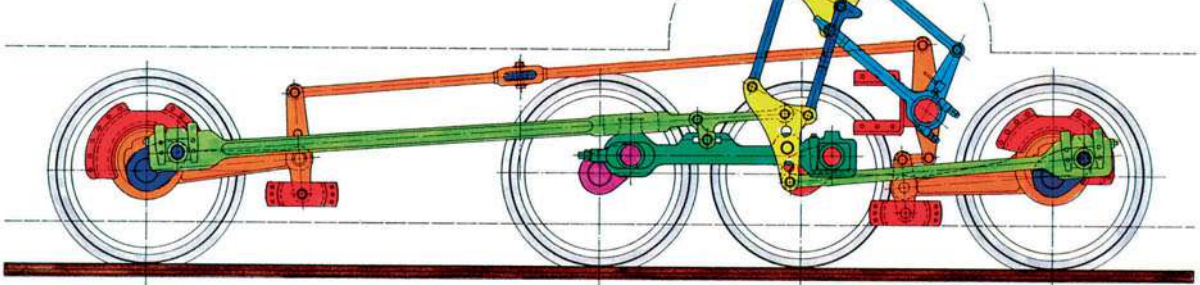
(2) Einstellung in der Geraden, Kurbel nach einer 1/4-Umdrehung (90°)



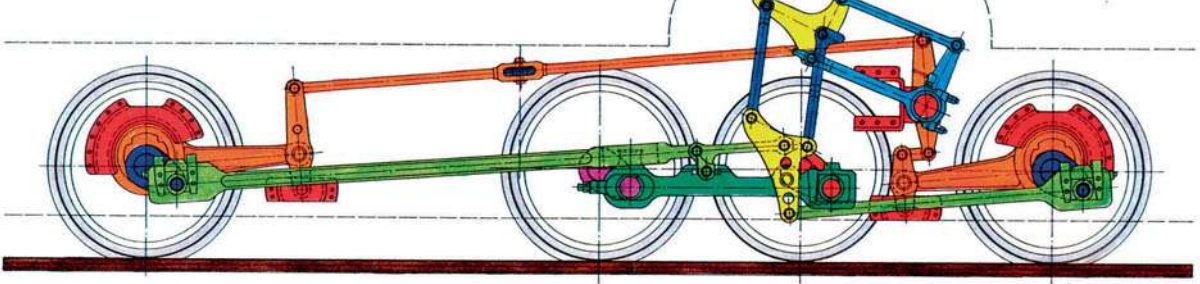
(3) Einstellung in der Geraden, Kurbel nach einer 1/2-Umdrehung (180°)



(4) Einstellung in der Geraden, Kurbel nach 2/3-Umdrehung (240°)

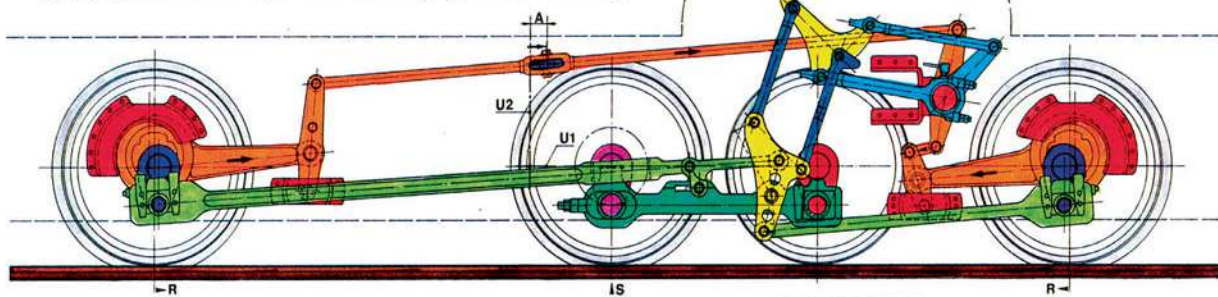


(5) Einstellung in der Geraden, Kurbel nach 5/6-Umdrehung (300°)



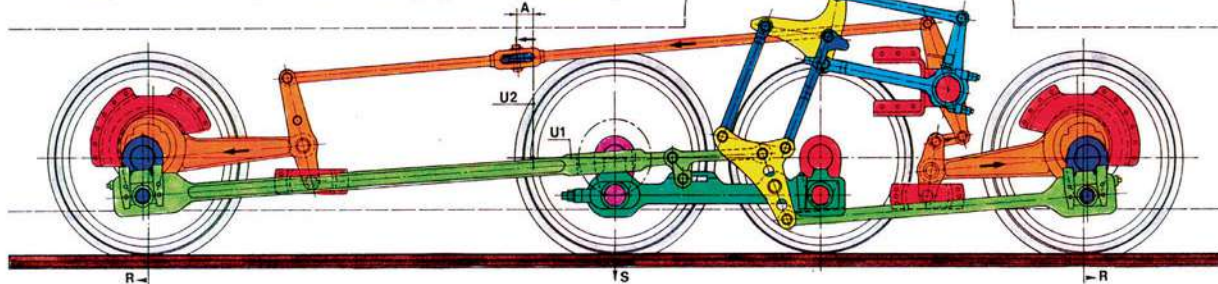
(6) Einstellung im Innenbogen ($R=40m$), (Kurbel in Grundstellung)

1. Achse ($<R$) und 4. Achse ($<R$) radial eingestellt,
3. Achse, 31mm nach Außen, $U1 + U2 =$ Übertragungshebeln, $A =$ Auschlag

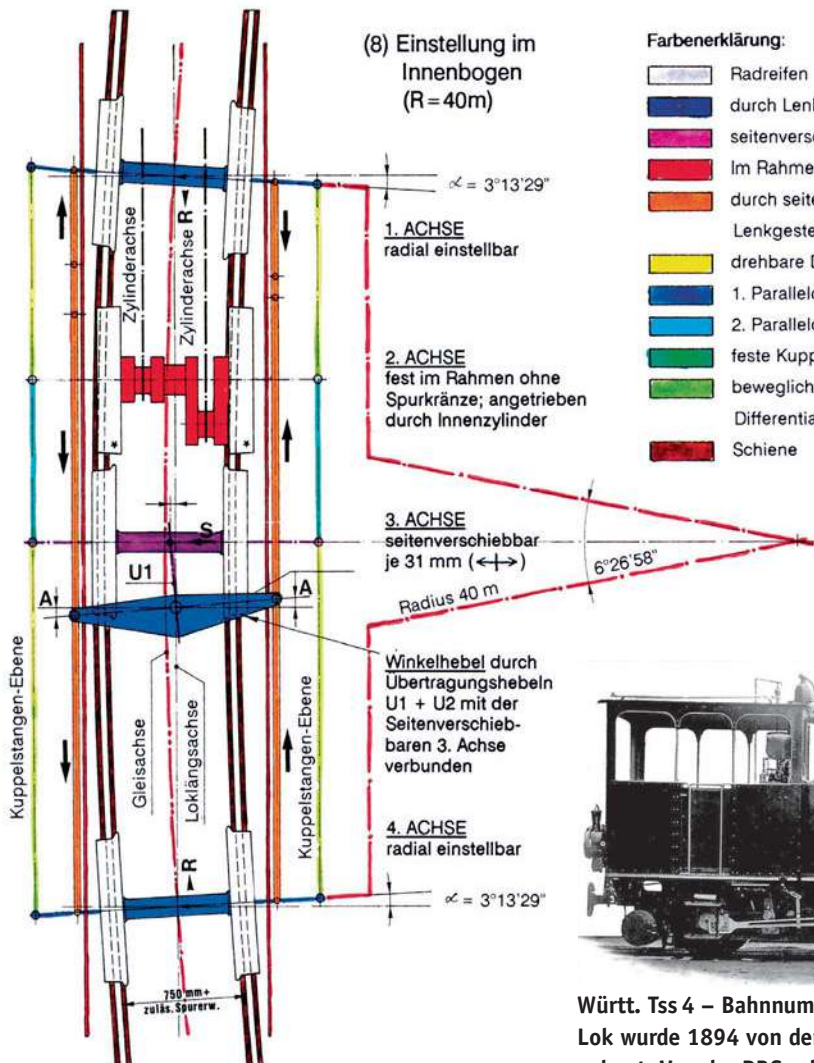


(7) Einstellung im Außenbogen ($R=40m$), (Kurbel in Grundstellung)

1. Achse ($<R$) und 4. Achse ($>R$) radial eingestellt,
3. Achse, 31mm nach Innen, $U1 + U2 =$ Übertragungshebeln, $A =$ Auschlag



(8) Einstellung im
Innenbogen
($R=40m$)



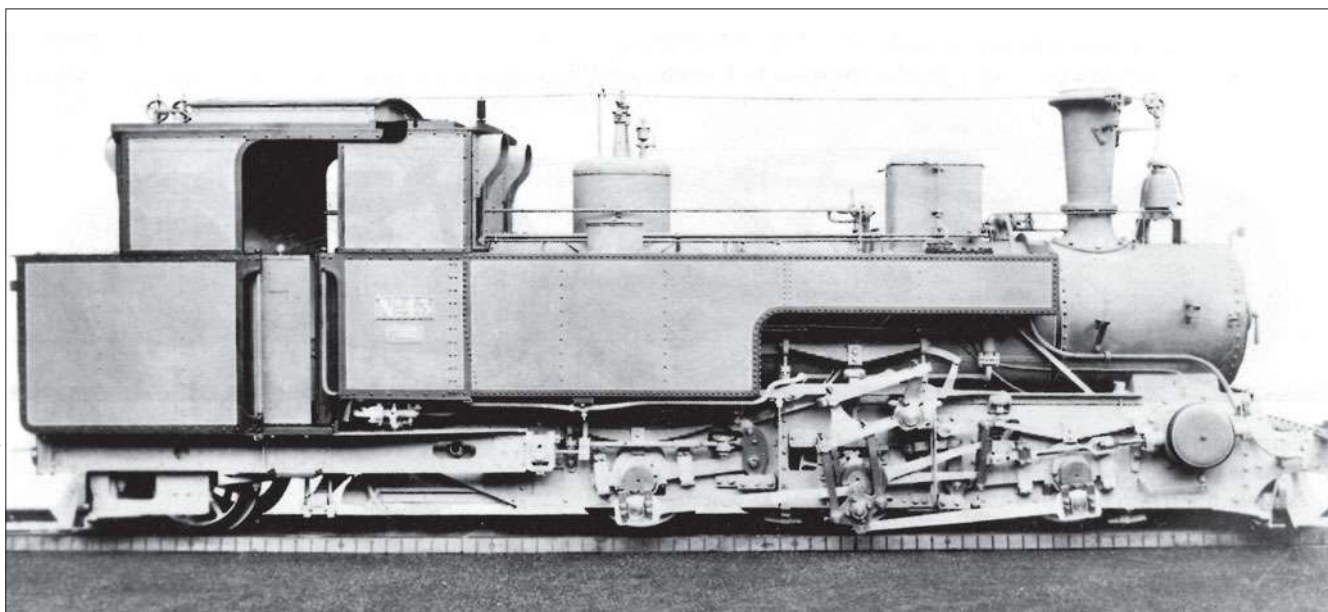
Farbenerklärung:

- Radreifen
- durch Lenkgestell radialeinstellbare Achse
- seitenverschiebbare Achse
- Im Rahmen fest gelagerte Achse sowie Fixpunkte am Rahmen
- durch seitenverschiebbare Achse zwangsläufiggemachtes Lenkgestell
- drehbare Differentialköpfe
- 1. Parallelogramm } zur gleichmäßigen Kraftübertragung
- 2. Parallelogramm } in allen Kurbelstellung
- feste Kuppelstange
- bewegliche Kuppelstange (Längenausgleich durch Differentialkopf)
- Schiene

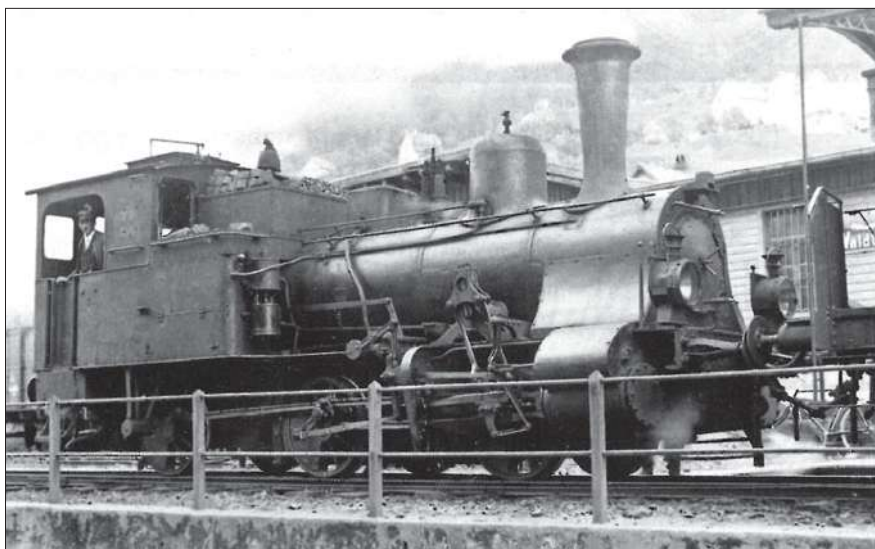
Funktionszeichnung des Klose-Triebwerks
bei einer Kurbelumdrehung am Beispiel
der württembergischen Schmalspurlok
der Klasse Tss 4 (Baureihe 99⁶²).



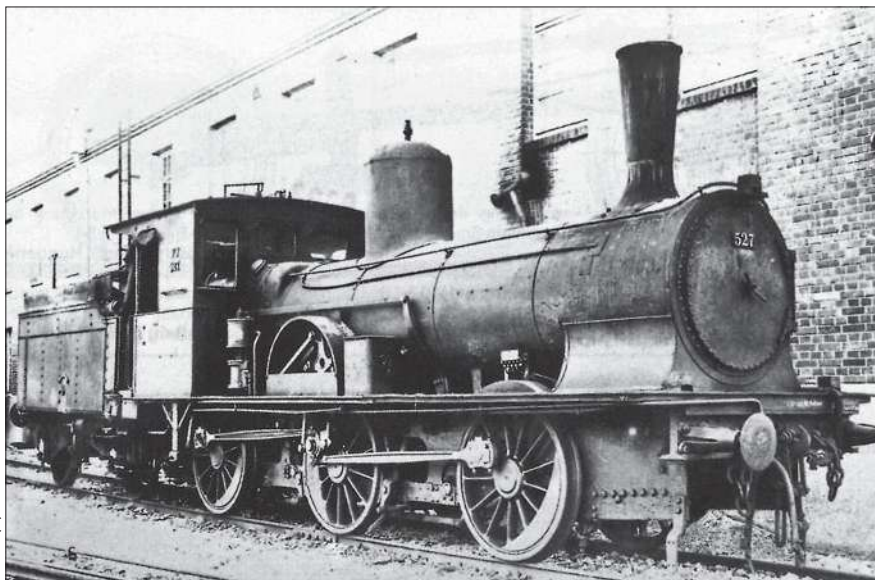
Württ. Tss 4 – Bahnnummer 13 „Beilstein“ – mit Klose-Triebwerk. Die Lok wurde 1894 von der Maschinenfabrik Esslingen (Fabriknr. 2640) gebaut. Von der DRG erhielt sie 1925 die Betriebsnummer 99 622.



Sächsische Schmalspurlokomotive (750mm), Bahnnummer 43, der Gattung III K (Hartmann 1781/1891) mit Klose-Triebwerk. Die Lokomotive bekam 1925 die DRG-Betriebsnummer 99 7543, ist aber noch im selben Jahr ausgemustert worden.



Noch einmal die „Schrumberg“ (siehe auch Seite 283), hier jedoch im Betriebseinsatz.



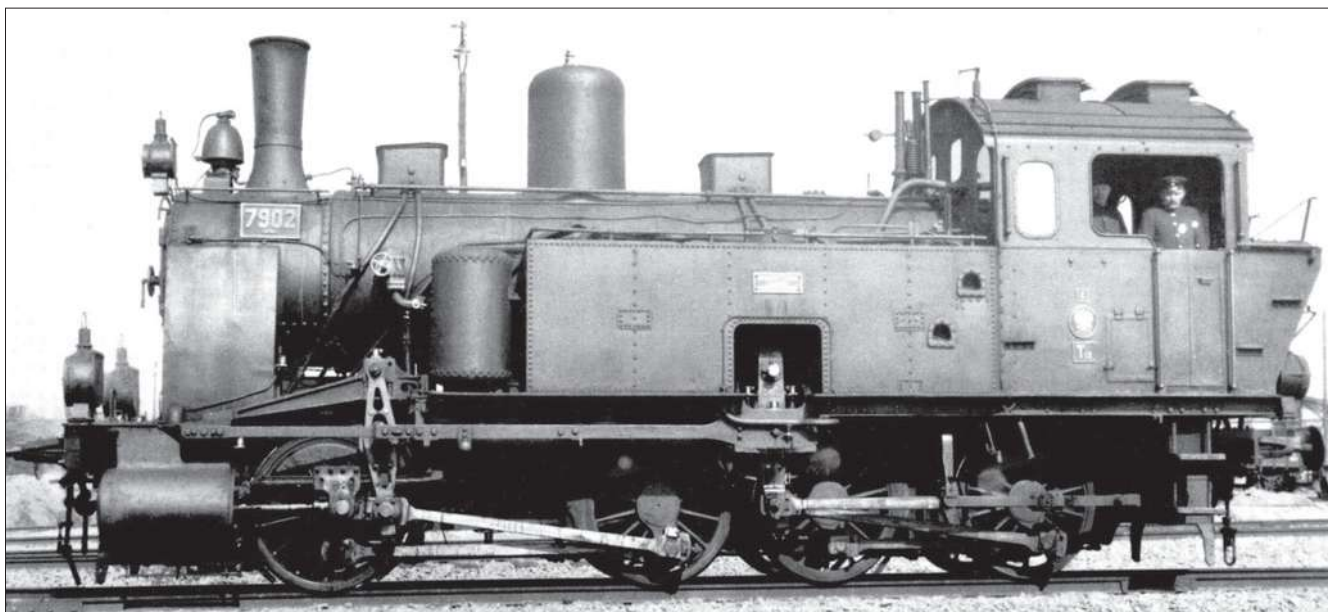
Klose-Triebwerk an einer Güterzuglokomotive der württ. Klasse F1 mit Innenzylindern.

Radial einstellbare Endachsen Bauart Klose

Adolph Klose, am 22. Mai 1844 im sächsischen Bernstadt geboren, erhielt seine Ausbildung bei den Königlich-Sächsischen Staatseisenbahnen, war anschließend Maschineninspektor bei den Vereinigten Schweizer Bahnen und trat 1884 als Königlicher Baurat in den Dienst der Württembergischen Staatsbahn. Klose starb 1923 in München.

Sein Name ist nicht nur mit der Entwicklung einer bogenläufigen Lokomotive, sondern auch mit der Entwicklung einer Leiterzahnstange (System Bissinger-Klose) und der ersten Diesellokomotive der Welt, der Diesel-Klose-Sulzer-Thermolokomotive, verbunden. Sein 1884 patentiertes kurvenbewegliches Triebwerk basiert auf Vorarbeiten von Richard von Helmholtz. Bei Lokomotiven mit Klose-Triebwerk waren die Endradsätze radial einstellbar. Das bedingte jedoch eine Längenänderung der Kuppelstangen: eine Verkürzung beim Innenbogen, eine Verlängerung beim Außenbogen. Diese Längenänderung konnte durch zwei Parallelogrammlenker auf jeder Triebwerksseite erreicht werden, an denen die Kuppelstangen der Endradsätze angriffen. Jeweils ein Parallelogrammlenker war mit der starren Kuppelstange verbunden, durch die der Treibradsatz den benachbarten Kuppelradsatz antrieb.

Dieses sehr komplizierte Hebelsystem ermöglichte den Bogenlauf mehrfach gekuppelter Lokomotiven, der jedoch mit erheblichem Unterhaltungsaufwand des vierteiligen Mechanismus erkauft werden musste. Klose-Triebwerke besa-



Die Preußischen Staatseisenbahnen machten bei einigen Lokomotiven der Gattung T 13 und denen der Gattung T 15 von dem Hagans-Triebwerk Gebrauch.

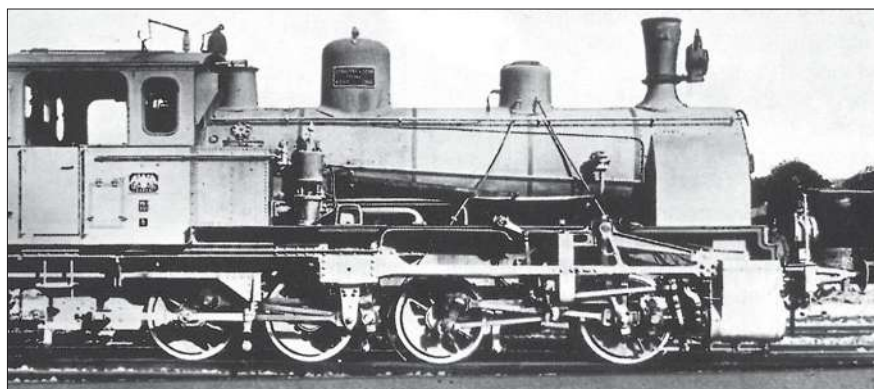
ßen die württembergischen Schmalspurlokomotiven für Meterspur (Ts 4) und für 750 mm Spurweite (Tss 3 und Tss 4) wie auch die sächsischen Schmalspurlokomotiven der Gattung III K. Außerordentlich erfolgreich war das Klose-Triebwerk bei den Bosnisch-Herzegowinischen Staatsbahnen, deren sehr lange Schmalspurlokomotiven auch Gleisbögen von 25 m Halbmesser befahren konnten. Die genannten Schmalspurlokomotiven hatten Außenrahmen, innenliegende Zylinder und eine innenliegende Steuerung Bauart Klose (ähnlich der Bauart Joy). Sie boten damit nahezu alles, was im Betrieb die Unterhaltung so kompliziert wie möglich machte.

Weltweites Aufsehen erregten die von Esslingen 1892 gebauten fünffach gekuppelten Güterzuglokomotiven mit Dreizylinder-Nassdampf-Verbundtriebwerk der Klasse G, die württembergischen „Elefanten“. Die mit Klose-Triebwerk ausgerüsteten Maschinen hatten immerhin einen Achsstand von 6000 mm und waren für den Betrieb auf der Strecke Göppingen – Ulm (Geislinger Steige) bestimmt. Die Lokomotiven der Klasse G brachten es auf eine Dienstzeit von 30 Jahren!

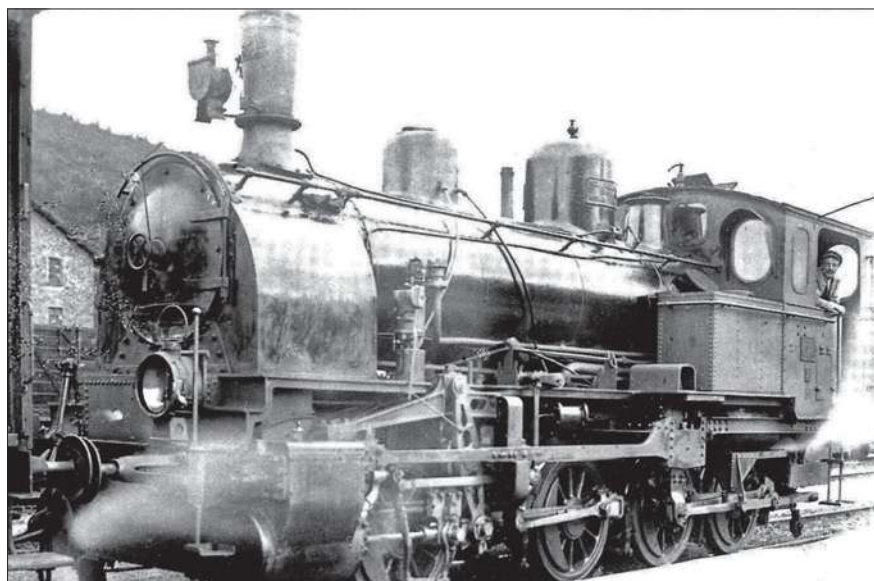
Wie bei der in Schlepptenderlokomotiven verwendeten Klien-Lindner-Hohlachse war auch bei Schlepptenderlokomotiven mit Klose-Triebwerk der letzte Kuppelradsatz mit einer Deichsel an den Tender angelenkt, um bei Rückwärtsfahrt die Lenkachsen radial einzustellen. Typisch für Klose-Triebwerke war der große, seitlich offene Kasten

über dem Laufblech, in dem sich die Lenkerhebel bewegten. Auch arbeiteten die Kuppelstangen, die die Endradsätze

mit den benachbarten Radsätzen verbanden, nicht parallel zur Schienenoberkante.



Anstelle des Klose-Triebwerks verwendete Baden das Hagans-Triebwerk. Die abgebildete Lok 651 (Gattung VIII d) wurde 1900 von Henschel (Fabriknummer 5140) gebaut.



Dr. Feißel sen. verdanken wir diese prächtige Aufnahme der Lok 651 (siehe auch Bild oben). Er hat sie 1908 in Neckarsulm „geschossen“.

FOTOS (3): SAMMLUNG DR. SCHEINGRÄBER

Schwinghebel-Triebwerk Bauart Hagans

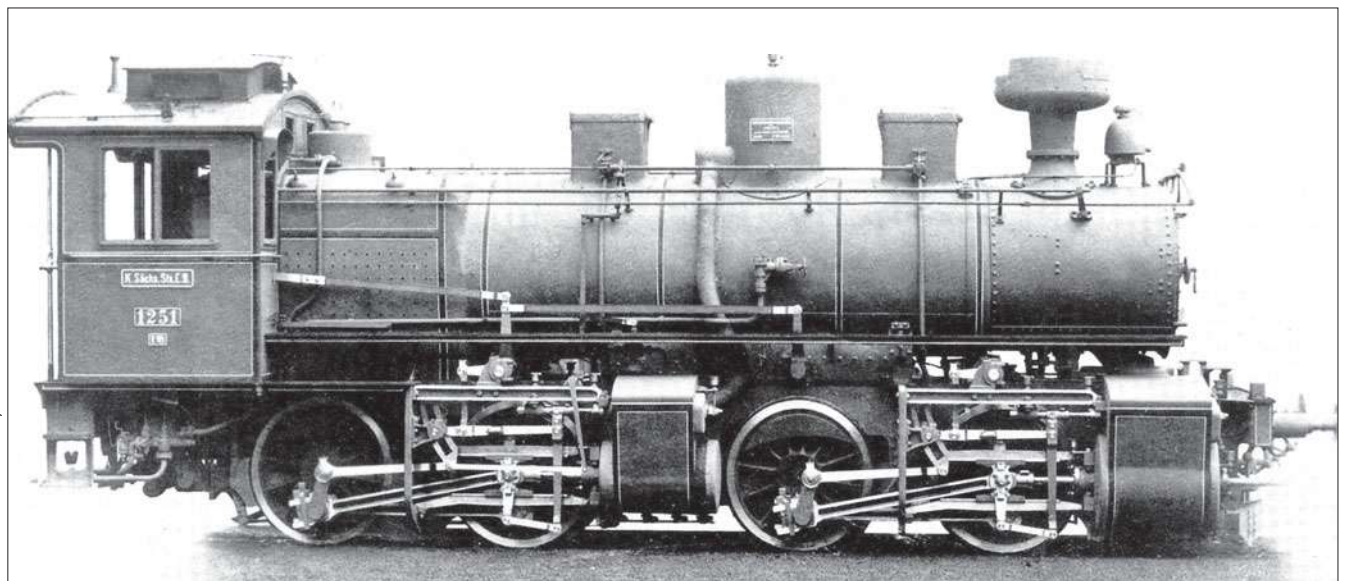
Als die KED Erfurt im Jahre 1896 den dringenden Antrag zum Bau einer Lokomotive stellte, die auf ihren Gebirgsstrecken mit Steigungen von 1:30 und Radien von 200 m Zugmassen von 200 t mit 15 km/h und 110 t mit 30 km/h befördern konnte, kam nur eine fünffach gekuppelte Lokomotive in Betracht. Man hatte aber in den engen Radien bereits Schwierigkeiten mit den üblichen dreifach gekuppelten Lokomotiven. Auf der Strecke Triptis – Lobenstein im Bereich der KED Erfurt hatten dreifach gekuppelte Lokomotiven mit 3700 mm Kuppelachsstand die Schienen in den Gleisbögen in anderthalb Jahren auswechslungsreif abgefahren. Die Spurkränze der führenden Radsätze waren trotz Spurkränzschrägung innerhalb weniger Wochen bis auf das Werkgrenzmaß abgenutzt.

Bei der von der KED Erfurt benötigten Lokomotive entschied sich der Maschinendezernent, Oberbaurat Lochner, für die Gelenklokomotive nach dem Patent Hagans. Christian Hagans, ein Erfurter (27. September 1829 – 20. August 1908), hatte 1854 das Eisenwarengeschäft seines Vaters übernommen, 1857 eine Eisengießerei errichtet und 1872 die erste Lokomotive gebaut. Das Schwinghebel-Triebwerk für kurvenbewegliche Kuppelradsätze erfand er 1891 und baute 1892 in eigener Werkstatt die erste damit ausgerüstete Lokomotive. Die Pariser Maschinen- und Lokomotivfabrik Weidknecht baute



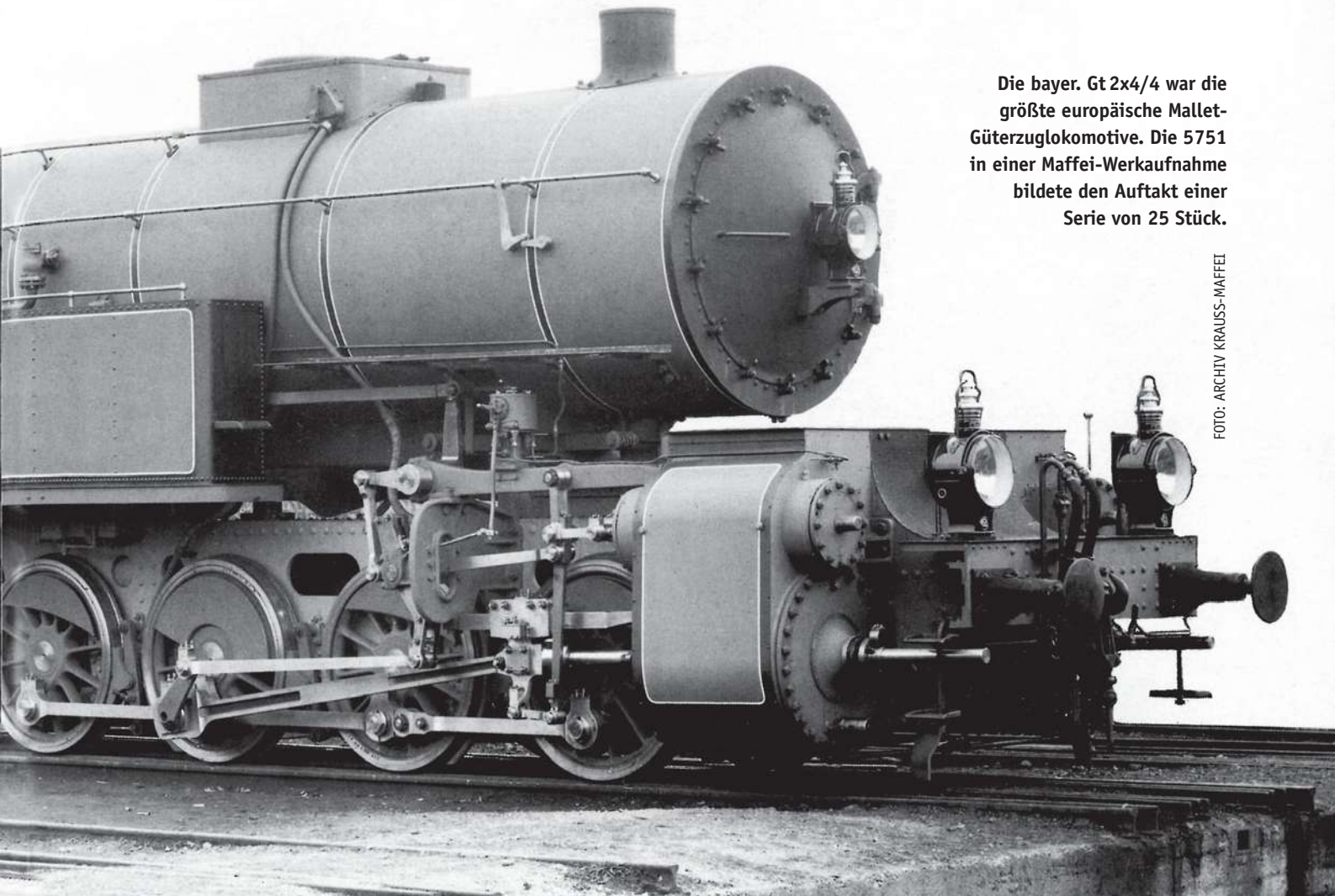
nach Hagans-Patenten Lokomotiven für Frankreich und für die Chemin de fer de Thessalie (Thessalische Eisenbahn). Für die Preußisch-Hessischen Staatsbahnen sind Lokomotiven mit Hagans-Triebwerk in vierachsiger (T 13) und fünfachsig

(T 15) Ausführung gebaut worden. Bei der T 13 waren zwei, bei der T 15 drei Kuppelradsätze im vorderen Hauptrahmen gelagert. Die beiden hinteren Kuppelradsätze sind in einem Bissel-Gestell gelagert, das vorn an den Hauptrahmen



WERKFOTO: HARTMANN, SAMMLUNG WEISBROD

Sachsen hat fast alles ausprobiert, um auf seinen neigungs- und krümmungsreichen Strecken „um die Kurve“ zu kommen. Neben den Bauarten Klien-Lindner, Klose, Meyer und Fairlie wurde auch die Bauart Mallet erprobt. Die Bahnnummer 1251 der Gattung IV (Hartmann 2336/1898) ist eine Schlepptenderlokomotive und bekam 1925 die DRG-Betriebsnummer 55 6001. Sie und 14 andere IV sind aber schon 1925/1926 ausgemustert worden.



Die bayer. Gt 2x4/4 war die größte europäische Mallet-Güterzuglokomotive. Die 5751 in einer Maffei-Werkaufnahme bildete den Auftakt einer Serie von 25 Stück.

FOTO: ARCHIV KRAUSS-MAFFEI

angelenkt ist und hinten die Zug- und Stoßeinrichtung trägt. Bei der vorderen Triebwerksgruppe wird der letzte Radsatz angetrieben, bei der T15 also der dritte, der mit den Radsätzen 1 und 2 durch Kuppelstangen verbunden ist. Am

Kreuzkopf ist der vordere Schwinghebel angelenkt, der die Kraft über eine Verbindungsstange auf den hinteren Schwinghebel überträgt; dieser ist vor der hinteren Triebwerksgruppe angeordnet. Am unteren Auge des hinteren

Schwinghebels greift die Triebstange für die hintere Triebwerksgruppe an. Das obere Auge des vorderen Schwinghebels ist im Lokomotivrahmen drehbar gelagert. Bei Einstellung des Drehgestells in Krümmungen kann sich das obere Lager

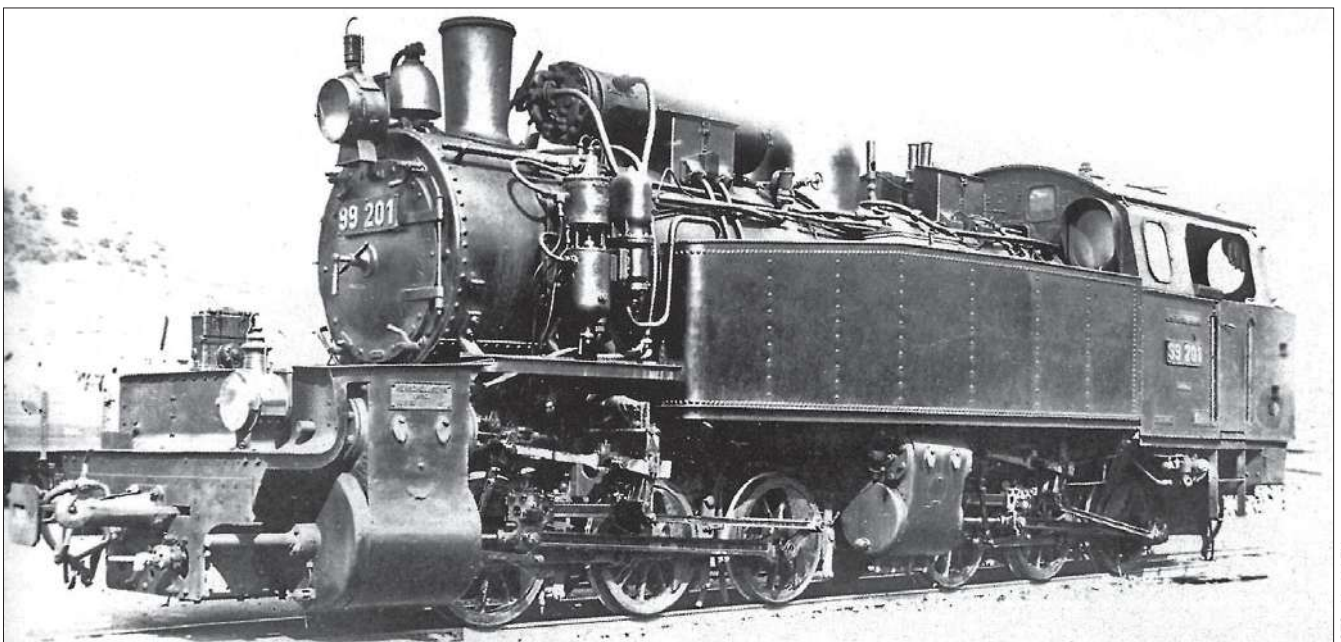
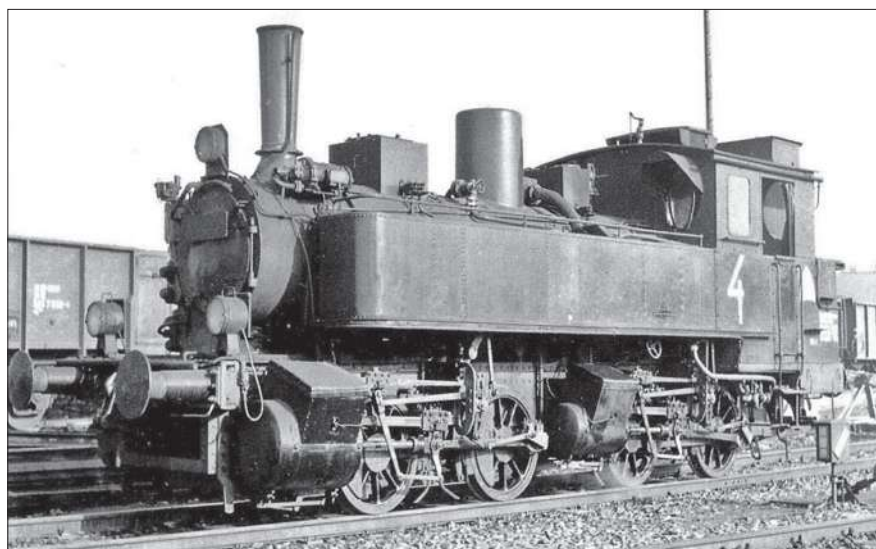
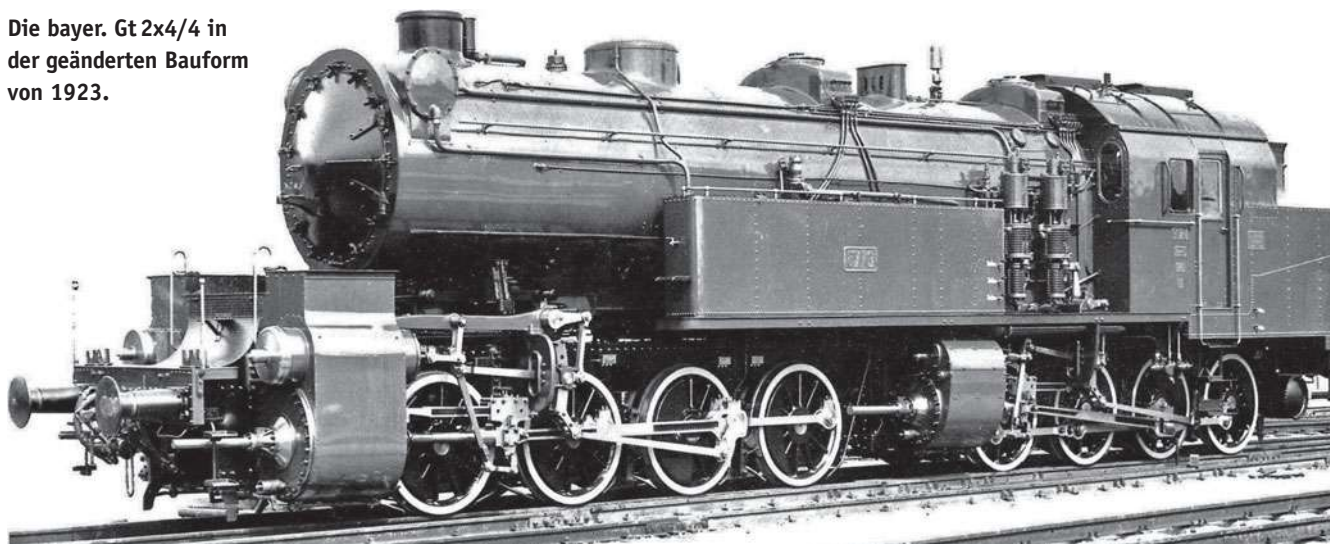


FOTO: H. MAEY

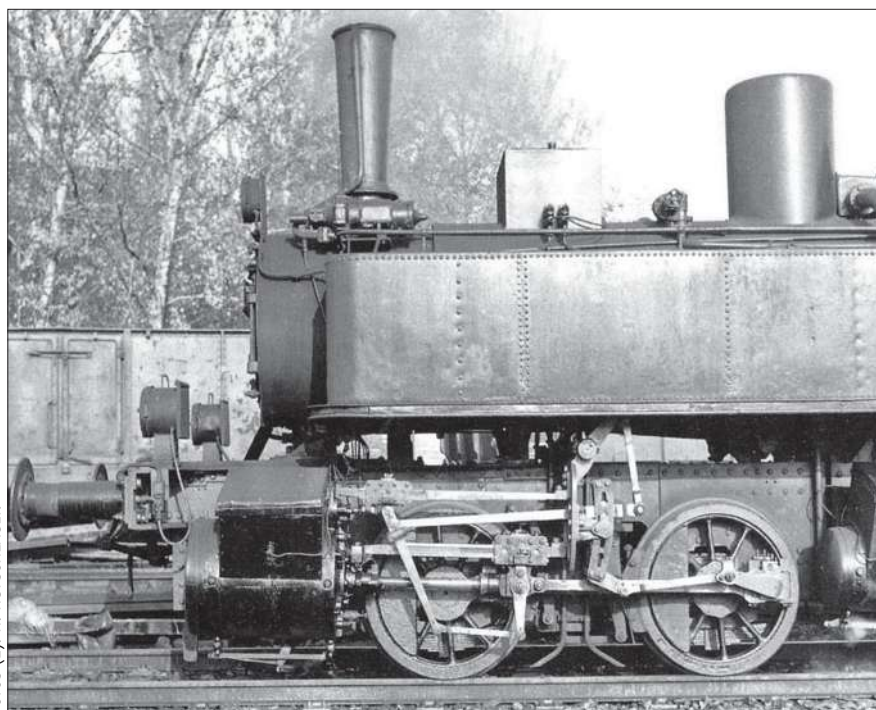
Die Bauform Mallet war bei den Schmalspurlokomotiven weit verbreitet. Die 99 201 wurde für die Lokalbahnstrecke von Eichstätt Bahnhof nach Kinding mit 1000 mm Spurweite aus Beständen der Heeresfeldbahn erworben.

Die bayer. Gt 2x4/4 in der geänderten Bauform von 1923.

FOTO: ARCHIV KRAUSS-MAFFEI



Diese ehemalige bayerische Lokalbahnlok der Gattung BB II war noch 1968 bei der Regensburger Zuckerfabrik in Betrieb.



FOTOS (2): H. HUFSCHLÄGER

Blick auf das Niederdruck-Triebwerk der Lok aus der Regensburger Zuckerfabrik.

des hinteren Schwinghebels vor- oder rückwärts bewegen. Die Stangenlager, auch ein Hagans-Patent, lassen seitliche Bewegungen zu.

Die Lokomotiven mit Hagans-Triebwerk konnten befriedigen, wie auch die beschafften Stückzahlen beweisen. Von der Gattung T 15, die zu ihrer Zeit als stärkste preußische Tenderlokomotive galt, sind 92 Einheiten beschafft worden, die an die Direktionen Erfurt (34), Breslau (26), Altona (16), Frankfurt (6), Halle (5), Kattowitz (3) und Stettin (2) gingen.

Die 1899 erstmals gebaute Hagans-T 13 ging mit insgesamt 29 Einheiten an die Direktionen Erfurt, Breslau, Frankfurt und Magdeburg. Die Unterhaltung des vierteiligen Triebwerks war recht aufwendig und kostspielig, zumal die Maschinen häufig überlastet wurden. Die Seitenverschiebbarkeit gekuppelter Radsätze nach dem Gölsdorf-Prinzip, das bei der T 16 von Schwartzkopff im Jahre 1905 bei fünffach gekuppelten Lokomotiven angewendet wurde, machte komplizierte Triebwerke wie die von Hagans, Klose oder Klien-Lindner überflüssig.

Gelenklokomotiven Bauart Mallet

Die Mallet-Lokomotive zählt zu den bekanntesten Gelenklokomotiven. Sie ist nach ihrem Erfinder, dem Schweizer Anatole Mallet (23. Mai 1837 – 10. Oktober 1919), benannt, der 1884 ein Patent auf die Vierzylinder-Verbund-Doppellokomotive erhielt.

Mallet verwendete zwei Triebwerksgruppen, von denen die vordere als Drehgestell ausgeführt, die hintere im Hauptrahmen gelagert war. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Ge-



FOTO: M. WEISBROD

Die letzten deutschen Mallets im Betriebseinsatz dampfen auf der Selketalbahn im Harz. Das Bild zeigt die 99 5902 auf dem Wege nach Harzgerode. Die beiden vorderen Kuppelradsätze sind in einem Drehgestell gelagert.

lenkbauarten hatten beide Triebwerksgruppen einen eigenen Antrieb durch Dampfzylinder.

Der Kessel war auf dem Hauptrahmen fest gelagert, konnte der Wärmedehnung nach vorn folgen und stützte sich auf das Triebdrehgestell über Gleitplatten ab. Das Triebdrehgestell ist an den Hauptrahmen angelenkt. Mallet-Loko-

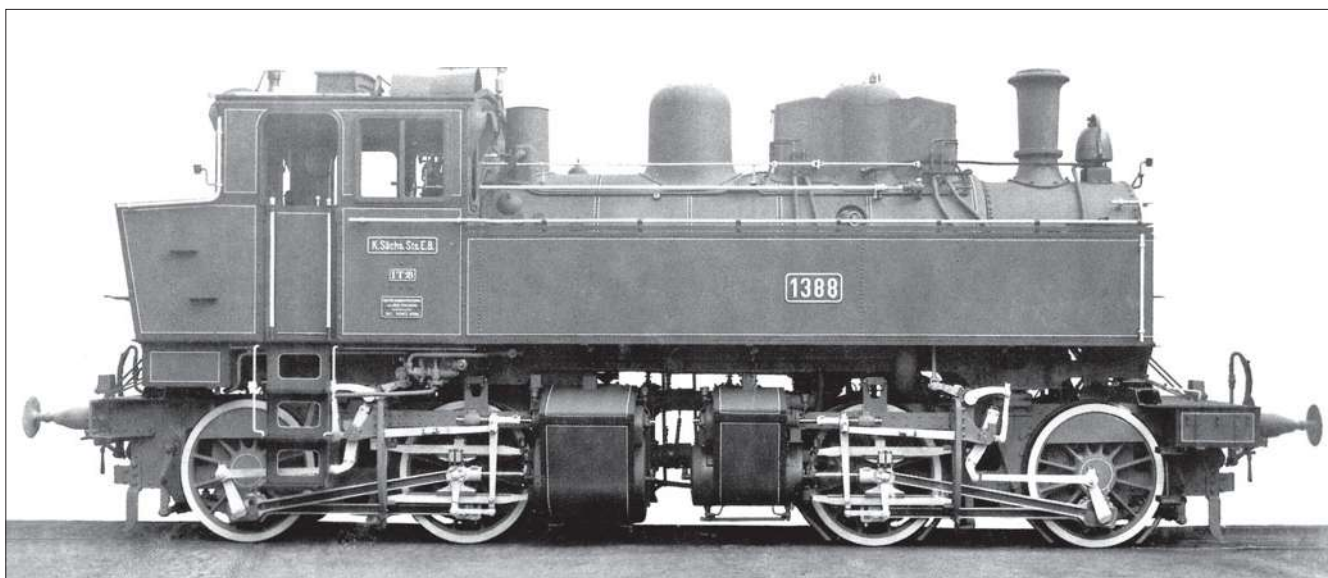
motiven sind als Verbundlokomotiven ausgeführt; das hintere Triebwerk trägt die Hochdruckzylinder, das vordere die Niederdruckzylinder. Der Dampf gelangt zuerst in die Hochdruckzylinder, dann durch ein in Lokomotivmitte liegendes schwenkbares Rohr zu den Niederdruckzylindern und von dort in die Ausströmhöhre. Bei dieser Ausführung werden

nur drei Gelenke in den Dampfleitungen benötigt: Eines für das Verbindungsrohr und zwei für die Ausströmung.

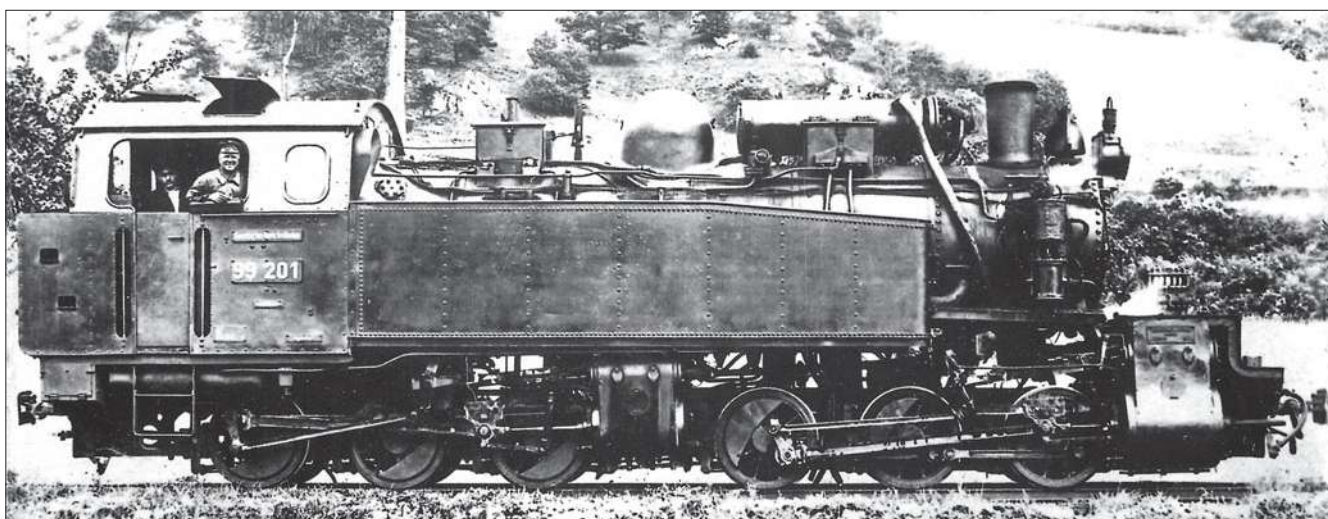
Da die beweglichen Verbindungsleitungen zum Niederdruckteil gehören, also nicht unter vollem Kesseldruck stehen, sind sie leichter dicht zu halten als bei den Bauarten Meyer oder Fairlie. Außer Mecklenburg und Oldenburg hat-



Bunte Eisenbahn im bunten Harz. Mallet-Lokomotive 99 5901 auf der Selketalbahn (Spurweite: 1000 mm) in Alexisbad.



Neben den Schmalspurlokomotiven der Gattung IV K war die Gattung IT.V. die in Sachsen am meisten verbreitete Meyer-Bauart. Die Bahnnummer 1388 (Hatmann 3680/1913) kam als 98 001 zur Deutschen Reichsbahn. Gut erkennbar sind der kleinere vordere HD- und der größere hintere ND-Zylinder.



Noch eine Aufnahme der 99 201 (siehe auch Aufnahme auf Seite 289 rechts unten).



Hochdruckzylinder des Verbundtriebwerks bei den Schmalspurlokomotiven der sächsischen Gattung IV K mit Meyer-Triebwerk. Zur Durchbildung des Aschkastens ist das hintere Triebdrehgestell im Außenrahmen gelagert.

ten alle deutschen Länderbahnen Mallet-Lokomotiven im Einsatz. Sie waren nicht nur auf normalspurigen, sondern auch auf schmalspurigen Strecken zu finden. Die größte für deutsche Staatsbahnen gebaute Mallet-Lokomotive war die bay. Gt 2x4/4 (Baureihe 96⁰) von Maffei, die jeweils vier Kuppelradsätze im Hauptrahmen und im Drehgestell besaß. Bei deutschen Bahnen spielten die Mallet-Lokomotiven keine dominierende Rolle. Wesentlich verbreiteter waren sie beispielsweise bei den Ungarischen Staatsbahnen (MAV) und in den USA. Die riesigen Kessel der New-York-Central-Lokomotiven (Klasse 4000), um nur ein Beispiel zu nennen, wären nie auf

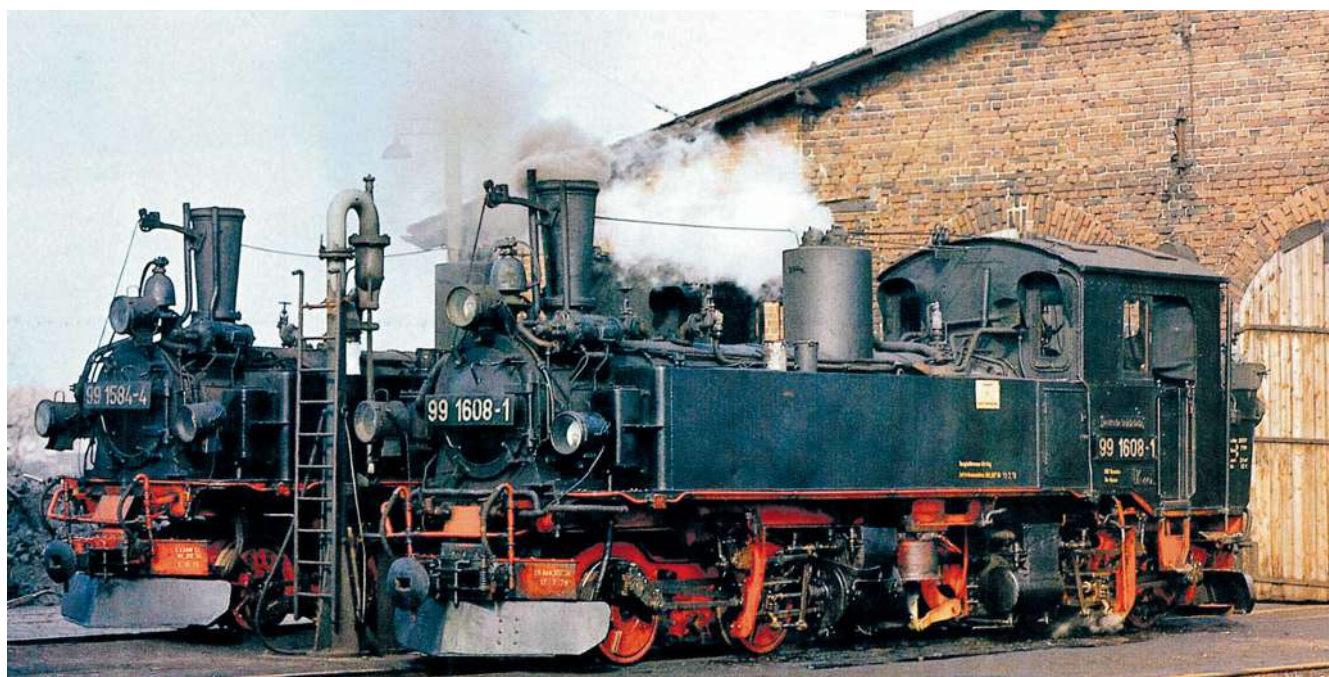
einem durchgehenden Hauptrahmen unterzubringen gewesen. Die Lokomotiven der Klasse 4000, auch als Big Boy bekannt, hatten einen Lokachsstand von 72' und 5 1/2" (also mehr als 22 m). Sie besaßen, wie die bay. Gt 2x4/4, vier gekuppelte Radsätze pro Triebwerksgruppe, aber vorn und hinten noch ein zweiachsiges Drehgestell.

Die letzten deutschen Mallets im regulären Betriebseinsatz waren 1989 noch auf der Selketalbahn in der DDR (1000 mm Spurweite) zu finden. Es sind Lokomotiven der Achsfolge B'B, die da schon ein Dienstalter von 80 Jahren und mehr erreicht hatten. Drei dieser Lokomotiven waren 1989 betriebsfähig und im Wech-

sel auf der Strecke Gernrode – Alexisbad – Harzgerode (im Harz) im Einsatz.

Gelenklokomotiven Bauart Meyer

In der Chronologie hätte die Meyer-Lokomotive vor der Mallet-Lokomotive zu stehen, denn sie ist die ältere Bauart. Der Elsässer Jean Jacques Meyer (1804 – 1877) ließ sich 1861 seine Gelenklokomotive patentieren, die im Gegensatz zur Bauart Mallet zwei Triebdrehgestelle besitzt. Bei den meisten Ausführungen der Meyer-Lokomotiven stehen sich die Dampfzylinder in Lokomotivmitte gegenüber, so dass praktisch das eine Triebwerk vorwärts, das andere rück-



750-mm-Schmalspurlokomotiven mit zwei Triebdrehgestellen Bauart Meyer. Die größeren Zylinder im vorderen Drehgestell sind die Hochdruckzylinder.

wärts arbeitet. Diese Anordnung wurde gewählt, um kurze Dampfleitungen zu den Zylindern zu erreichen. Nachteilig bei den Gelenklokomotiven Bauart Meyer war, dass bewegliche Dampfleitungen zu beiden Triebdrehgestellen erforderlich waren.

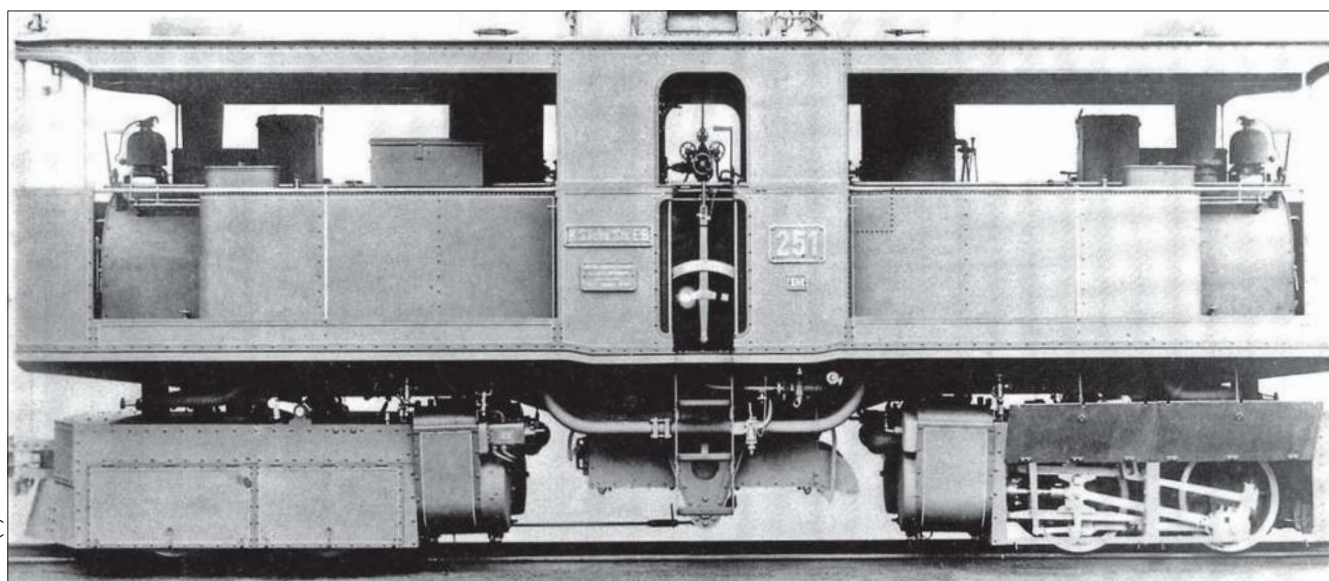
Meyer-Lokomotiven waren meist als Verbundmaschinen ausgeführt. Die bekanntesten Gattungen bei deutschen Bahnen waren die sä. ITV (Baureihe 98^o), bei der das vordere Triebdrehgestell von der Hochdruckmaschine, das hintere von der Niederdruckmaschine angetrieben wurde. Diese Lokomotiven, auch als „Kreuzspinnen“ bekannt, verkehrten

auf der neigungs- und krümmungsreichen Windbergbahn von Freital nach Possendorf unweit von Dresden und erklimmen den Windberg. Die 98 001 gehört zum Bestand des Verkehrsmuseums Dresden. Auch nach 1989 im Betriebs-einsatz bei der Deutschen Reichsbahn standen die schon legendären Meyer-Lokomotiven (Schmalspur/750 mm) der sä. Gattung IVK, die Baureihe 99⁵¹⁻⁶⁰. Diese Lokomotiven sind von 1892 bis 1921 gebaut worden und erreichten mit 96 Einheiten die größte Stückzahl der für deutsche Schmalspurbahnen gebauten Lokomotiven. Bei der IVK trägt das hintere Drehgestell die HD-, das vorder-

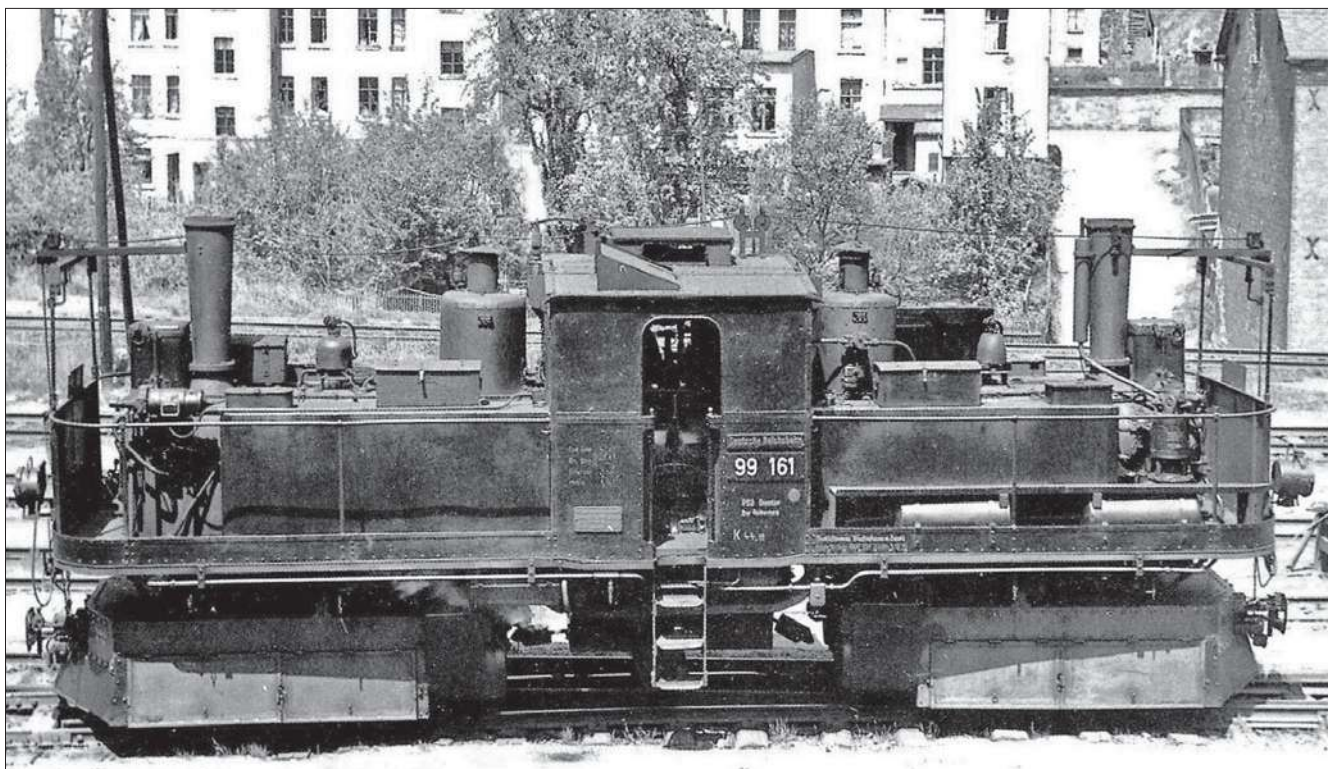
re die ND-Maschine. Um einen ausreichend großen Aschkasten unterbringen zu können, war das hintere Triebdrehgestell in einem Außenrahmen angeordnet. Die Gattung IVK war einst die Schmalspurlokomotive Sachsens. Auch heute noch sind diese unermüdlichen Maschinen in Sachsen präsent.

Gelenklokomotiven Bauart Fairlie

Der Schotte Robert Fairlie (1831 – 1885) meldete 1864 eine Gelenklokomotive zum Patent an, die, wie die Bauart Meyer, auch zwei Triebdrehgestelle mit einander zugekehrten Zylindern



Gelenklokomotive Bauart Fairlie der Sächsischen Staatseisenbahnen. Die meterspurige Lok trug das Gattungszeichen IM und die Betriebsnummer 251.



Aus 251 wurde 99 161. Inzwischen wurden die Dächer über den Kesseln abgenommen und die Lok umgenummert.

dern besaß. Auf diesen Drehgestellen ruhten jedoch zwei Langkessel, die in Lokomotivmitte einen gemeinsamen Stehkessel mit zwei Feuerbüchsen besaßen. Jedes der beiden Triebdrehgestelle besaß eine Verbundmaschine mit HD- und ND-Zylinder.

Für deutsche Bahnen sind nur drei Lokomotiven dieses Typs gebaut worden. Sie stammten von der Sächsischen Maschinenfabrik (vormals Richard Hartmann) und waren in 1000 mm Spurweite für die Strecke Reichenbach – Oberheinsdorf im Vogtland bestimmt. Die Strecke besaß eine Maximalsteigung von 1:25, Radien von 30 m, in den An-

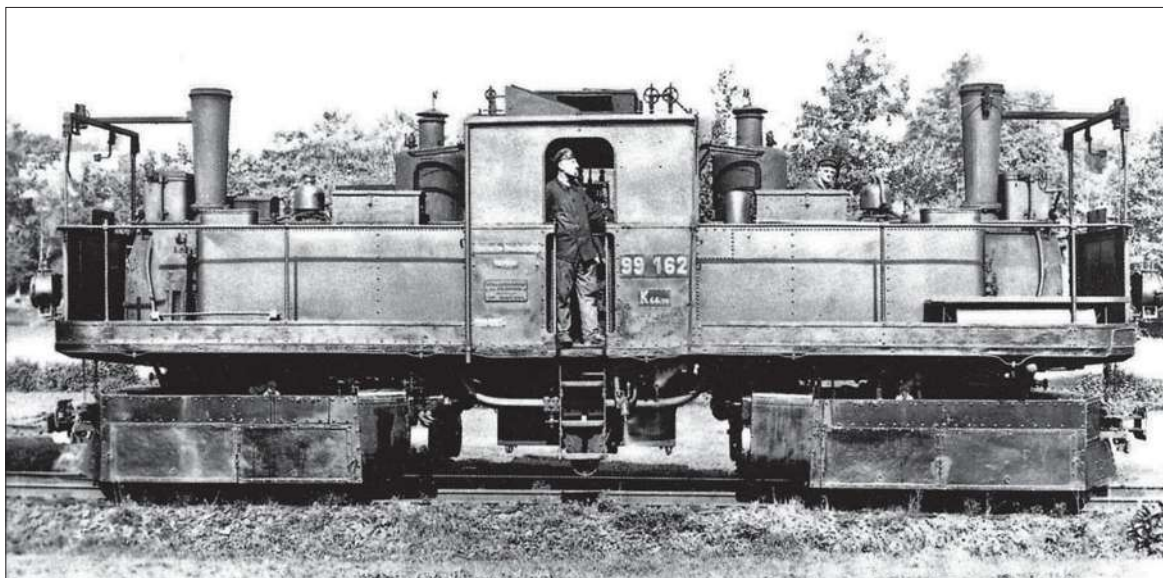
schlussgleisen sogar nur von 15 m. Die Lokomotiven trugen die Gattungsbezeichnung IM.

Da die Strecke Reichenbach – Oberheinsdorf größtenteils als Straßenbahn oder neben der Straße verlief, waren die Triebwerke nach Art der Trambahnlokomotiven durch Klappen abgedeckt. In der Ursprungsausführung waren die Lokomotiven komplett überdacht, und die beiden Schornsteine besaßen Funkenfänger.

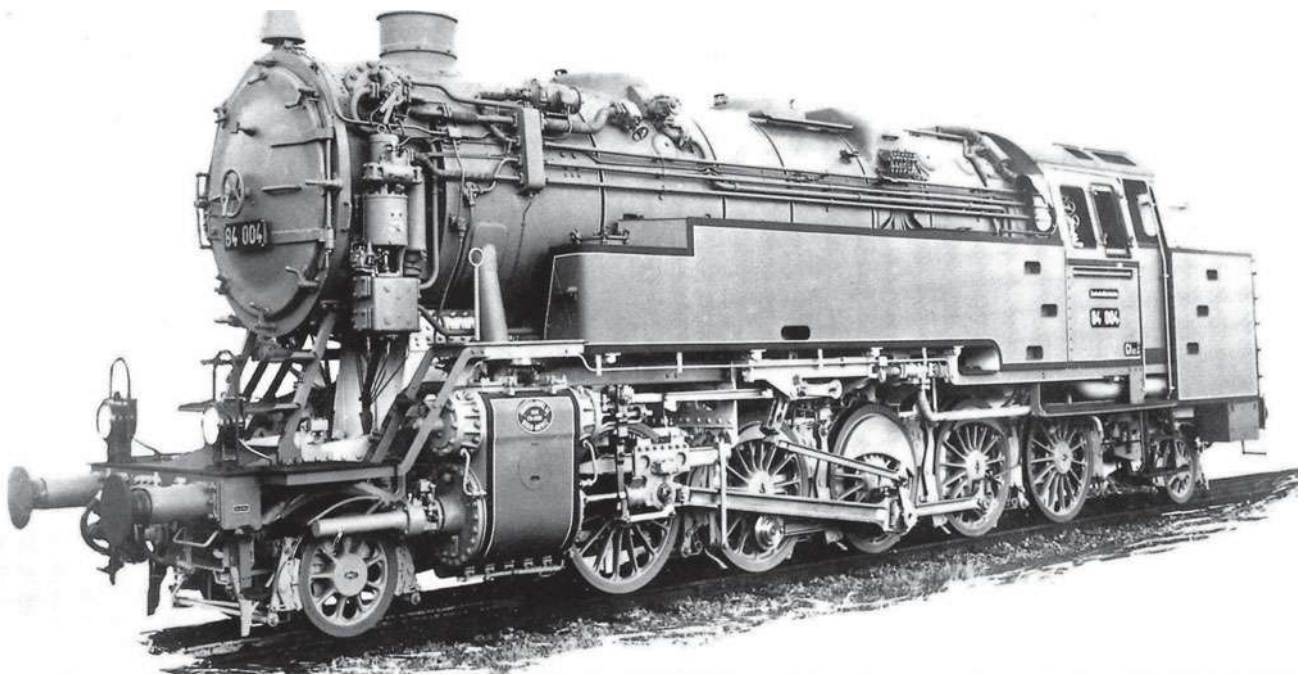
Da das Dach zu Wärmestauungen führte, hatte es die DRG in den 20er-Jahren entfernt und über den Stehkessel ein Führerhaus gebaut. Die drei

Lokomotiven erhielten bei der DRG die Betriebsnummern 99 161 – 99 163. Die 99 162 ist vom Raw in Görlitz-Schlau- roth weitgehend wieder in den Originalzustand (mit Überdachung) versetzt worden und gehört zum Bestand des Verkehrsmuseums Dresden.

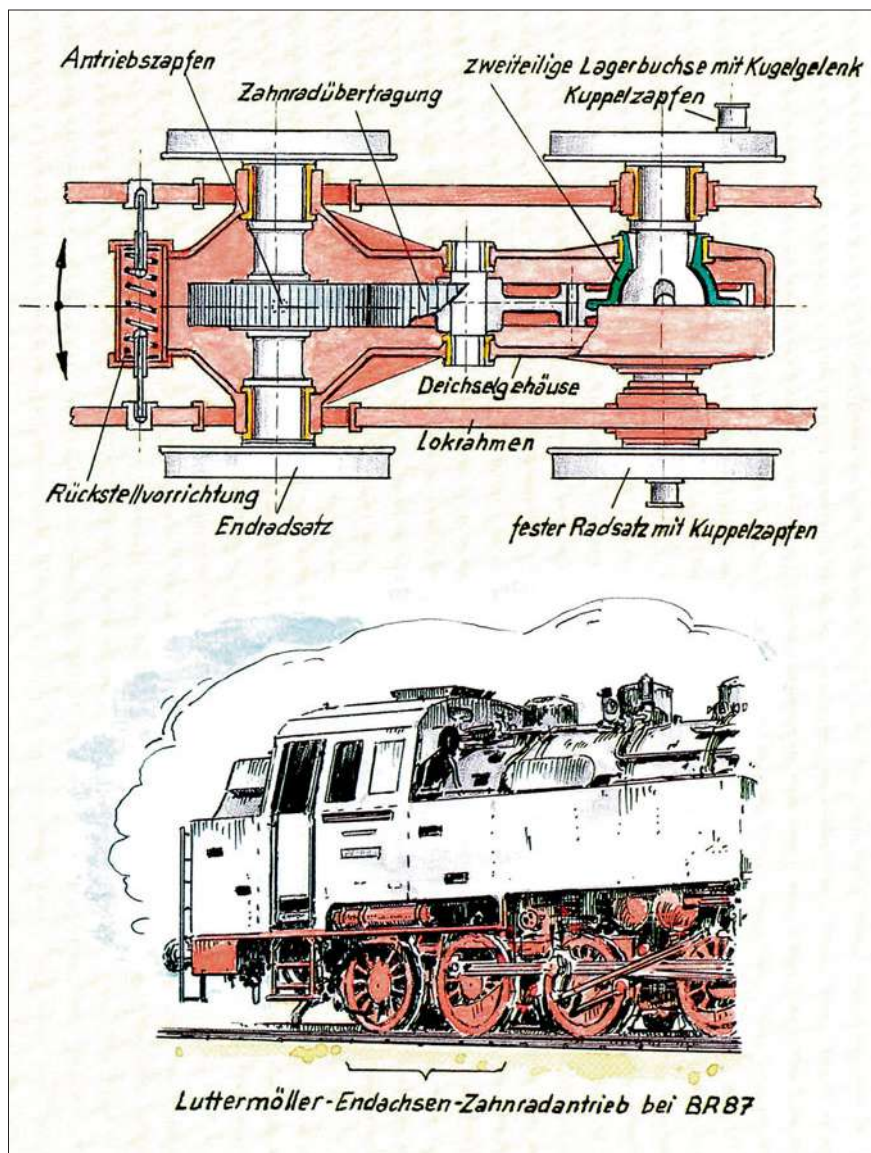
Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die Sächsischen Staatsbahnen zwei weitere Fairlie-Lokomotiven in 750 mm Spurweite besaßen, die jedoch nicht in Deutschland gebaut, sondern von Hawthorn in New Castle im Jahre 1885 geliefert worden waren. Die Sächsische Staatsbahn bezeichnete die Lokomotiven als Gattung II K.



Die 99 162 war die Schwester der 99 161. Zusammen mit der 99 163 bildeten sie die einzigen meterspurigen Fairlie-Lokomotiven in Deutschland.



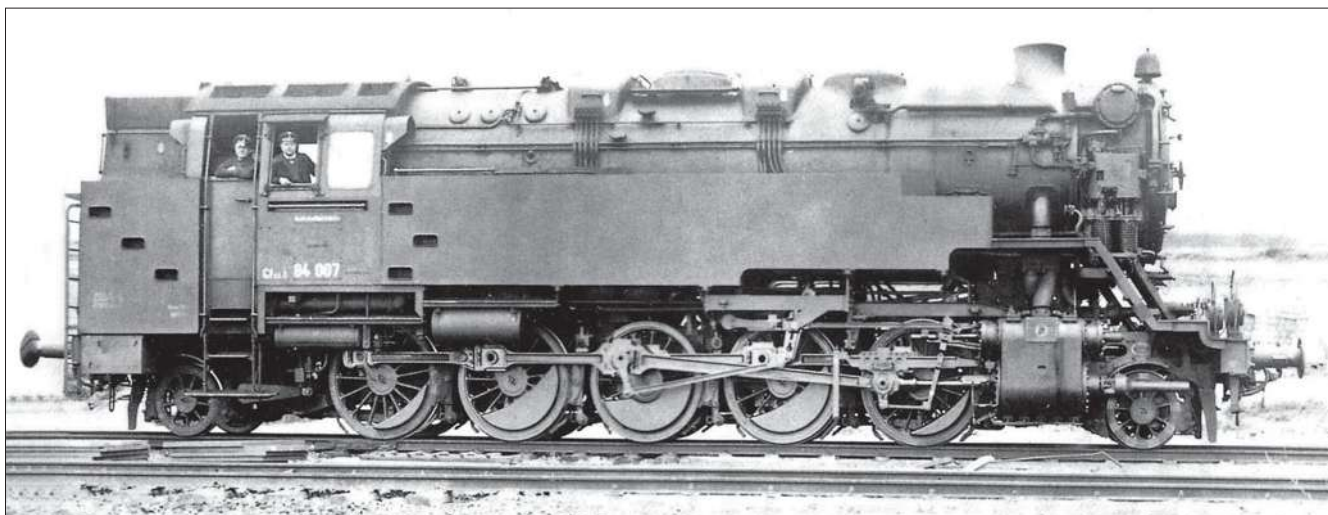
Diese Werkaufnahme zeigt deutlich, dass die Lokomotiven mit Luttermüller-Endachsen (84 003 und 84 004) Zwillingslokomotiven waren, während alle übrigen Maschinen der Baureihe 84 als Dreizylinderloks ausgeführt wurden.



Zahnradgetriebene Endradsätze Bauart Luttermüller

Gustav Luttermüller (30. April 1868 – 24. Dezember 1954) hatte 1915 den nach ihm benannten Antrieb seitenverschiebbarer Endradsätze für mehrfach gekuppelte Lokomotiven entwickelt. Nach diesem Prinzip wurden die Endradsätze von den benachbarten Radsätzen über Zahnräder angetrieben. Diese waren in einem Gehäuse gekapselt. Das Gehäuse des Zwischenzahnrad war gelenkig mit dem Gehäuse des Endradsatzes verbunden und ermöglichte so die radiale Einstellung des Endradsatzes im Gleisbogen. Dieses Prinzip war bereits von den Preußisch-Hessischen Staatsbahnen bei den Schmalspurlokomotiven der Gattungen T 39 und T 40 angewandt worden, die auf oberschlesischen und thüringischen Strecken im Einsatz waren.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft wählte bei zwei Baureihen von Einheitslokomotiven nochmals dieses Antriebssystem: Zunächst bei Lokomotiven der Baureihe 87, die für den Einsatz auf der Bremer Hafenbahn bestimmt waren und 1927/1928 gebaut worden sind. Diese Lokomotiven mussten nicht nur Radien von 100 m befahren können, sondern wegen der Zugmassen und Steigungen auch eine beachtliche Zugkraft entwickeln können. Weil 17,5 t Radsatzfahrmasse nicht überschritten werden durften, konnte der erforderliche Kessel nur auf



FOTOS (2): SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Mitte der 30er-Jahre wurde die meterspurige Strecke von Heidenau nach Altenberg (Erzgebirge) auf Normalspur umgestellt. Da sie aber auch danach noch Krümmungen mit einem Radius von 100 m aufwies, mussten die zu beschaffenden Lokomotiven mit seitenverschieblichem Triebwerk ausgerüstet werden. Ohne festen Achsstand waren die mit Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestellen versehenen Lokomotiven.

einem Fahrwerk mit fünf gekoppelten Radsätzen untergebracht werden.

Krümmungen mit einem Radius bis zu 100 m gab es auch auf der ins Ost-erzgebirge führenden Strecke Heidenau – Altenberg, die von 1935 bis 1938 wegen des starken Verkehrsaufkommens von Schmalspur auf Normalspur umgebaut worden war. Zu den Krümmungen kamen Steigungen bis zu 37‰. Eine Lok, die für diese Strecke geeignet war, 175 t Zugmasse mit 40 km/h bewältigen und auf der Hauptstrecke Dresden – Heidenau mit 70 km/h fahren konnte, besaß die DRG nicht. Die Firmen Schwartzkopff und Orenstein & Koppel waren mit der Ausarbeitung von Entwürfen betraut worden. Letztere bot wieder den Luttermöller-Antrieb für die Endradsätze. Zwei Lokomotiven dieser Ausführung sind als 84 003 und 84 004 gebaut worden. Die fest im Rahmen gelagerten Kuppelradsätze 2 – 4 wurden durch Kuppelstangen angetrieben.

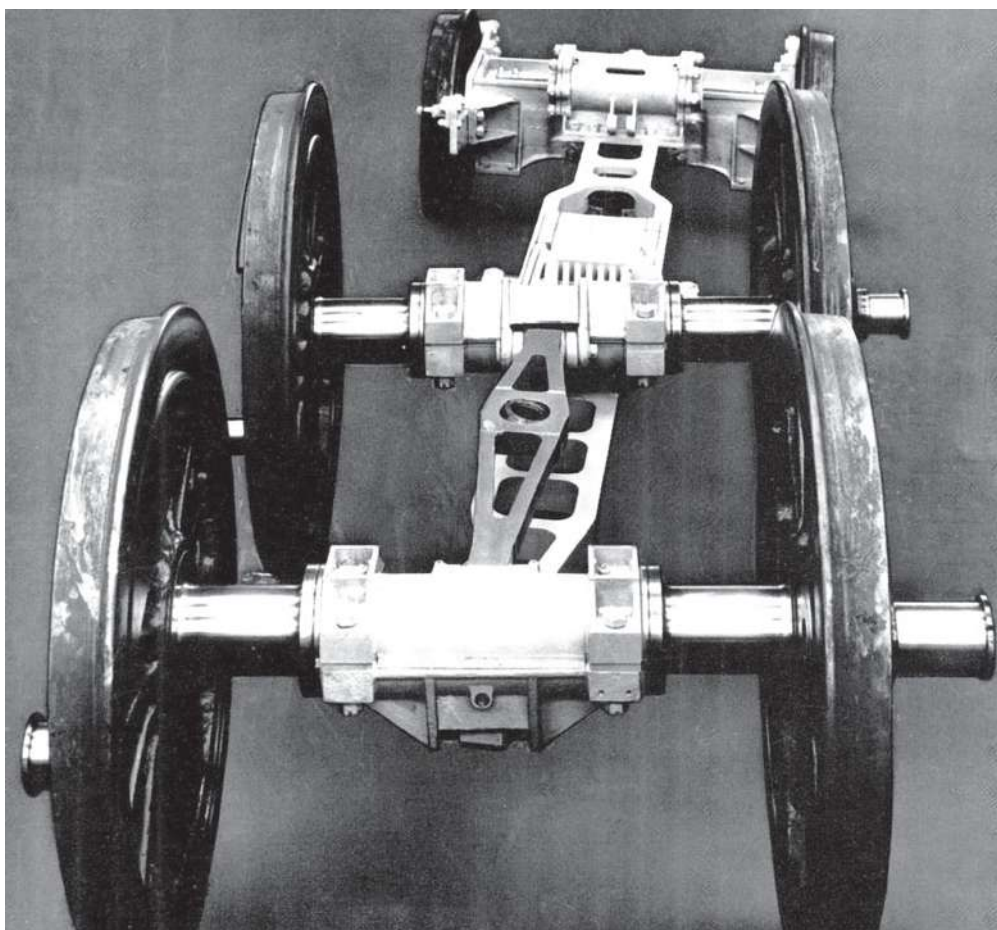
Deichsel mitgenommen und bewirkte die radiale Einstellung der gekoppelten Endradsätze. Alle Kuppelradsätze wurden durch Stangen angetrieben. Da nur der spurkranzlose Treibradsatz (3. Kuppelradsatz) fest im Rahmen gelagert war, hatte die Lokomotive keinen festen Achsstand, was ihr den Spitznamen „Gummilok“ eintrug. Die DRG entschied sich wegen der besse-

ren Laufeigenschaften und wegen des besseren mechanischen Wirkungsgrads für die Schwartzkopff-Konstruktion und bestellte außer den beiden Baumusterlokomotiven 84 001 und 84 002 die Serienausführung (84 005 – 84 012) mit Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestellen und Drillingstriebwerk. Die beiden O & K-Lokomotiven hatten nur ein Zweizylinder-Triebwerk.

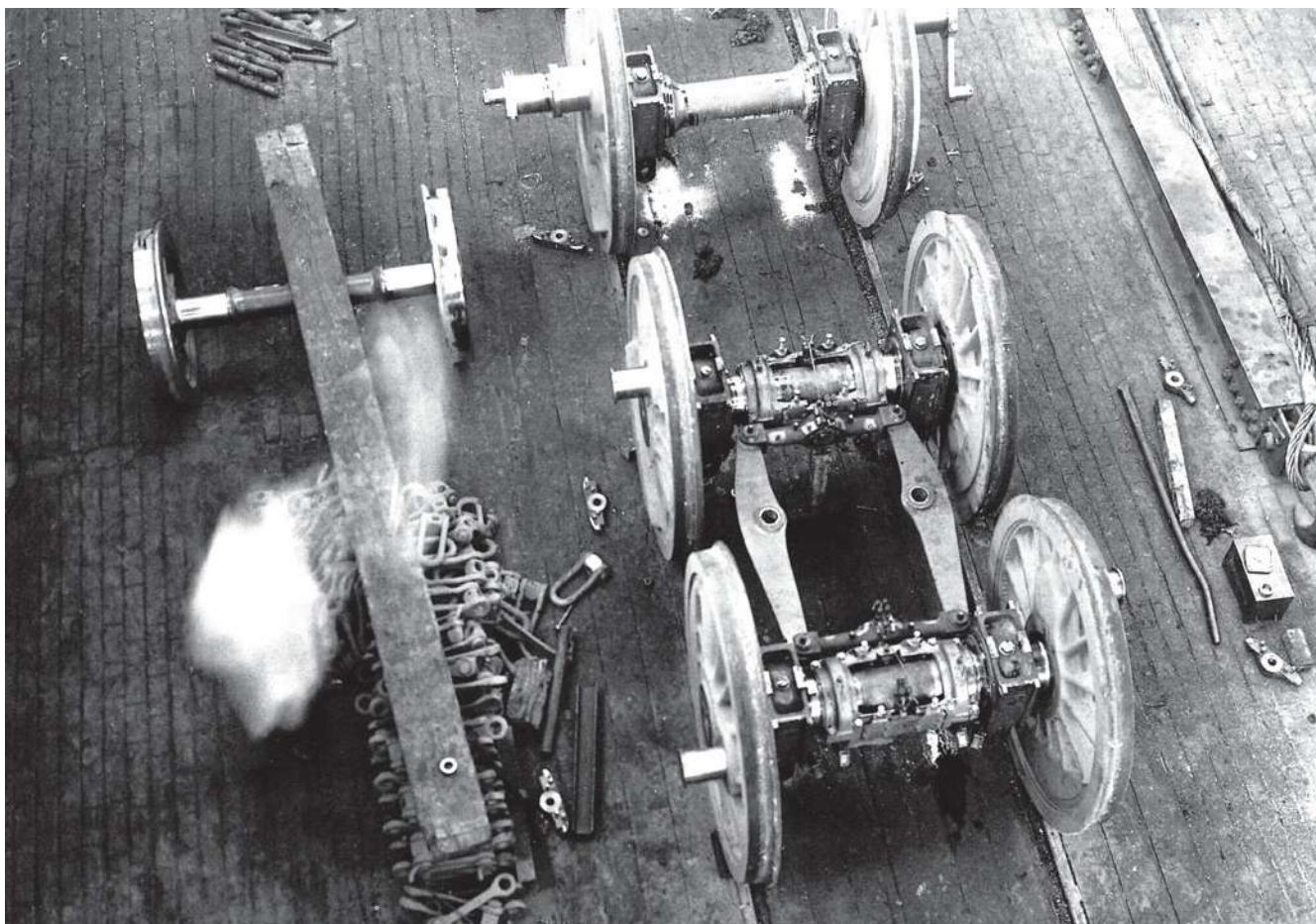
Lok mit Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestellen

Die Firma Schwartzkopff erreichte die erforderliche Bogenläufigkeit bei der Baureihe 84 durch das Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestell. Hierbei war der vordere bzw. hintere Laufradsatz mit dem 2. bzw. 4. Kuppelradsatz durch eine Deichsel verbunden. Ein Drehhebel mit im Rahmen gelagertem Drehzapfen, der den 1. und 2. bzw. 4. und 5. Kuppelradsatz verband, wurde von der

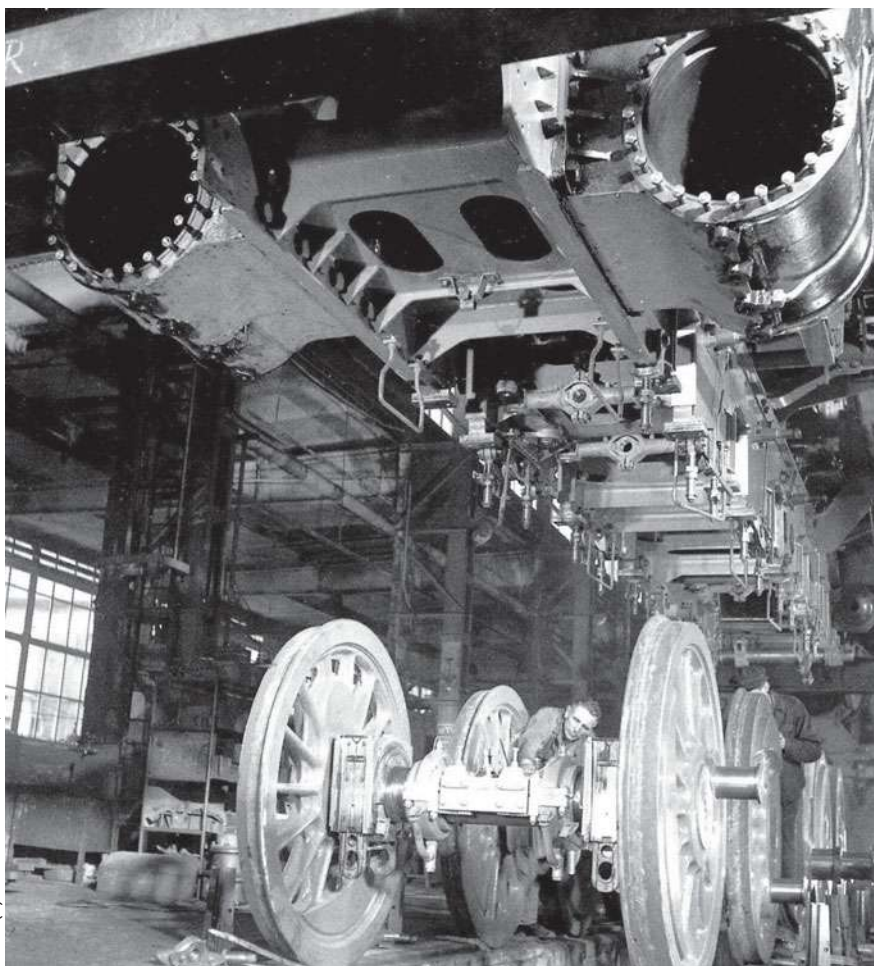
WERKFOTO: SCHWARTZKOPFF, SAMMLUNG WEISBROD



Ausgebautes Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestell der Baureihe 84.



Blick auf das Hebel-Parallelogramm eines Beugnot-Gestells für die Baureihe 82 (Esslinger Lieferung).



Der Beugnot-Hebel

Das Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestell basiert auf dem sogenannten Beugnot-Hebel. Dieser wurde von dem Elsässer Eduard Beugnot (1822 – 1878) erstmals 1863 an einer sechsachsigen Dampflokomotive verwendet. Den Beugnot-Hebel verwendete auch die Deutsche Bundesbahn bei der Neubaulokomotive der Reihe 82 (E h2t). Hier waren jeweils die beiden Endradsätze durch Beugnot-Hebel verbunden, wodurch sich eine gute Kurvenläufigkeit ergab und der Anlaufdruck im Gleisbogen auf jeweils zwei Radsätze verteilt wurde. Da die Baureihe 82 für den Rangier- und Streckendienst vorgesehen war, wurde vom Laufwerk nicht nur gute Kurvenbeweglichkeit, sondern vor allem auch gute Führung im Gleis verlangt. Ein verbessertes Schwartzkopff-Eckhardt-Lenkgestell ist bei einigen Schmalspurlokomotiven der Baureihe 99²³ der DR für die Harzquerbahn (1000 mm) verwendet worden.

Aufachsen einer 82 in Esslingen.
Oben sind zwischen den Rahmenwangen Teile des Beugnot-Gestells zu erkennen.

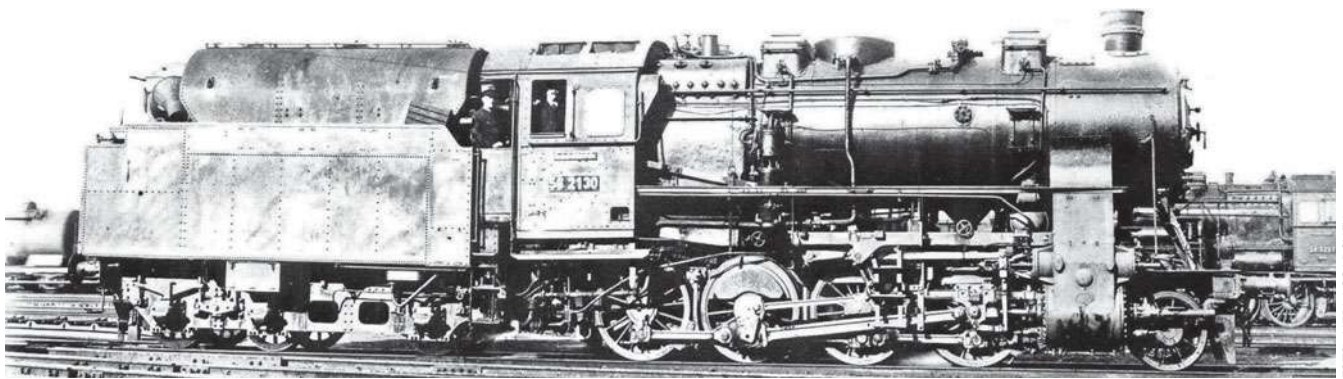


FOTO: VERLAGSARCHIV

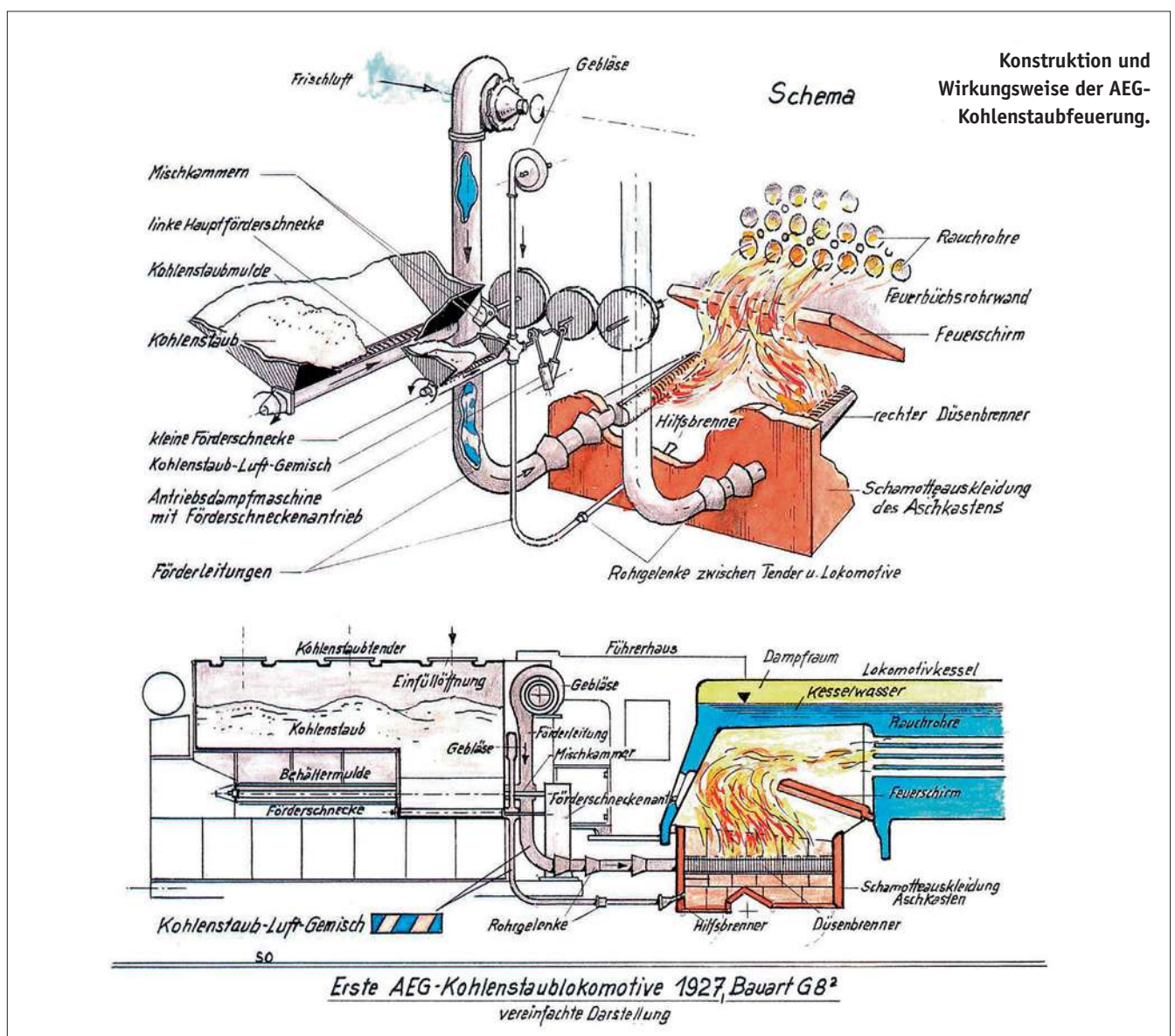
AEG-Kohlenstaublokomotive der Gattung G 8² nach Umbau 1928.

Sonderbauarten mit speziellen Feuerungen

Im Lokomotivkessel können feste, staubförmige und flüssige Brennstoffe verfeuert werden. Zu den festen zählen Torf, Holz, Koks, Stein- und Braunkohle sowie Braunkohlenbriketts.

Koks wurde in den ersten englischen und auch auf deutschem Boden laufenden Maschinen verwendet. Torffeuerung war in Regionen mit reichen Torfvorkommen (z. B. Oldenburg) üblich.

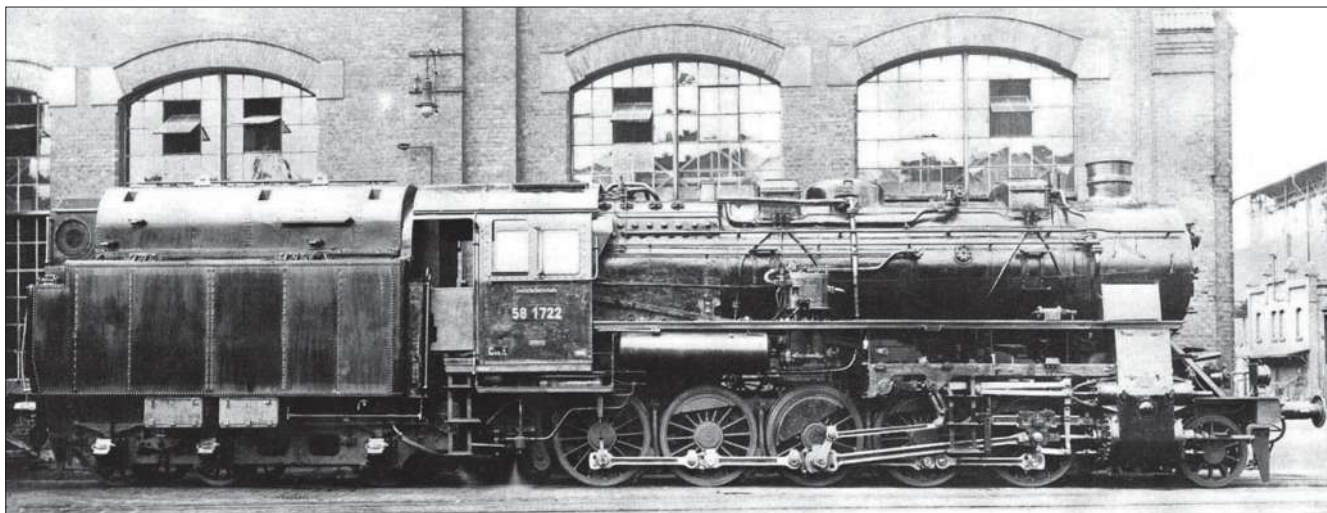
Die Tender waren dann ziemlich voluminös und mit entsprechenden Aufsätzen versehen, um große Mengen Brennstoff laden zu können. Holzreiche Länder wie Finnland, Rußland und Nord-



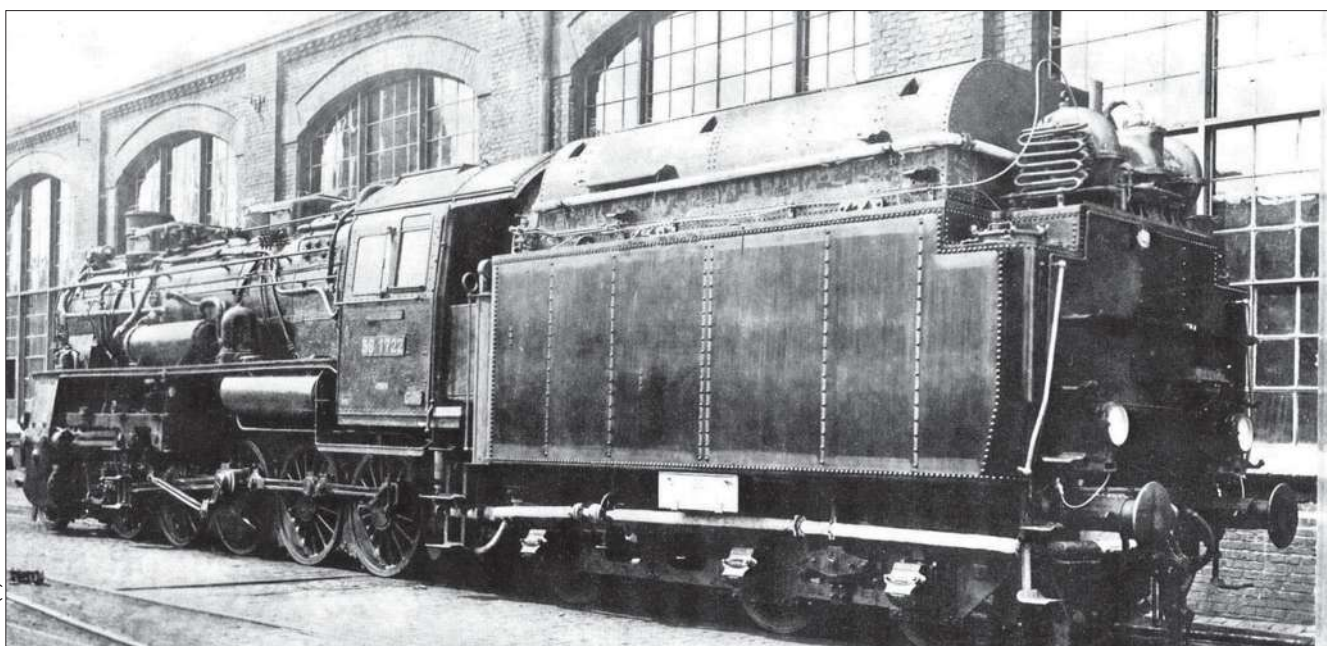
ZEICHNUNG: R. BARKHOFF



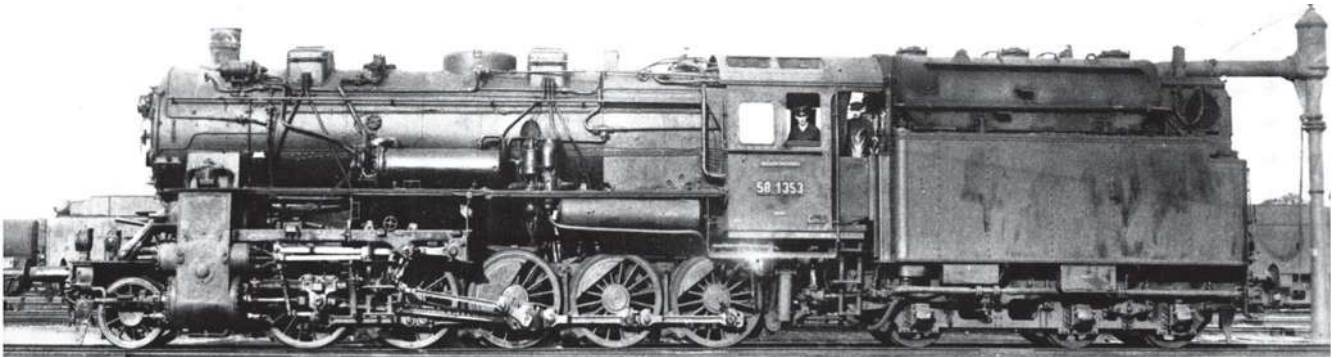
Erste Version des AEG-Kohlenstaubtenders mit rückwärts angebrachtem Leuchtgaskessel.



Werkaufnahme der Kohlenstaublokomotive 58 1722 (Bauart STUG).



Die 58 1722 mit Blick auf den Tender.



Auch die 58 1353 war mit einer Kohlenstaubfeuerung der Bauart STUG ausgestattet.

amerika hatten auch holzgefeuerte Lokomotiven in Betrieb.

Auf Koks als Brennstoff hatte man bei den ersten Lokomotiven deshalb zurückgegriffen, weil er einen hohen Heizwert besitzt und nahezu rauchfrei verbrennt. Koks musste aber damals für die auf dem Festland laufenden Maschinen aus England importiert werden, so dass man, um die hohen Brennstoffkosten zu senken, Versuche mit Steinkohlefeuerung unternahm. Die starke Rauchentwicklung der Steinkohle führte in Preußen bis zu Beginn der 60er-Jahre des 19. Jahrhunderts zum Verbot, diesen Brennstoff bei Reisezuglokomotiven einzusetzen. Letztlich hat sich aber die Steinkohle als der am besten geeignete Brennstoff für Lokomotiven durchgesetzt, weil hoher Heizwert und vergleichsweise geringer Asche- und Schlackeanfall für den Betrieb entscheidend waren. Schon nach der Jahrhundertwende gingen einige Bahnverwaltungen dazu über, die billigere Braunkohle als Brennstoff einzusetzen. Die k. k. Staatsbahnen sowie die Staatsbahnen Bayerns und Sachsens verwendeten im Güterzugdienst Braunkohle. Hierbei handelte es sich jedoch um böhmische Braunkohle, die wesentlich hochwertiger einzustufen ist als die mitteldeutschen, niedersächsischen oder Lausitzer Vorkommen.

Nach der Jahrhundertwende begannen in den USA und auch in Schweden Versuche, Kohlen- bzw. Torfstaub in Lokomotiven zu verfeuern. Ölzusatzfeuerungen wurden ebenfalls erprobt. Nach dem Zweiten Weltkrieg war die Deutsche Reichsbahn in der DDR mangels eigener Steinkohlevorkommen gezwungen, die Lokomotiven mit Rohbraunkohle zu feuern. Der geringe Heizwert dieses leichten Brennstoffs und der hohe Ascheanfall bereiteten erhebliche Probleme. Es musste eine Steinschicht auf den Rost aufgebracht werden, das so genannte tote Feuerbett, um zu verhindern, dass

Zeichnung einer Kohlenstaub-Füllanlage beim Abfüllen von Kohlenstaub in den Lokomotivtender.



ZEICHNUNG: SAMMLUNG SCHUBERT

die glühende Kohle durch den Rost in den Aschkasten wanderte. Zuglaufstörungen wegen Dampfmangels, bedingt durch volle Aschkästen und verschlackte Roste, waren keine Seltenheit.

Lokomotiven mit Kohlenstaubfeuerung

So ist es verständlich, dass in der DDR die Möglichkeit der Kohlenstaubfeuerung wieder aufgegriffen wurde, um

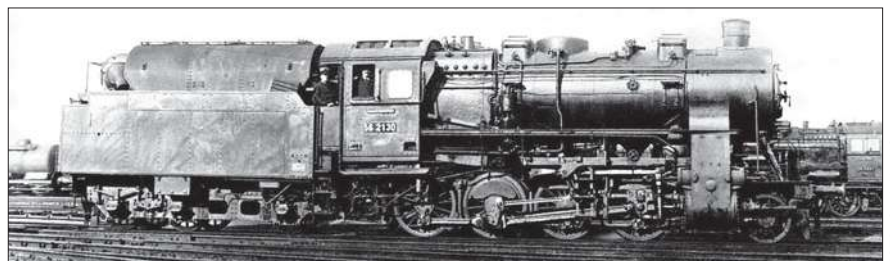


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Bei der späteren Bauform der AEG-Kohlenstaubfeuerung wurde der Bunkeraufbau des Staubtenders abgeändert und die Turbopumpe auf die Rückseite des Tenders versetzt.

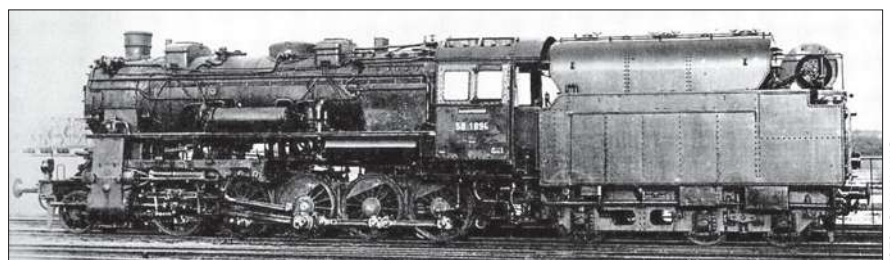
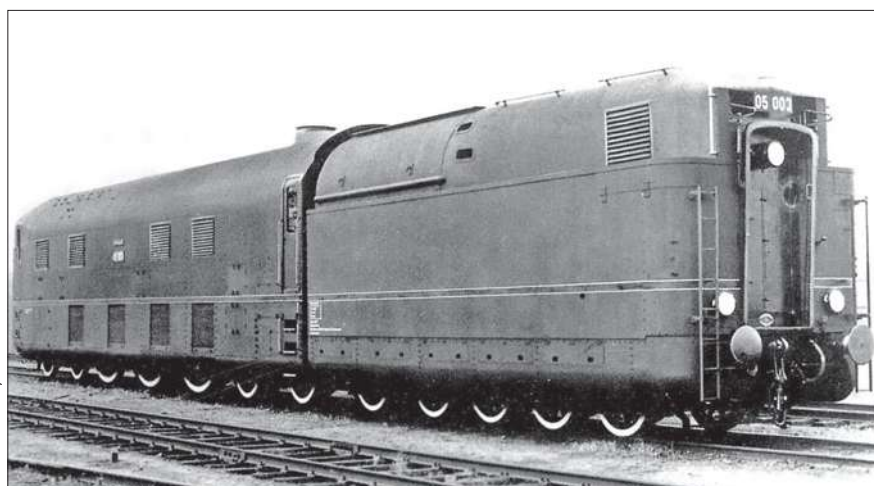


FOTO: SAMMLUNG DR. SCHEINGRABER

Der im oberen gezeigte Tender war auch bei Kohlenstaublikomotiven der Baureihe 58¹⁰⁻²¹ zu finden.



Die 05 003 im Bau mit Blick auf den Stirnführerstand.



Blick auf den stromlinienverkleideten Kohlenstaubtender der 05 003. Unmittelbar nach dem Tender ist die Rauchkammer zu erkennen.

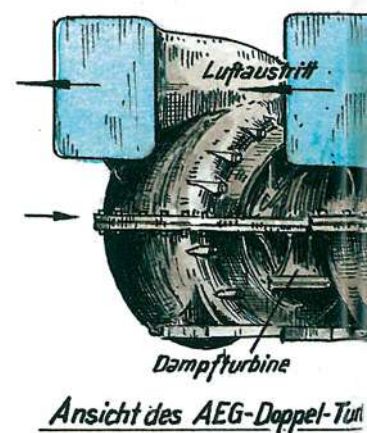
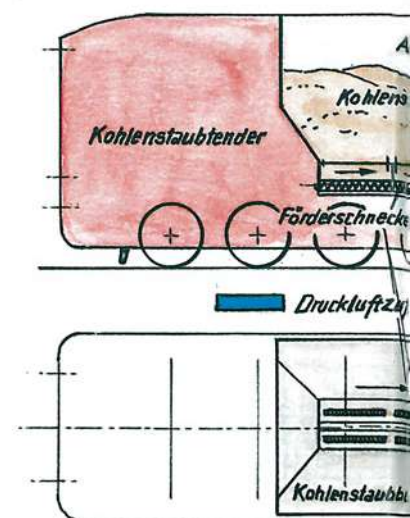
die zur Verfügung stehenden leichten Brennstoffe effektiver zu nutzen. Ende der 20er-Jahre hatte die DRG bereits Versuche mit der Kohlenstaubfeuerung unternommen. 1928 bekam die 56 2130 versuchsweise Braunkohlenstaubfeuerung. 1929 und 1930 folgten die 56 2801, 56 2906 und 56 2907. Die beiden letztgenannten Maschinen waren Neubauten, die aus dem letzten, bei der AEG in Fertigung befindlichen Baulos stammten. Sie bekamen sofort Kohlenstaubfeuerung, wogegen die anderen Loks von Rost- auf Kohlenstaubfeuerung umgebaut worden waren.

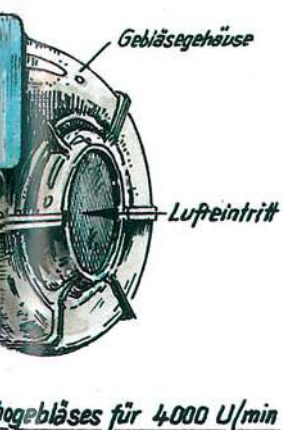
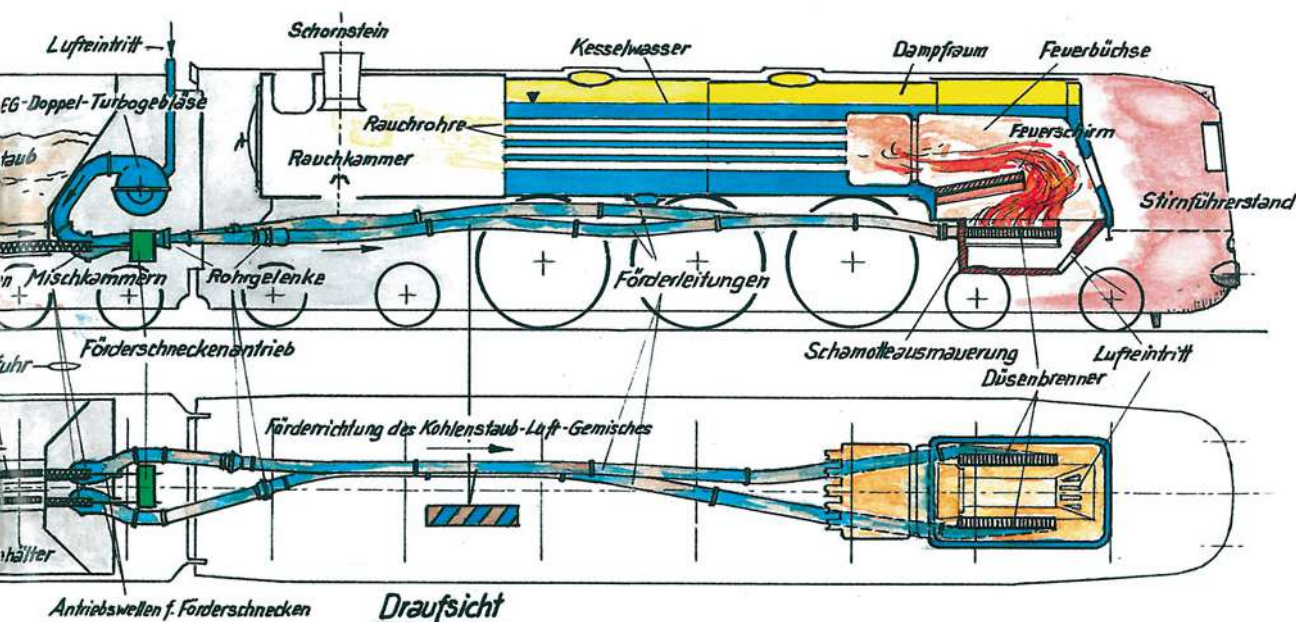
Auch einige preußische G 12 sind versuchsweise mit Kohlenstaubfeuerung ausgerüstet worden: 1930 die 58 1416 und 58 1894 (System AEG), 1928 bis 1930 die 58 1353, 58 1677, 58 1722 und 58 1794 (System STUG). Die G 8² waren alle mit Kohlenstaubfeuerung System AEG ausgestattet. Das andere System der

„Studiengesellschaft für Kohlenstaubfeuerung auf Lokomotiven“ (abgekürzt STUG) unterschied sich von dem der AEG im Wesentlichen durch die Form der Brenner. Beide Systeme hatten mechanische Staubaustragung durch Förderschnecken aus dem Tender, der anstelle des Kohlekastens einen Kohlenstaubbunker erhalten hatte. Nach dem Beseitigen von „Kinderkrankheiten“ erwiesen sich die Kohlenstaublikomotiven als durchaus betriebstauglich. Sie kamen in den Plandienst zu Bahnbetriebswerken im mitteldeutschen Raum (Halle G, Weißenfels), wo sie auch noch nach Kriegsende im Einsatz waren. Allerdings mussten schon nach kurzer Betriebszeit die kupfernen Feuerbüchsen gegen stählerne ausgetauscht werden, weil der hohe Schwefelgehalt der Braunkohle zu starken Abzehrungen an den Feuerbüchsenwänden führte. Im Jahre 1948 nahm die Deutsche Reichsbahn die Versuche mit

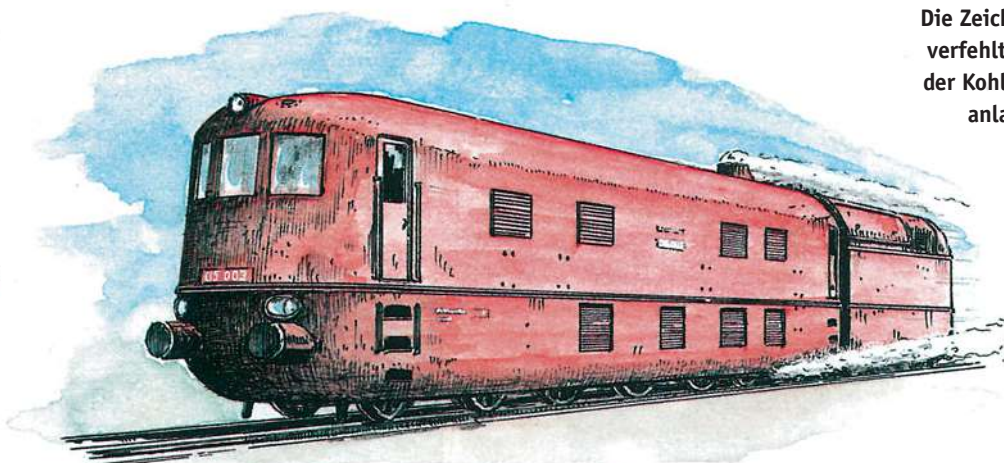
der Kohlenstaubfeuerung wieder auf, bemühte sich aber, die mechanische Staubaustragung zu umgehen, weil die Hilfsmaschinen wartungsintensiv und, abhängig von der Kohlenstaubqualität, auch störanfällig waren. Ein Team unter der Leitung von Hans Wendler erprobte die pneumatische Staubaustragung. Auf den Kohlestaubspiegel im Bunker wurde ein Druck von 0,2 bis 0,3 bar gegeben. Diese an der STUG-Lokomotive 58 1353 erprobte Einrichtung bewährte sich, so dass man auf die Förderschnecken verzichten konnte und nur noch der Turboventilator erforderlich war.

In weiterer Vervollkommnung des Systems Wendler unterteilte man den Staubbunker durch Zwischenwände in drei Kammern, weil sich gezeigt hatte, dass langgestreckte Behälter nicht vollständig entleert werden konnten und zu Verkrustungen neigten. Die Zwischenwände reichten knapp bis zum Boden





Gebläses für 4000 U/min



Dampflokomotive 05003 mit Stirnführerstand und Kohlenstaubtender

Die Zeichnung zeigt die verfehlte Konstruktion der Kohlenstaubförderanlage der 05 003.

ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

des Staubbehälters, so dass bei vollem Behälter die Verbindung der Kammern unterbrochen war. In jede der Kammern konnte wahlweise Druckluft geleitet werden, die infolge des Überdrucks den Brennstaub in den Entnahmestutzen drückte. So wurden die Kammern einzeln und nacheinander geleert. Die Verbrennungsluft wurde durch den im Feuerraum herrschenden Unterdruck über ein dickes Rohr angesaugt, das zwischen Tenderkasten und vorderem Tenderdrehgestell verlief. Brennstaub und Luft wurden vermischt und traten durch Wirbelbrenner in den Feuerraum ein. Der Feuerraum war mit Schamottesteinen ausgemauert und der Feuerschirm verlängert, um dem Staub in einer s-förmigen Flamme einen genügend langen Weg zum Ausbrennen zu geben. Nach unten war der Feuerraum verschlossen.

Die Kohlenstaubfeuerung bot mehrere Vorteile. Leichte Brennstoffe konnten

effektiv genutzt werden, und die Leistung der Lokomotiven stand der steinkohlegefeuerter nicht nach. Die Brennstoffzufuhr erfolgte leistungsabhängig, was den Heizer von schwerer körperlicher Arbeit entlastete. Kohlenstaublokomotiven ließen sich jedoch nicht freizügig einsetzen, da aus Kostengründen die Vorhaltung von Brennstaub nur in bestimmten Bahnbetriebswerken möglich war. Alle Tender besaßen am hinteren Ende eine Füllleitung, über die aus einem hinter dem Tender mitgeführten Kohlenstaubbehälterwagen Brennstaub nachgebunkert werden konnte.

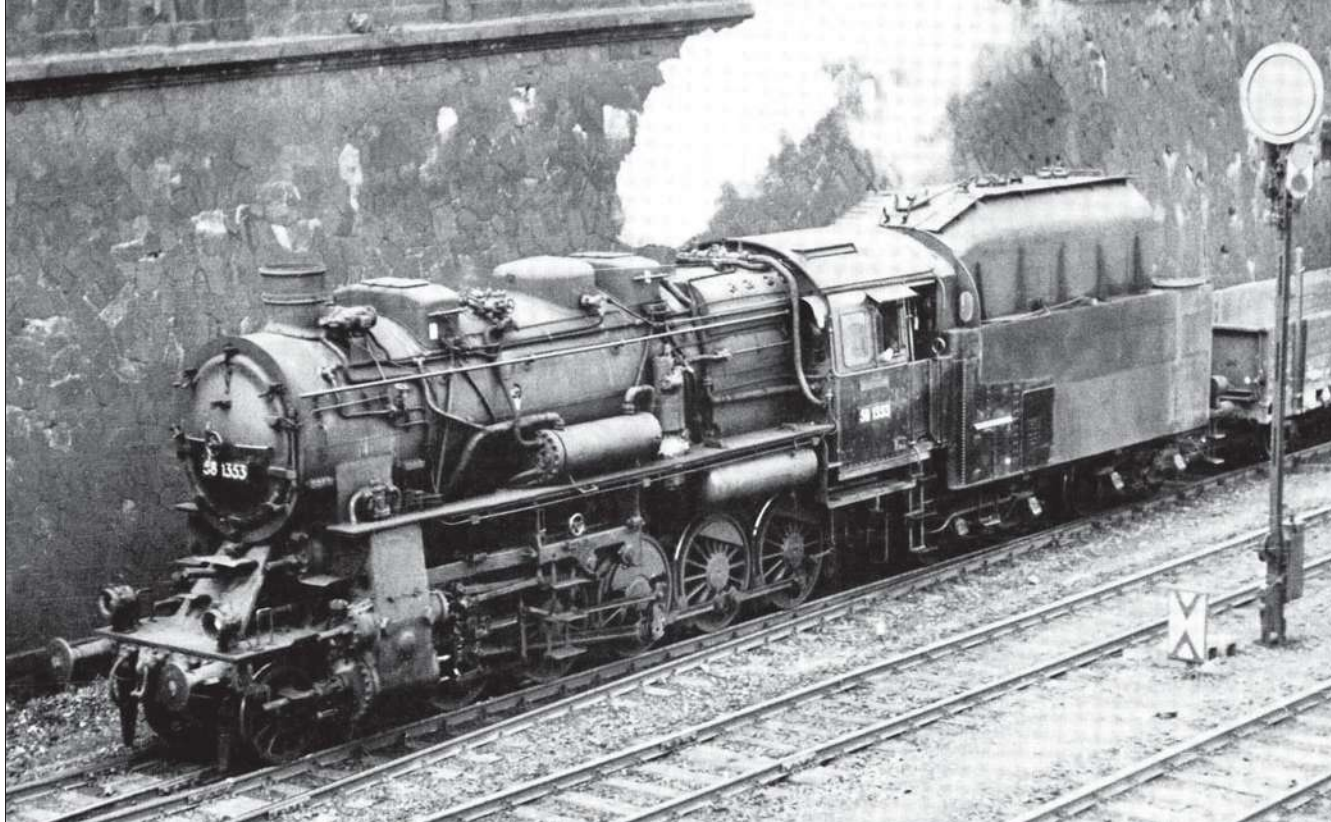
Die Deutsche Reichsbahn hatte folgende Lokomotiven mit Kohlenstaubfeuerung System Wendler im Bestand:

- 1 Lok der Baureihe 07
- 1 Lok der Baureihe 08
- 13 Loks der Baureihe 17¹⁰⁻¹² (pr. S 10¹)
- 2 Loks der Baureihe 25 (Neubau DR)
- 11 Loks der Baureihe 44

- 12 Loks der Baureihe 52
- 59 Loks der Baureihe 58 (pr. G 12)
- 1 Lok der Baureihe 65¹⁰ (Neubau DR)

Überdies gab es bei der Deutschen Reichsbahn eine Fülle von Versuchen und Varianten mit Kohlenstaublokomotiven, auf die aber aus Platzgründen hier nicht eingegangen werden kann. Erinnert sei nur an die 17 1119 mit Kondentender, die 17 1104 mit Großraumwassertender und Großraumstaubwagen für Langläufe, das System „LOWA“ mit druckloser Ausstrahlung des Kohlenstaubs.

Das Projekt eines Mahltenders, auf dem die Kohle zu Staub zermahlen und dem Vorratsbehälter zugeführt wird (womit stationäre Mahl- und Bunkeranlagen weitgehend überflüssig geworden wären), kam bei der DR über das Entwurfsstadium nicht hinaus. In den USA und in der Sowjetunion hingegen sind Mahltender in Gebrauch gewesen.

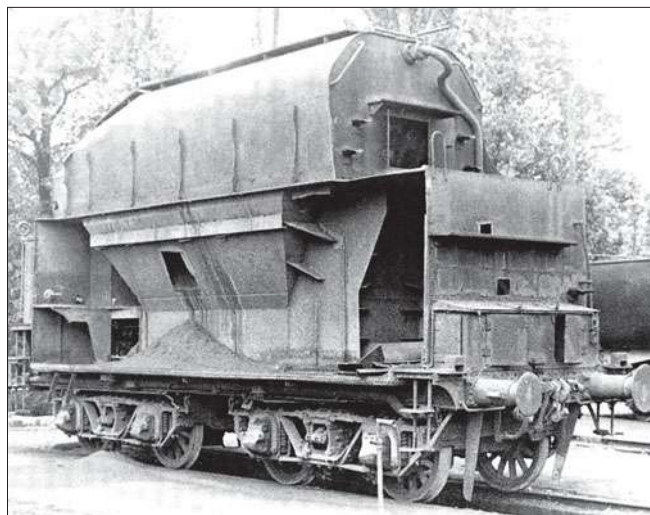


Nach Umbau ihrer Kohlenstaubfeuerungsanlage der Bauart STUG auf die der Bauart Wendler fährt die 58 1353 in Dresden Hbf aus.



FOTOS (3): VERLAGSARCHIV

Von den ehemals für Württemberg beschafften G 12 wurde nur die 58 541 auf Kohlenstaubfeuerung umgebaut.



Der Beginn der Verschrottungsarbeiten erlaubt uns einen Blick in das Innere des Kohlenstaubtenders der ehemaligen 17 1042.

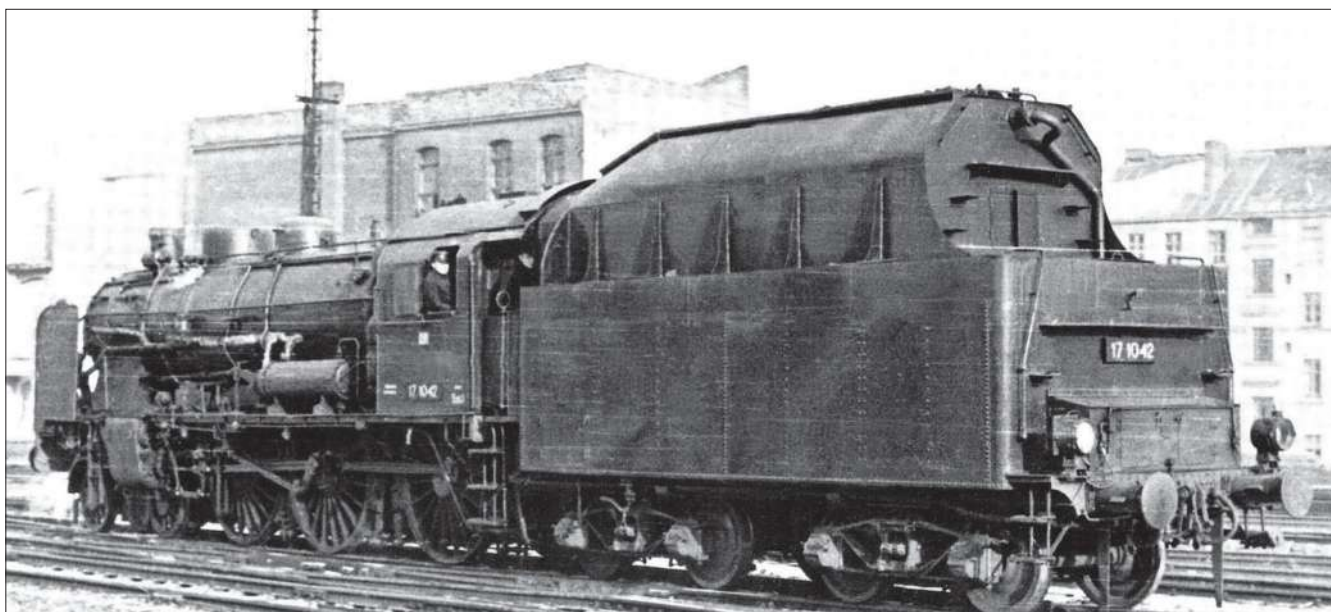
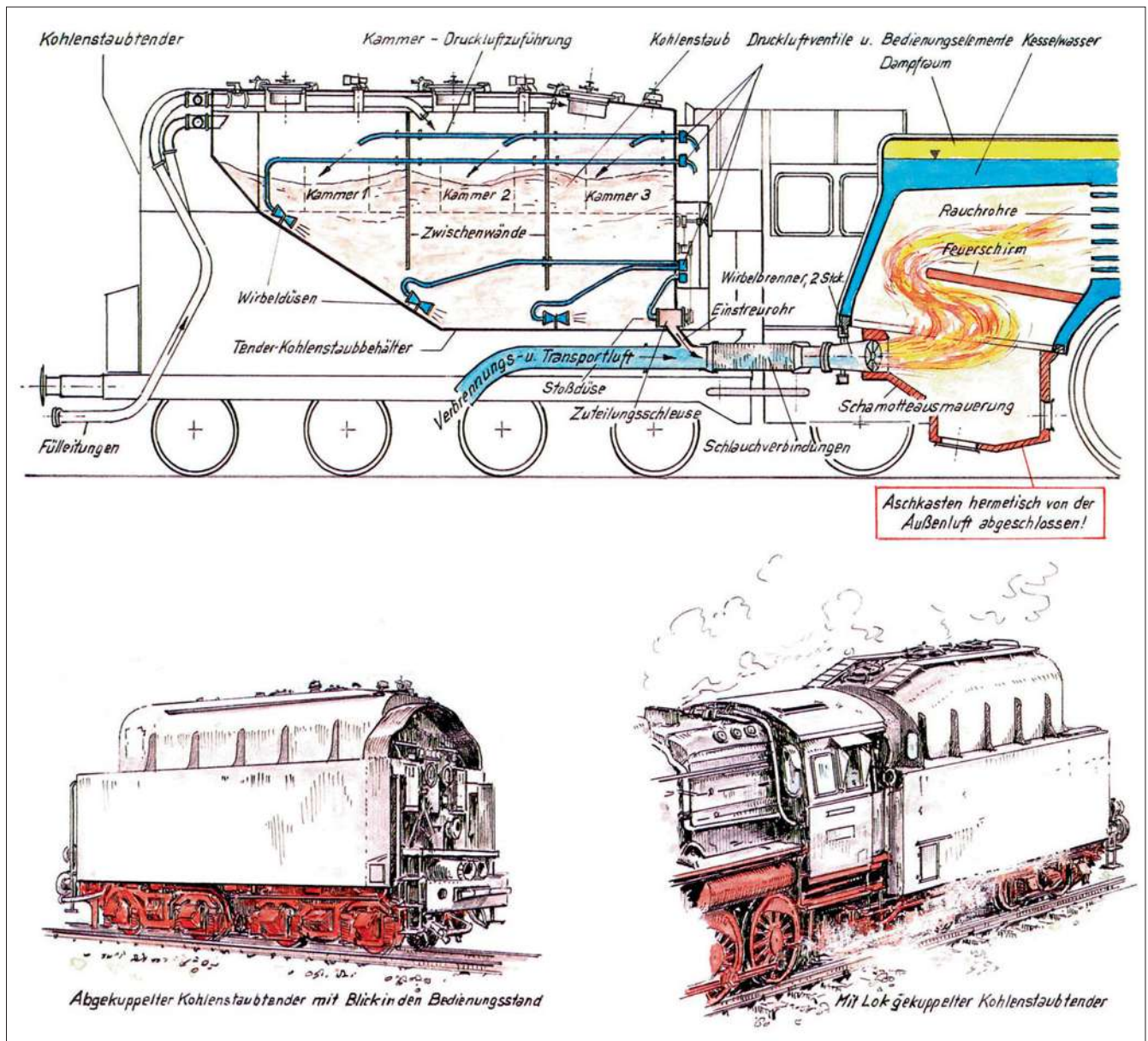
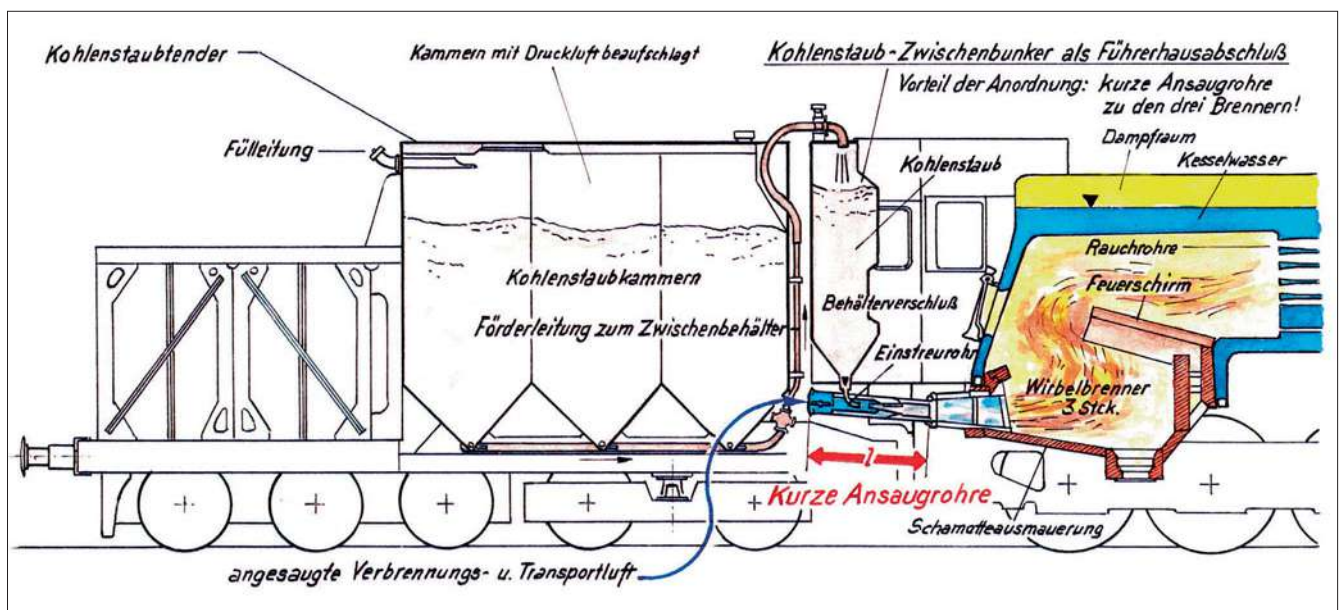


FOTO: SAMMLUNG WEISBROD

Aufnahme der 17 1042 vom Bw Berlin Ostbahnhof.



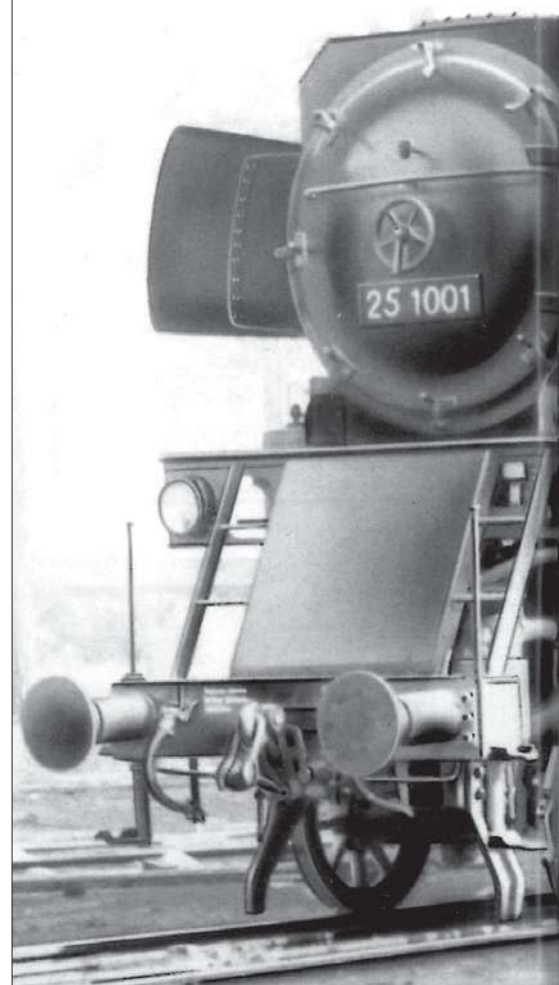
Schemazeichnung (oben) der Kohlenstaubfeuerung Bauart Wendler mit Kammeraustragung.



Schemazeichnung der Kohlenstaubfeuerung Bauart LOWA mit pneumatischer Kammeraustragung und Zwischenbunker.



Kohlenstaubtender der 58 430.



Aufnahme der 25 1001 der Deutschen Reichsbahn.



Kohlenstaubtender der 44 674.



Die kohlenstaubgefeuerte 52 9762 von der Heizerseite.

FOTOS (2): M. DELLE

FOTO: M. WEISBRÖD

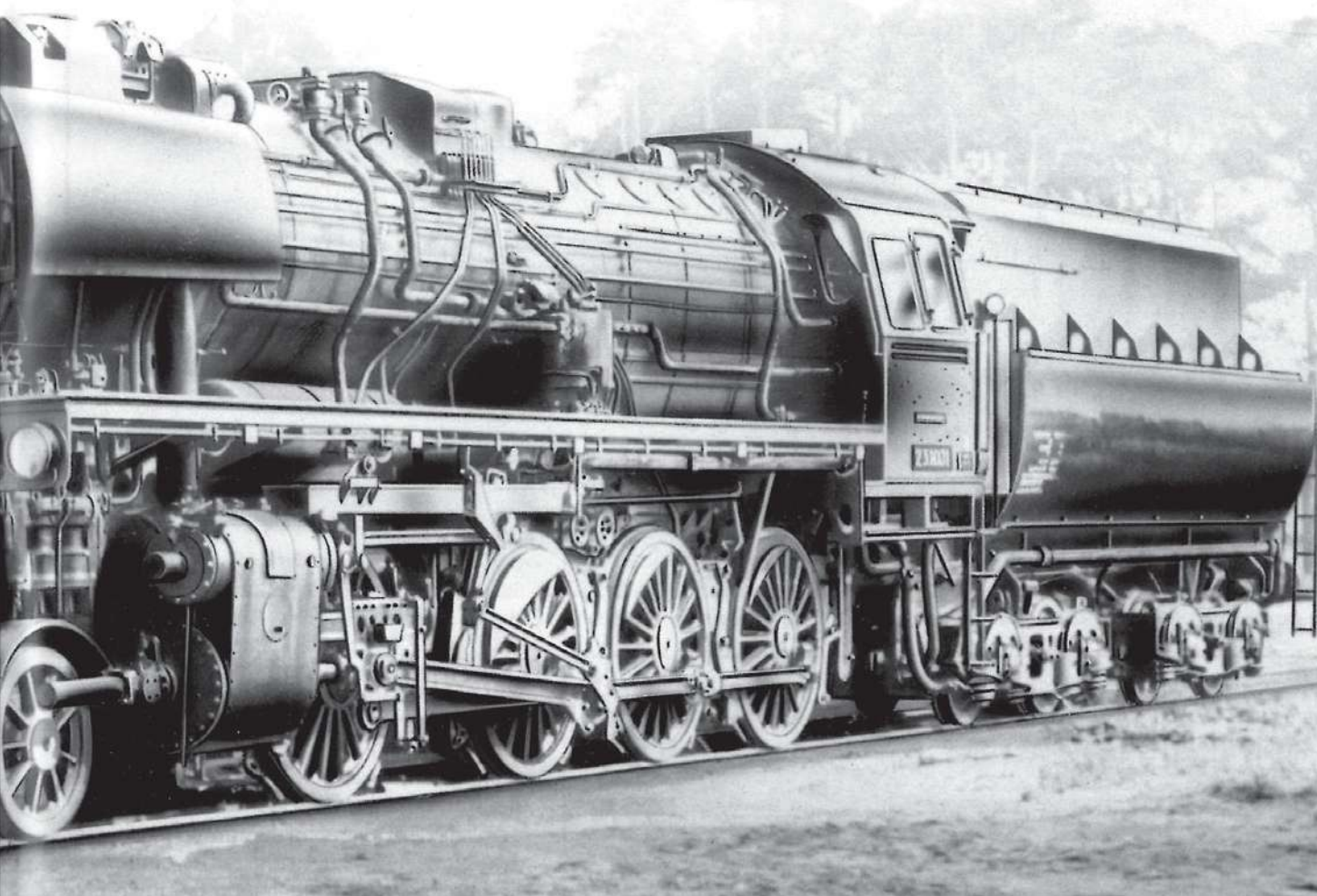


FOTO: SAMM LUNG WEISBRÖD

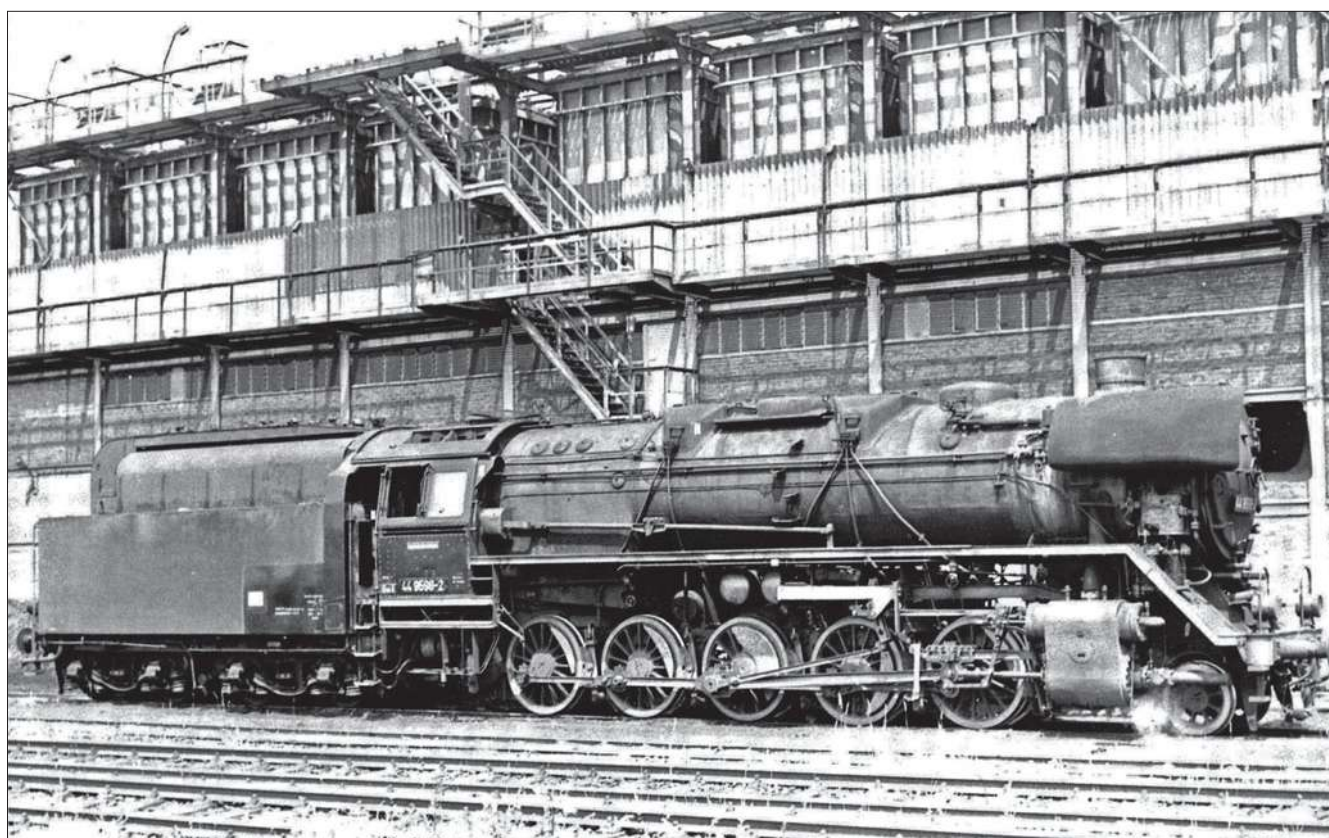
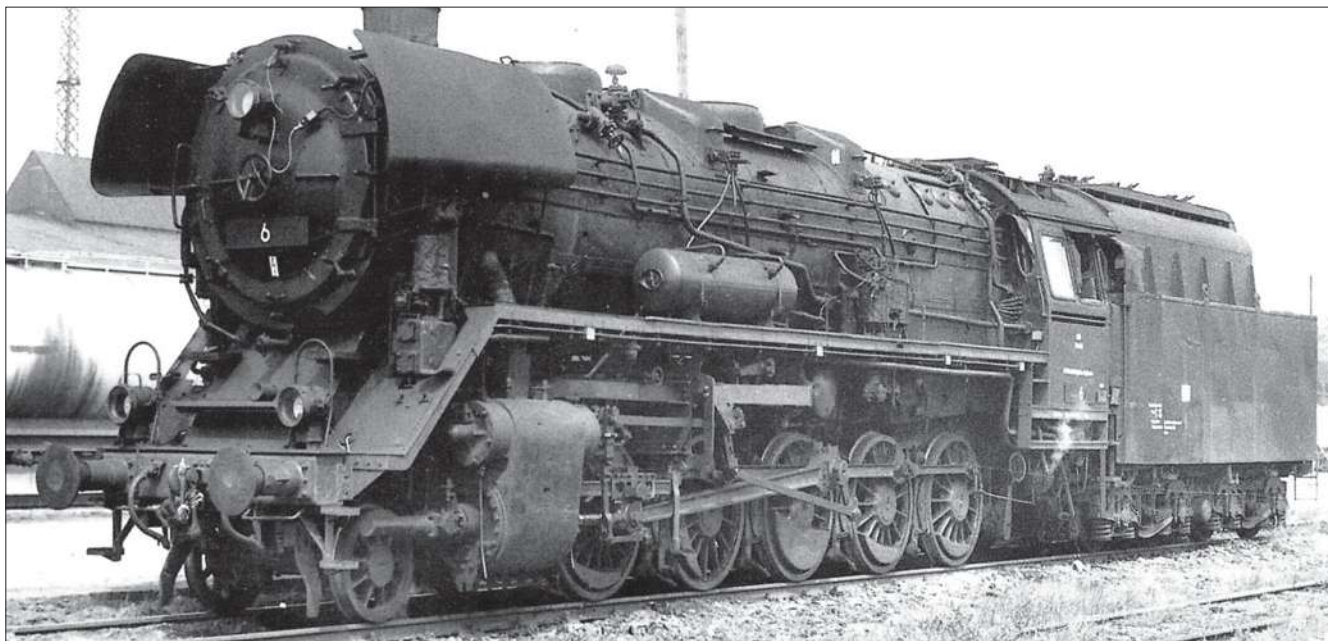


FOTO: M. WEISBRÖD

Auch ein Teil der Lokomotiven der Baureihe 44 ist von der Deutschen Reichsbahn auf Kohlenstaubfeuerung umgerüstet worden.



Nach Ausmusterung durch die DR tat die 44 9278 noch als WL6 Dienst bei den Leunawerken. Die Aufnahme entstand am 11. Juni 1983 im Bahnhof Merseburg.



Die 10 001 war für Ölfeuerung ausgerüstet. Sie qualmt am 25. April 1957 in Minden.



Dieselbe Lok: 10 001 wurde Anfang der 60er-Jahre auch in Marburg aufgenommen.

Lokomotiven mit Ölzusatz- und Ölhauptfeuerung

Von der Betriebsform her unterscheidet man Ölzusatz- und Ölhauptfeuerung. Bei ersterer besteht die Rostfeuerung weiter; lediglich bei Spitzenleistungen wird die Ölzusatzfeuerung zugeschaltet, womit sich die durchschnittliche Leistung der Lokomotive um 10 bis 15 % erhöhen lässt. Bei der Ölhauptfeuerung wird ausschließlich mit Öl gefeuert. Die 1956 von der Firma Krupp AG für die DB gebaute 2'C1'-Schnellzuglokomotive 10 001 besaß anfangs Rostfeuerung mit Ölzusatzfeuerung, ihre Schwesterlokomotive, die 10 002, von Anbeginn Ölhauptfeuerung.

Die Ölfeuerung für Lokomotiven ist mehr als 100 Jahre alt. Seit 1882 gab es auf der Grjasi-Zarizyn-Bahn im Süden Russlands funktionsfähige ölgefeuerte Lokomotiven, 1884 bereits über 100 Stück. Zeitgleich oder etwas später begannen auch entsprechende Versuche in den USA und in Großbritannien.

In Deutschland spielte die Ölhauptfeuerung erst nach dem Zweiten Weltkrieg eine Rolle. Die Deutsche Bundesbahn rüstete einige Maschinen hochbeanspruchter Baureihen mit Ölhauptfeuerung aus, so 1956 bis 1958 insgesamt 34 Lokomotiven der Baureihe 01¹⁰, 1958 bis 1961 dann 40 Loks der Baureihe 41 und um 1960 Maschinen der Reihe 44.

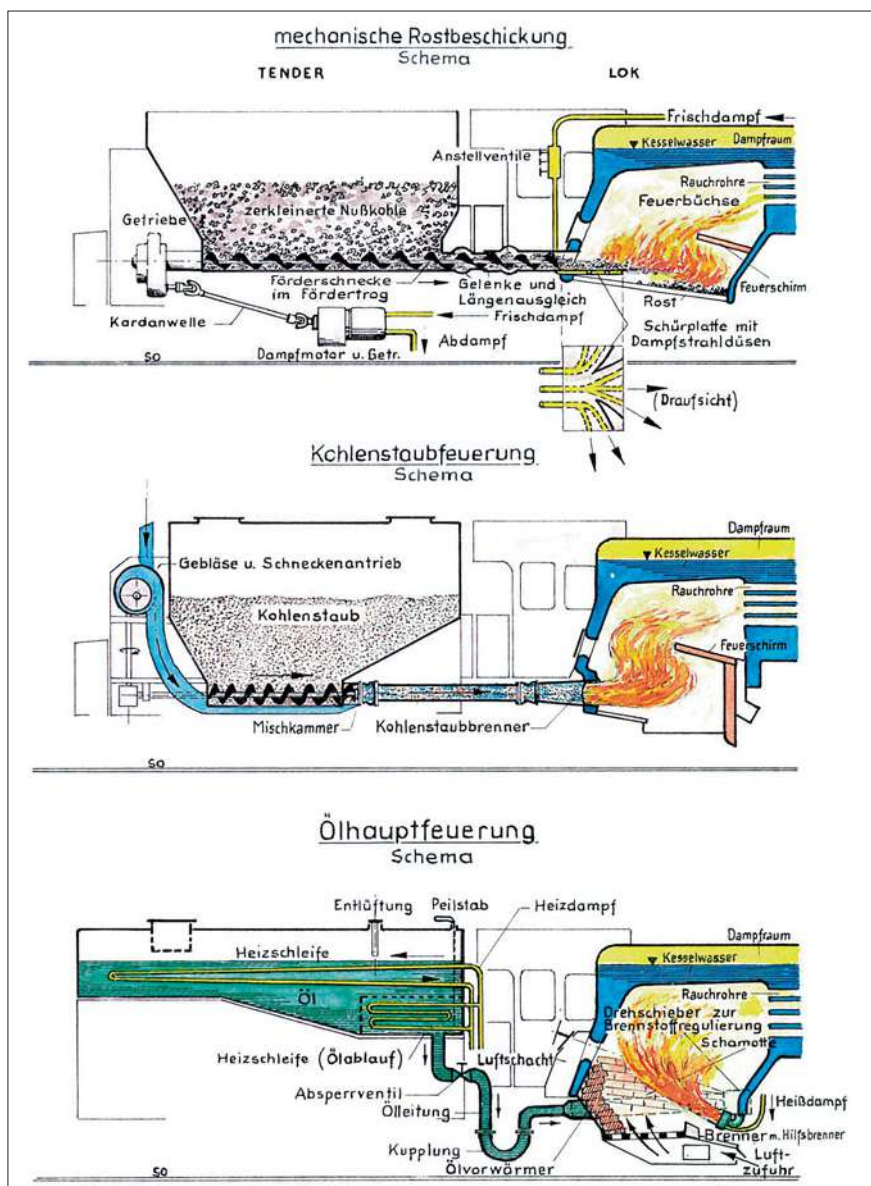
Die Deutsche Reichsbahn folgte etwas später, weil ihr erst ab 1964 durch die Erdölleitung Kuibyschew – Frankfurt/Oder entsprechendes Heizöl aus der



FOTO: BUSTORFF, SAMMLUNG CARSTENS

Der Öltender der Franco-Crosti-Lokomotive 50 4011 wurde am 21. Mai 1959 in Minden aufgenommen.

Erdölaufbereitung zur Verfügung stand. Bei der DR wurden Lokomotiven der Baureihen 01⁵, 03¹⁰, 44, 50³⁵, 95 und 99²³⁻²⁴ sowie einige Sonderlokomotiven auf Ölhauptfeuerung umgebaut. Wie bei der Kohlenstaubfeuerung entlastet die Ölhauptfeuerung den Heizer von schwerer körperlicher Arbeit. Der hohe Heizwert des Öls erhöht den Kesselwirkungsgrad. Dieser Aspekt spielte allerdings bei den Rekokesseln der Baureihen 01⁵ und 03¹⁰ nicht die entscheidende Rolle, da diese Kessel auch bei Rostfeuerung eine ausreichende Menge Dampf lieferten. Die ölgefeuerte Lokomotive kommt auch bei längeren Durchläufen mit einem verhältnismäßig geringen Ölverbrauch aus. Bei Unterwegshalten und nach dem Dienst kann die Lokomotive feuerlos abgestellt werden, wodurch Brennstoff gespart wird. Die Inbetriebnahme der Feuerung nach der Abstellzeit erfolgt durch Selbstzündung an der glühenden Ausmauerung des Feuerkastens (wenn die Feuerung nicht länger als 20 Minuten ausgeschaltet war) oder durch eine Lunte. Die Behandlungszeiten (und der Personalaufwand) im Bw verringern sich, weil kein Entschlacken oder Löschießen erforderlich ist. Die Betankung der Öltender ist zwar nicht in jedem Bahnbetriebswerk möglich, doch erfordert die Vorhaltung von Heizöl wesentlich geringeren Aufwand als die Aufbereitung des Brennstaubes für Kohlenstaublokomotiven, da notfalls auch aus einem Heizölkesselwagen nachgebunkert werden kann.



Schemazeichnungen der mechanischen Rostbeschickung, der Kohlenstaub- und der Ölhauptfeuerung.

ZEICHNUNG: R. BARKHOFF

Prinzipiell arbeiten die Ölhauptfeuerungen nach folgendem Schema: In den Kohlenkasten des Tenders ist der Ölbunker eingesetzt, der etwa 13 bis 14 m³ Öl aufnehmen kann. Das dickflüssige Heizöl wird im Tender durch mit Nassdampf beheizte Rohrschlangen auf ca. 80°C erwärmt. Aus Sicherheitsgründen muss der tiefste Ölstand 50 cm über den Heizschlangen liegen, und das Öl darf nicht höher als bis 20°C unter seinen Flammpunkt erwärmt werden. Die Öl-

leitung muss durch ein Schnellschlussventil absperrbar sein. Die Öltemperatur zeigt ein Fernthermometer auf dem Führerstand an. Auch der Druck des Heizdampfs ist auf einem Manometer ablesbar; ein Sicherheitsventil sorgt dafür, daß 4 bar nicht überschritten werden. Ehe das Heizöl in den Brenner gelangt, muß es auf 100 bis 105°C erwärmt werden. Ein mit Nassdampf beheizter, nach dem Gegenstromprinzip arbeitender Oberflächenvorwärmer unter dem Füh-

rerstand erwärmt das Öl, das dann dem vom Heizer bedienten Ölregulierschieber zufließt.

Die Ölbrenner sind aus Grauguss gefertigte Flachbrenner mit je einem Anschluss für Heißdampf und Öl. Im oberen Kanal fließt das Heizöl zu; durch den unteren strömt der Heißdampf ein. Der Austritt für den Heißdampf wird mittels einer nachstellbaren Kupferplatte auf einen Schlitz von 0,5 mm x 70 mm verengt, so dass der Dampf mit hoher Ge-



Die Deutsche Reichsbahn in der DDR baute zwischen 1959 und 1967 insgesamt 94 Lokomotiven der Baureihe 44 auf Ölhauptfeuerung um, darunter auch die 44 0553.



FOTOS (2): M. WEISBROD

28 der 35 Lokomotiven der Baureihe 01⁵ verfügten über eine Ölhauptfeuerung. Das Foto zeigt die 01 0508 des Bw Saalfeld bei Unterwellenborn.

schwindigkeit austritt, das Öl mitreißt und fein zerstäubt in den Feuerraum einspritzt. Der Heißdampf wird von einer Überhitzereinheit abgezweigt und gelangt über ein Absperrventil sowie Regelventile zu den Ölbrennern. Beide Ölbrenner ragen an der Feuerkastenrückwand oder von der Feuerkastenvorderwand in den Feuerkasten hinein. Als Feuerkasten dienen die Feuerbüchse und der als solcher nicht mehr erforderliche Aschkasten. Wegen der hohen Tempera-

turen, die rund 1600°C betragen, muss der gesamte Feuerkasten mit Siliziumkarbidsteinen ausgemauert werden. Die Ausmauerung reicht bis zur dritten Stehbolzenreihe über dem Bodenring.

Die Ölhauptfeuerung lässt sich mit dem Ölregulierschieber während der Fahrt der geforderten Dampfleistung des Kessels anpassen. Die Verbrennungsluft strömt durch den Luftzuführungskasten am Boden des Feuerraums ein, der verstellbare Luftklappen besitzt. Farblose

Rauchgase aus dem Schornstein zeigen an, dass das Öl vollständig verbrannt wird. Funkenfänger und Nässeinrichtungen sind bei Lokomotiven mit Ölhauptfeuerung überflüssig.

Bei der Deutschen Bundesbahn schieden die ölgefeuerten Lokomotiven mit dem Traktionswechsel zu Diesel- und Elektrolokomotiven aus. Bei der Deutschen Reichsbahn wurden sie mit der Verteuerung des Erdöls und damit des Heizöls unwirtschaftlich und



FOTO: U. GEUM

Zusammen mit den beiden Lokomotiven der Baureihe 10 zählten die 34 Maschinen der Baureihe 01¹⁰ mit Ölhauptfeuerung zu den leistungsfähigsten Schnellzuglokomotiven der Deutschen Bundesbahn. Die letzten Vertreter dieser Baureihe waren im Bw Rheine beheimatet (27. August 1972).

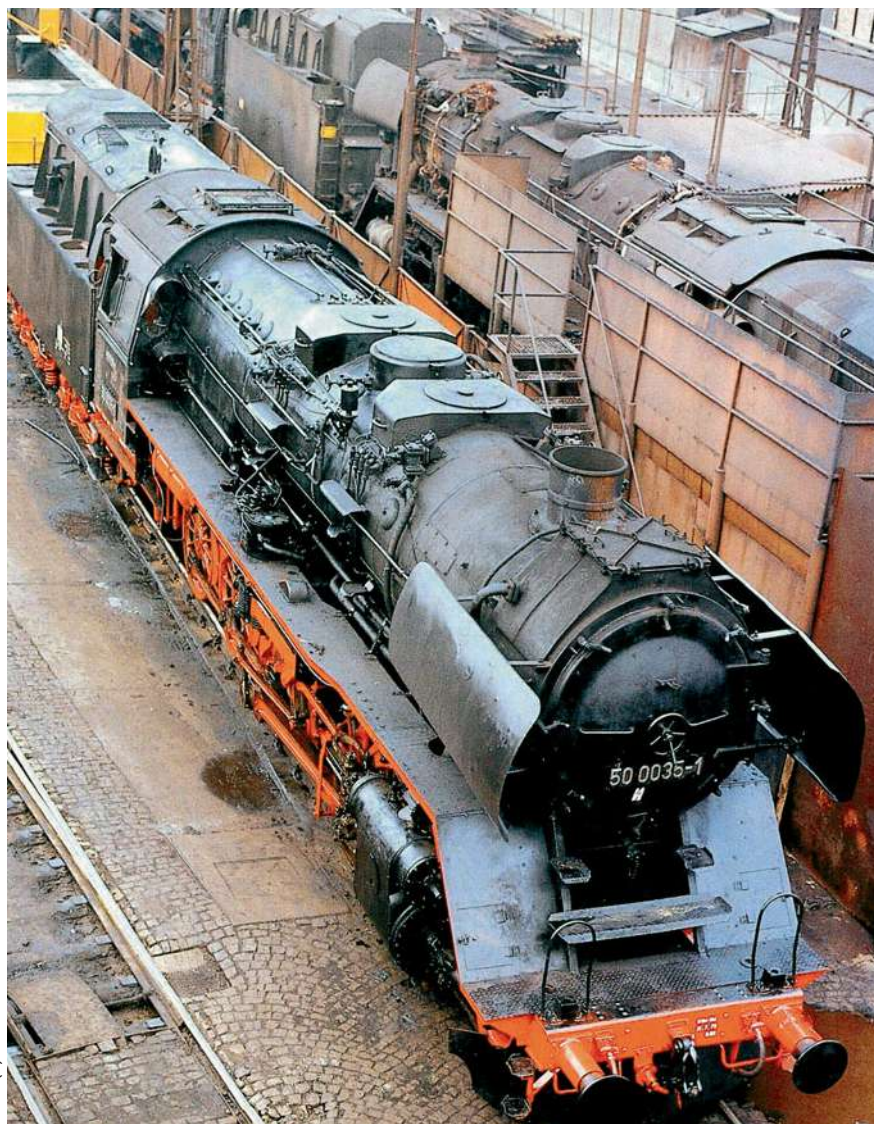


FOTO: B. HUGUENIN

Zwei ölgefeuerten Lokomotiven der Baureihe 44, an der Spitze 043 606, befördern einen schweren Erzzug von Emden nach Rheine.



Auch auf schmaler Spur sind ölgefeuerte Dampflokomotiven zuhause gewesen. Hier die 99 0231 der Deutschen Reichsbahn in der DDR im Einsatz auf der Harzquerbahn.



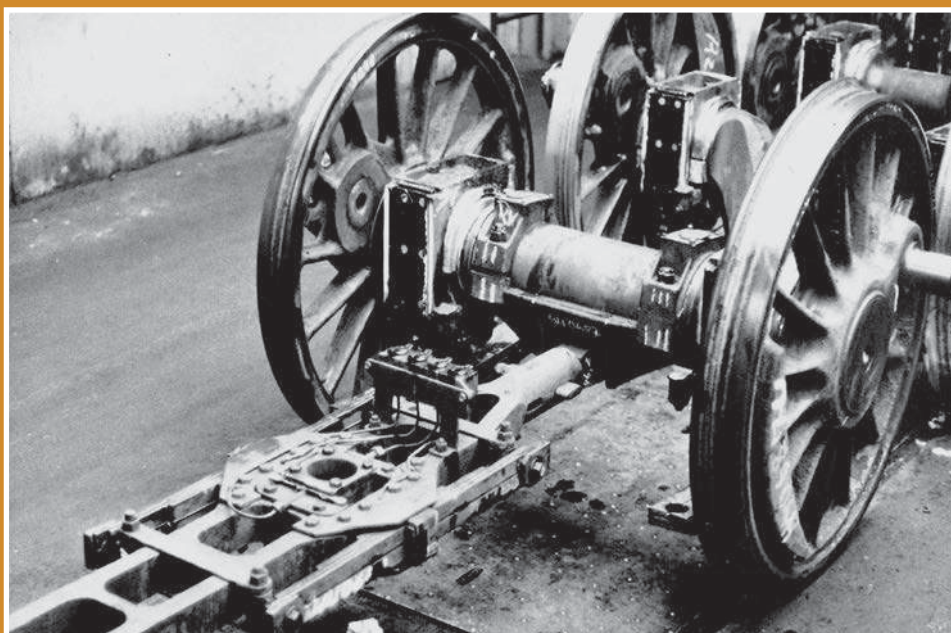
Die Deutsche Reichsbahn in der DDR rüstete 72 Rekolokomotiven der Baureihe 50 mit Ölhauptfeuerung aus. Zu diesen Maschinen zählt auch die 50 0035.

überdies infolge des Traktionswechsels entbehrlich. Ein Rückbau auf Rostfeuerung erfolgte bei einigen Lokomotiven der Baureihe 44, die allerdings nicht mehr im Zugdienst eingesetzt wurden, sondern als mobile Heizanlagen Verwendung fanden. Die Neubaulokomotiven der Harzquerbahn (1000 mm Spurweite) baute man, nachdem die letzte Maschine gerade erst Ölhauptfeuerung erhalten hatte, wieder auf Rostfeuerung zurück. Auch einige von der Deutschen Reichsbahn als Museums-Traditionslokomotiven erhaltene Maschinen, die Ölhauptfeuerung besaßen – so die 01 531, 03 1010, 44 1093 und 95 027 –, erhielten wieder Rostfeuerung. Die einzige ölgefeuerte Dampflokomotive der DR ist heute die 18 201 (02 0201), die derzeit schnellste Dampflokomotive der Welt (175 km/h), entstanden aus dem Lauf- und Triebwerk der Henschel-Wegmann-Zuglokomotive 61 002.

Quellenverzeichnis:

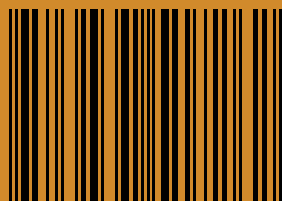
- Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Band 80, Heft 5, 1917: Versuche mit Dampflokomotiven der Kgl. Preussischen Eisenbahn-Verwaltung im Jahr 1913.
- Beschreibung und Betriebsanweisung der 1'E-Henschel-Kondenslokomotive Baureihe 52 der Deutschen Reichsbahn, Kassel 1944.
- Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft: Niederschrift über die 23. Beratung des Ausschusses für Lokomotiven am 18., 19. und 20. Oktober 1933 in Karlsruhe; Niederschrift über die 25. Beratung des Ausschusses für Lokomotiven am 14., 15. und 16. November 1934 in Cochem; Niederschrift über die 26. Beratung des Ausschusses für Lokomotiven am 23. und 24. Oktober 1935 in Magdeburg.
- Ebel, Jürgen, und Gänßfuß, Rüdiger: Franco-Crosti – die letzte Chance der Dampflokomotive, Erlangen 1980.
- Ewald, Kurt: Hagans-Lokomotiven; Lok-Magazin Nr. 39, Stuttgart 1969.
- Giesl-Gieslingen, Adolph: Anatomie der Dampflokomotive international, Wien 1986.
- Lübsen, Wolfgang: Hilfsantriebe für Dampflokomotiven; Lok-Magazin Nr. 56, Stuttgart 1972.
- Metzeltin, Erich: Die Entwicklung der Lokomotive, II. Band: 1880 – 1920; München und Berlin 1937.
- Niederschrift Nr. 62 über die Beratungen des Ausschusses für Lokomotiven am 10., 11. und 12. Mai 1911 in Dresden.
- Ostendorf, Rolf: Ungewöhnliche Dampflokomotiven, Stuttgart 1976.
- Rakow, Witali Alexandrowitsch: Russische und sowjetische Dampflokomotiven, Berlin 1986.
- Roosen, Richard: Ein Leben für die Lokomotive, Stuttgart 1976.
- Witte, Friedrich: Zwei Franco-Crosti-Lokomotiven für die DB. Glasers Annalen Heft 3, 1951.

Wie funktioniert eigentlich eine Dampflokomotive? Dieser Sammelband – entstanden aus Sonderausgaben des Fachmagazins „Eisenbahn-Journal“ – beantwortet alle Fragen rund um Technik und Funktion. Behandelt werden nicht nur Kessel, Dampfmaschine, Zylinder, Triebwerk, Steuerung und Laufwerk, sondern auch die sonstige Ausrüstung einer Dampflokomotive wie etwa die Bremsen, die Bedienelemente im Führerhaus oder die Schmiervorrichtungen. Tendern ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Breiten Raum nimmt die Darstellung von Sonderbauarten ein. Ein unverzichtbares Nachschlagewerk für Dampflokomotifans, vorbildorientierte Modellbahner und Technikinteressierte.



€ 29,95 [D]

ISBN 978-3-8375-1726-2



9783837517262