

Lehrmaterial für die Ausbildung zum
Dampflokomotivführer/-heizer

Lokomotivkunde

Dampflokomotiven

Heft 3

- I. Lokomotivsteuerung
- II. Unregelmäßigkeiten im Lokomotivbetrieb
und ihre möglichen Ursachen

Bahn & Bild Verlag GmbH

Bearbeitet und zusammengestellt von Heinz Schnabel.

(c) 1992 by Bahn & Bild Verlag GmbH
Postfach 105, 0-1136 Berlin

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen
Nachdrucks, vorbehalten.

Schreibsatz: Bianka Emersleben, Brigitte Kirsche
Druck: Offsetdruck GmbH Sonthofen
Printed in Germany.

ISBN 3-928720-06-6

Inhaltsverzeichnis

1.	Lokomotivsteuerung	5
1.1.	Dampfzylinder mit Kolben und Kolbenstange	5
1.1.1.	Theoretische Grundlagen - Vorgänge im Dampfzylinder	5
1.1.2.	Praktische Ausführung	16
1.2.	Steuerung	37
1.2.1.	Theoretische Grundlagen - Aufgaben und Wirkungsweise	37
1.2.2.	Praktische Ausführung	52
1.3.	Triebwerk	76
1.3.1.	Theoretische Grundlagen - Entstehung der Zugkraft	76
1.3.2.	Praktische Ausführung	84
2.	Unregelmäßigkeiten im Lokomotivbetrieb und ihre möglichen Ursachen	102
2.1.	Schäden und Störungen an der Dampfkesselanlage der Lokomotive	102
2.1.1.	Feuerbüchse	102
2.1.2.	Stehkessel, Verankerungen und Luken	114
2.1.3.	Langkessel, Heiz- und Rauchrohre	121
2.1.4.	Feuerschirm	125
2.1.5.	Sonstige Störungen an der Kesselanlage	128
2.2.	Schäden und Störungen an den Speiseeinrichtungen des Lokomotivkessels	129
2.2.1.	Versagen der Dampfstrahlpumpe	129
2.2.2.	Versagen der Speisewasserkolbenpumpe	135
2.2.3.	Schadhaftwerden der Vorwärmanlage	146
2.2.4.	Festsetzen oder Undichtwerden von Kesselspeise- ventilen	152
2.2.5.	Störungen am Kesselabschlammventil	154
2.3.	Schäden oder Störungen an den Sicherheits- einrichtungen des Kessels	156
2.3.1.	Schäden an den Wasserstandseinrichtungen	156
2.3.2.	Schäden an den Sicherheitsventilen	160
2.3.3.	Ungangbarer und undichter Regler	164
2.4.	Undichtigkeiten und Mängel in der Rauchkammer	171
2.4.1.	Undichtigkeiten und Abzehrungen in der Rauchkammer	171
2.4.2.	Funkenflug - Schutzvorrichtungen	172
2.4.3.	Störungen durch Veränderung der Saugzugverhältnisse	173
2.5.	Schäden an der Dampfmaschine	175
2.5.1.	Dampfzylinder und Schieber	175
2.5.2.	Störungen an den Druckausgleichvorrichtungen	187
2.5.3.	Brüche an den äußeren Steuerungsteilen	198
2.5.4.	Störungen am Triebwerk	199
2.6.	Schäden am Fahrgestell	206
2.6.1.	Rahmen und Zubehör	206
2.6.2.	Laufwerk	210
2.7.	Sonstige Schäden an den allgemeinen Einrichtungen der Lokomotive	226

2.7.1. Störungen an der elektrischen Beleuchtung	226
2.7.2. Schäden und Störungen am Sandstreuer	228
2.7.3. Schäden an den Schmiervorrichtungen	230
2.8. Störungen am Tender	238
2.8.1. Heißlaufen der Tenderachslager	238
2.8.2. Schlingern und unruhiger Lauf des Tenders	239
2.8.3. Störungen am Wasserkasten	239
2.9. Behandlung entgleister oder wegen Schäden liegendebliebener Lokomotiven	240
2.9.1. Behandlung entgleister Lokomotiven und Tender	240
2.9.2. Lahmlegen von Lokomotiven	240
2.10. Sonstige Unregelmäßigkeiten im Lokomotivbetrieb	246
2.10.1. Dampfmangel	246
2.10.2. Belästigung der Umgebung	250
2.10.3. Störungen und Unregelmäßigkeiten an Kohlenstaub- lokomotiven	252
Anlagen	258

1. Lokomotivsteuerung

1.1. Dampfzylinder mit Kolben und Kolbenstange

1.1.1. Theoretische Grundlagen - Vorgänge im Dampfzylinder

Im Dampfzylinder leistet der Dampf Arbeit, d.h., die ihm inwohnende Wärmemenge wird in mechanische Arbeit umgewandelt.

Was geht nun im Dampfzylinder vor ?

Es ist bekannt, daß Gas unter Druck das Bestreben hat, sich allseitig auszudehnen. Da der Dampf ein gasförmiger Körper ist, unterliegt auch er diesem Ausdehnungsgesetz.

Kann dieses Ausdehnungsgesetz ungehindert wirken, so gleicht der Druck sich nach und nach aus. Die kleinen Dampfteilchen vermischen sich mit den sie umgebenden Luftteilchen. Hemmen jedoch feste Körper dieses Ausdehnungsbestreben, dann müssen sie einen bestimmten Druck aushalten. So drückt der Dampf in einem geschlossenen Gefäß überall gleichmäßig auf die Gefäßwände. Der Dampfdruck wird im Verhältnis zu der die Erde umgebenden Luft-hülle, der Atmosphäre, gemessen. Diese der Physik entstammende Druckeinheit nennt man die physikalische Atmosphäre (atm).

Die Atmosphäre hält einer Wassersäule von 10,33 m das Gleichgewicht, sie drückt auf jeden cm^2 ebener Fläche mit 1,033 kg.

In der Technik rechnet man vorzugsweise mit dekadischen Maßeinheiten. Ohne Bedenken können die Kommastellen vernachlässigt werden, da sie nur ein Dreißigstel der Einheit betragen. An die Stelle der physikalischen Atmosphäre tritt damit die technische Atmosphäre (at). Sie entspricht dem Druck von 1 kg auf 1 cm^2 .

Dem atmosphärischen Luftdruck entspricht dann bei Vernachlässigung der Kommastelle 1 at absoluter Druck.

Die exakte Bezeichnung lautet:

kg/cm^2 absoluter Druck oder at absoluter Druck;

kg/cm^2 Überdruck oder at Überdruck;

kg/cm^2 Unterdruck oder at Unterdruck;

Bild 1 zeigt, daß der Dampfzylinder nicht ein Druckgefäß im üblichen Sinne mit gleichbleibendem Volumen ist, das nur der Aufspeicherung des Dampfes dient. Ein in Richtung der Zylinderlängsachse verschiebbarer Kolben wird durch den eingeströmten Dampf bewegt. Dadurch ändert sich der Rauminhalt der durch den Dampfkolben getrennten Zylinderteile.

Es besteht nun die Möglichkeit, während des ganzen Kolbenhubes s Dampf in den Zylinder zu geben, d.h., man arbeitet mit Vollfüllung. Der Dampf wird gegen Hubende mit hohem Druck (dem Eintrittsdruck unter Vernachlässigung der Abkühlungsverluste) und damit mit hohem Wärmeinhalt ins Freie gelassen. Durch den hohen Dampfverbrauch würden große Energien ungenutzt vergeudet.

Diese sogenannte Volldruck-Dampfmaschinen wurden deshalb nur bei den ersten Lokomotiven verwendet. Heute finden wir sie nur noch als Antriebsmaschinen für Speisewasserkolben- und Luftpumpen an Lokomotiven. Hierfür sind sie wegen ihrer einfachen Bauform und Bedienungsweise sehr willkommen.

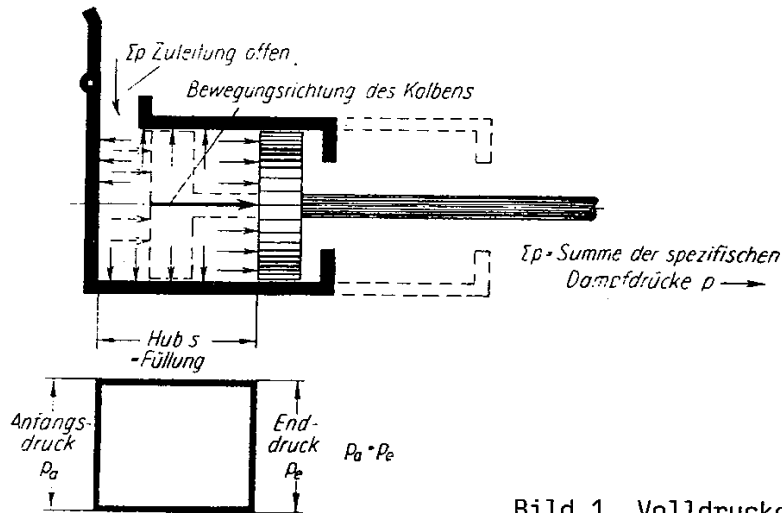


Bild 1. Volldruckdampfmaschine

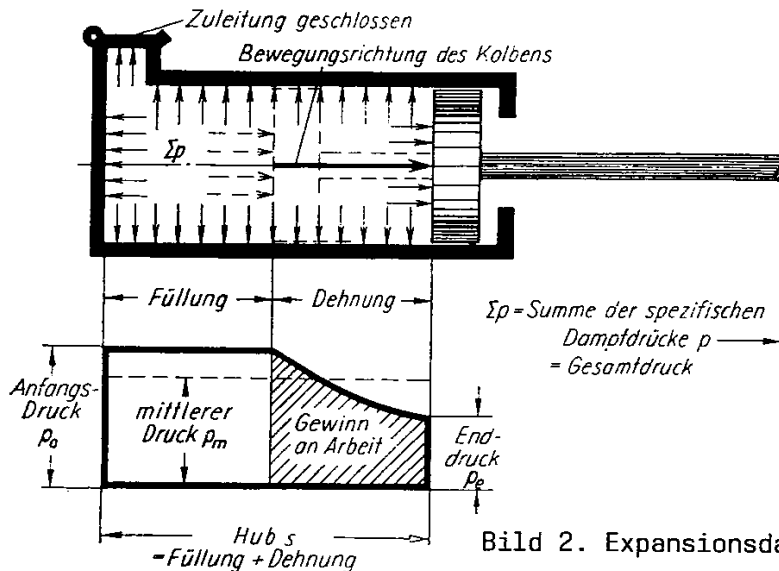


Bild 2. Expansionsdampfmaschine

Das Arbeitsschaubild einer Volldruck-Dampfmaschine bildet ein Rechteck, bei dem die Länge dem Kolbenhub s und die Höhe dem spezifischen Dampfdruck p entsprechen. Die Arbeit A ist damit dann gleich dem Inhalt des Rechtecks oder

$$A = p \cdot s.$$

Es ist offensichtlich zweckmäßiger, den vollen Dampfdruck nicht während des gesamten Hubes, sondern nur auf einen bestimmten Teil desselben auf den Kolben einwirken zu lassen. Man läßt also den Dampf nur auf einen Teil f des Kolbenhubes einströmen und arbeitet so mit Teilfüllung (Bild 2).

Wenn der Dampfeinlaßkanal geschlossen wird, drückt der Dampf weiter auf den Kolben und bewegt ihn vor sich her. Der dem Dampf zur Verfügung stehende Raum wird größer, während die Dampfmenge unverändert bleibt. Da Raum und Druck voneinander abhängig sind, wird bei Vergrößerung des verfügbaren Raumes der Druck in einem bestimmten Verhältnis absinken. Auch hier gilt sowohl insgesamt als auch für jede Kolbenstellung die Beziehung $A = p \cdot s$.

Bei Betrachtung des gesamten Hubes muß für p der mittlere Druck p_m eingesetzt werden.

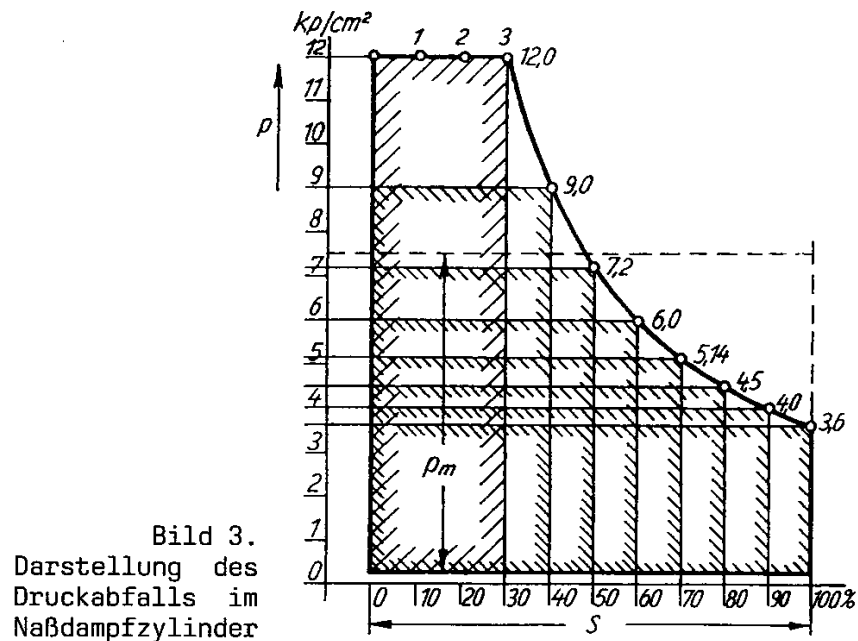


Bild 3.
Darstellung des
Druckabfalls im
Naßdampfzylinder

Der Druck am Hubende und damit der gesamte Druckabfall lassen sich leicht und mit genügender Genauigkeit grafisch ermitteln. Da die Dehnungskurve des Naßdampfes die Form einer Hyperbel hat, läßt sich der Druckabfall in jeder Kolbenstellung gut darstellen (Bild 3). Für jeden Punkt der Kolbenstellung läßt sich der zugehörige Druck rechnerisch durch Umstellung der Formel ermitteln:

$$p = \frac{A}{s}$$

An einem Beispiel soll nun gezeigt werden, daß es wirtschaftlicher ist, eine bestimmte Leistung mit möglichst hoher Eintrittsspannung des Dampfes und geringer Füllung zu erzielen als umgekehrt die erforderliche Dampfmenge mit großer Füllung und dabei verringertem Anfangsdruck aufzubringen (Bilder 4a und b). Der höhere Druck am Hubende (Ausströmdruck) des Beispiels 4b zeigt deutlich, daß der Dampf mit unnötig hohem Druck entweicht und damit vergeudet wird. In beiden Abbildungen ist die Dehnungsarbeit schraffiert gezeichnet. Obwohl die eingebrachte Dampfmenge in Bild 4b etwa 2,7 mal so groß ist wie die in Bild 4a, so ist doch die erreichte Dehnungsarbeit in beiden Fällen nahezu gleich groß. Daraus ergibt sich, daß der Regler so weit wie möglich geöffnet werden muß. Das entspricht einem hohen Eintrittsdruck. Dagegen muß die Füllung so klein wie möglich gehalten werden. Nur so ist ein wirtschaftlicher Dampfverbrauch gewährleistet. Jedoch ist die wirtschaftlichste Fahrweise nun nicht nur vom sparsamen Dampfverbrauch abhängig. Der kleinstmögliche Füllungsgrad hängt vielmehr von der Bauart der Lokomotive und von der zu befördernden Last ab. Der Lokomotivführer erkennt deutlich am unruhigen Lauf der Lokomotive, daß er den kleinstmöglichen Füllungsgrad unterschritten hat. Beim Übergang zum ruhigen Lauf ist der unterste Grenzwert erreicht. Unruhiger Lauf wirkt sich nachteilig auf das Gewerk aus.

Von der Lokomotive werden nicht immer gleichbleibende Zugkräfte gefordert. Die Füllung muß während des Betriebes verändert werden. Bei Überwindung größerer Fahrwiderstände, wie beim An-

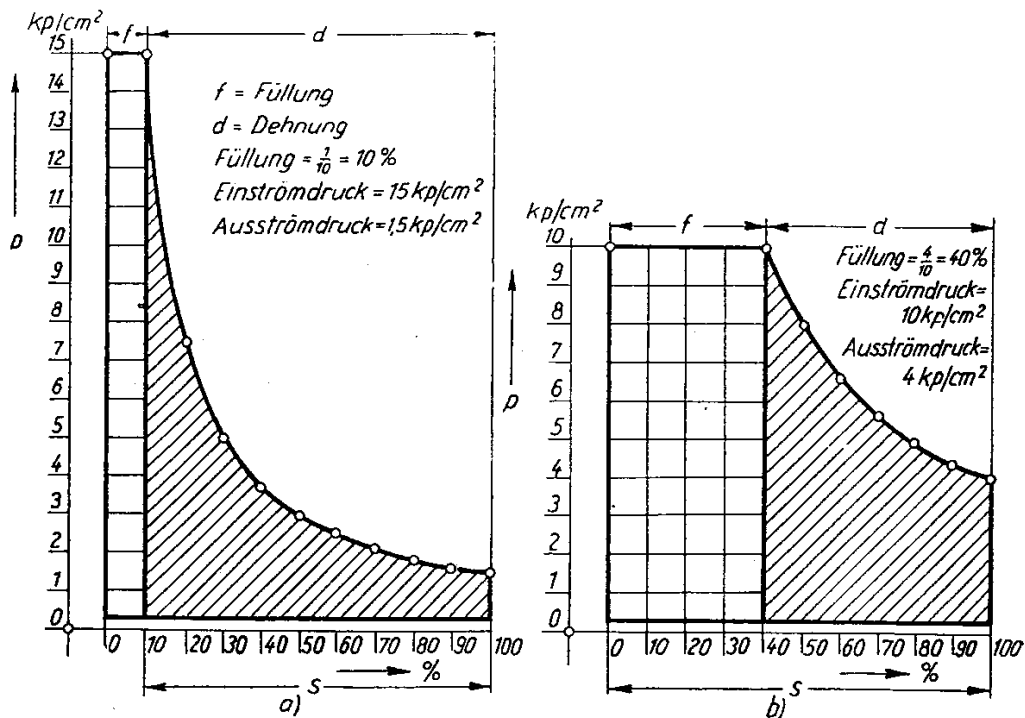


Bild 4. Einfluß des Einströmdruckes und der Füllung auf den wirtschaftlichen Dampfverbrauch

fahren, in Steigungen und bei großen Zuglasten müssen der Füllungsgrad und damit die einströmende Dampfmenge vergrößert werden können. Bei gleicher Eintrittsspannung erhöht sich dann der mittlere Kolbendruck p , im Diagramm bedeutet das eine Vergrößerung der Arbeitsfläche. In diesen besonderen Fällen ist es unvermeidbar, daß der Ausströmdruck am Hubende höher ist als Energien ungenutzt ins Freie verpuffen.

Eine bestimmte Größe darf der Druck des Auspuffdampfes sowieso nicht unterschreiten, da er noch verschiedene Widerstände zu überwinden hat, ehe er durch den Schornstein ins Freie gelangt. Dabei muß er noch in der Lage sein, die Verbrennungsgase aus der Feuerbüchse mitzureißen, um das Feuer anzufachen.

Abgesehen davon, daß ein erfahrener Lokomotivführer immer bestrebt sein wird, die Füllung nicht über das notwendige Maß hinaus zu vergrößern, ist die oberste Grenze durch die Leistungsfähigkeit des Kessels gegeben. Der Kessel würde Schaden nehmen, wenn er längere Zeit über die Kesselgrenze hinaus Dampf liefern müßte. Diese betrug bei den bei der Deutschen Reichsbahn in Betrieb befindlichen Lokomotiven (außer Neubaulokomotiven) $57 \text{ kg (Dampf)/m}^2$ (Heizfläche) und h (Stunde). Aus diesem Grunde wurden Zahlentafeln entwickelt, die erkennen lassen, bis zu welcher Füllung bei den verschiedenen Geschwindigkeiten hinaufgegangen werden kann, ohne den Kessel zu überanstrengen. Bei einem Teil der Lokomotiven findet man diese Zahlentafel aus Metall an der Rückseite des Stehkessels so angebracht, daß der Lokomotivführer sich während der Bedienung des Reglers und der Steuerung gut orientieren kann.

Der mittlere Kolbendruck p unterliegt verschiedenen Einflüssen. Er ist abhängig vom Kesseldruck, vom Grad der Überhitzung des Dampfes, von dessen Ein- und Ausströmgeschwindigkeit und von der Füllung. Die Geschwindigkeit des ein- und ausströmenden

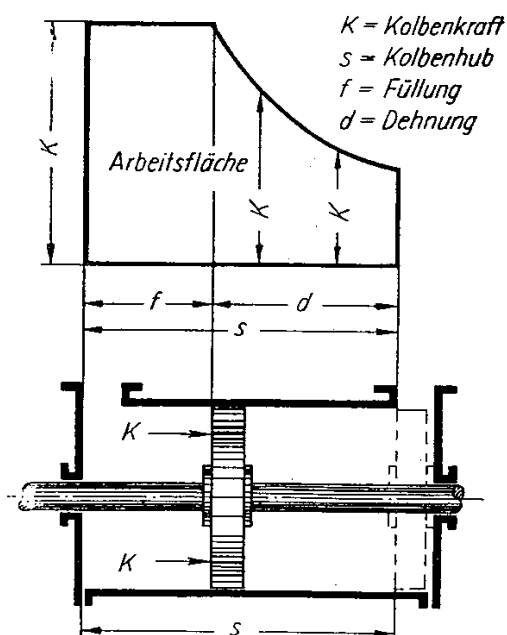


Bild 5.
Arbeitsschaubild mit
abnehmender Pleuelagerkraft

Dampfes ändert sich wiederum mit den Zylinderabmessungen und den Abmessungen der Steuerungsorgane sowie der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit.

Die Pleuelagerkraft ist am größten während des Füllvorganges und nimmt gegen Pleuelagerende ab (Bild 5).

Da die Pleuelagerkraft über den Zylinder auf den Rahmen wirkt und die Zugkraft erzeugt, ändert sich diese während des Pleuelagerhubes ebenfalls und schwankt um eine gleichbleibend gedachte mittlere Zugkraft.

Am Abschnitt 1.3. wird darüber Näheres gesagt.

Die Dampfdruckschaulinien oder, wie man häufiger sagt, die Dampfdruckdiagramme lassen sich aber nun nicht nur konstruieren. Die konstruierten Diagramme werden immer nur die ideellen Verhältnisse im Dampfzylinder anzeigen und haben nur Wert für den Entwurf der Maschinen. Um die tatsächlichen Verhältnisse im Dampfzylinder bei ausgeführten Konstruktionen erkennen zu können, bedient man sich einer besonderen Vorrichtung, Indikator genannt. Das entstandene Schaubild heißt Indikatordiagramm. Den Vorgang der Diagrammaufnahme nennt man „indizieren“.

Nach der Dienstvorschrift 946 (Dienstvorschrift für die Erhaltung der Dampflokotiven in den Reichsbahnausbesserungswerken) müssen die Lokotiven der Deutschen Reichsbahn nach jeder Zwischenausbesserung (L 2), nach jeder Zwischen- (L 3) oder Hauptuntersuchung (L 4) und nach jeder Bedarfsausbesserung (L 0) mit Steuerungsarbeiten indiziert werden.

Die aufgenommenen Schaulinien lassen Fehler in der Dampfverteilung und Undichtigkeiten der Ein- und Auslaßorgane sowie der Pleuelager erkennen. Wie im Einzelnen vorzugehen ist, soll im Rahmen dieses Lehrbuches nicht gezeigt werden. Dazu ist die angegebene Dienstvorschrift heranzuziehen. Außerdem darf die Aufnahme und Auswertung der Indikatordiagramme nur von ausgewählten Fachkräften vorgenommen werden, die über die notwendigen Erfahrungen verfügen. So möge es genügen, wenn hier nur kurz Aufbau und Wirkungsweise des gebräuchlichsten Maihak-Indikators behandelt und einige aufgenommene Schaulinien mit charakteristischen Merkmalen erläutert werden.

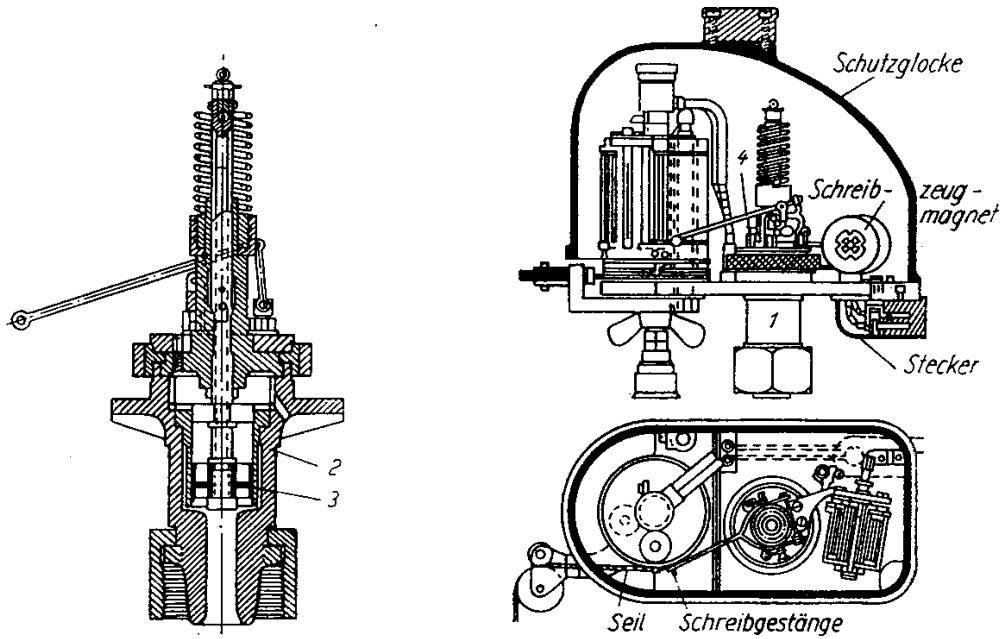


Bild 6. Maihak-Indikator

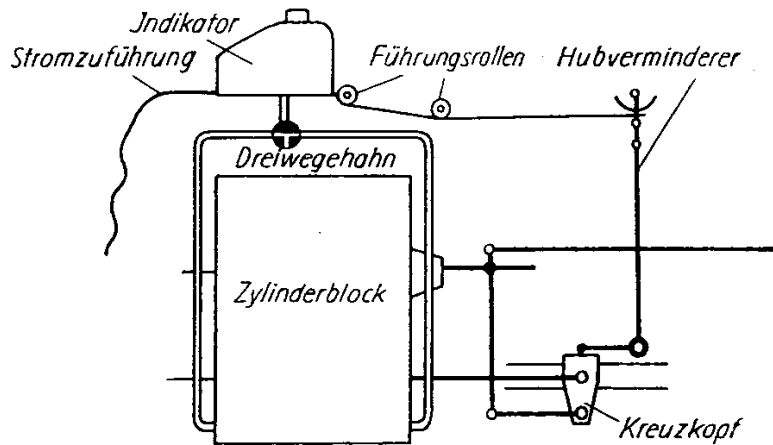


Bild 7. Arbeitsschaubild Maihak-Indikator

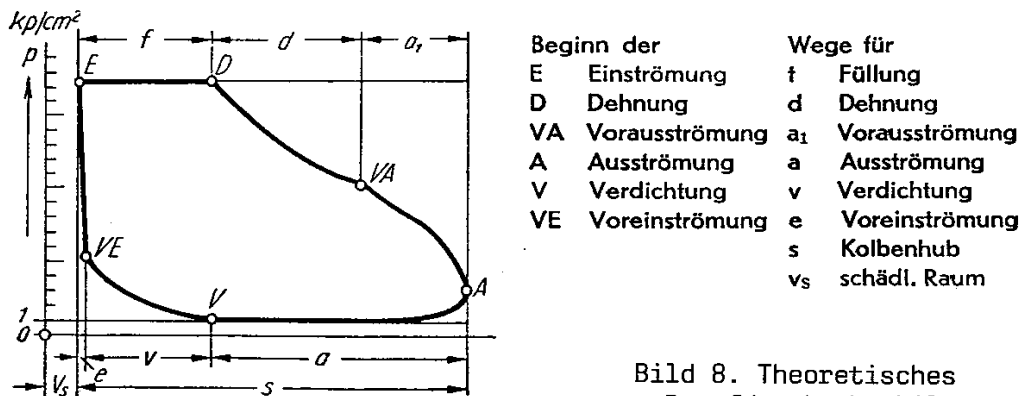


Bild 8. Theoretisches Dampfdruckschaubild

Bild 6 zeigt den Indikator. Die Schutzglocke ist geschnitten dargestellt, um die Einzelteile besser erkennen zu lassen. Der Stutzen 1 stellt die Verbindung mit dem Zylinderinneren her. Durch einen besonderen Dreivegehahn kann je nach Bedarf der vordere oder der hintere Zylinderraum angeschlossen werden. Auf den im kleinen Dampfzylinder 2 dampfdicht eingeschliffenen Kolben 3 wirkt demnach stets der im angeschlossenen Zylinderraum herrschende Dampfdruck. Auf der Kolbenstange des kleinen Indikatorkolbens 3 sitzt eine Druckfeder, die diesen immer nach unten zu drücken versucht. Mit steigendem Dampfdruck wird sie zusammengedrückt. Durch ein besonderes Schreibgestänge 4 läßt sich der Hub des kleinen Kolbens auf ein Papier übertragen, das auf einer senkrechten Trommel aufgewickelt ist. Eine Schnur verbindet die Trommel mit einem Hebelwerk, das vom Kreuzkopf aus bewegt wird. Dadurch führt die Trommel kurze Drehbewegungen aus. Ein Hubverminderer 5 untersetzt die Kreuzkopfbewegung, die dem Kolbenhub entspricht (Bild 7).

Somit stellt die kurze Drehbewegung der Papiertrommel ein verkleinertes Abbild des Kolbenhubes dar. Wir haben also hierdurch die Möglichkeit, mit Hilfe des Schreibstiftes eine unregelmäßige Fläche zu umschreiben, die nach dem früher Gesagten die Arbeitsfläche einer Zylinderhälfte bedeutet.

Bild 8 zeigt noch einmal das theoretische Dampfdruck-Schaubild mit den charakteristischen Punkten.

Die normale Indikatorschaulinie ist dagegen im Bild 9 dargestellt. Auffällig ist, daß sämtliche Übergänge und Umkehrungen verwischt werden und die charakteristischen Punkte schwer zu markieren sind.

Schon während der Einströmung zeigt sich ein Druckabfall, der durch die Widerstände in den Einlaßorganen verursacht wird und besonders bei größeren Geschwindigkeiten infolge der Trägheit des Dampfes stark in Erscheinung tritt (Bild 10). Je größer die Drosselungen nun werden, desto geringer wird der mittlere Kolbendruck p . In der grafischen Darstellung bestätigt sich das, weil die von der Drucklinie eingeschlossene Fläche durch die Abrundungen kleiner wird. Bei gleichbleibender Grundlinie muß dann die Höhe des ideellen Rechtecks entsprechend geringer werden.

Der Gegendruck, der dem Blasrohrdruck zuzüglich der Druckverluste beim Durchströmen der Ausströmeinrichtung entspricht, kann erfahrungsgemäß bei schwach arbeitender Lokomotive bis auf 0,1 at Überdruck, bei angestrengt arbeitender auf 0,2 bis 0,3 at Überdruck herabgesetzt werden, wenn man geeignete Ausströmungsquerschnitte wählt. Somit läßt sich die nutzbare Arbeit erhöhen, was durch einen Gewinn an Diagrammfläche nachgewiesen wird. Der Dampfverbrauch nimmt dabei nicht zu.

Da die Schaulinien beider Zylinderräume zur besseren Vergleichsmöglichkeit über der gleichen Grundlinie aufgetragen werden, können Einstellungsfehler schnell beseitigt werden. Es muß angestrebt werden, die Doppelschaulinien so symmetrisch wie möglich zu bekommen (Bild 11).

Bild 12 zeigt, daß mit unzulässig kleiner Füllung gefahren wurde. Die Schleife stellt einen Verlust an nutzbarer Arbeit dar.

In den Bildern 13 bis 15 werden noch einige Indikatorschaulinien mit besonderen Merkmalen dargeboten. Der Vollständigkeit halber ist noch die Dampfdruck-Schaulinie der Verbundmaschine in den Bildern 16 und 17 dargestellt.

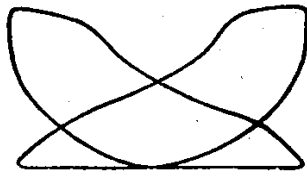


Bild 9. Normale Indikatorschaulinie

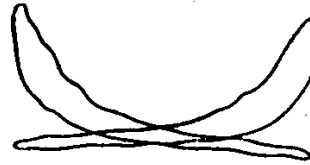


Bild 10. Indikatorschaulinie bei hoher Geschwindigkeit

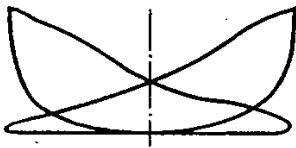


Bild 11. Feststellung, ob Doppelschaulinie symmetrisch

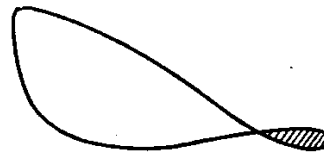


Bild 12 Füllung zu klein

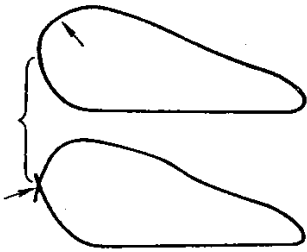


Bild 13. Einströmung zu spät, Einströmüberdeckung zu groß bzw. lineares Voreilen zu klein.

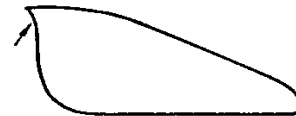
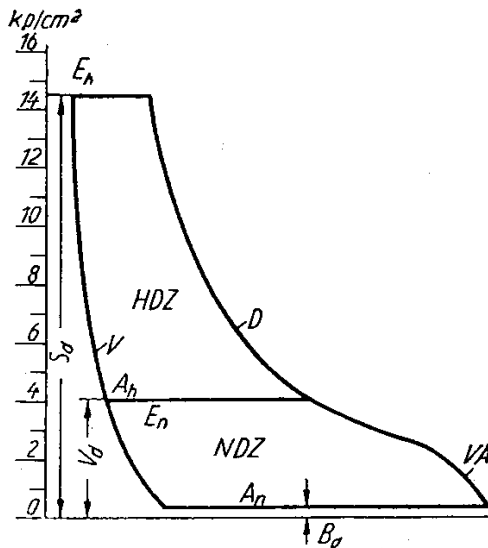


Bild 14. Einströmung zu früh, Einströmüberdeckung zu klein bzw. lineares Voreilen zu groß



Bild 15. Zu hohe Verdichtung, Einströmung und Ausströmung zu spät



- HDZ = Hochdruckzylinder
- E_h = Einströmung HDZ
- A_h = Ausströmung HDZ
- NDZ = Niederdruckzylinder
- E_n = Einströmung NDZ
- A_n = Ausströmung NDZ
- B_d = Blasrohrdruck
- S_d = Schieberkastendruck
- V_d = Verbinderdruck
- D = Dehnung
- V_A = Vorausströmung
- V = Verdichtung

Bild 16. Ideale Dampfdruckschaulinie der Verbunddampfmaschine

Bezeichnungen wie Bild 13

HDN = 3 481 mm²
 NDZ = 2 744 mm²

Bilder 16 und 17 entnommen aus „Die Schule des Lokomotivführers“ von Bronius/Koch, 14. Auflage, überarbeitet von Prof. Nordmann, 1931.

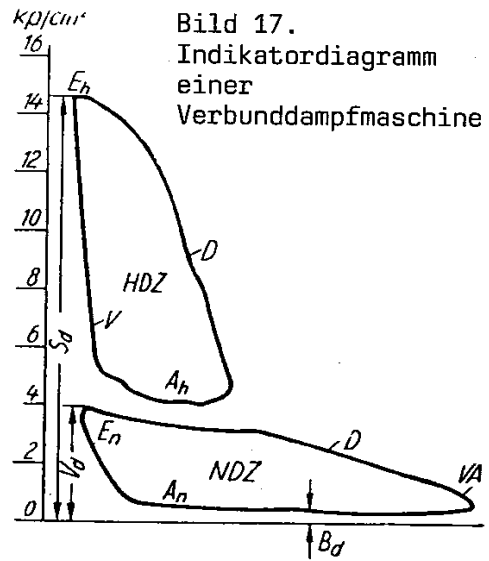


Bild 17.
 Indikatordiagramm
 einer
 Verbunddampfmaschine

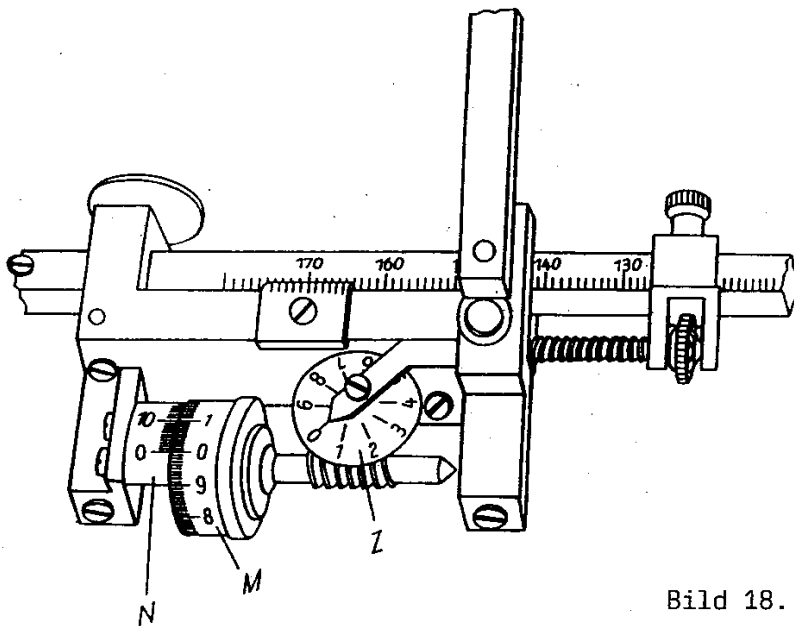
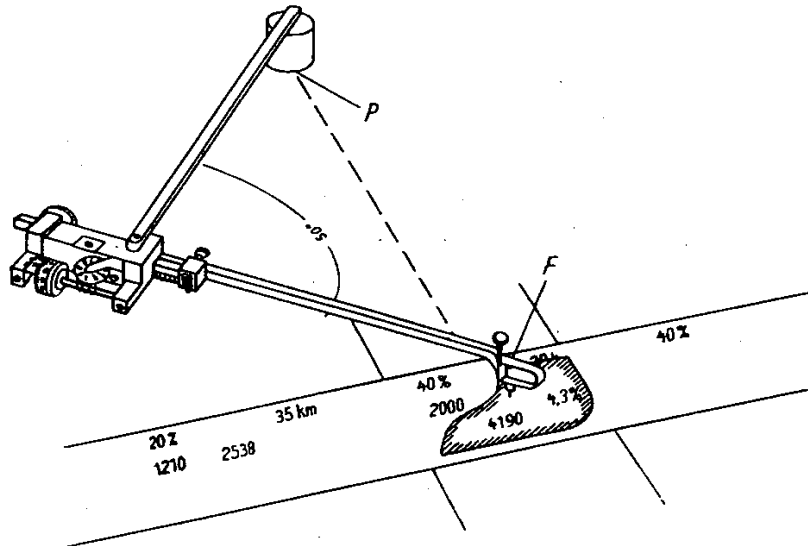


Bild 18. Planimeter

Die Aufzeichnung der Dampfdruck-Schaulinien würde nicht den erstrebten Erfolg haben, wenn man nicht auf einfache Art den Inhalt der von ihr begrenzten Fläche ermitteln könnte. Man bedient sich dazu eines sogenannten Planimeters (Bild 18).

Mit diesem Meßinstrument ermittelt man die Größe unregelmäßig geformter Flächen durch Umfahren ihrer Umrisse.

Es bedeutet: F der Farbstift, M die Meßrolle, N der Nonius, P der Polstift am Polarm und Z das Zählwerk.

Wechselstromdampfmaschine

Dampfmaschine mit einstufiger Dampfdehnung

Bei den Dampflokomotiven der Regelbauart ist charakteristisch, daß für den Einlaß und den Auslaß des Dampfes ein und derselbe Dampfkanal benutzt wird. Das bedeutet, daß der Dampfstrom nach jedem Kolbenhub seine Richtung umkehrt. Er wechselt demnach fortwährend. Daher nennt man diese Dampfmaschinenart Wechselstromdampfmaschine.

Einem bestimmten Dampfdruck entspricht eine bestimmte Dampf-temperatur. Selbstverständlich besteht zwischen dem ein- und ausströmenden Dampf ein Temperaturgefälle. Der ausströmende Dampf kühlt die von ihm bestrichenen Zylinder- und Kanalwandungen ab. Ebenso wird dem neueinströmenden Dampf Wärme durch die kälteren Wandungen entzogen. Abkühlungsverluste aber bedeuten bei Naßdampf durch eintretende Kondensation starke Einbußen an Druck. Man versuchte deshalb, diese Abkühlung auf ein Mindestmaß einzuschränken. So kam es zum Bau von sogenannten Verbundmaschinen (Bild 19).

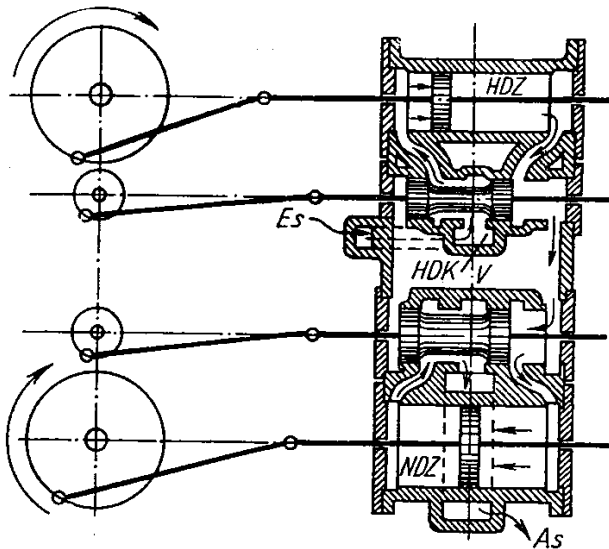


Bild 19.
Verbunddampfmaschine

Dampfmaschine mit mehrstufiger Dampfdehnung

Diese Dampfmaschine besitzt einen Hochdruck- und einen Niederdruckzylinder, zwischen die ein Speicherraum, der Verbinder, geschaltet ist.

Der Frischdampf aus dem Kessel wird durch den Einlaßstutzen (Es) und die Hochdruckdampfkammer (HDK) nur dem Hochdruckzylinder (HDZ) zugeleitet. Er gelangt, bevor er ganz entspannt ist,

aus diesem in den Verbinder (V) und wird von hier in den Niederdruckzylinder (NDZ) eingelassen. Durch den Dampfauslaßstutzen (As) verläßt der Dampf den Zylinderblock. Damit verteilt sich die gesamte Dehnungsarbeit auf zwei Zylinder. Bei dieser zweistufigen Entspannung wird selbstverständlich der Druckunterschied und damit die Temperaturdifferenz zwischen ein- und ausströmendem Dampf wesentlich verringert. Im Hochdruckzylinder muß der Arbeitsdampfdruck gegen den im Verbinder herrschenden Dampfdruck arbeiten. Deshalb ist die Kolbenfläche in diesem auch etwas größer bemessen als bei einer Zwillingslokomotive (mit einstufiger Dampfdehnung), die die gleiche Leistung entwickelt. Außerdem muß der Niederdruckzylinder wesentlich größer ausgeführt werden als der Hochdruckzylinder. Nur so können bei der verringerten Dampfspannung gleiche Kolbenkräfte wirksam werden. In den meisten Fällen wählt man das Verhältnis der Zylinderräume HD : ND wie 1 : 2,5. Der Leistungsgewinn beträgt bei einer Naßdampflokomotive mit mehrstufiger Dampfdehnung etwa 15 % gegenüber der mit einfacher Dampfdehnung. Dieser Gewinn verringert sich bei Heißdampflokomotiven jedoch, weil Heißdampf nicht so leicht abkühlt.

Gleichstromdampfmaschine

Im Gegensatz zur vorstehend beschriebenen Wechselstromdampfmaschine findet in der Gleichstromdampfmaschine kein Wechsel der Dampfrichtung statt. Schon rein äußerlich fällt bei dieser Ausführung auf, daß der Zylinder sehr viel länger ist als bei der bekannten Wechselstromdampfmaschine, nämlich gleich dem doppelten Kolbenhub abzüglich einer Kolbenbreite. Dazu kommen beiderseits die schädlichen Räume.

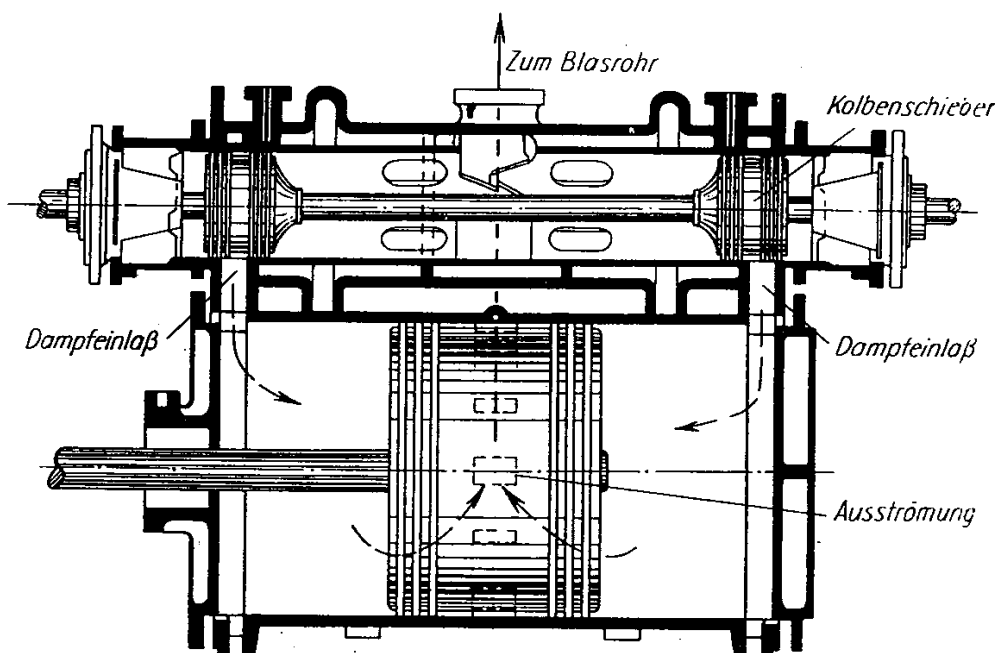


Bild 20. Gleichstromdampfmaschine von Stumpf

Da die Reichsbahnlokomotiven diese Ausführung nicht aufweisen, weil sie sich im Lokomotivbetrieb nicht bewährt hat, soll nur kurz auf den Aufbau und die Wirkungsweise eingegangen werden. Zu betonen ist, daß sich die Abkühlungsverluste beim Gleichstromprinzip wesentlich verringern lassen, da Ein- und Ausströmung getrennt sind (Bild 20).

Die Einströmkanäle befinden sich an den Zylinderenden, während die Auströmschlitze in der Laufflächenmitte zu finden sind. Gegen Hubende kann der Dampf hier entweichen, da der verhältnismäßig breite Kolben die Schlitze freigibt, wenn er sich einer Totpunktstellung nähert.

Die Gleichstromdampfmaschine besitzt abweichend von der Darstellung in Bild 20 statt der Schiebersteuerung meist eine Ventilsteuerung (Siehe Bilder 100 und 101).

1.1.2. Praktische Ausführung

Zylinderblock

Nachdem die Vorgänge im Dampfzylinder beim Studium der theoretischen Grundlagen erläutert wurden, soll die Wirkungsweise in der Praxis betrachtet werden.

Der Dampfzylinder ist ein Teil des gußeisernen Zylinderblocks, der außerdem noch den Schieberkasten enthält, dessen Aufbau und Wirkungsweise ausführlich im Abschnitt 2 erläutert werden. Bei neueren Zwillingslokomotiven führt man den rechten und den linken Zylinderblock vollkommen gleich aus und kommt so mit einem einzigen Gußmodell aus.

Die Bilder 21 bis 23 zeigen den Aufbau des Zylinderblocks an drei Längs- und Querschnitten. In Bild 21 ist der Zylinderblock einer ehemaligen preußischen Länderbahnlokomotive, in Bild 22

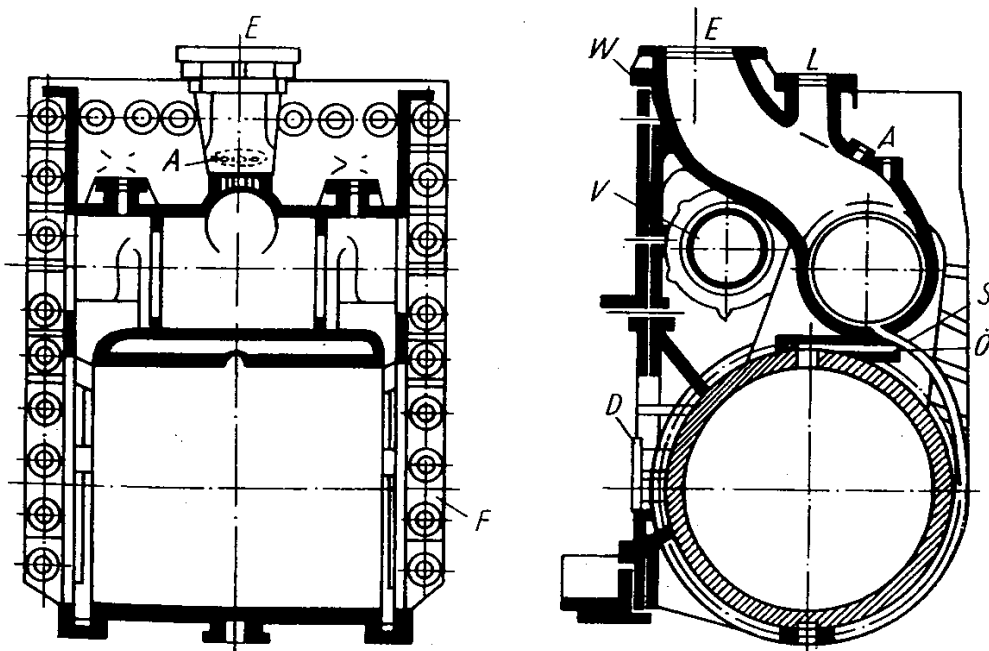


Bild 21. Zylinderblock einer ehemals preußischen Länderbahnlokomotive (siehe auch Bild 47)

der einer älteren Einheitslokomotive mit Eckventil-Druckausgleicher und in Bild 23 der einer neueren Einheitslokomotive mit Druckausgleich-Kolbenschieber dargestellt.

Allen gemeinsam ist der große Flansch F, der seitlich gegen den Rahmen geschraubt wird. Die Verbindung zwischen Zylinderblock und Rahmen muß im Betrieb sehr fest sein, denn trotz der starken Stoßbeanspruchungen dürfen sich die Teile nicht gegeneinander verschieben. Andererseits müssen abgenutzte Zylinderblöcke ausgewechselt werden können. Man verwendet daher Paßschrauben, die lösbar sind und doch einen festen Sitz garantieren. Längsverschiebungen werden außerdem durch angegossene Winkelleisten verhindert, die in einen Rahmenausschnitt eingreifen. Die obere Winkelleiste W erleichtert die Montage. Die genaue Lage des Zylinders wird durch besondere Paßstücke gewährleistet. Sie sitzen zwischen den Leisten und den Kanten des Rahmenausschnittes. Die eigentlichen Zylinderwände sind stärker als unbedingt notwendig gehalten. So kann der Zylinder bei Verschleiß mehrmals ausgebohrt und ausgeschliffen werden bzw. werden beim Erreichen des Abnutzungsgrenzmaßes Zylinderbuchsen eingezogen. Da an den übrigen Wänden keine Nacharbeit in Betracht kommt, sind diese zur Gewichtseinsparung so schwach wie möglich bemessen.

Um eine gute Abdichtung der Zylinderräume zu gewährleisten, ist die Zylinderlauffläche geschliffen. Es fällt auf, daß die Lauffläche so kurz ist, daß der Dampfkolben in den Endstellungen etwas übergleitet. Der Zylinderdurchmesser vergrößert sich an den Enden. Das wirkt sich nicht nur günstig auf den Einbau des Kolbens aus. Man vermeidet vor allen Dingen auch, daß sich beim Zylinderverschleiß im Betrieb an den Umkehrstellen ein Grat bildet oder daß sich sogar Stufen einarbeiten.

Der Dampfkolben kann durch eine auf dem Scheitel des Dampfzylinders angebrachte Schmierbohrung Ö Öl erhalten. Darüber befinden sich unterhalb der Dampfkanäle die Stützen S mit Bohrungen. An diese Stützen sind Rohre angeschlossen, die wiederum in einen oder mehrere Stützen an der tiefsten Stelle in der Mitte

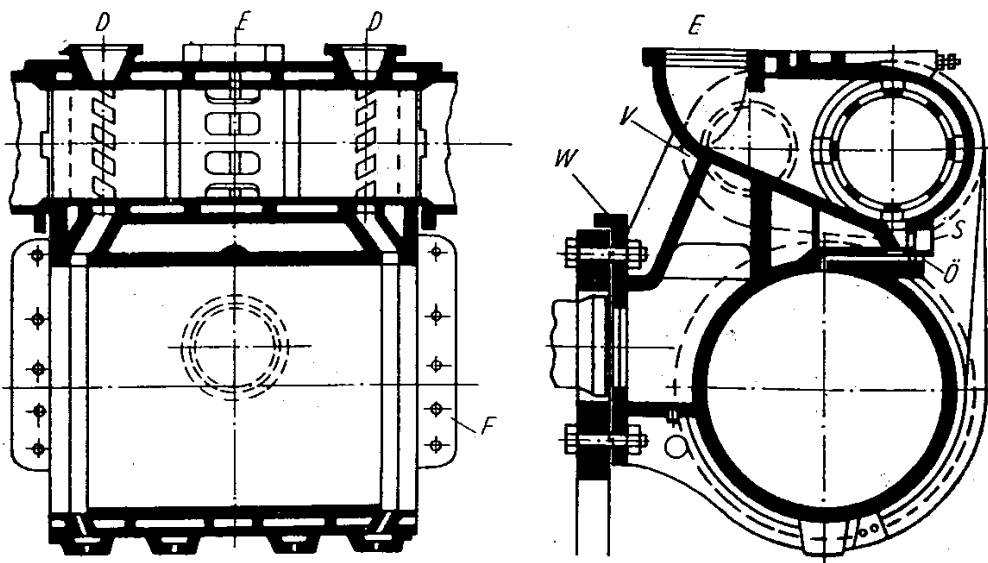


Bild 22. Zylinderblock einer älteren Einheitslokomotive mit Eckventil-Druckausgleichern (siehe auch Bild 48)

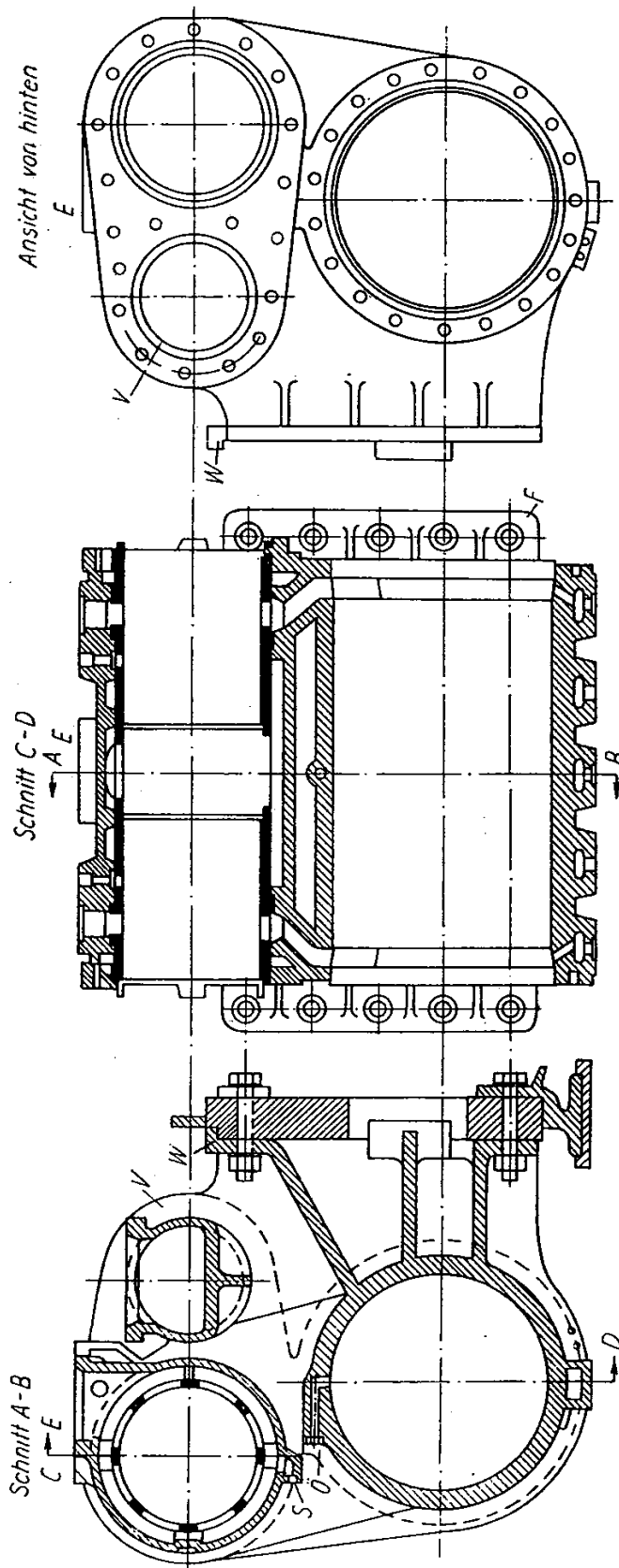


Bild 23. Zylinderblock einer Einheitslokomotive mit Druckausgleich-Kolbenschiebern (siehe auch Bild 71)

des Zylinders einmünden. Die beiden Stutzen an den äußeren Zylinderenden sind wie die übrigen durchbohrt.

Alle miteinander dienen zur Ableitung von Niederschlagwasser aus den Dampfkanälen und dem Zylinderinnern. Sie tragen Zylinderventile, deren Wirkungsweise unter „Zylinder-ausrüstung“ beschrieben wird.

Verfolgen wir den Weg des Frischdampfes zum Dampfzylinder, dann erkennen wir, daß das noch zum Kessel gehörende Einströmrohr in den Einströmkanal E mündet, der oben in der Mitte des Zylinderfußstückes eingegossen ist. Dieser Kanal geht nach unten in eine Ringkammer über, die die Schieberbuchse umschließt. Somit kann der Dampf auf dem ganzen Umfang in die Schieberräume eintreten. Da die von der Schieberbuchse ins Zylinderinnere führenden Dampfkanäle ebenfalls ringkammerförmig ausgebildet sind, kann der Dampf auch auf dem ganzen Umfang wieder austreten und in den Zylinderraum einströmen.

Die Ausströmkästen sind hier nicht besonders dargestellt, können jedoch in den Bildern 41, 76 und 92 deutlich erkannt werden. Sie schließen die Schieberbuchse nach beiden Seiten ab und leiten den im Zylinder entspannten Dampf in das Ausströmrohr. Da das Ausströmrohr nur am vorderen Ausströmkasten angeschlossen ist, stellt ein hinter dem Schieberkasten entlanglaufender Verbindungskanal aus Stahlrohr die Verbindung zwischen beiden Ausströmkästen her.

In Bild 21 erkennt man noch einen der beiden Anschlußstutzen D für den Druckausgleicher der alten Regelbauart (Knorr). Der kleine Flansch L neben dem Einströmflansch E ist für das Luftsaugventil bestimmt.

In Bild 22 liegen die Anschlüsse D für den Druckausgleicher mit Eckventilen und den Druckausgleicher Bauart Winterthur in der Nähe des Einströmflansches, während bei der Ausführung in Bild 23 gar keine Anschlüsse für Druckausgleicheinrichtungen nötig sind.

Außerdem befinden sich in der Nähe des Einströmflansches noch Anschlußstutzen für Fernthermometer und Schieberkastenmanometer. Das Thermometer ist am rechten und das Manometer am linken Zylinder angeschlossen.

Den Abschluß des Zylinders bilden auf beiden Seiten die Zylinderdeckel. Sie passen sich der Form des Kolbens an, um den un-

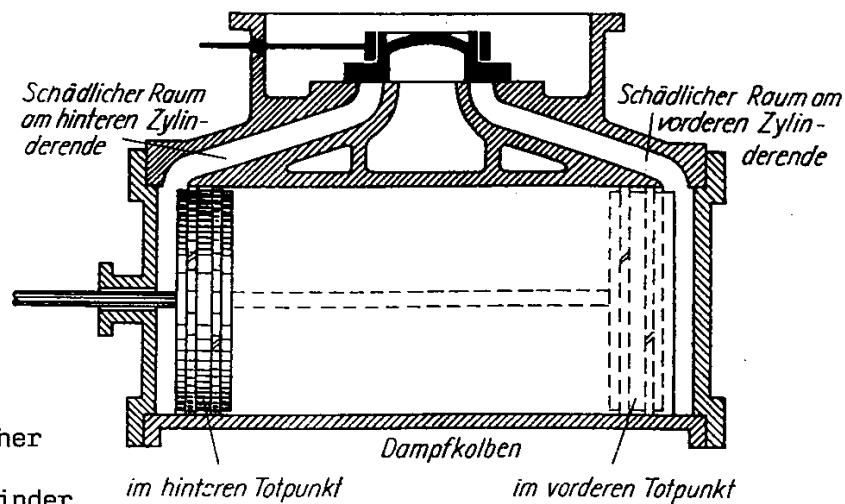


Bild 24.
Schädlicher
Raum im
Dampfzylinder

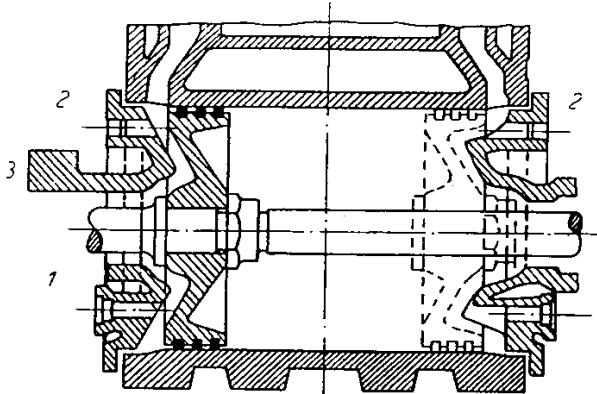


Bild 25.
Form der Zylinderdeckel

vermeidbaren schädlichen Raum möglichst klein zu halten (Bilder 24 und 25). Dieser hat hauptsächlich die Aufgabe, ein Dampfpolster zur Abdämpfung der Massen (Kolben, Kolben- und Treibstange) in den Totpunktlagen zu gestatten. Außerdem ist durch Nachstellen am Triebwerk eine geringe Verschiebung der Kolbenstange und damit des Kolbens möglich, der sonst gegen den Deckel stoßen und ihn möglicherweise beschädigen würde. Die schädlichen Räume sind sowohl bei den einzelnen Lokomotivgattungen als auch vorn und hinten unterschiedlich. Interessant ist die Gegenüberstellung bei zwei bekannten Lokomotivbaureihen.

Die Lokomotive der Baureihe 38.10-40 (P 8) besitzt nach der Beschreibung vorn 12,6 % und hinten 12,82 % des Hubraumes als schädlichen Raum. Dabei betragen die Abstände des Kolbens in den Totpunktlagen vorn 13 mm und hinten 27 mm. Demgegenüber sind die entsprechenden Werte bei der Einheitslokomotive der Baureihe 24 vorn 9,29 % und hinten 8,89 % bzw. vorn 9 mm und hinten 11 mm.

Die Deckel bestehen meist aus Stahlguß Stg 38.81, damit sie nicht so stark ausgebildet werden müssen. Zur Verstärkung sind Rippen angebracht. Außerdem sind zwei Stützen zum Anbau eines Zylindersicherheitsventils (1) bzw. einer Bruchscheibe und eines Indikators (2) bei Probefahrten vorhanden (Bild 25).

Die Deckel sind auf die Zylinder dampfdicht aufgeschliffen, so daß eine besondere Dichtung entfällt. Sie werden mit Stiftschrauben befestigt. Der vordere Zylinderdeckel besitzt jedoch einen besonderen Druckring. Dieser Deckel wird im Betrieb verhältnismäßig oft abgebaut (z.B. bei Kolbenuntersuchungen nach jeweils 6 Monaten). Zum Neueinschleifen müßten jedesmal die Stiftschrauben entfernt werden. Beim Einschleifen des Deckels auf den Ring stören die Stiftschrauben jedoch nicht, da der Deckel zwischen den Stiftschrauben liegt. Die Deckel sind gegen Abkühlung durch Fahrtwind gut isoliert. Am hinteren Zylinderdeckel befindet sich eine angegossene Auflage (3) für die Kreuzkopfgleitbahn (Bilder 25 und 115).

In den Bildern 26 bis 29 sind einige grundsätzliche Konstruktionen von Zylinderblöcken dargestellt.

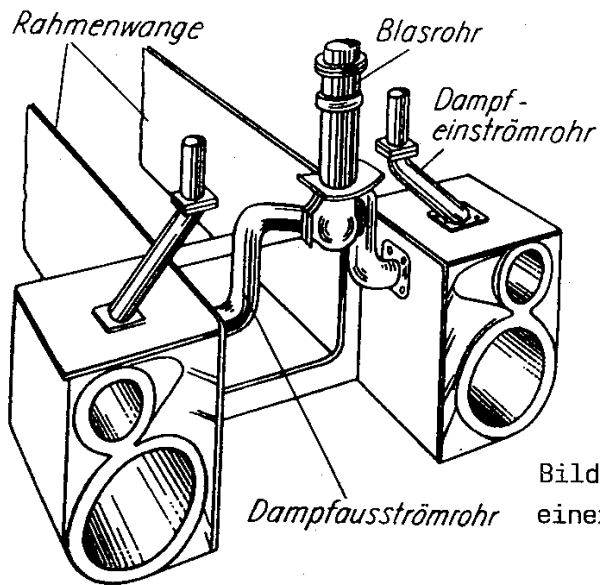
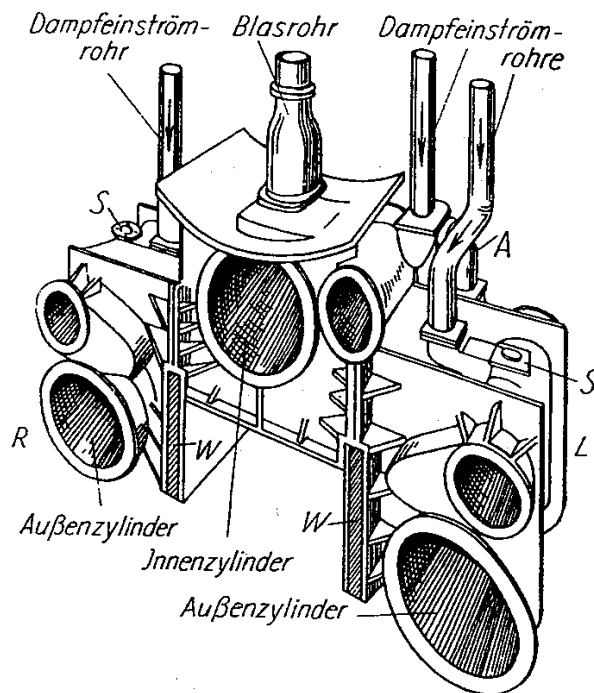


Bild 26. Zylinderanordnung einer Zwillingsdampfmaschine



- A = Ausströmkrümmer
- L = Linke Lokomotivseite
- R = Rechte Lokomotivseite
- S = Anschluß für Luftsaugventil
- W = Rahmenwange

Bild 27. Zylinderanordnung einer Drillingsdampfmaschine

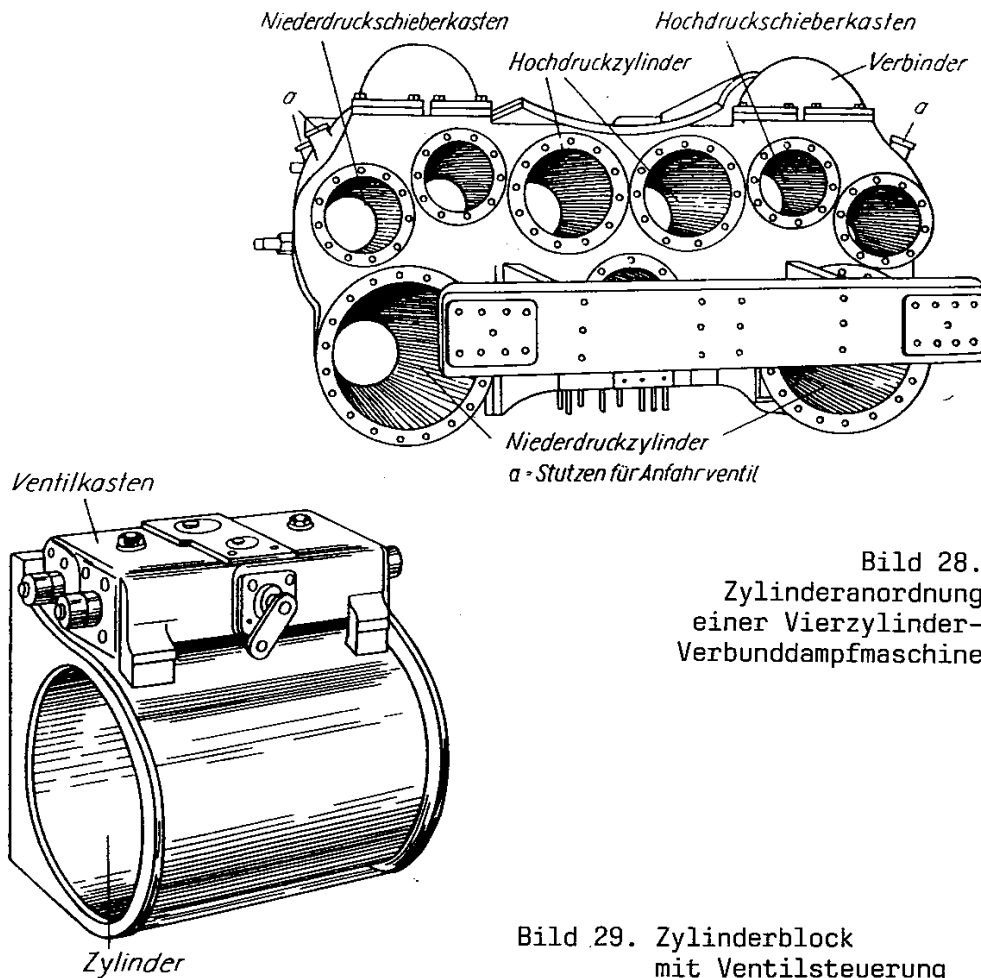


Bild 28.
Zylinderanordnung
einer Vierzylinder-
Verbunddampfmaschine

Bild 29. Zylinderblock
mit Ventilsteuerung

Kolben und Stopfbuchsen

Der Kolben stellt eigentlich schon das Anfangsglied des Triebwerkes (s. Abschnitt 1.3.) dar, weil er die Dampfkraft zunächst aufnimmt. Trotzdem behandeln wir ihn gesondert von diesem schon hier. Über die Kolbenstange wird diese Kraft an das Triebwerk weitergeleitet. Der Kolben soll sehr stabil sein. Dabei muß aber auch Wert auf größtmögliche Gewichtsersparnis gelegt werden. Man wählt deshalb ein bestimmtes Profil, das am Umfang zur Aufnahme der Dichtringe und an der Nabe zur besseren Befestigung verstärkt wird. Die eigentliche Kolbenscheibe ist dagegen so schwach wie irgend möglich.

In den Bildern 30 und 31 sind zwei grundsätzliche Formen dargestellt. Das ist einmal der sogenannte schwedische Kolben (z.B. BR 38.10-40), der einen doppel-U-förmigen Querschnitt besitzt. Bei den Einheitslokomotiven ist ein Kolben mit Doppel-Z-Querschnitt üblich. Hierdurch wird gewährleistet, daß die hin- und hergehenden Massen so klein wie möglich gehalten werden können. Die Kolben werden entweder aus Stahlguß oder aus Stahl mit einer Festigkeit von 50 kg/mm^2 hergestellt. Für die Kolbenstange wählt man noch hochwertigeren Stahl mit einer Festigkeit von 60 kg/mm^2 .

Um eine feste Verbindung zwischen Kolben und Kolbenstange zu erreichen, wird dieser hydraulisch auf die Stange aufgepreßt und außerdem durch eine vernietete Mutter gesichert (Bilder 30 und 31).

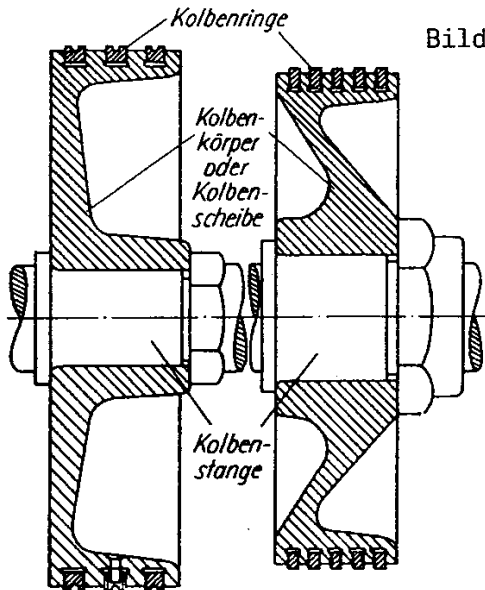


Bild 30. Dampfkolbenquerschnitt alter Länderbahnlokomotiven (schwedischer Kolben)

Bild 31. Dampfkolbenquerschnitt der Einheitslokomotiven

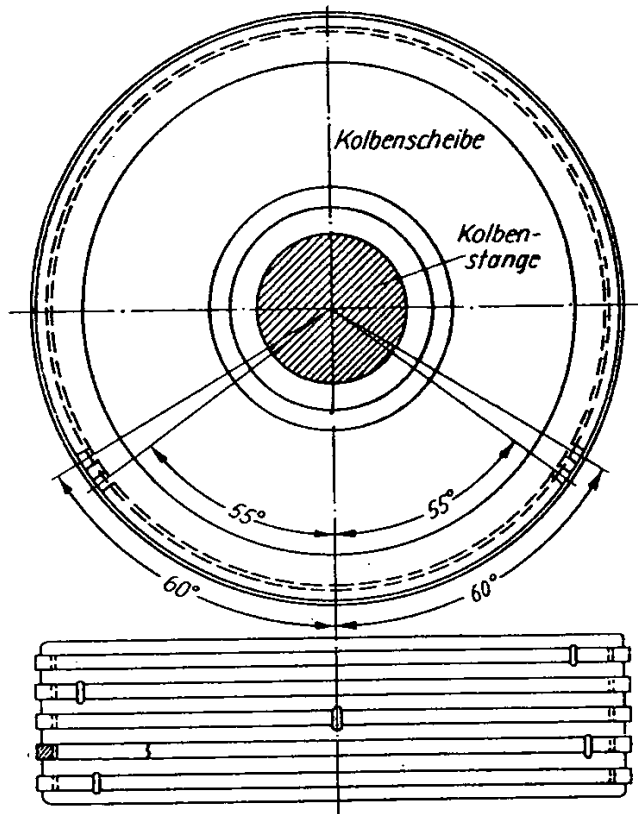
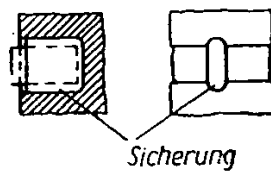


Bild 32. Anordnung der Kolbenringe



Am Umfang befinden sich Nuten mit rechteckigem Querschnitt. Bei älteren Lokomotiven sind drei breite, bei neueren Lokomotiven fünf schmale Nuten vorhanden. In die Nuten sind die Kolbenringe eingelegt, die die beiden Zylinderräume dampfdicht gegeneinander abschließen. Die Ringe bestehen aus weichem Gußeisen. Ihr Außendurchmesser ist zunächst größer als der Innendurchmesser des Zylinders. Aus den Ringen wird ein entsprechendes Stück herausgeschnitten, so daß sie sich auf das vorhandene Zylindermaß zusammendrücken lassen. Die in den Ringen vorhandene Spannung preßt diese gegen die Zylinderwandung. Mit fortschreitendem Verschleiß am Umfang lassen Spannung und Abdichtung nach. So wird für eine gewisse Zeit eine gute Abdichtung gewährleistet.

Bei den breiten Ringen bildete man die Schnittfuge entweder schräg oder stufenförmig aus, um dem Dampf den geraden Durchgang zu verwehren. Nach der DV 946 ist diese Art nicht mehr vorgeschrieben. Sie werden nach Bild 32 stumpf ausgeführt.

Damit aber auch hier der Dampf keinen geraden Durchgang hat, versetzt man die Ringstöße gegeneinander und wählt dazu einen Winkel von 55 bzw. 60°. In dieser Stellung werden die Ringe festgelegt. Der Kolben wird von der Kolbenstange getragen. Die Kolbenringe dürfen diese Aufgabe nicht übernehmen. Sie dienen nur zum Abdichten. Der Kolben schwebt also im Zylinderraum und darf nicht auflaufen. Deshalb wird er bei zweiseitigen Kolbenstangen im vorderen Zylinderdeckel geführt, während der hintere Kolbenstangenteil fest mit dem Kreuzkopf verbunden ist. Eine zweiseitige Auflagerung ist somit gewährleistet.

Da einseitige Kolbenstangen an den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn nicht gebräuchlich sind und eigentlich nur bei einzelnen Lokomotiven der Länderbauarten vorkommen, soll dieser kurze Hinweis auf die Konstruktionsmöglichkeit genügen.

Der Durchmesser der Kolbenscheibe wird etwa um 5 mm kleiner ausgeführt als der Innendurchmesser der Zylinderbohrung, wenn die Kolbenstange durchgehend ist. Bei einseitigen Kolbenstangen muß der Unterschied zwischen Kolbenkörper und Zylinderlauffläche wegen der größeren Durchbiegungsgefahr etwa doppelt so groß sein.

Um in beiden Zylinderdeckeln gleiche Dichtelemente verwenden zu können, wählt man die Außendurchmesser des hinteren und des vorderen Kolbenstangenendes gleich groß. Da die Werkstoffhäufung im vorderen Ende jedoch wegen der geringeren Kräfte unnötig ist, bohrt man dieses Teil aus und erreicht gleichzeitig eine Gewichtsverminderung, die sehr erwünscht ist.

Es wurde bereits erwähnt, daß der Kolben im Zylinderraum schwebt und außerhalb dieses Raumes geführt wird. Hinten besorgt das der Kreuzkopf, während vorn besondere Tragbuchsen für diesen Zweck am Zylinderdeckel angebracht sind. In den Bildern 33 und 34 sind zwei verschiedene Ausführungsformen dargestellt. Dabei zeigt Bild 33 die ältere Ausführung und Bild 34 die verstellbare neuere Form.

Ein Durchhang der Kolbenstange durch das Eigen- und das Kolbengewicht läßt sich nicht ganz vermeiden. Deshalb werden die Tragbuchsen um eine senkrecht zur Kolbenstange stehende horizontale Achse drehbar angeordnet.

So kann die Tragbuchse sich immer zur Kolbenstangenrichtung einstellen. Der Verschleiß kann in geringen Grenzen ausgeglichen werden. Bei der älteren Ausführung geschieht das, indem man Blechbeilagen, die zunächst über der Lagerschale liegen,

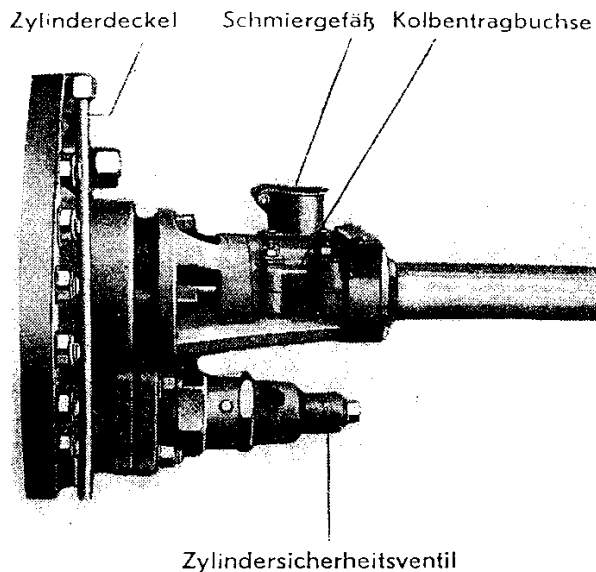


Bild 33. Kolbentragbuchse älterer Art

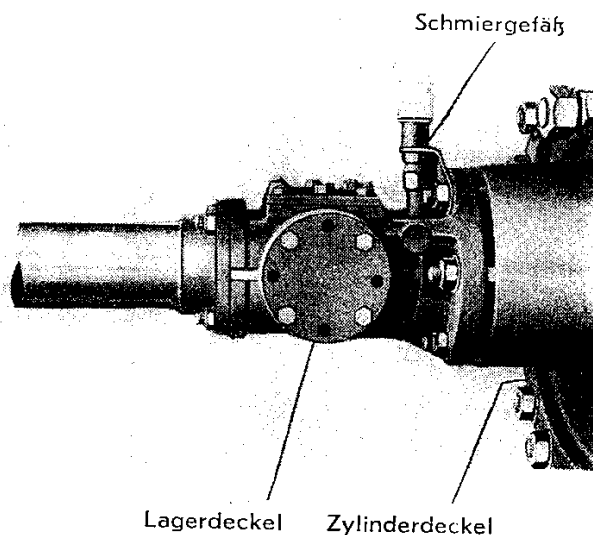


Bild 34. Verstellbare Kolbentragbuchse

unter diese legt. Bei der Tragbuchse in Bild 34 stellt man die richtige Höhenlage wieder her, indem man die Lagerdeckel auf beiden Seiten gleichmäßig verdreht. Damit diese stets übereinstimmen, sind ihre Stellungen gekennzeichnet. Der eigentliche Tragbuchsenkörper ist an besonderen Zapfen frei schwingend in den Lagerdeckeln aufgehängt. Die Mittellinien der Schwingzapfen stimmen mit denen der Bohrungen im Tragkörper nicht überein, so daß ein Verdrehen der Lagerdeckel in diesen eine Veränderung der Höhe bewirkt. Die eigentlichen Dichtelemente an den Durchführungen der Kolbenstange durch die Zylinderdeckel stellen jedoch die Stopfbuchsen dar. Die Bilder 35 bis 37 zeigen in schematischer Darstellung den Aufbau dieser Abdichtungen. Bei den Reichsbahnlokomotiven werden grundsätzlich nur noch Stopfbuchsen mit gußeisernen Dichtringen verwendet. Bild 38 zeigt den grundsätzlichen Aufbau. Die Kammerbuchse ist der Länge nach in zwei Halbschalen geteilt, die dampfdicht aufeinander aufgeschliffen sind. Schrauben und Paßstifte stellen eine feste Ver-

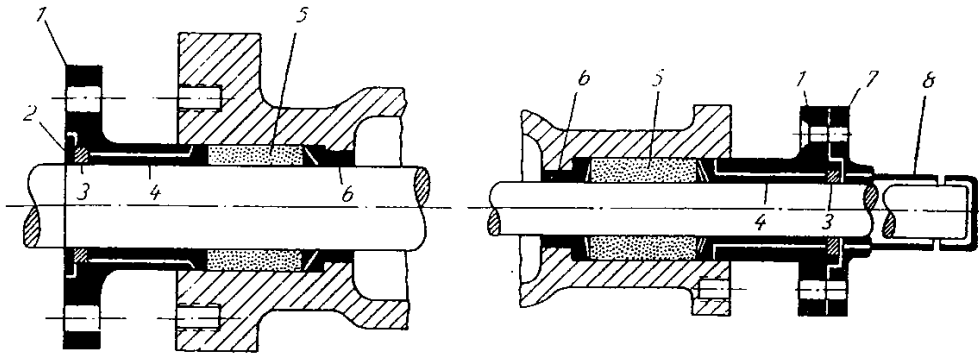


Bild 35. Stopfbuchse für Naßdampflokomotiven mit Talkumpackung

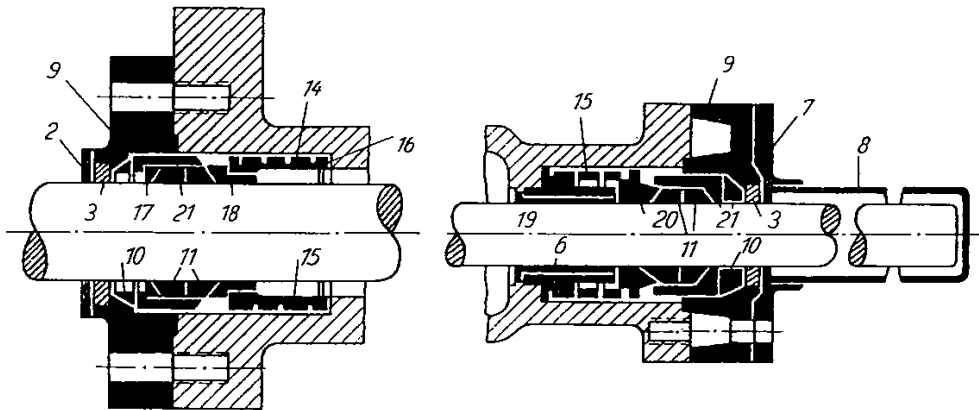


Bild 36. Stopfbuchse für Naßdampflokomotiven mit Metallpackung

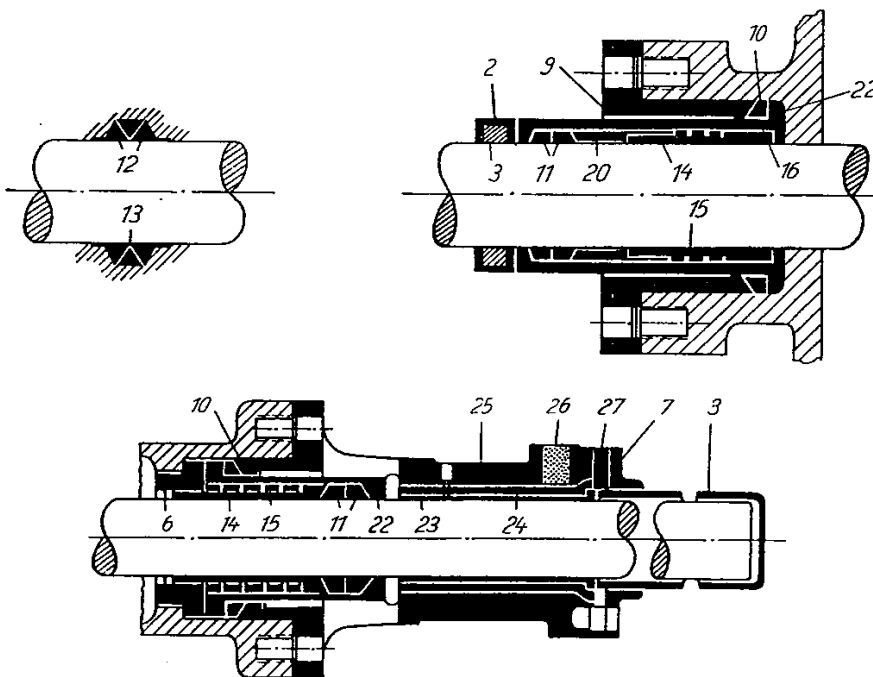


Bild 37. Stopfbuchse für Heißdampflokomotiven

Bezeichnung der Einzelteile
in den Bildern 35 bis 37

1 Stopfbuchsbrille	13 Dichtring, äußerer
2 Staubringhalter	14 Federführung
3 Staubring	15 Feder
4 Brillenbuchse	16 Grundring
5 Packung	17 Druckring
6 Grundbuchse	18 Dichtungsbuchse
7 Schutzrohrflansch	19 Grundbuchsfutter
8 Schutzrohr	20 Spannbuchse
9 Stopfbuchsflansch	21 Druckbuchse
10 Linse	22 Federhülse
11 Dichtring	23 Tragbuchsfutter
12 Dichtring, innerer	24 Tragbuchse
	25 Tragflansch
	26 Schmierpolster
	27 Buchsenhalter

bindung her. In jeder der drei Kammern befinden sich zwei Ringe, die mit Schlauchfedern zusammengehalten werden. Der Dichtring besteht aus vier und der Deckring aus zwei Teilen. Der Dichtring liegt stets zum Zylinderinnern, d.h. nach der Dampfseite zu. Die dargestellte Form der Segmente hat sich in der Praxis als die zweckmäßigste erwiesen und gewährleistet eine gute Nachstellbarkeit durch die Spannung der Schlauchfedern. Die Ringe selbst bestehen aus Gußeisen und die Schlauchfeder aus nichtrostendem Stahldraht.

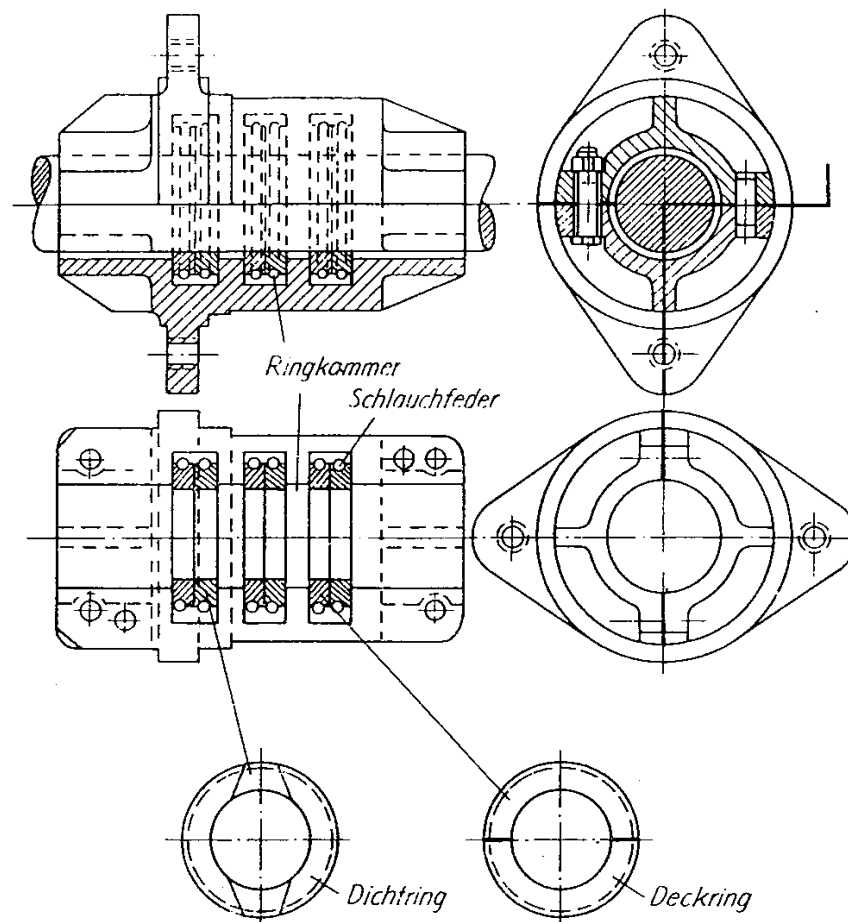


Bild 38. Aufbau der Kolbenstangen-Stopfbuchse

Zylinderausrüstung

Als Zylinderausrüstung bezeichnet man alle Teile, die am Zylinder vorhanden sein müssen, ohne die Arbeitsleistung an sich zu beeinflussen.

Wir unterscheiden

- Zylinderventile zur Entwässerung,
- Zylindersicherheitseinrichtungen,
- Luftsaugventile und
- Druckausgleicheinrichtungen.

Im allgemeinen befindet sich nur Dampf im Zylinder. Bei Abkühlung bildet sich daraus Niederschlag- oder Kondenswasser. Auch beim Überreißen von Wasser durch den Regler kann dieses bis zum Zylinder gelangen. Wasser läßt sich aber nicht zusammenpressen. Kann die angesammelte Menge nicht mehr von dem schädlichen Raum aufgenommen werden, dann werden die Deckel als die schwächsten Begrenzungssteile unweigerlich zerstört. Auch Schäden an den Zylinderwänden, selbst Rahmen- und Kolbenstangenbrüche können auftreten.

Man spricht dann von Wasserschlägen.

Die Zylinderräume und auch die Schieberkästen werden durch Zylinderventile (früher Zylinderhähne) entwässert. Die Zylinderventile können durch einen Hebelzug vom Führerstand aus bedient werden. Dieser bewegt eine Nockenstange unterhalb des Zylinderblocks (Bilder 39 und 40).

Befindet sich Dampf im Zylinder, dann wird der Zylinderventilkegel durch den Druck desselben geschlossen gehalten. Wird der Hebelzug bedient, dann hebt der betreffende Nocken den Ventilkegel an, und der Zylinder wird entwässert.

Kondenswasser kann sich beim Anwärmen der kalten Zylinderwänden vor der Fahrt oder nach dem Abstellen der Lokomotive nach dem Einsatz bilden. Deshalb müssen die Zylinderventile in folgenden Fällen geöffnet werden:

1. beim Anwärmen des Zylinders,
2. beim Abstellen der Lokomotive nach dem Einsatz und
3. wenn angenommen werden muß, daß sich bereits Wasser im Zylinder befindet.

Lokomotiven mit Regelkolbenschiebern besitzen Zylindersicherheitsventile, die sich bei auftretendem Überdruck im Zylinder selbständig öffnen. Bei Lokomotiven mit Flachschiebern bzw. solchen mit Druckausgleichkolbenschiebern erübrigt sich diese Sicherheitsmaßnahme, da die Schieber oder einzelne Teile derselben abklappen und der Dampf durch die Ausströmung entweichen kann. Die Zylindersicherheitsventile werden besonders dann wirksam, wenn das Wasser nicht schnell genug durch die Zylinderventile entfernt werden kann. Sie öffnen sich in Richtung der Kolbenstange, so daß Richtungsänderung des Dampfes vermieden wird. Die Wirkung wird somit vergrößert. Der Öffnungsquerschnitt wird so groß wie möglich ausgeführt.

Bild 42 zeigt den Aufbau. Außerdem ist in den Bildern 33, 39 und 41 das Zylindersicherheitsventil am Zylinderdeckel dargestellt. Im Ruhezustand drückt eine starke Schraubenfeder F den Ventilkörper V auf seinen Sitz. Diese Schraubenfeder ist auf einen bestimmten Öffnungsdruck abgestimmt, der allgemein dem Kesseldruck entspricht. Bei Verbundlokomotiven wird der NDZ entsprechend dem niedrigen Druck im Verbinder abgesichert.

Im Zuge der Entfeinerung, z.B. beim Bau der Lokomotiven der Baureihe 52 hat man an Stelle des verhältnismäßig komplizierten

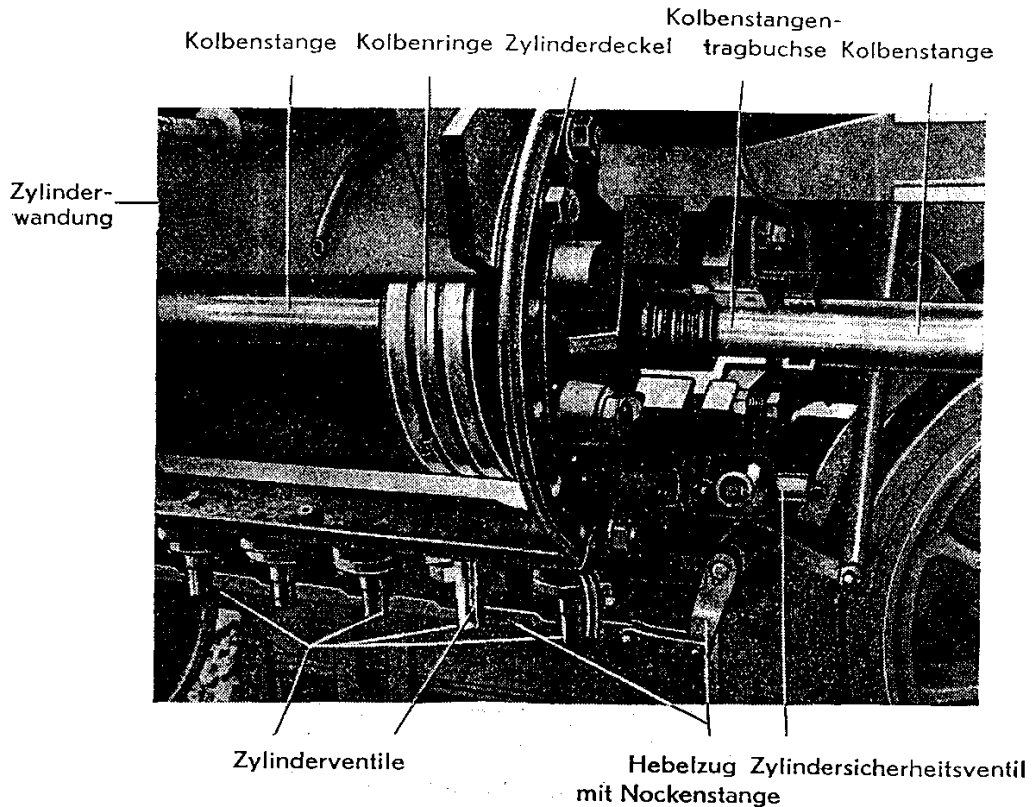


Bild 39. Aufgeschnittener Dampfzylinder, ein Zylinderventil, ein Zylinderblock, eine Kolbenstangentragbuchse geschnitten



Hebelzug

Bild 40. Nockenstange mit Zylinderventilen

Zylindersicherheitsventils die wesentlich einfacheren Bruch-
scheiben eingebaut. Während man im Anfang noch die abgesetzte
Form nach Bild 43a wählte, haben sich später die plange-
schliffenen ebenen Bruchscheiben nach Bild 43b durchgesetzt.
Der Druckflansch ist für beide Ausführungen verwendbar. Diese
Bruchscheiben zerspringen bei Überschreitung des im Zylinder
zulässigen Druckes und müssen dann jedesmal ausgewechselt wer-
den. Die Bruchscheiben sind wirksamer als die Zylindersicher-
heitsventile. Diese schützen nicht genügend gegen Wasserschlag
bei hoher Geschwindigkeit und beim Schleudern, da sie fast
immer zu klein bemessen sind. Die einwandfreie Wirkung der
Bruchscheiben ist jedoch abhängig von der Gleichmäßigkeit des
Werkstoffes und von der Güte der Bearbeitung.
In den theoretischen Grundlagen hieß es, daß die beiden Zylin-
derräume abwechselnd Frischdampf empfangen.

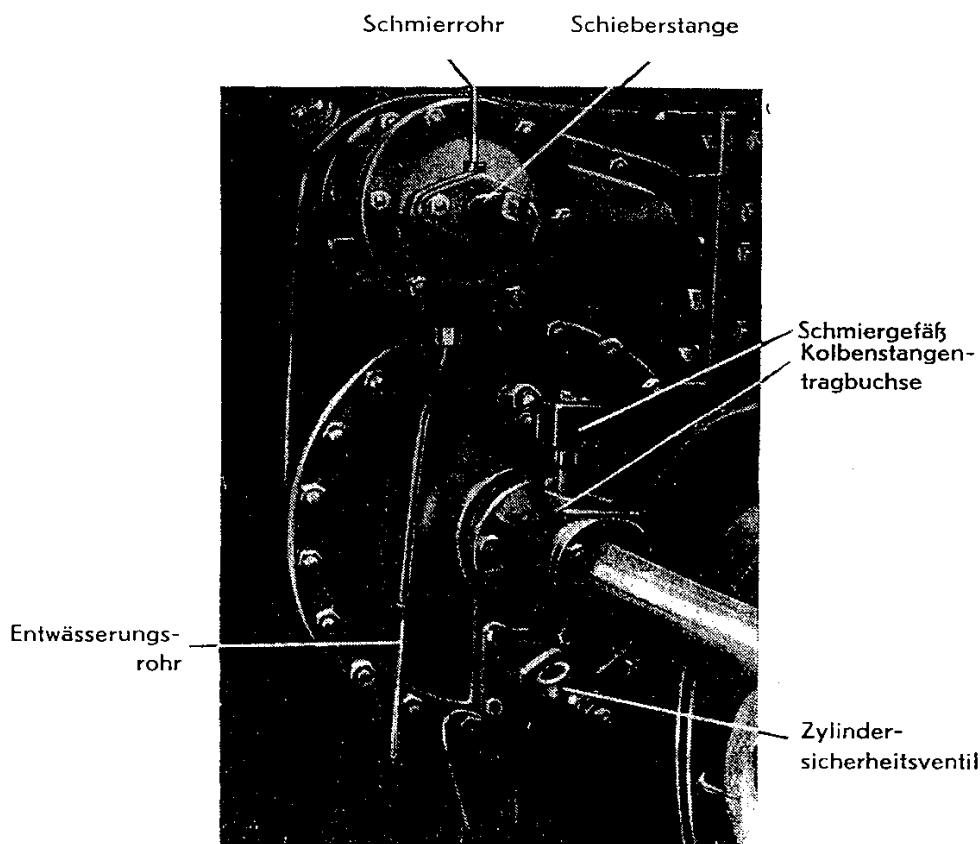


Bild 41. Vorderer Zylinderdeckel mit Zylindersicherheitsventil

Wird die Dampfzufuhr jedoch durch Schließen des Reglers unterbrochen, d.h. befindet sich die Lokomotive im Leerlauf, dann wird in dem sich vergrößernden Zylinderraum jeweils ein Unterdruck entstehen. Dies hat zur Folge, daß Luft durch die Dampfeinströmung angesaugt wird. Der Unterdruck kann sich bis zum Regler auswirken. Die Maschine arbeitet dann als Luftpumpe, und Energie wird aufgezehrt. Damit nicht genug, werden sogar heiße Rauchgase, selbst Verbrennungsrückstände (Rauchkammerlösche) durch das Blasrohr und die Ausströmkanäle in den Zylinder eingesaugt. Verkrustungen der Innenräume des Kolbens sind die unausbleibliche Folge.

Wohl könnten die Zylinderventile sich öffnen, wenn der Druck im Zylinder geringer wird als der Druck der Außenluft, und diese würde nachgesaugt. Der Öffnungsquerschnitt der Zylinderventile reicht jedoch nicht dazu aus, um einen fühlbaren Unterdruck auf der Saugseite zu vermeiden.

Hier helfen Luftsaugeventile. Diese besitzen großen Querschnitt und werden in der Dampfzuleitung am Zylinder angebracht (Bild 44).

Arbeitet die Lokomotive, dann bleibt das Ventil durch den Dampfdruck geschlossen. Entsteht ein Unterdruck, dann wird kalte Frischluft nachgesaugt. Zu diesem Zweck kann das Ventil vom Führerstand aus mit Druckluft gesteuert werden. Der Druckluftstrom überwindet die Schließkraft der Schraubenfeder und öffnet das Ventil. Bei Fahrt unter Dampf unterstützt der Dampfdruck die Schließkraft der Schraubenfeder und verhindert so, daß das Luftsaugeventil in diesem Falle bedient werden kann. Der Anstellhahn in Bild 45 bedient gleichzeitig das Luftsaugeventil

Bild 42. Zylindersicherheitsventil

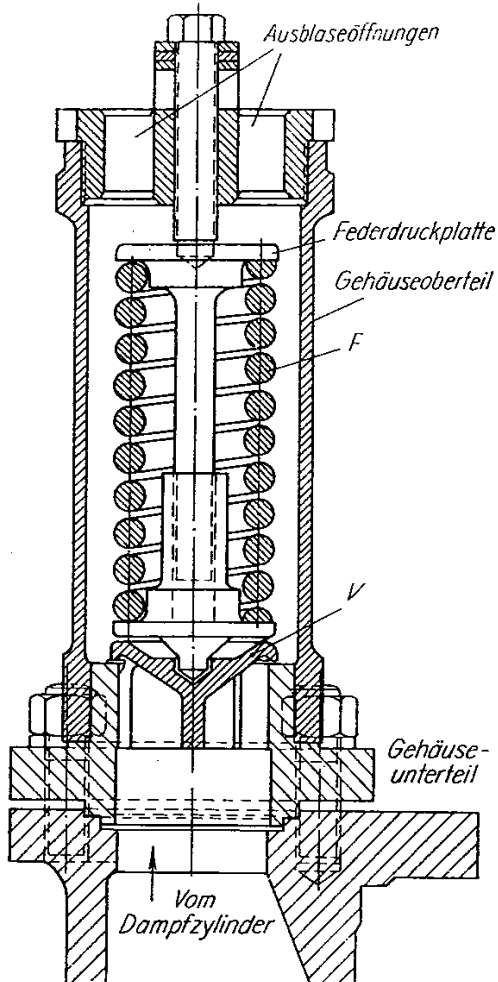
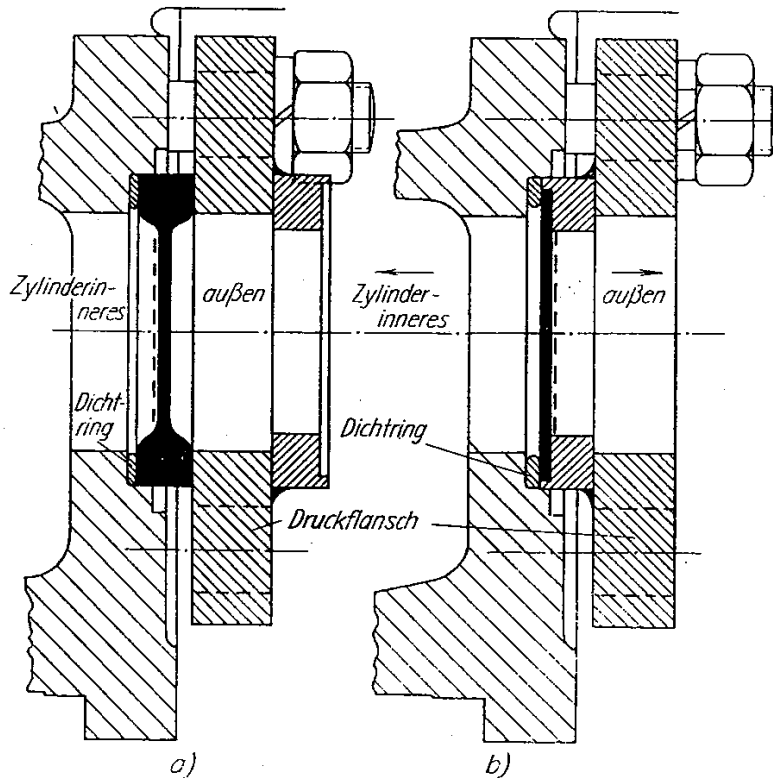


Bild 43. Arten von Bruchscheiben
 a abgesetzte Form
 b plan geschliffen



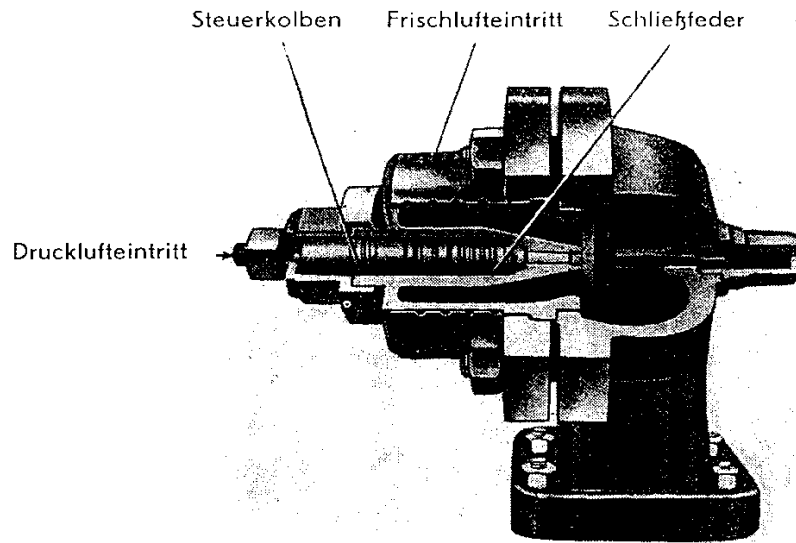


Bild 44. Luftsaugeventil

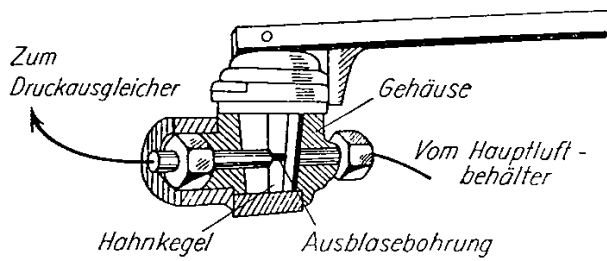


Bild 45. Anstellhahn

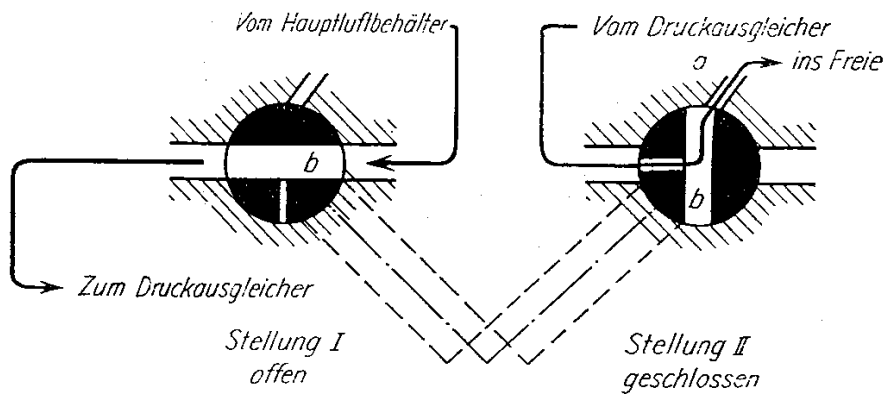
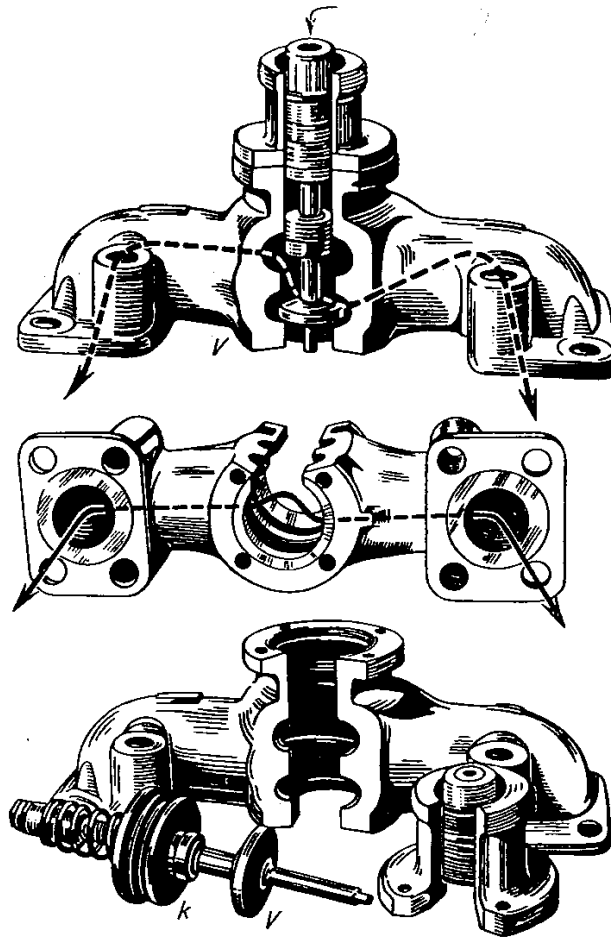


Bild 46. Bedienungsschema des Anstellhahns für Knorr-Druckausgleichventil und Luftsaugeventil

Bild 47.
Druckausgleichventil
Bauart Knorr



und das Druckausgleichventil. Bild 46 zeigt das Bedienungsschema. Dieses Ventil ist im Grunde eine Verbindungsleitung, die beide Arbeitsräume des Zylinders miteinander verbindet. Am Beispiel der Lokomotive BR 38.10-40 wird gezeigt, daß diese Einrichtung zur besseren Platzausnutzung zwischen den Rahmenwangen angebracht ist (Bild 21).

Im Leerlauf kann der Zylinderinhalt (Luft mit etwas Dampf) je nach der Stellung des Kolbens vor und hinter denselben geleitet werden. Damit wird vermieden, daß die Druckunterschiede zu groß werden. Die vorstehend aufgezeigten Mängel werden dadurch ausgeschaltet.

In Bild 47 wird das Druckausgleichventil älterer Bauart von Knorr im Schnitt gezeigt. Beachtenswert ist, daß ein besonderer Schließ- oder Ausgleichkolben K notwendig ist, der das Ventil bei Arbeiten unter Dampf immer geschlossen hält. Im Gegensatz zum Zylindersaugeventil, wo der Dampf den Schließkolben nur von einer Seite beaufschlagt und damit einen ausreichenden Schließdruck garantiert, wechselt die Dampfrichtung in der Verbindungsleitung verständlicherweise. Von rechts nach links würde das Ventil V allerdings sowieso auf den Sitz gedrückt. Anders wäre es, wenn der Dampfdruck aus der Richtung von links überwiegt, weil dann der Ventilteller V nach unten gedrückt, der Durchgang also frei würde. Das würde die Wirkungsweise im Arbeitszylinder beeinträchtigen. Der Gegenkolben K besitzt jedoch eine größere Angriffsfläche als der Ventilteller V.

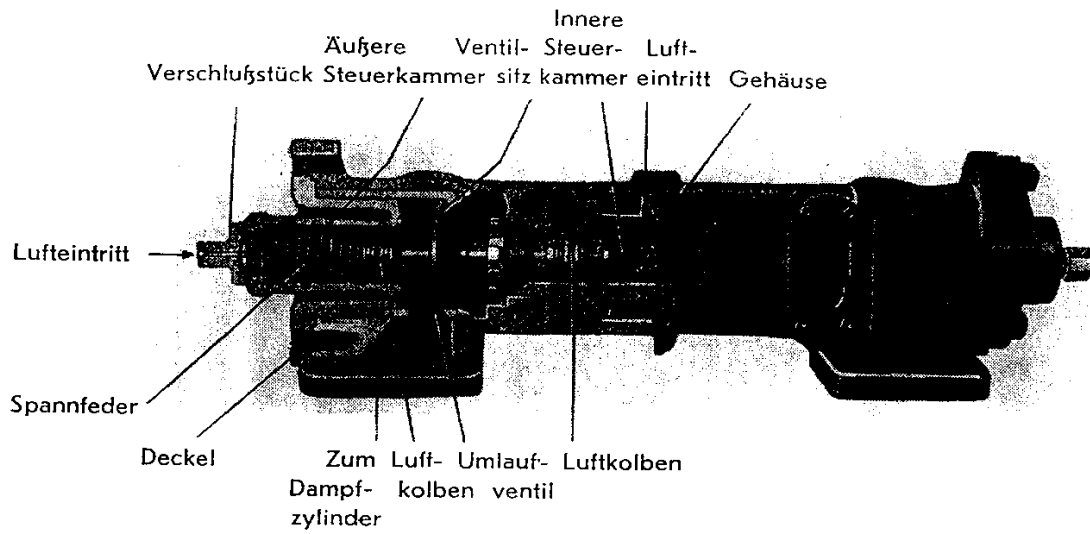


Bild 48. Druckausgleicher mit Eckventilen

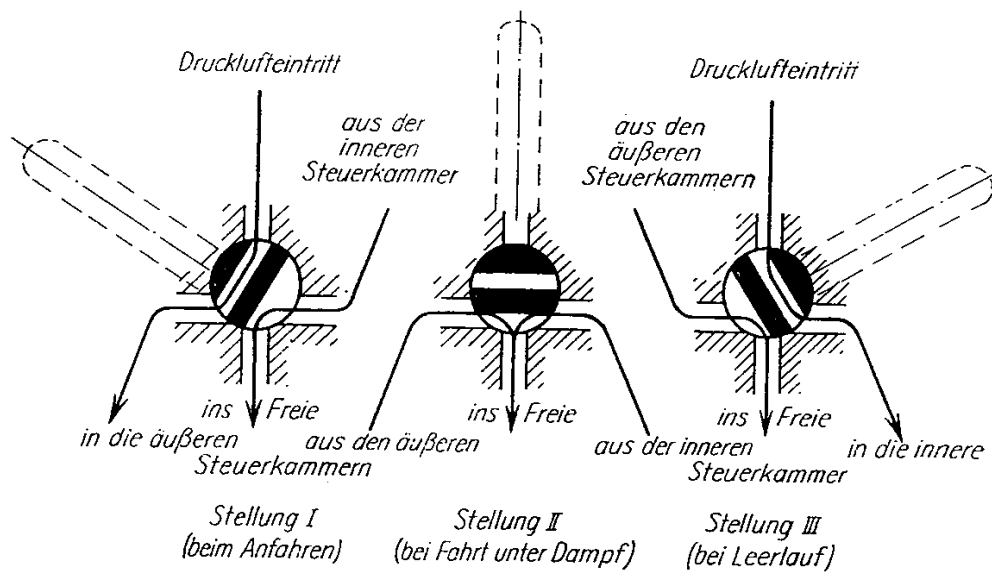


Bild 49. Bedienungsschema des Anstellhahns für Druckausgleicher mit Eckventilen

So wird auch bei überwiegendem Dampfdruck von links das Ventil geschlossen gehalten.

Im Leerlauf wird der Druckausgleichshebel genau so wie das Luftsaugventil mittels Druckluft geöffnet, indem diese auf den Luftkolben drückt. Die vorstehend beschriebene Druckausgleichs-einrichtung besitzt jedoch noch einige Nachteile. Die durch das Luftsaugventil eingesaugte Frischluft verbrennt und verkrustet z.B. das Öl in den stark erhitzten Schieberbuchsen. Deshalb versuchte die Deutsche Reichsbahn ohne dieses Luftsaugventil auszukommen. Die Querschnitte des beschriebenen Druckausgleichers allein reichen jedoch nicht aus, um jeden Unterdruck im Zylinder zu vermeiden.

Nachteilig erwies sich außerdem die Form und der Befestigungs-ort des Druckausgleichventils Bauart Knorr, worin die ungenügenden Querschnitte begründet sind.

Der Druckausgleicher mit Eckventilen erfüllt die Forderungen besser, da er größere Öffnungsquerschnitte aufweist. Er wurde nicht am Zylinderraum angeflanscht, sondern auf den Schieberkasten aufgesetzt. Dadurch wird der schädliche Raum nur unwesentlich vergrößert (Bilder 24 und 25).

Diesen Druckausgleicher mit Eckventilen erhielten die ersten Einheitslokomotiven. Am besten läßt sich der Aufbau und die Wirkungsweise an Bild 48 erklären.

Es fällt sofort auf, daß das eine Ventil gewissermaßen in zwei Ventile aufgelöst wurde, die sowohl durch Druckluft geöffnet als auch geschlossen werden.

Der Anstellhahn auf dem Führerstand besitzt hier drei Stellungen. Die Bedienungsweise ist wesentlich anders als beim Druckausgleicher älterer Bauart. Das Schema in Bild 49 macht das deutlich.

Eine ganz einfache Methode des Druckausgleiches ist bei den Lokomotiven der BR 39, 42 und 52 anzutreffen. Der selbsttätige Druckausgleicher Bauart Winterthur besteht nur aus einer Verbindungsleitung, die in der Mitte durch ein einfaches Teller-ventil unterbrochen werden kann. Es ist ebenfalls auf den Schieberkasten aufgesetzt.

Bild 50 läßt erkennen, daß der Aufbau sehr einfach ist. Als einziger beweglicher Teil ist nur der Ventilteller V vorhanden. Federn fehlen völlig. Die Verbindung zwischen den beiden Zylinderräumen wird unterbrochen, indem Dampf durch eine besondere Zuleitung L unter den Ventilteller V tritt, der dadurch auf seinen Sitz gedrückt wird. Da die Angriffsfläche des Ventiltellers von unten wesentlich größer ist als von oben, wird der Dampfdruck von dort überwiegen. Man kommt hier auch ohne Druckluft aus, denn im Leerlauf wird der Teller infolge seines Eigengewichts nach unten fallen und die Verbindung herstellen.

Auf eine besondere Abart sei in diesem Zusammenhang noch hingewiesen, obwohl sie nur vereinzelt (z.B. mittlerer Zylinder BR 58) anzutreffen ist. Das vereinigte Zylindersaug- und Druckausgleichventil hat ebenfalls einen sehr einfachen Aufbau. Bild 51 stellt den geschlossenen Zustand dar. Der geöffnete Zustand ist gestrichelt angedeutet. Auch hier besorgt nur der Dampfdruck das Schließen (von unten), während die eigene Schwere des Kolbens im Leerlauf den Durchgang frei gibt.

Die Tabelle S.74 zeigt eine Gegenüberstellung der Bedienungsanweisung bei den einzelnen Druckausgleicherarten unter Dampf und im Leerlauf.

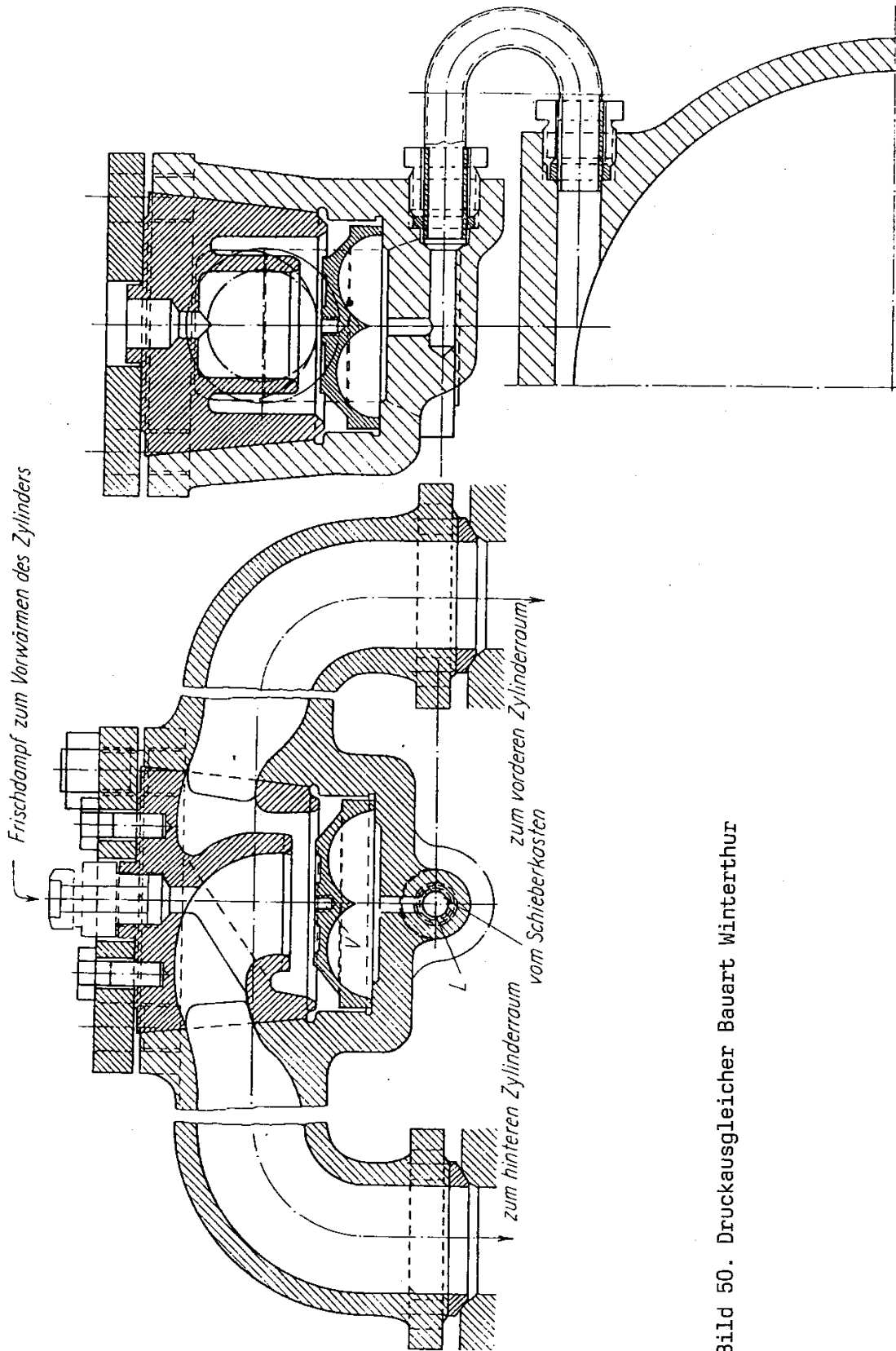


Bild 50. Druckausgleicher Bauart Winterthür

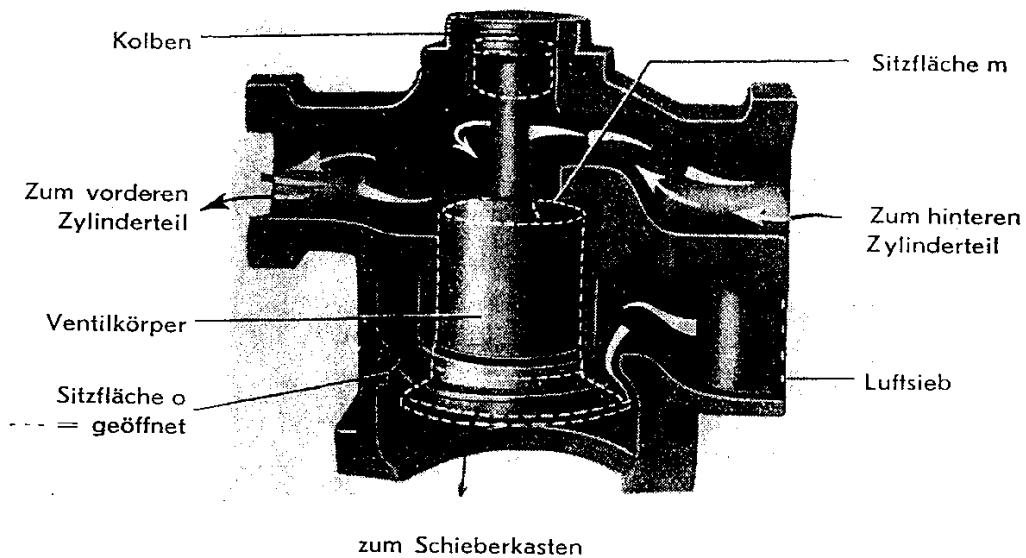


Bild 51. Vereinigtes Zylindersaug- und Druckausgleichventil nach Knorr-Müller

1.2. Steuerung

1.2.1. Theoretische Grundlagen - Aufgaben und Wirkungsweise

Bereits in den vorhergehenden Abschnitten wurde darauf hingewiesen, daß der Weg des Dampfes in den Dampfzylinder und von dort ins Freie durch bestimmte Steuerungsorgane geregelt wird. Nachdem der Dampf durch ein bestimmtes Absperrventil (Regler) den Kessel verlassen hat, strömt er bei Naßdampflokomotiven direkt und bei Heißdampflokomotiven über den Rauchrohrüberhitzer zunächst in den Schieberkasten. In diesem bewegt sich ein Schieber und gibt dabei abwechselnd Kanäle frei oder schließt sie. So leitet er den Frischdampf abwechselnd in die vordere oder in die hintere Zylinderhälfte. Den Abdampf, der bereits Arbeit geleistet hat, leitet er durch die Ausströmung ins Freie.

Diese Öffnungs- und Schließvorgänge müssen nacheinander in einem bestimmten Rhythmus folgen, d.h., sie müssen den Bewegungen der arbeitenden Maschine angepaßt sein. Das läßt sich am besten und sichersten dadurch erreichen, daß die arbeitende, die fahrende Lokomotive den Dampfein- und Dampfauslaß selbst steuert. Dabei unterscheidet man zwischen der inneren und äußeren Steuerung. Im Betriebszustand sieht man nur die zur äußeren Steuerung gehörenden Teile, während die Einzelteile der inneren Steuerung sich innerhalb des Schiebergehäuses befinden.

Welche Bedingungen muß nun eine Lokomotivsteuerung erfüllen?

1. Da der Dampf nur bei bestimmten Kolbenstellungen in den Zylinder ein- oder aus ihm ausströmen darf, müssen die Dampfkanäle sich unabhängig von den Kolbenstellungen öffnen und schließen.

2. Die Leistungsbeanspruchung der Maschine schwankt im Betriebe stark. Deshalb muß die Zylinderfüllung sich in weiten Grenzen verändern lassen.
3. Jede Lokomotive muß sowohl vorwärts als auch rückwärts fahren können. Das muß durch einfache Umsteuerung möglich sein.

Die theoretischen Überlegungen lassen sich am besten am Beispiel der Flachschiebersteuerung anstellen. Die gewonnenen Erkenntnisse sind ohne weiteres auf die durchweg angewandte Kolbenschiebersteuerung übertragbar.

Bei den alten Naßdampflokomotiven finden wir noch sehr viele Flachschieber.

Einzelne Bezeichnungen wurden von der Flachschiebersteuerung auf die Kolbenschiebersteuerung übertragen, obwohl sie nicht mehr zutreffen. So bezeichnet man das Schiebergehäuse allgemein noch als Schieberkasten.

Innere Steuerung

Die Mittelstellung des Flach- oder Muschelschiebers sieht folgendermaßen aus (siehe auch Bild 52):

Die Dampfkanäle sind überdeckt, also abgeschlossen. Der Dampf kann demnach nicht in den Zylinder eintreten.

Von außen lastet der Dampfdruck auf dem Schieber. Theoretisch wäre es möglich, die Schieberlappen gleich der Kanalbreite zu bemessen. Nachteilig wäre dabei, daß eine Abdichtung in Mittelstellung praktisch nicht möglich ist und Dampf weiter ein- oder ausströmen würde. Außerdem würde Dampf über den ganzen Hub hinweg aus- und einströmen, so daß die Dehnung nicht ausgenutzt werden könnte. Man führt deshalb die Schieberlappen wesentlich breiter aus als die Kanalbreite, so daß sie beiderseits nach vorn und nach hinten über die Zuführungs- oder Einströmkanäle hinausragen. Diese Lappen bezeichnet man als Überdeckungen, und zwar die äußere Überdeckung e als Einströmüberdeckung und die innere Überdeckung i als Ausströmüberdeckung. Die Kanten steuern den Dampfein- und Dampfaustritt und werden deshalb steuernde Kanten genannt.

Die Schieberhöhle heißt Muschel und die Fläche, auf der der Schieber gleitet, Schieberspiegel.

Da der Dampf in den rechten Zylinderraum einströmen muß, wenn der Kolben im rechten Totpunkt steht, darf der Schieber sich dann nicht mehr in der Mittelstellung befinden. Er muß vielmehr

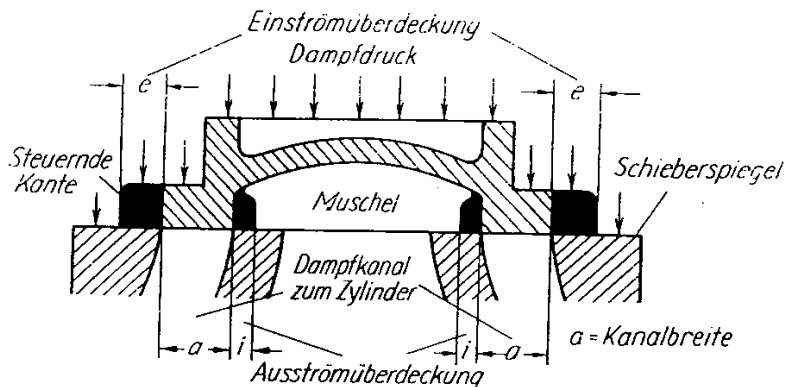


Bild 52. Flachschieber

um den Betrag e nach links verschoben sein. Zweckmäßig gibt man dem Dampf außerdem noch eine Voreinströmung, damit in der Totpunktstellung möglichst der Gesamtdruck wirksam wird. Dieser Wert wird lineares Voreilen v genannt.

Befindet sich der Kolben in der linken Totpunktstellung, dann hat sich der Schieber bereits um $(e + v)$ nach rechts begeben.

In Abschnitt 1.3.1. wird bei der Behandlung des Kurbeltriebes erläutert, wie die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine Drehbewegung des Treibrades umgewandelt wird. Auf dem Treibrad befindet sich außer der Treibkurbel - meistens als Treibzapfen ausgebildet, der im Abstand des Kurbelarmes in den Radstern eingepreßt wurde - die Gegenkurbel, die fest aufgekeilt ist.

Über die Schieberschubstange wird dann durch ein Gelenk die Schieberstange mit dem festverbundenen Schieber geradlinig hin- und herbewegt. Die Drehbewegung verwandelt sich hier umgekehrt in eine geradlinige Bewegung. Somit ist die Abhängigkeit zwischen fahrender Lokomotive und Steuerung gegeben. Vernachlässigt man eine Eigenart des Kurbeltriebes, das Fehlerglied, weil es genauer unter dem betreffenden Abschnitt 1.3.1. behandelt werden soll, so erkennen wir, daß der Mittelstellung des Schiebers die Höchst- oder Tiefstlage der Gegenkurbel entspricht. Man nennt deshalb diese auch entsprechend obere oder untere Mittellage der Gegenkurbel (Bilder 53a und b).

Die bereits genannte Voreilung $(e + v)$ kann nun auch durch den Voreilwinkel w ausgedrückt werden. Die Gegenkurbel ist also nicht nur um 90° , sondern um $(90^\circ + w)$ gegenüber der Treibkurbel versetzt (Bild 53b).

Der Dampfkanal kann nur dann vollständig geöffnet werden, wenn der Schieber aus der Mittellage heraus den Weg $(e + a)$ zurückgelegt hat. Das ist aber nur möglich, wenn der Kurbelarm der Gegenkurbel E ebenfalls die Länge $(e + a)$ aufweist.

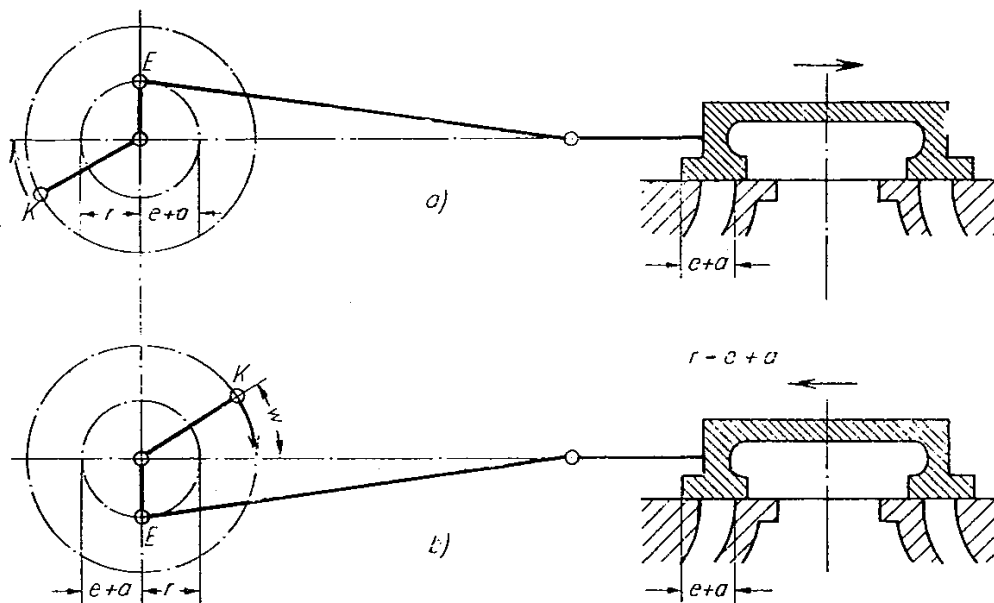
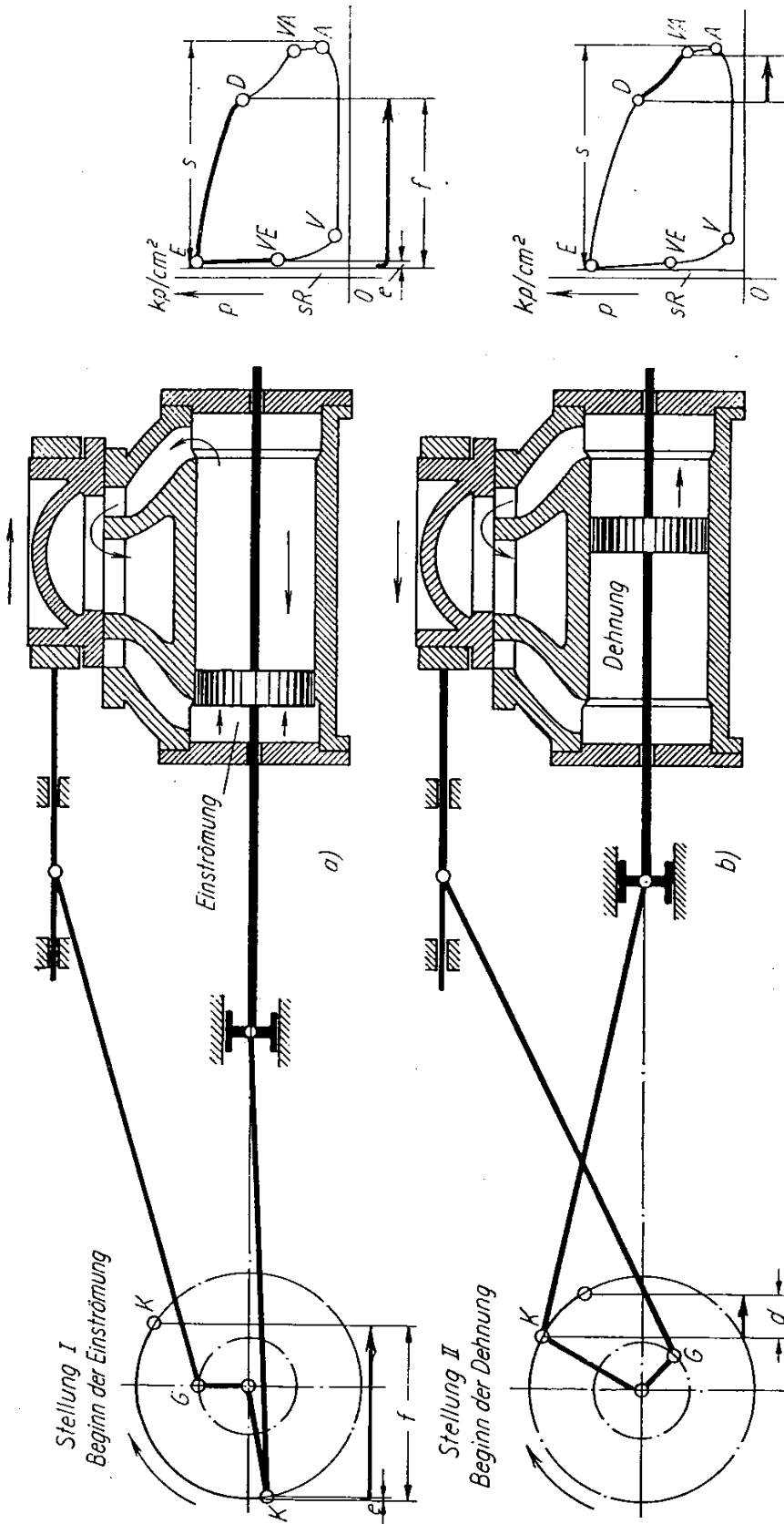


Bild 53. Mittelstellung des Schiebers
 a Gegenkurbel in der Höchststellung
 b Gegenkurbel in der Tiefstlage



- A Ausströmung
- D Dehnung
- E Einströmung
- G Gegenkurbel
- K Treibkurbel
- V Verdichtung
- VA Vorausströmung
- VE Voreinströmung
- f Füllungsweg
- p spezifischer Dampfdruck
- sR schädlicher Raum
- a Ausströmungsweg
- d Dehnungsweg
- e Voreinströmungsweg
- f Füllungsweg
- p spezifischer Dampfdruck
- sR schädlicher Raum
- v Verdichtungsweg
- a₁ Vorausströmungsweg
- s Kolbenhub

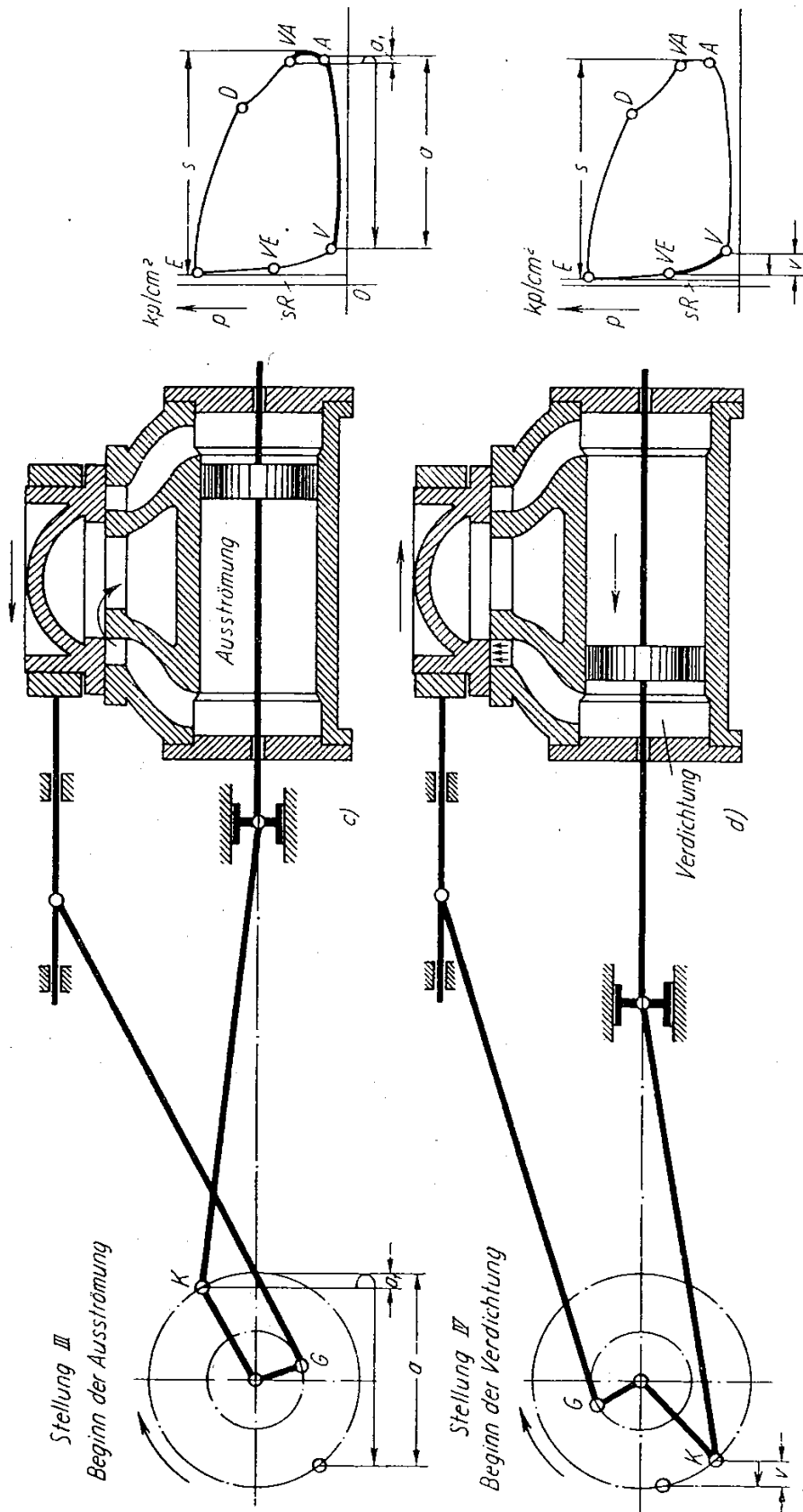


Bild 54. Schieberstellungen

- a Stellung I - Beginn der Einströmung
- b Stellung II - Beginn der Dehnung
- c Stellung III - Beginn der Ausströmung
- d Stellung IV - Beginn der Verdichtung

In den Bildern 54a bis d sind die Stellungen der Gegenkurbel und die entsprechenden Schieberstellungen beim Doppelhub dargestellt. Aus dieser Darstellung ist außerdem erkennbar, daß der Füllvorgang, der sich über die ganze Strecke f erstreckt, fast dem gesamten Kolbenhub s (= zweimal Treibkurbellänge) entspricht. Das ist aber nach den im Abschnitt 1.1. behandelten Gesichtspunkten unwirtschaftlich und deshalb unerwünscht.

Macht man die Gegenkurbel entsprechend kürzer, dann wird auch der Schieberweg kürzer. Das bedeutet, daß der Dampfkanal später geöffnet und früher geschlossen wird. Dementsprechend verringert sich der Kolbenweg f , der während des Füllvorgangs zurückgelegt wird. Um die Füllung zu verändern und die Dampfmaschine den wechselnden Ansprüchen des Betriebes anzupassen, kann man die Gegenkurbellänge vergrößern oder verkleinern. Bei der Behandlung der Steuerungsarten soll gezeigt werden, wie man das in der Praxis erreichen kann.

Aber etwas anderes ist noch erkennbar. Bild 8 zeigt, daß die Ausströmung, die Verdichtung und Voreinströmung zusammen den Hub ergeben. Die Voreinströmung kann bei dieser Betrachtung vernachlässigt werden, da sie sehr klein ist.

Je kleiner aber die Füllung ist, desto kleiner ist auch die Ausströmung. Das bedeutet, daß dadurch einer kleinen Füllung eine große Verdichtung entspricht. Es herrscht ein hoher Verdichtungsdruck. Umgekehrt ist bei großer Füllung der Verdichtungsdruck gering.

Es zeigt sich, daß eine kleine Füllung abgesehen von der wirtschaftlicheren Dampfausnützung noch vorteilhaft für die Vorgänge im schädlichen Raum ist. Zum Auffüllen dieses Raumes ist dann weniger Dampf erforderlich.

Bei großen Geschwindigkeiten würden sich die starken Schläge der hin- und hergehenden Massen besonders nachteilig auf die Bauteile auswirken. Das starke Dampfpolster fängt diese Stöße jedoch bereits vor dem Richtungswechsel der Massenkräfte ab und mildert die Spannungen in den Stangen, Lagern und sonstigen Triebwerksteilen.

Da einer größeren Füllung im allgemeinen eine geringere Geschwindigkeit entspricht, wirkt sich der geringere Verdichtungsdruck hier allerdings nicht ganz so nachteilig aus wie bei höherer Geschwindigkeit.

Eine besondere Abart des Flachschiebers, den Kanalschieber, zeigt Bild 55. Dieser Schieber besitzt eine doppelte Einströmung. Der Dampf kann sowohl direkt in die Kanäle einströmen, wenn die steuernden Kanten diese freigeben, als auch zusätzlich durch den Umlaufkanal U .

Damit soll die starke Dampfdrosselung zu Beginn und Ende der Füllung verringert werden.

Es wurde bereits erwähnt, daß der Flachschieber veraltet ist und ihm große Mängel anhaften. Er eignet sich nicht für hohe Drücke und hohe Temperaturen. Im normalen Betrieb der Lokomotive lastet auf dem Flachschieber der volle Dampfdruck. Ihm wirkt vom Ausströmkanal her nur der geringe Blasrohrdruck entgegen. So entsteht an den Gleitflächen ein sehr hoher Flächen-druck. Der Schubbewegung auf dem Schieberspiegel wird trotz ausreichender Schmierung ein sehr großer Widerstand entgegengesetzt.

Man half sich zunächst damit, daß man entlastete Schieber konstruierte. Da sie von untergeordneter Bedeutung sind, sollen sie an dieser Stelle nicht näher betrachtet werden.

Flachschieber

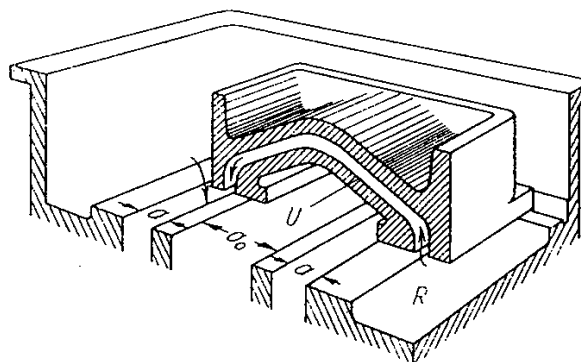


Bild 55. Kanalschieber

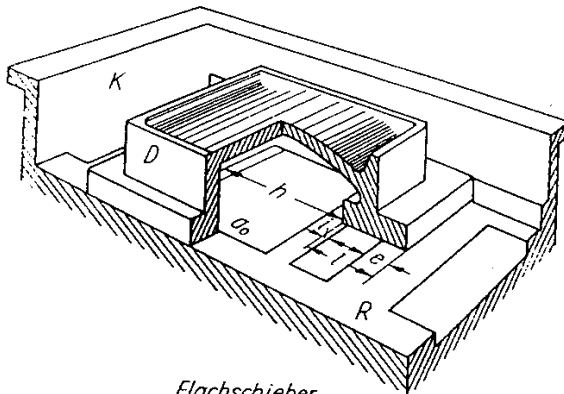
a und a ₀	Dampfkanäle
U	Umlaufkanal
R	Schieberrost

Vielmehr wenden wir uns nun der gebräuchlichsten Schieberbauart, dem Kolbenschieber, zu. Er ist in Wahrheit der entlastete Schieber, denn hier stellt sich kein Dampfdruck dem Hin- und Hergang des Schiebers hemmend entgegen. Die Kolbendrücker rechts und links heben sich auf, und es bleibt lediglich der durch den Anpreßdruck der Schieberringe verursachte Bewegungswiderstand wirksam. Dieser ist jedoch im Verhältnis zu den Dampfdrücken unbedeutend.

Man kann sich gut vorstellen, wie aus dem Flachschieber der Kolbenschieber entstanden ist. An die Stelle der Muschel trat ein entsprechend ausgearbeiteter Walzenkörper. So lassen sich auch die Begriffe wie Schieberspiegel, Schieberlappen und Überdeckungen zunächst ohne weiteres anwenden. Es ist selbstverständlich, daß die Querschnitte für den Dampf- und den Dampfaustritt größer als bei Flachschiebern entsprechender Größe sein können, weil dafür nicht nur eine ebene Fläche, sondern der gesamte Umfang des Schieberspiegels, hier Schieberbuchse genannt, zur Verfügung steht (Bild 56). Die Kolbenbreite ersetzt gewissermaßen die Schieberlappen.

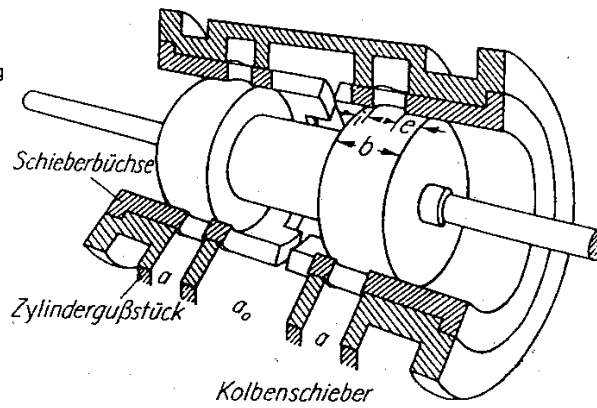
Der Weg des Dampfes könnte aber genau so wie beim Flachschieber sein. Da der Dampf dort von außen in die Dampfkanäle einströmt, spricht man von äußerer Einströmung. Hierbei macht sich störend bemerkbar, daß die Durchgänge der Schieberstangen durch die Wände des Schieberkastens gut abgedichtet werden müssen, denn der volle Dampfdruck lastet auf diesen Stellen genau so wie auf den Kolbenstangendurchgängen im Dampfzylinder. Was dort unvermeidbar ist, läßt sich hier abändern. Die notwendigen kostspieligen Stopfbuchsen können eingespart werden, wenn man den Weg des Dampfes umkehrt. Das bedeutet, daß man den Frischdampf zwischen den beiden Schieberkörpern des Kolbenschiebers eintreten läßt. Man arbeitet also mit innerer Einströmung. Diese Möglichkeit besteht aber nur beim Kolbenschieber, denn der Dampfdruck in der Muschel des Flachschiebers würde den Schieber stets abheben. Unter „Zylinderausrüstung“ wurde bereits darauf hingewiesen, daß aus diesem Grunde Zylindersicherheitsventile bei Flachschiebern unnötig sind, weil sie bei Überdruck im Zylinder abklappen würden. Auf die Schieberstangenstopfbuchsen wirkt bei innerer Einströmung nur der wesentlich geringere Druck des Auspuffdampfes (Bild 96).

Da der Dampfweg der äußeren Einströmung entgegengesetzt ist, müssen hier auch Einström- und Ausströmüberdeckungen vertauscht werden. Ebenso muß die Bewegungsrichtung des Schiebers umgekehrt sein.



Flachschieber

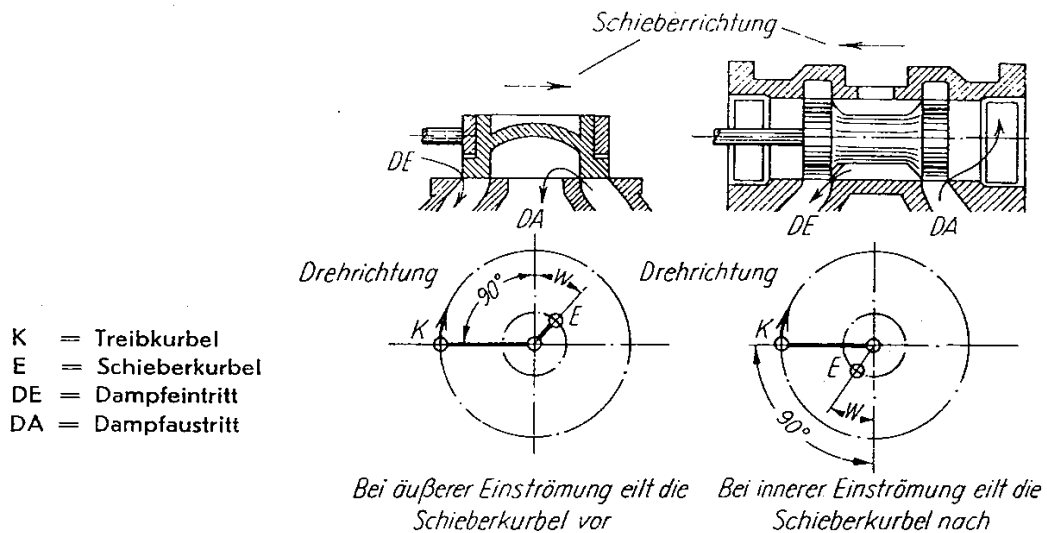
- K = Schieberkasten
- R = Schieberrost
- D = Dampfschieber
- a u. a₀ = Dampfkanäle
- h = Schieberhöhhlung
- i = Schieberlappen
- e = Einströmdeckung
- i = Ausströmdeckung



Kolbenschieber

Bild 56. Übergang vom Flachschieber zum Kolbenschieber

Bild 57. Vor- und Nacheilung der Schieberkurbel



- K = Treibkurbel
- E = Schieberkurbel
- DE = Dampfeintritt
- DA = Dampfaustritt

Bei äußerer Einströmung eilt die Schieberkurbel vor

Bei innerer Einströmung eilt die Schieberkurbel nach

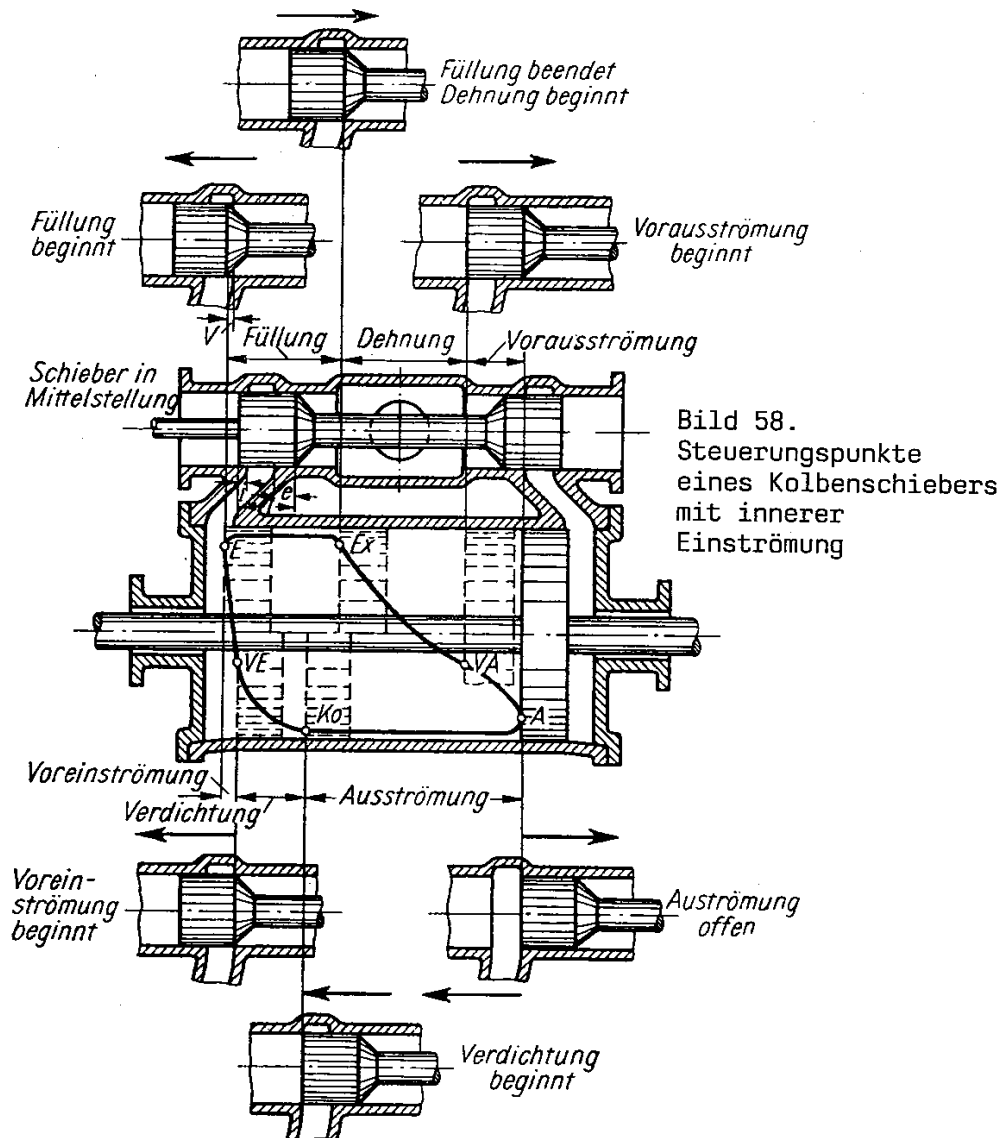


Bild 58.
Steuerungspunkte
eines Kolbenschiebers
mit innerer
Einströmung

Deshalb muß hier die Gegenkurbel der Treibkurbel nicht vor-, sondern um einen entsprechenden Winkel nacheilen. Der Voreilwinkel ist hierbei jedoch dem rechten Winkel nicht zuzuschlagen, sondern von ihm abzuziehen. Das Bild 57 zeigt das eindeutig. Bild 58 zeigt uns die Stellungen eines Kolbenschiebers für innere Einströmung beim Öffnen und Schließen der Dampfkanäle. Das dazugehörige Dampfdruckschaubild vervollständigt die schematische Darstellung. Für die hauptsächlichsten Steuerungspunkte sind die zugehörigen Schieberstellungen besonders kenntlich gemacht.

Äußere Steuerung

Heusinger-Steuerung

Obwohl diese Steuerung nicht die älteste in der Entwicklung der Dampflokomotiven ist, soll sie doch zuerst behandelt werden. Sie wird bei den Reichsbahnlokomotiven durchweg angewendet. Nur alte Länderbahnarten besitzen noch andere Ausführungen. Im

Jahre 1844 wurde diese Steuerung von dem Belgier Walschaert und fünf Jahre später davon unabhängig von dem Ingenieur Heusinger von Waldegg erfunden.

Hierbei fällt auf, daß an Stelle des Voreilwinkels, der das lineare Voreilen bewirkt, der Kreuzkopf zu Hilfe genommen wird. Damit wird eine unerwünschte Folgeerscheinung ausgeschaltet, die bei gleichbleibendem Voreilwinkel unbedingt eintritt.

Zum besseren Verständnis sei eingeschoben: Es wurde bereits festgestellt, daß die Schieberwege und damit die Füllungsgrade sich durch Verkürzen oder Verlängern der Gegenkurbel verändern lassen. Bei Dampflokomotiven läßt sich das jedoch nur erreichen, wenn eine Hebelübersetzung dazwischen geschaltet wird. Diese Übersetzung hat bei vielen Steuerungen die Gestalt einer

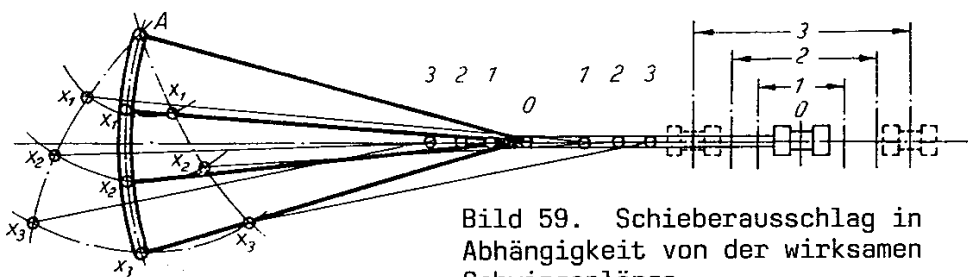
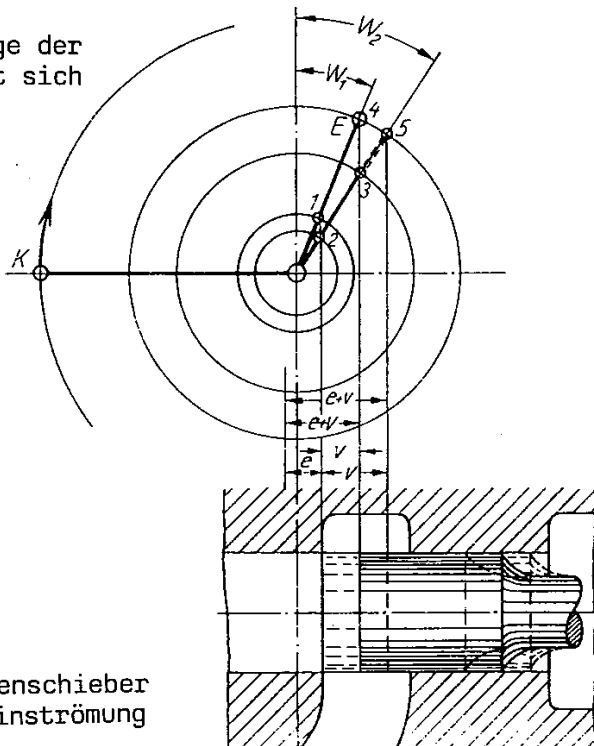


Bild 59. Schieberauschlag in Abhängigkeit von der wirksamen Schwingenlänge

Bild 60. Mit der Länge der Schwingenkurbel ändert sich das lineare Voreilen



Beispiel für Kolbenschieber mit äußerer Einströmung

Anmerkung: Die Punkte 1 und 2 bzw. 3 und 4 lassen erkennen, daß eine Veränderung des Voreilwinkels w dieselben Folgen hat wie die Veränderung der Schwingenkurbellänge.

In den Punkten 3 und 4 ist die günstigste Voreilung vorhanden. Bei 5 wird sie zu groß, während sie bei 1 und 2 ganz verschwunden ist.

Schwinge, die entweder gerade oder gekrümmt ist. Bei der Heusinger-Steuerung ist diese Schwinge nach einem Radius gekrümmt, der der Schieberschubstangenlänge entspricht. Sie kehrt ihre Wölbung der Treibachse zu. Der Angriffspunkt der Schieberschubstange läßt sich innerhalb der Schwinge heben und senken, der Hebelarm wird dadurch verlängert oder verkürzt oder wird gleich Null.

Eine so ausgerüstete Steuerung wird Schwingensteuerung genannt. Häufig bezeichnet man die Gegenkurbel dann auch als Schwingenkurbel.

Je weiter nun der Ableitungspunkt X der Schieberschubstange von dem festen Aufhängepunkt A der Schwinge entfernt wird, desto größer wird der Schieberausschlag bei gleicher Schwingenbewegung (Bild 59).

Wird der Hebelarm beim Zusammenfallen beider Punkte gleich Null, dann wird auch die Füllung gleich Null, selbst wenn die Schwinge bewegt wird. Die Schwinge erfüllt also die Erwartungen, indem sie indirekt die Gegenkurbellänge verändert bzw. ganz verschwinden läßt.

Die erwähnte unerwünschte Folgeerscheinung ist aus Bild 60 genau zu erkennen. Hier zeigt sich, daß sich mit der Schwingenkurbellänge auch das lineare Voreilen ändert. Es kann sogar ganz verschwinden, wenn die Kurbellänge ein bestimmtes Maß unterschreitet.

Das kann jedoch nicht der Sinn sein, denn gerade bei kleinen Füllungen (geringe Kurbellänge) ist eine ausreichende Voreinströmung zu gewährleisten. Der volle Dampfdruck muß so früh wie möglich auf den Kolben wirken.

Deshalb bedient man sich eines zusätzlichen Antriebes des Schiebers vom Kreuzkopf her. Im Voreilhebel vereinigen sich beide Bewegungseinflüsse. Wie der Name schon erkennen läßt, veranlaßt der Voreilhebel infolge seines stets gleichbleibenden Hebelverhältnisses n/m die unveränderliche Voreilung $(e + v)$ in den Totpunkten, während von der Schwinge her nur die Größe der Füllung über das veränderliche Übersetzungsverhältnis x/y beeinflusst wird. Bei der Heusinger-Steuerung stehen die Treib- und die Gegenkurbel theoretisch im rechten Winkel zueinander (Abweichung nur bedingt durch die Konstruktion). Bei innerer Einströmung eilt die Gegenkurbel der Treibkurbel um diesen Winkel nach.

Die Bilder 61a bis 61c zeigen die Wirkungsweise der Heusinger-Steuerung mit innerer Einströmung für die Totpunktlagen der Treibkurbel.

Der Einfluß beider Steuerungsanteile auf die Schieberstellung in der Mittelstellung des Kolbens geht aus Bild 62 hervor. Hier bewirkt die Schwinge durch ihren größten Ausschlag nach links, daß auch der Schieber mitgenommen und der Dampfkanal dadurch geöffnet ist.

In den vier wichtigsten Kolbenstellungen, den Totpunkt- und den Mittelstellungen, ist jeweils nur ein Antrieb wirksam, während in allen Zwischenstellungen die Schieberbewegung von beiden Antrieben gemeinsam beeinflusst wird. Die Schwinge wirkt allein in den Mittel- und der Voreilhebel allein in den Totpunktstellungen des Kolbens.

Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal beim Übergang von der äußeren zur inneren Einströmung war, daß sich die Schieberichtung in den bestimmten Kolbenstellungen jeweils umkehrt. Das zeigt sich auch am Voreilhebel sofort. Hier sind nämlich die

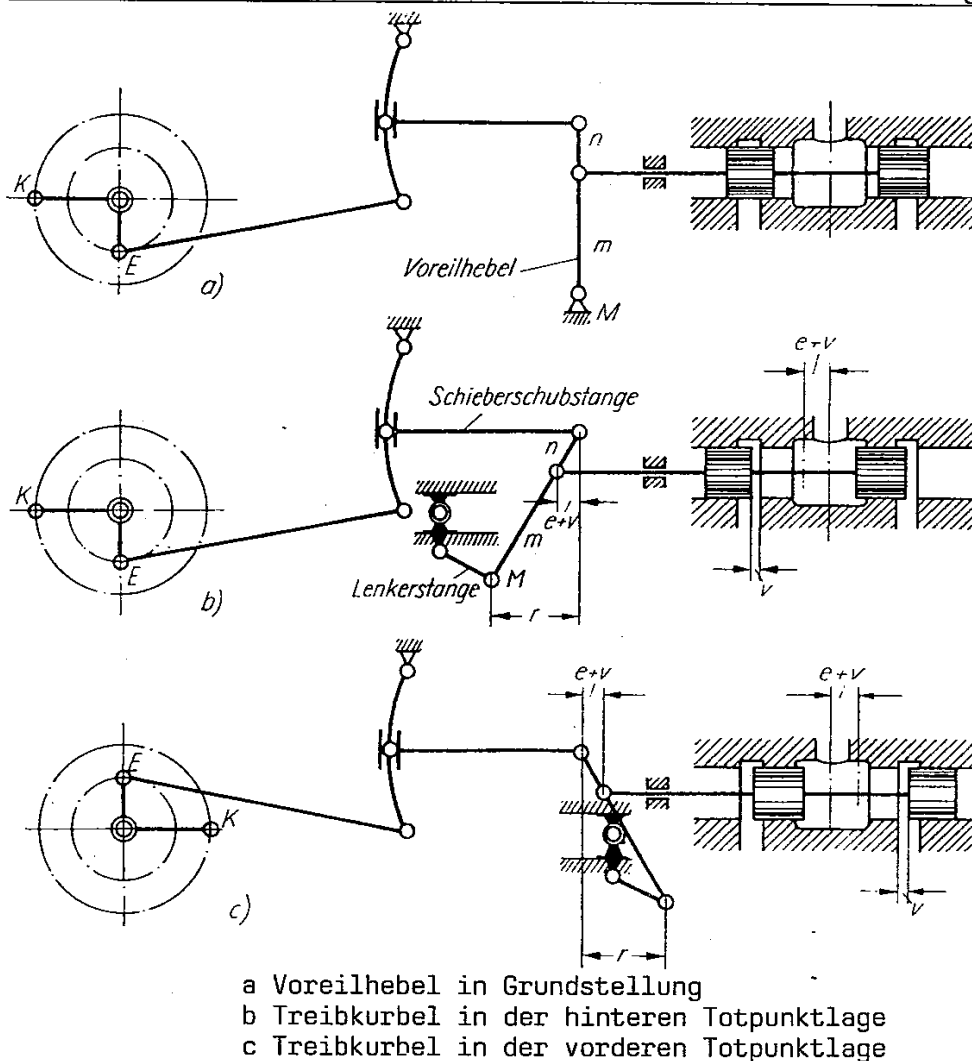


Bild 61. Einfluß des Voreilhebels auf die Schieberstellung in den Totpunktlagen der Pleuelstange

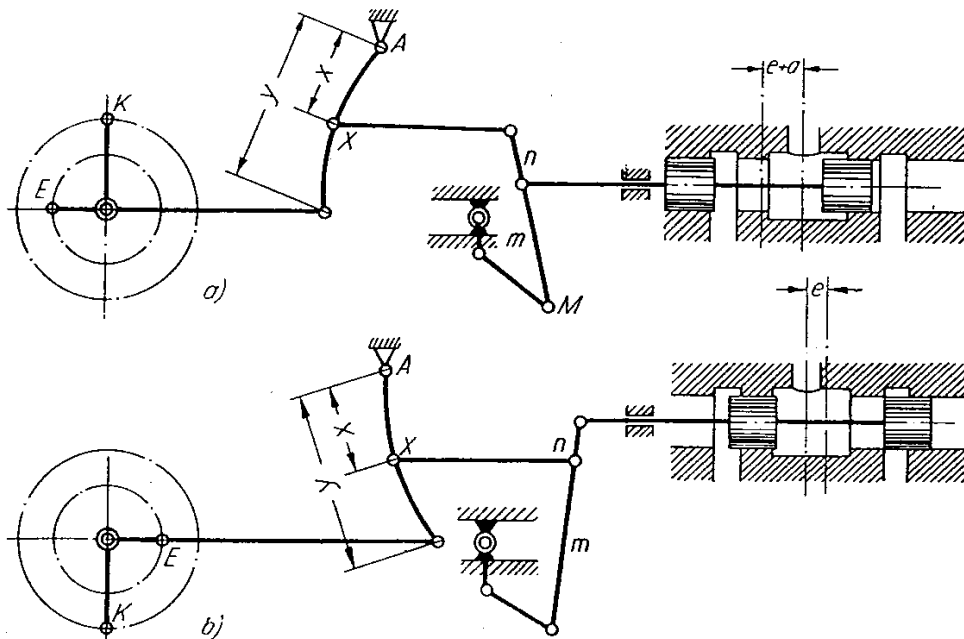
Drehpunkte, an denen Schieberstange und Schieberschubstange angreifen, gegeneinander vertauscht (Bild 63).

Es mag der Hinweis genügen, daß an der Konstruktion des Voreilhebels erkennbar ist, ob die Lokomotive mit äußerer oder mit innerer Einströmung arbeitet.

Mit dieser Steuerung läßt sich auch ohne Schwierigkeiten eine Umkehrung der Fahrtrichtung erreichen.

Die Schwinde ist in Wirklichkeit ja nicht, wie in den vorhergehenden Darstellungen der Einfachheit halber angenommen wurde, im oberen Ende, sondern in der Mitte drehbar aufgehängt. Bei unveränderlicher Schwindeinstellung bewirkt das Verrücken des Ableitungspunktes X von der einen in die andere Hälfte der Schwinde, daß der Schieber über die Schieberschubstange und den Voreilhebel in die genau entgegengesetzte Lage gebracht wird. Der Frischdampf beaufschlagt demnach stets die Kolbenseite, die die Maschine in die gewünschte Richtung bewegt (Bild 64).

Die besonderen Konstruktionsverhältnisse bringen es mit sich, daß der Anlenkungspunkt B der Schwinde nicht, wie bisher dargestellt, in der Höhe der Zylinderachse liegt, sondern darüber. Die Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt O des



a Treibkurbel in der oberen Mittellage
b Treibkurbel in der unteren Mittellage

Bild 62. Einfluß der Schwinge auf die Schieberstellung in der Höchst- und in der Tiefstlage der Treibkurbel

Schwingenkurbelkreises und dem erwähnten Anlenkungspunkt ist gegenüber der Zylinderachse um den Winkel β geneigt. Die mittlere Bewegungsrichtung des Punktes B ist danach ebenfalls geneigt. Um daraus erwachsende Steuerungsfehler zu vermeiden, wird die Schwingenkurbel nicht, wie vorstehend erwähnt, um 90° gegen die Treibkurbel versetzt, sondern bei innerer Einströmung um $90^\circ + \beta$ und bei äußerer Einströmung um $90^\circ - \beta$. Der Schwingenkurbelarm steht demnach in der Dampfkolbenlage senkrecht auf der gedachten Verbindungslinie O - B (Bild 65).

Andere Steuerungen

Einige andere Steuerungsarten sollen noch gestreift werden. Sie stammen entweder aus den Anfangszeiten des Dampflokotivbaues oder sind noch im Ausland gebräuchlich. Hier und da wird auch noch eine ehemalige Länderbahnlokomotive mit einer andersartigen Steuerung ausgerüstet sein. Da ist zunächst die Stephenson-Steuerung, die von dem „Vater der Dampflokotiv“ entwickelt wurde. Hier treten an die Stelle einer Gegenkurbel zwei gegeneinander versetzte Hubscheiben. Diese treiben ebenfalls über eine Schwinge die Schieberschubstange und damit den Schieber an (Bild 66). Die Schwinge ist zum Schieber hin gewölbt. Zur Veränderung der Füllung wird hier nicht die Schieberschubstange, sondern die Schwinge gehoben oder gesenkt und damit das Übersetzungsverhältnis geändert.

Von den beiden Hubscheiben eilt die eine mit $(90^\circ + w)$ der Treibkurbel bei Vorwärtsfahrt und die andere mit dem gleichen Winkel bei Rückwärtsfahrt vor. Wird die Schwinge bei offenen Stangen nach unten gesenkt, dann wirkt allein der Voreilwinkel der Vorwärtsscheibe.

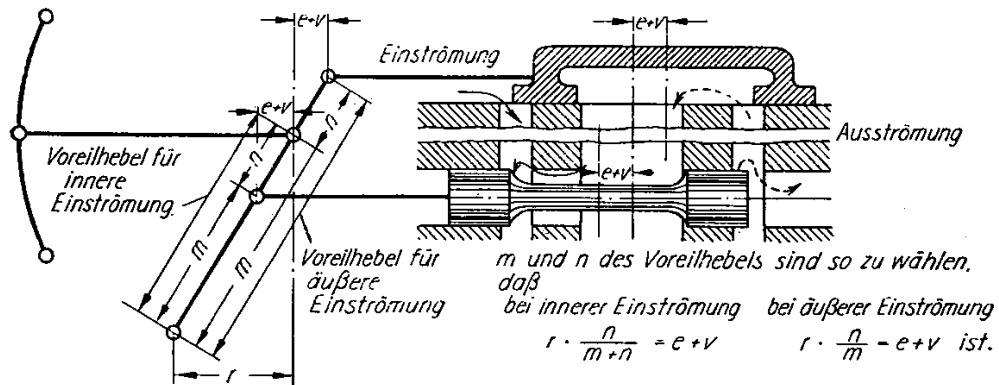


Bild 63. Voreilhebel für äußere und für innere Einströmung

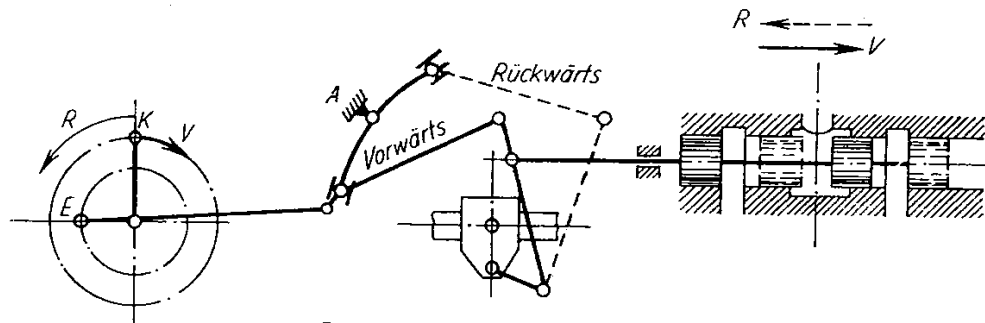


Bild 64. Umsteuerung durch Heben und Senken des Schwingensteins (innere Einströmung)

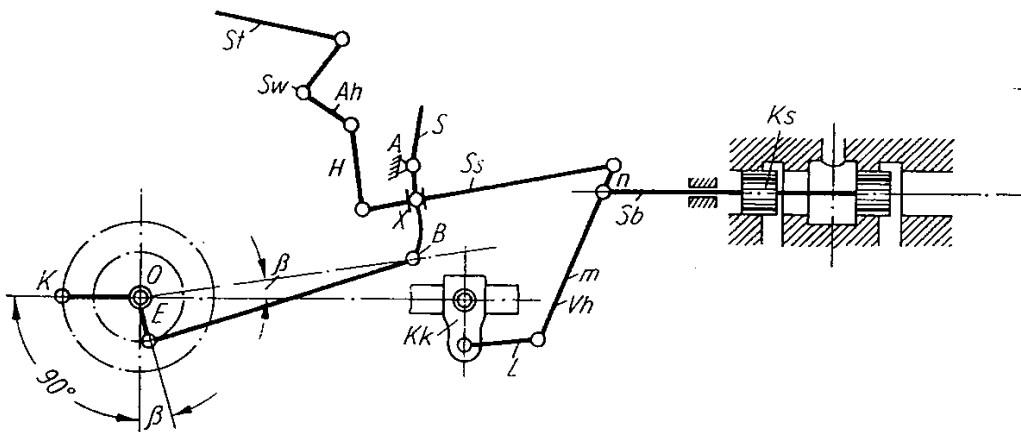


Bild 65. Schema der Heusinger-Steuerung mit Hängeeisen

- | | |
|-----------------------------------|---|
| A Aufhängepunkt der Schwinge | O Achsmittelpunkt |
| Ah Aufwerfhebel | S Schwinge |
| B Anlenkpunkt der Schwingenstange | Sb Schieberstange |
| E Schwingenkurbel (Exzenter) | Ss Schieberschubstange |
| H Hängeeisen | St Steuerstange |
| K Treibkurbel | Sw Steuerwelle |
| Kk Kreuzkopf | Vh Voreilhebel |
| Ks Kolbenschieber | X Ableitungspunkt der Schieberschubstange |
| L Lenkerstange | |
| B Neigungswinkel | |

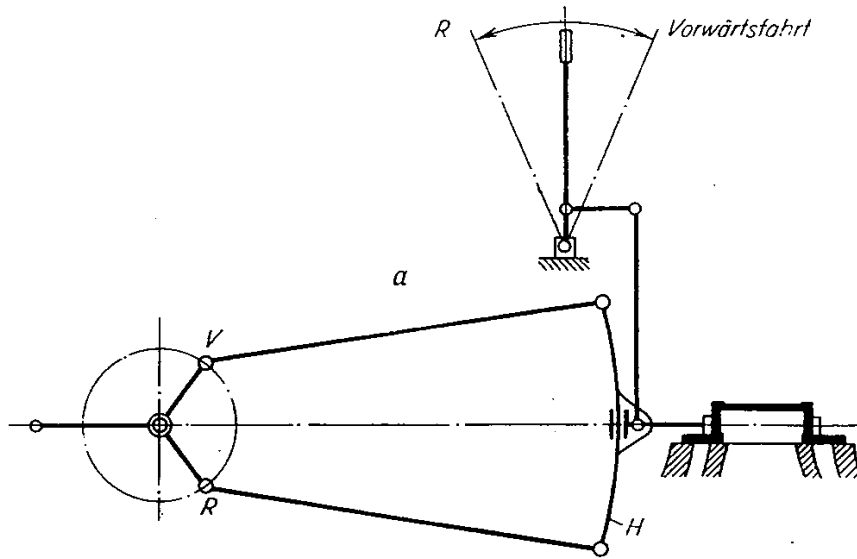


Bild 66. Schema der Stephenson-Steuerung
a mit offenen Stangen
b mit gekreuzten Stangen

V Vorwärtsschieberkurbel
R Rückwärtsschieberkurbel
H Schwinge

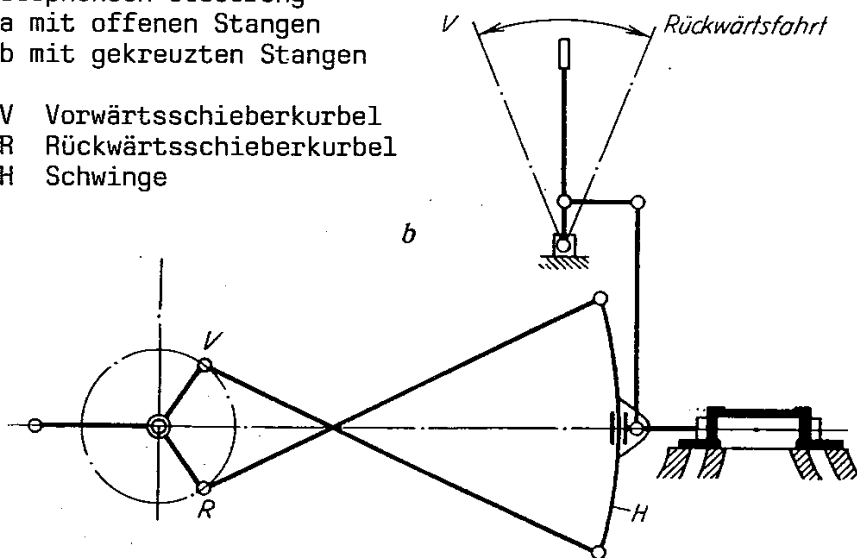
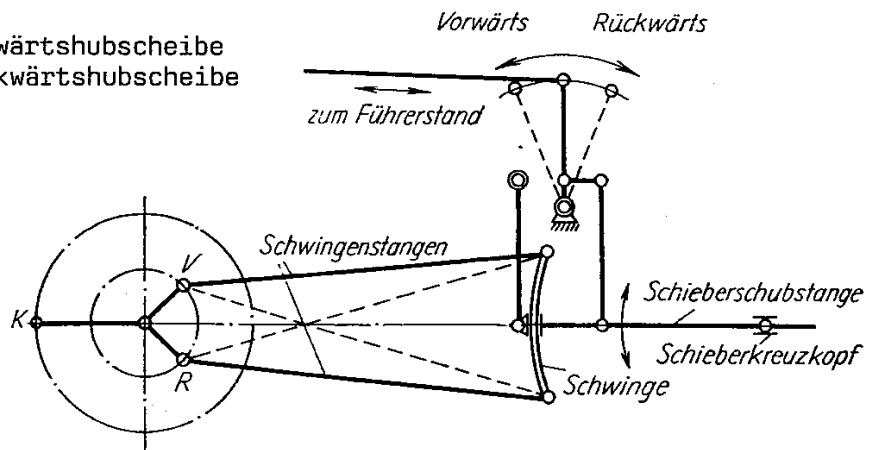


Bild 67. Schema der Gooch-Steuerung

V Vorwärtshubscheibe
R Rückwärtshubscheibe



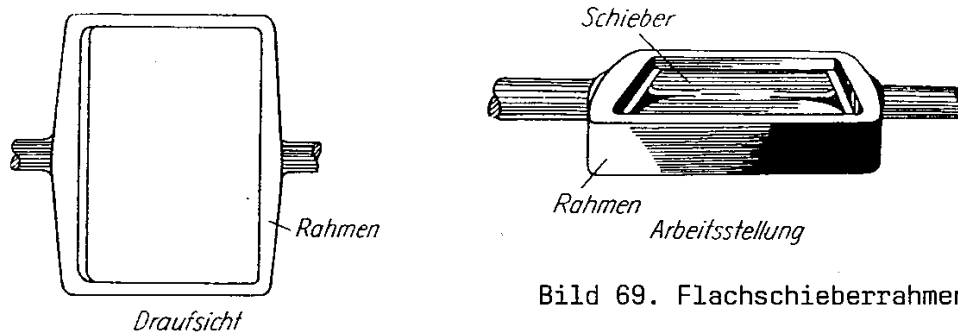


Bild 69. Flachschieberrahmen

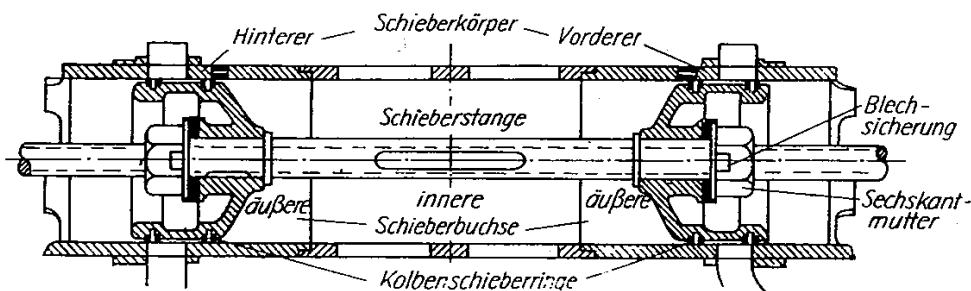


Bild 70. Einfacher Kolbenschieber mit innerer Einströmung (Regelschieber)

per aus Rotguß hergestellt werden, dann werden mindestens Rotgußschuhe angesetzt.

An der Schieberstange befindet sich vorn der rechteckige Schieberrahmen, der den Schieberkörper umfaßt (Bild 69). Die Versteifungsstreben liegen in den Aussparungen, allerdings ohne den Grund zu berühren. Zwei Blattfedern drücken den Schieber leicht gegen den Schieberspiegel. Der eigentliche Aufpreßdruck wird dagegen, wie bereits erwähnt, durch den Frischdampf hervorgerufen.

Entsteht im Zylinder ein Überdruck, der durch zu starke Verdichtung oder durch Wasserschlag verursacht wurde, dann klappt der Schieber nach oben ab und wirkt so als Zylinder-Sicherheitsventil.

Wir gehen nun gleich zum Kolbenschieber über und befassen uns dabei nur mit dem bei Heißdampfmaschinen allgemein gebräuchlichen Kolbenschieber mit innerer Einströmung (Bild 70).

Beide Schieberkörper bestehen aus Gußeisen und sitzen fest auf der Schieberstange. Längskeile verhindern, daß die Körper sich auf der Stange drehen können. Im übrigen gleicht die Befestigungsart der des Dampfkolbens auf der Kolbenstange. Die Schieberstange ist aus Gewichtsparsparnissen meist hohl gebohrt. Auch die Schieberkörper selbst sind sehr dünnwandig, um Werkstoffanhäufungen und damit große Massen zu vermeiden. Der Werkstoff ist Gußeisen.

Die Abdichtung wird auch hier durch federnde Kolbenschieberringe erreicht. Diese bestehen wie die Kolbenringe des Dampfkolbens aus Gußeisen nach besonderen Vorschriften. Der Kolbenschieberkörper ist kleiner gehalten als der Innendurchmesser der Schieberbuchse.

Der normale Kolbenschieber besitzt vier Schieberringe. Als

steuernde Kanten werden jedoch die äußeren Kanten der Schieberkörper und nicht die Kanten der äußeren Schieberringe angesehen. Die Ringe sind in Nuten gelagert und werden durch versenkte Schrauben oder durch Sicherungsstege gegen Verdrehen gesichert. Beim Einbau ist zu beachten, daß die Ringstöße stets unten liegen (Bild 72).

Um zu vermeiden, daß die Ringe auseinander federn und sich in den Aussparungen (Dampfkanaalmündungen) der Schieberbuchsen festsetzen, befindet sich über die gesamte Länge der äußeren Schieberbuchsen ein breiter Steg, auf dem die Ringstöße laufen. Die Schieberbuchsen sind dreiteilig. In den beiden äußeren Teilen laufen die Schieberkörper. Die dazwischenliegende Mittelbuchse enthält die Öffnungen für den Dampfeintritt. Außerdem soll sie beim Ein- und Ausbau des Kolbenschiebers die Führung desselben erleichtern. Die Austrittsöffnungen für den Dampf befinden sich in den äußeren Schieberbuchsen.

Der Auspuffdampf entweicht dann durch die Ausströmkästen, die normalerweise seitwärts auf den Schieberkasten aufgeschraubt werden (siehe Bild 41).

Der Ausströmkasten preßt die äußere Buchse dampfdicht auf einen Bund im Schieberkasten. Dadurch sind die Dampfkanäle zum Zylinder gegenüber der Einströmung vollkommen abgedichtet. Die Buchse ist mit ihrem Bund auf den Bund des Schieberkastens aufgeschliffen. Zwischen Ausströmkasten und einem zweiten Bund der Schieberbuchse befindet sich ein besonderer Dichtring, so daß auch eine Abdichtung der Kanäle gegenüber der Ausströmung erreicht wird.

Bei einigen Lokomotivbaureihen, darunter den Neubaulokomotiven der Baureihen 25, 65 und 83, sind die Ausströmkästen am Zylinderblock angegossen.

Ausgehend von den gesammelten Erfahrungen wurden in der Folgezeit die in der Regel lose in das Schiebergehäuse eingesetzten gußeisernen Schieberbuchsen eingepreßt. Die losen Buchsen werden durch einen Stift gegen Verdrehen gesichert.

Man unterscheidet bei den Kolbenschieberkörpern zwei Größen. Der ursprüngliche, schon bei den preußischen Lokomotiven angewendete Durchmesser von 220 mm, reichte bei den späteren Einheitslokomotiven mit größerem Zylinderdurchmesser nicht mehr aus. Damit der Dampf nicht zu stark gedrosselt wird, entschloß man sich, eine weitere Größe, 300 mm, einzuführen.

Den vorstehend beschriebenen einfachen Kolbenschieber bezeichnet man auch als Regelkolbenschieber.

Eine Weiterentwicklung ist der Druckausgleich-Kolbenschieber. Diese Schieberart erspart besondere Druckausgleichrichtungen und ist zudem noch wirkungsvoller. Der bessere Druckausgleich wird erreicht, weil zum Umlauf des Zylinderinhalts die großen Querschnitte der Dampfkanäle freigegeben werden. Diese Lokomotiven haben dadurch einen guten Leerlauf. Der Frischdampf kann somit früher abgesperrt werden, was wiederum Kohleersparnis bedeutet. Bei der Deutschen Reichsbahn sind die Bauarten „Müller“ und „Karl Schulz“ bekannt. Den letzten nannte man früher auch Nicolai-Schieber. Dieser soll, da er am häufigsten anzutreffen ist, ausführlich beschrieben werden (Bilder 71 und 72).

Jeder Schieberkörper besteht aus einem äußeren und einem inneren Kolbenkörper. Davon sitzt der äußere fest auf der Schieberstange, während der innere auf der Nabe des äußeren gleiten kann. Eine kräftige Schraubenfeder hält beide Teile im Leerlauf auseinander. Die festen Schieberkörper sind durchbohrt, so daß

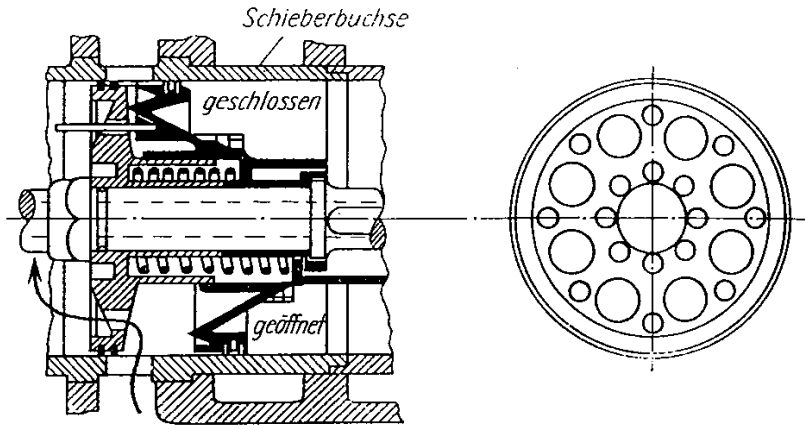


Bild 71. Karl-Schulz-Druckausgleich-Kolbenschieber

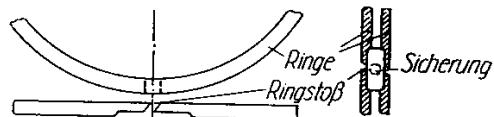
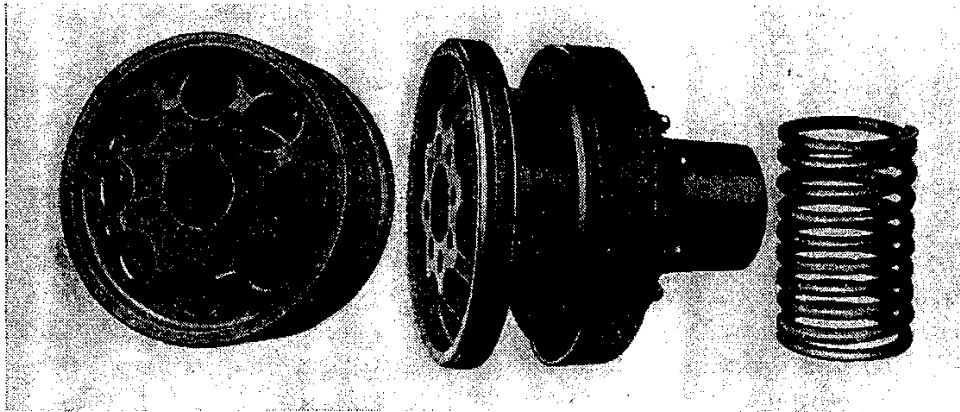


Bild 72. Einzelteile des Karl-Schulz-Druckausgleich-Kolbenschiebers

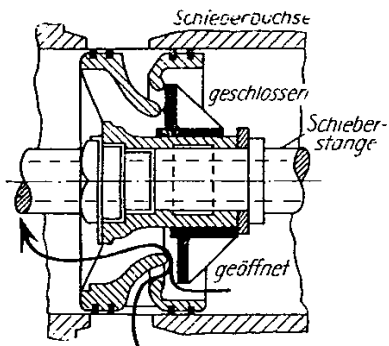


Bild 73. Druckausgleichschieber Bauart Müller

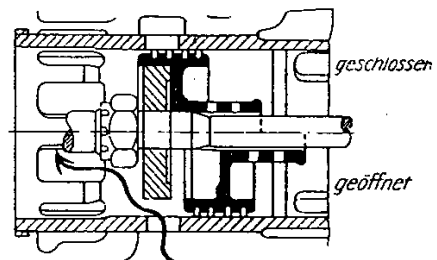


Bild 74. Verschiebbarer Schieber System Trofimoff

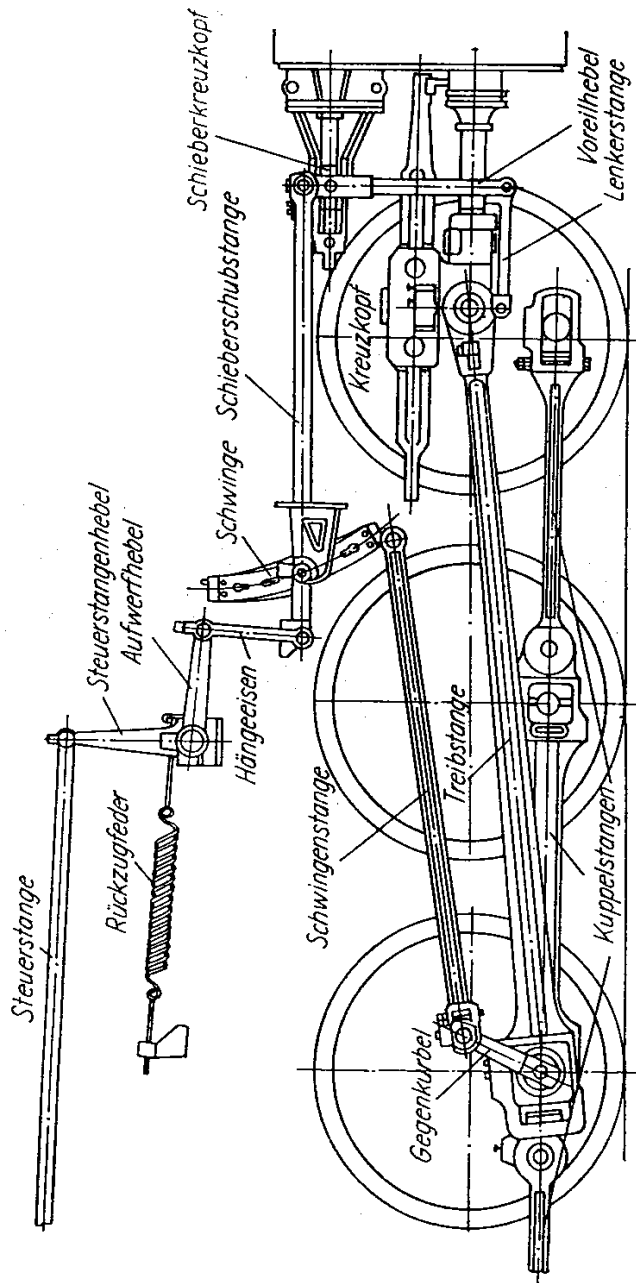


Bild 75. Heusinger-Steuerung mit Hängeeisen

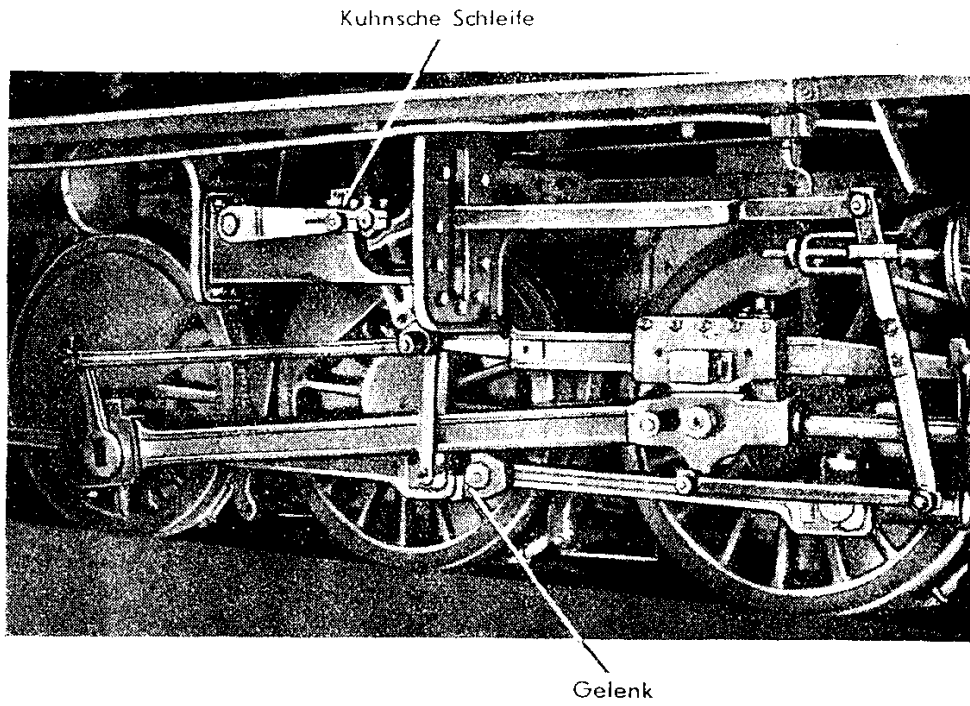


Bild 76. Heusinger-Steuerung mit Kuhnscher Schleife

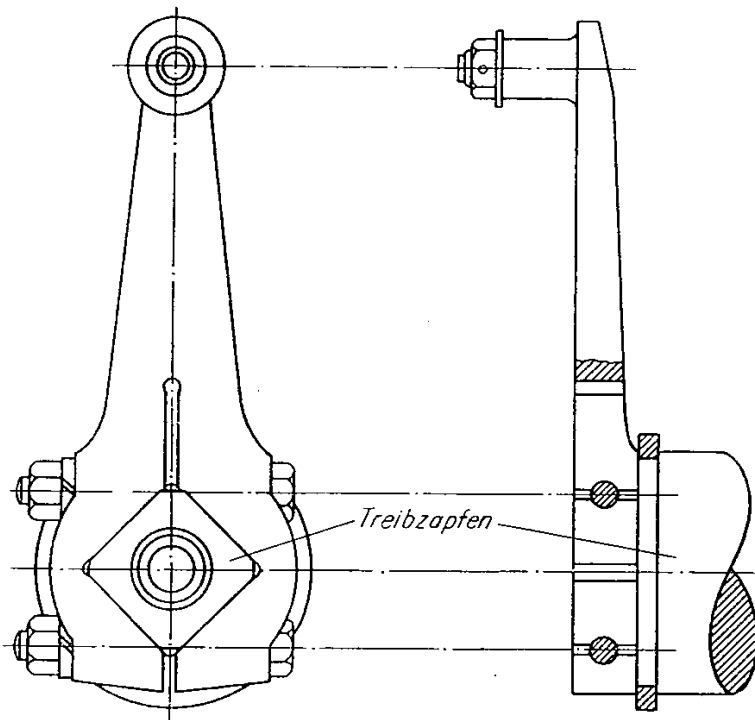


Bild 77. Gegenkurbel (neuere Form)

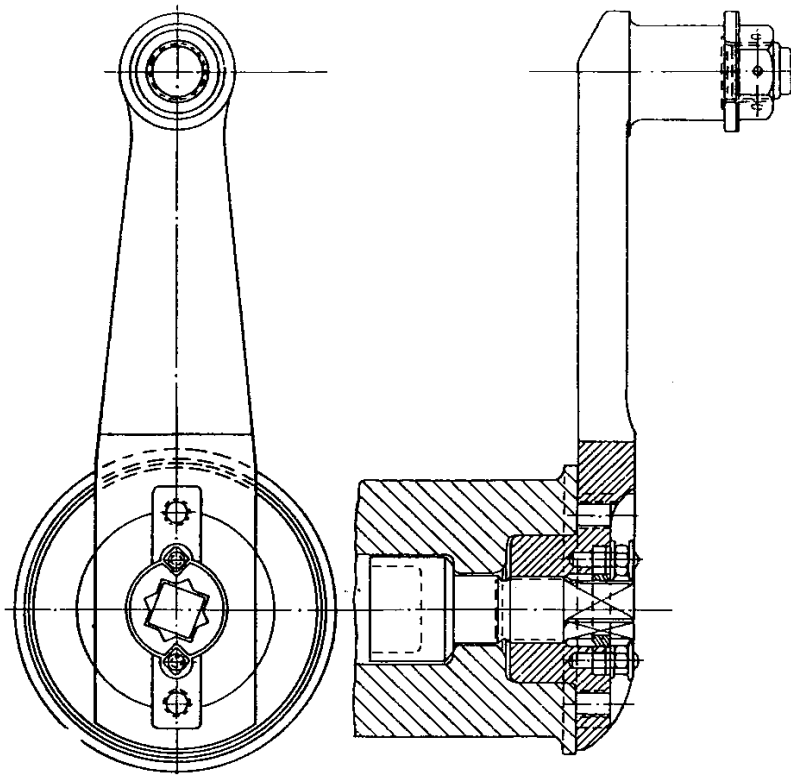


Bild 78. Gegenkurbel (ältere Form)

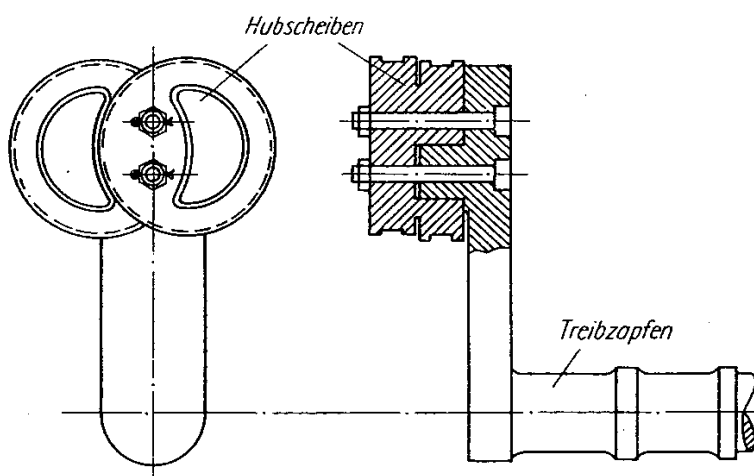


Bild 79. Gegenkurbel mit doppelter Hubscheibe

Bild 80.
Schwingerstangenformen

- a für Hubscheibenantrieb
- b für Gegenkurbelantrieb

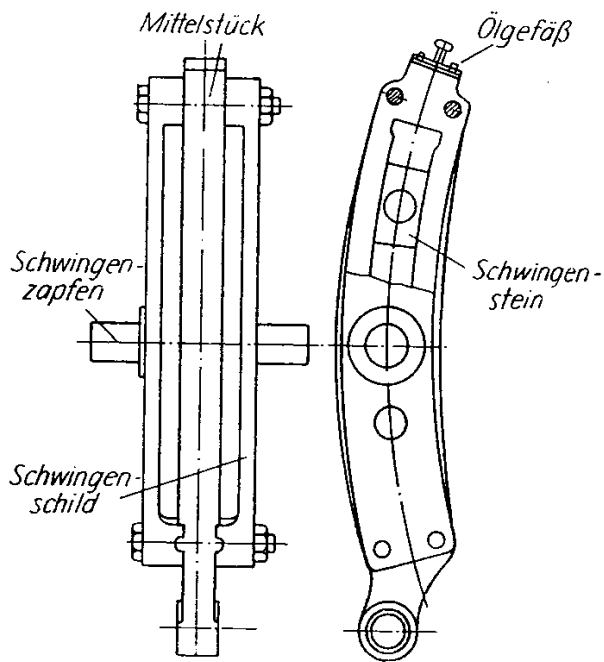
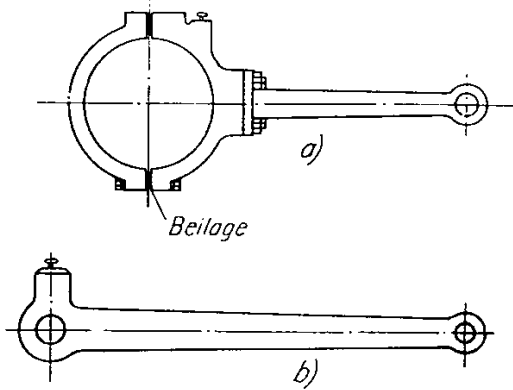


Bild 81. Schlitzschwinge

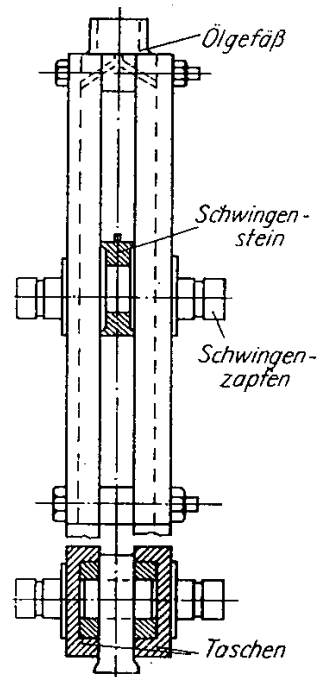


Bild 82. Taschenschwinge

in geöffneter Stellung der Zylinderinhalt ungehindert über die Ausströmkanäle von einer Zylinderseite zur anderen geleitet werden kann. Damit ist der ideale Druckausgleich geschaffen. Jetzt wird der Regler geöffnet, und der Dampf tritt durch die Einströmung zwischen die beiden beweglichen Schieberkörper, die den Raum völlig abschließen, da sie keine Öffnungen aufweisen. Der Dampfdruck überwindet den Federdruck, und beide Schieberkörperteile vereinigen sich zu einem Kolben. Dann entspricht die Wirkungsweise des Druckausgleich-Kolbenschiebers der des Regelkolbenschiebers. Aus der Abbildung geht auch hervor, daß die Abdichtung der Schieberkörper ebenfalls wie beim Schieber der Regelbauart durch zweimal zwei gleich vier Schieberringe erreicht wird. Bereits bei einem Schieberkastendruck von 0,5 bis 1 kp/cm² wird der Druck der Schraubenfeder überwunden, und die Schieberkörper klappen zusammen.

Die Behandlungsweise von Lokomotiven mit Karl-Schulz-Schieber wird auf der Seite 55 dargestellt.

Bild 73 macht das Prinzip des Kolbenschiebers Bauart „Müller“ deutlich. Er sitzt ungeteilt auf der Schieberstange fest, so daß die steuernden Kanten immer die gleiche Lage zueinander behalten. In jedem Schieberkörper befindet sich ein tellerförmiges Druckausgleichventil, das sich unter einem bestimmten Schieberkastendruck schließt. Da der Müller-Schieber nicht am Umfang, sondern am Fuß geteilt ist, kann er als Weiterentwicklung des Karl-Schulz-Schiebers angesehen werden. Doch erhöht sich hierbei die Gefahr des Flatterns. Vorteilhaft ist bei dieser Schieberart, daß ein zusätzlicher Druckausgleich parallel zur Schieberstange möglich ist, wodurch sich der Wirkungsgrad erhöht. Als nachteilig erweist sich jedoch, daß der Müller-Schieber bei großem Durchmesser genau wie der Heißdampfregler leicht undicht wird.

Die Neubaulokomotiven der Deutschen Reichsbahn Baureihe 65 sowie 83 sind mit Müller-Schiebern ausgerüstet. Hierbei wurde anstatt der bisherigen gußeisernen Ausführung eine Schweißkonstruktion gewählt.

Es sei noch auf eine besondere Ausführung hingewiesen, die ganz ohne Federn arbeitet.

Der russische Trofimoff-Schieber weist große Vorteile auf (Bild 74).

Im Leerlauf bleibt der innere Halbkolben in seiner Stellung stehen, während die Schieberstange mit leichtem Spiel hindurchläuft. Bei geöffnetem Regler drückt der Einströmdampf die losen Kolbenkörper gegen die auf der Schieberstange sitzenden Stützplatten. Die Wirkung ist dann wie beim Regelkolbenschieber. Wird der Regler geschlossen, dann verschwindet auch der Überdruck zwischen den Schieberkörpern. Sie bleiben infolge der Schieberringspannung in der Totlage nahe der Zylindermitte stehen.

Die Schieberstange bewegt sich mit den Stützkörpern weiter hin und her entsprechend dem Antrieb durch die äußere Steuerung. Es ist dann ein vollkommener Druckausgleich vorhanden, wie er selbst beim Müller- und Karl-Schulz-Schieber nicht erreicht wird, weil hier die Kanalquerschnitte durch die Schieberbewegung überhaupt nicht verändert werden. Deshalb kann man auch beim Trofimoff-Schieber abweichend von der sonst üblichen Gepflogenheit bei anderen Druckausgleich-Kolbenschiebern die Steuerung in die Mitte legen. Dadurch werden die Steuerungsteile wesentlich geschont. Besonders angeordnete Nuten gestatten

ein Überströmen, so daß sich ein Puffer aus einem Dampf-Luft-Gemisch bilden kann. So werden die Schieberteile stoßlos zusammengepreßt. Mit Trofimoff-Schiebern ist die Neubaulokreihe 23.10 ausgerüstet. Durch das völlige Freigeben der Kanalquerschnitte wird ein vollkommener Druckausgleich erreicht. Diese Lokomotiven erleiden bei Leerlauf keine Geschwindigkeitsverminderung durch Drosselungen im Zylinder.

Äußere Steuerung (verschiedene Arten)

Die Beschreibung der einzelnen Bauteile soll die theoretischen Ausführungen ergänzen.

Die Heusinger-Steuerung ist in Bild 75 mit Hängeeisen und in Bild 76 mit Kuhnscher Schleife dargestellt. Die Bedeutung beider Ausführungen und ihre Anwendung wird später behandelt. Zu Beginn die Erläuterung und Beschreibung der Einzelteile.

Das Anfangsglied, die Schwingen- oder Gegenkurbel, ist allgemein auf ein Vierkant der Treibkurbel aufgesetzt (Bild 77).

Bei älteren Lokomotiven findet man auch eine Befestigung nach Bild 78. Nach den theoretischen Ausführungen müßte der Kurbelarm vom Achsmittelpunkt aus gehen. Doch läßt sich das aus baulichen Gründen nicht ausführen. Die Wirkungsweise bleibt aber auch so unbeeinflußt. Die Schwingenkurbel mit Zapfen läßt sich nur bei außenliegender Steuerung anwenden. Bei innenliegender Steuerung oder bei Steuerungen anderer Art verwendet man die ältere Form, die Hubscheibe. Bild 79 zeigt die bauliche Form. Da die Hubscheibe jedoch viel Platz braucht, hilft man sich im äußersten Fall mit einer gekröpften Achswelle.

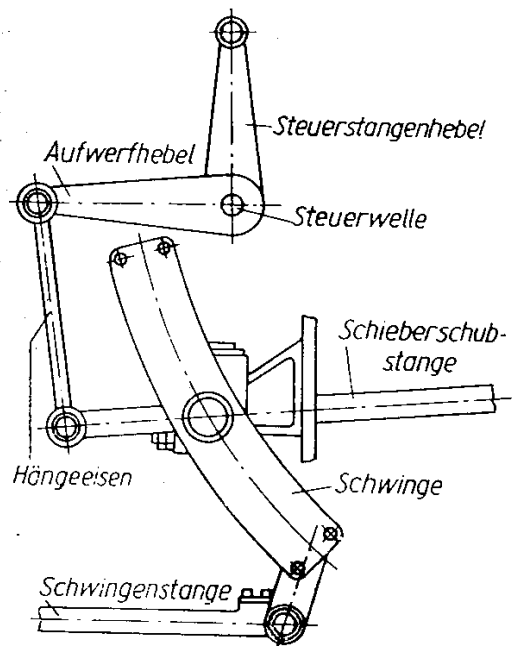
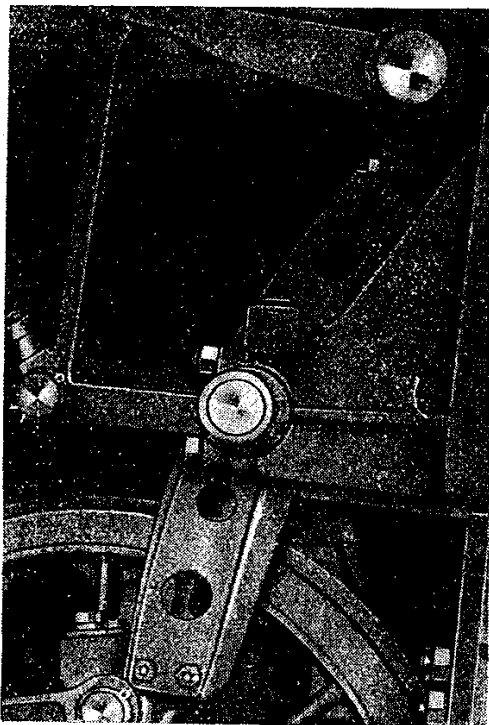


Bild 83. Aufhängung der Schieberschubstange durch Hängeeisen

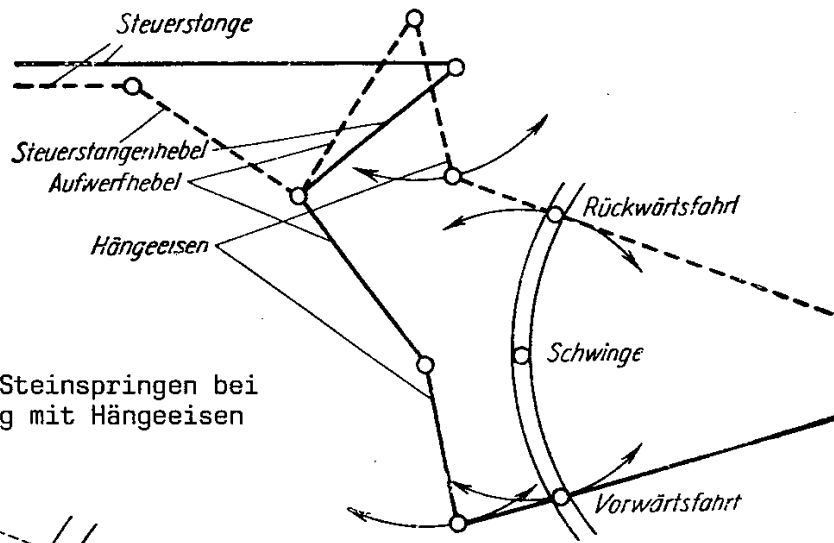


Bild 84. Steinspringen bei Aufhängung mit Hängeeisen

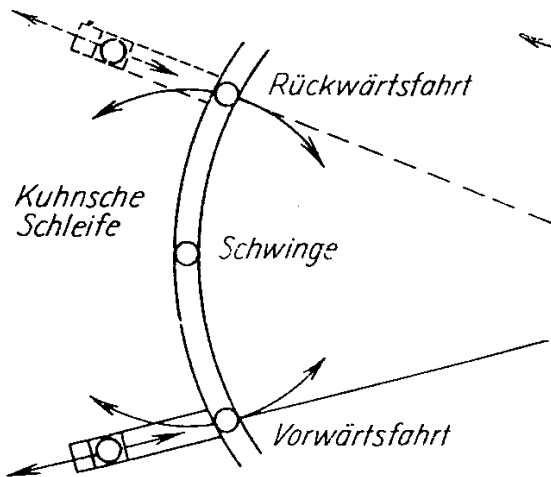


Bild 85. Steinspringen bei Aufhängung mit Kuhnscher Schleife

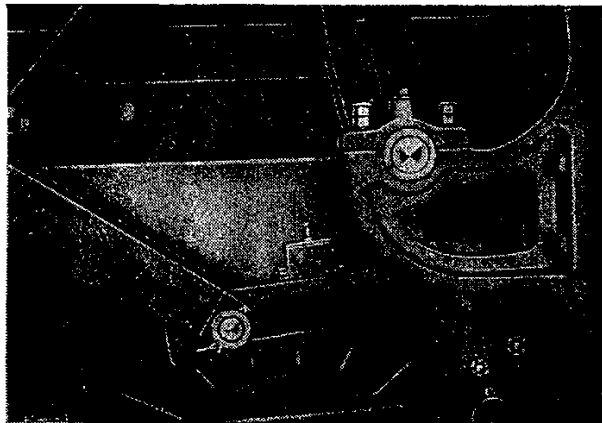
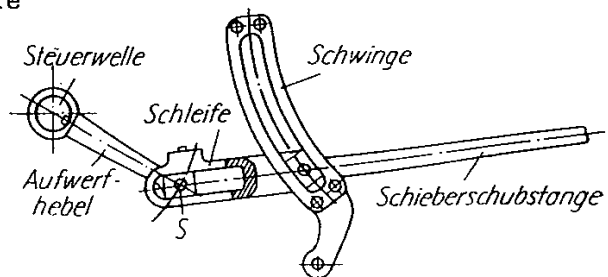


Bild 86. Kuhnscher Schleife



Bei der Gegenkurbel mit Vierkantansatzbefestigung dient der eingebrachte Schlitz zum besseren Festspannen.

Die Schwingerstange verbindet die Gegenkurbel oder die Hubscheibe mit der Schwinge. So ist sie am hinteren Ende entweder als Auge für das Zapfenlager oder als Hubscheibenring ausgebildet (Bild 80).

Das vordere Stangenende umfaßt entweder gabelförmig den unteren Teil der Schwinge oder liegt zwischen einem gabelförmigen Ansatz derselben, je nach der Bauform der Schwinge. Wir unterscheiden hierbei zwei Arten, die Schlitzschwinge und die Taschenschwinge.

Die Schlitzschwinge besitzt ein Mittelstück, die Schwingenschleife, mit kreisbogenförmig ausgebildeten Gleitflächen (Bild 81). Als Werkstoff kommt Baustahl mit einer Festigkeit von 34 kp/mm^2 zum Einsatz. Die Gleitflächen sind oberflächengehärtet. Zwischen ihnen bewegt sich der gußeiserne Schwingenstein. Die Schieberschubstange umfaßt den Schwingenstein gabelförmig. Beide sind durch einen Bolzen verbunden.

In senkrechter Richtung wird die Schieberschubstange durch die stählernen Schwingenschilde geführt. Diese sind auf der Schwingenschleife aufgeschraubt. Sie tragen außerdem die in der Mitte angesetzten Schwingenzapfen, die die ganze Schwinge im Schwingenlager führen.

Die Taschenschwinge (Bild 82) bildet gewissermaßen das Gegenstück zur Schlitzschwinge.

Die Schieberschubstange greift hier zwischen den beiden Steinhälften an, die jede in einer der Seitentaschen gleiten. Diese Seitentaschen sind kreisbogenförmig ausgefräste Führungsstücke, die mit der Ausfräsung nach innen in bestimmtem Abstand zueinander zusammengeschraubt sind. Alles übrige ist aus den Abbildungen ohne Schwierigkeit ersichtlich.

Dagegen ist über die Aufhängung der Schieberschubstange mehr zu sagen. Zwei Bauarten werden hauptsächlich unterschieden.

Die Aufhängungen an einem besonderen Hängeeisen, das zwischen dem hinteren Ende der Schieberschubstange und dem Aufwerfhebel geschaltet ist, gewährleistet eine gleichmäßige Dampfverteilung, wenn der Schwingenstein sich im unteren Teil der Schwinge befindet, d.h., wenn die Lokomotive vorwärts fährt (Bild 83).

Anders ist es, wenn der Schwingenstein oberhalb des Schwingenzapfens gehoben wird, das entspricht bei innerer Einströmung der Rückwärtsfahrt.

Der Stein springt dann sehr stark, weil das hintere Ende der Schieberschubstange und die Punkte der oberen Schwingenhälfte sich auf Bögen von verschiedener Krümmung bewegen. Die Dampfverteilung wird für diese Fahrtrichtung sehr ungleichmäßig. Deshalb findet man die Ausführung mit Hängeeisen nur bei Dampflokomotiven, die überwiegend in einer Richtung (vorwärts) fahren. Das ist meistens bei den Lokomotiven mit Schlepptendern der Fall (Bilder 84 und 85).

Man kam später, zunächst aus räumlichen Gründen, darauf, das Hängeeisen fortzulassen und die Schieberschubstange unmittelbar am Aufwerfhebel aufzuhängen. Diese muß jedoch naturgemäß ein bestimmtes horizontales Spiel aufweisen. Das läßt sich nur erreichen, wenn der Verbindungsbolzen sich in einem Schlitz, einer Schleife, bewegen läßt. Da aber ein Bolzen nicht genügend Gleitfläche aufweist, sorgt ein besonderer Stein S, der wie ein Schwingenstein ausgebildet ist, gegebenenfalls mit auswechselbaren Gleitschuhen, für eine genügende Führung.

Da die Schleife das auffälligste Bauteil dieser Ausführung ist, bezeichnet man diese Art als Heusinger-Steuerung mit Kuhnscher-Schleife, nach dem Erfinder Kuhn benannt. Schon bei flüchtiger Betrachtung erkennt man, daß die Steuerwelle in gleicher Höhe mit den Schwingenzapfen liegt (Bild 86). Es gibt davon noch eine Abart, die zuerst von der Lokomotivfabrik Winterthur ausgeführt wurde (Bild 87). Hier ist die Schwinge selbst auf der Steuerwelle gelagert. Der Aufwerfhebel ist entsprechend gekröpft und trägt gleichzeitig die Schlitzschwinge mit den Seitenschildern. Die Kehle der Gabel ist wegen ihrer Aufgabe als Gegengewicht für den Aufwerfhebel und dessen anteiliger Belastung durch die Schieberschubstange entsprechend stark ausgeführt. Die Schlitzführung befindet sich vor der Schwinge. Die Steuerung selbst muß von dem Gewicht der Steuerungsteile entlastet werden, damit die Bewegung erleichtert wird. Eine Rückzugfeder, die an einem Hebel der Steuerwelle angreift (Bild 75), erfüllt diese Aufgabe.

Bevor wir den Weg der Steuerung nach vorn zum Schieber hin verfolgen, befassen wir uns mit den Bauteilen, die die Verbindung mit dem Führerstand herstellen und dem Lokomotivführer von seinem Platz aus die Möglichkeit verschaffen, die Steuerung den Erfordernissen während der Fahrt anzupassen. Es wurde schon gesagt, daß Füllung und Fahrtrichtung durch Heben und Senken des Schwingensteines in der Schwinge verändert werden können.

Auf dem Führerstand befindet sich ein Steuerbock, in dem eine Steuerschraube gelagert ist (Bilder 88 und 89). Diese kann sich in der Längsrichtung nicht verschieben. Wird sie nun durch ein Handrad oder eine Kurbel gedreht, so bewegt sich die Steuermutter, die gegen Drehen gesichert ist, in der Längsrichtung. Auf dem Steuerbock ist eine Skala angebracht, die vom Nullpunkt in der Mitte nach vorn und nach hinten die gewünschten Füllungsgrade anzeigt. Ein Zeiger auf der Steuermutter zeigt die eingestellte Füllung an. Um eine sinnvolle Beziehung zwischen der Bewegung der Steuerschraube und der Fahrtrichtung der Lokomotive zu erreichen, baut man die Steuerung durchweg so, daß für die Füllungsgrade der Vorwärtsfahrt die Teilstriche vor und für die der Rückwärtsfahrt die Teilstriche hinter dem Nullpunkt gelten.

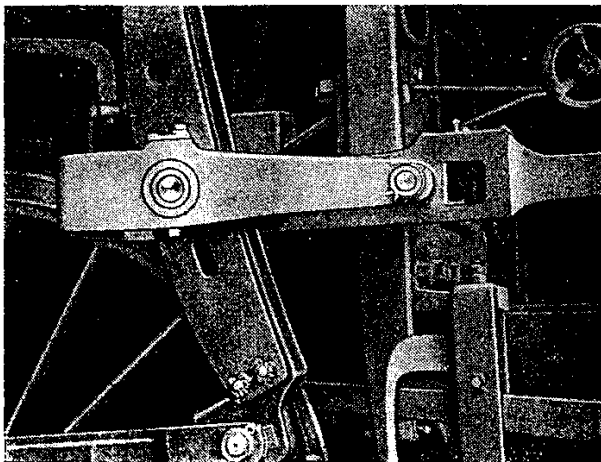


Bild 87.
Winterthurer
Schleife

Eine Sperrklinke oder ein Sperrstift kann in eine mit der Steuererschraube fest verbundenen Ringscheibe eingerastet werden, um die Steuerung in der gewünschten Lage festzuhalten.

Zur Übertragung der jeweiligen Steuermutterstellung nach vorn dient die Steuerstange. Sie ist mit ihrem gabelförmigen hinteren Ende in den beiden Zapfen der Steuermutter gelagert. Mit ihrem vorderen Ende ist sie gelenkig mit dem Steuerstangenhebel verbunden. Dieser ist ebenso wie der bereits besprochene Aufwerfhebel auf der Steuerwelle fest aufgekeilt.

So ist die Verbindung zwischen Steuerbock und Aufwerfhebel hergestellt. Wird die Steuermutter z.B. durch Drehen der Steuererschraube nach vorn bewegt, dann drückt auch die starre Steuerstange das obere Ende des Steuerstangenhebels nach vorn. Dieser kann jedoch dieser Bewegung nur folgen, wenn er die Steuerwelle nach rechts dreht. Der aufgekeilte Aufwerfhebel macht die Drehbewegung ebenfalls mit und drückt die Schieberschubstange und damit den Schwingenstein in die untere Schwingenhälfte.

Die Lokomotive fährt also vorwärts.

Zur Entlastung der Schwinde ist es wünschenswert, daß bei der vorwiegenden Vorwärtsfahrt sich der Schwingenstein dann in der unteren Schwinde bewegt.

Es sei noch auf folgendes hingewiesen:

Da die Treibkurbel und damit die Gegenkurbel fest mit der in senkrechter Richtung unveränderlichen Achswelle verbunden ist, die übrigen Teile der Steuerung jedoch an dem federnden Rahmen aufgehängt sind, treten zusätzliche Kräfte und Bewegungen in

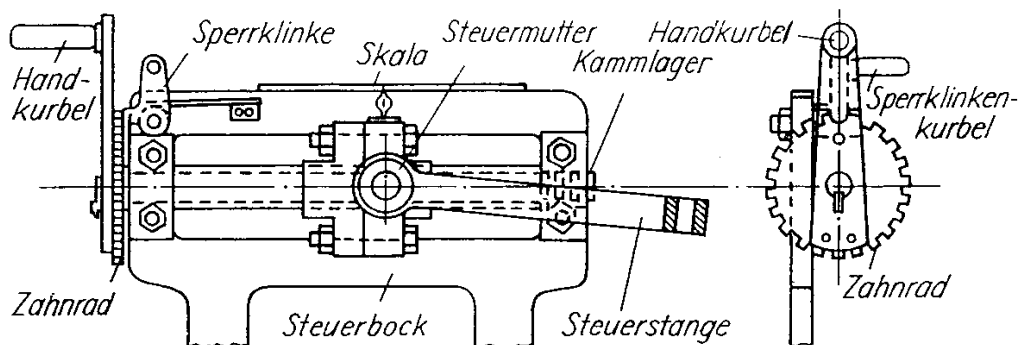


Bild 88. Steuerbock mit Schraube für Lokomotiven ehemals preußischer Bauart

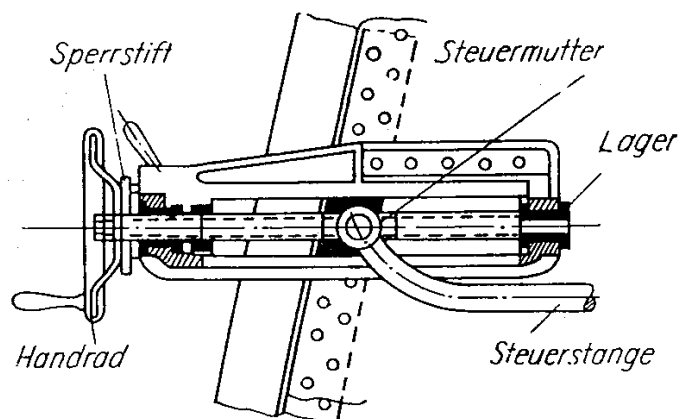


Bild 89. Steuerbock mit Schraube für Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn

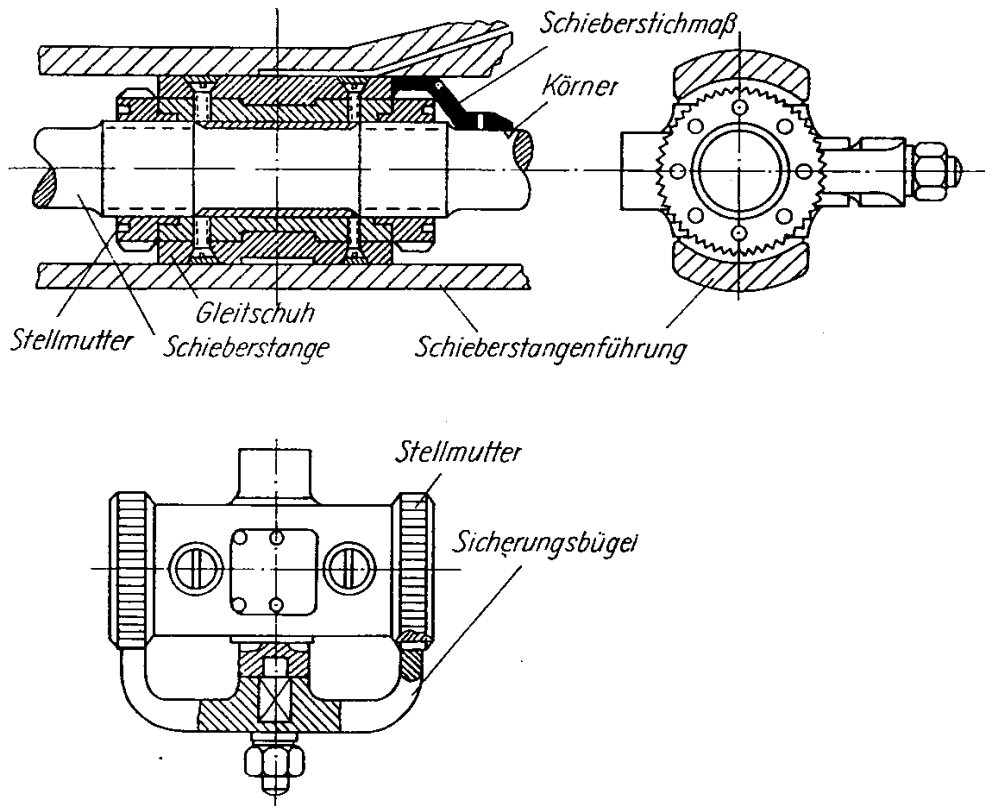


Bild 90. Aufbau des Schieberstangenkopfes

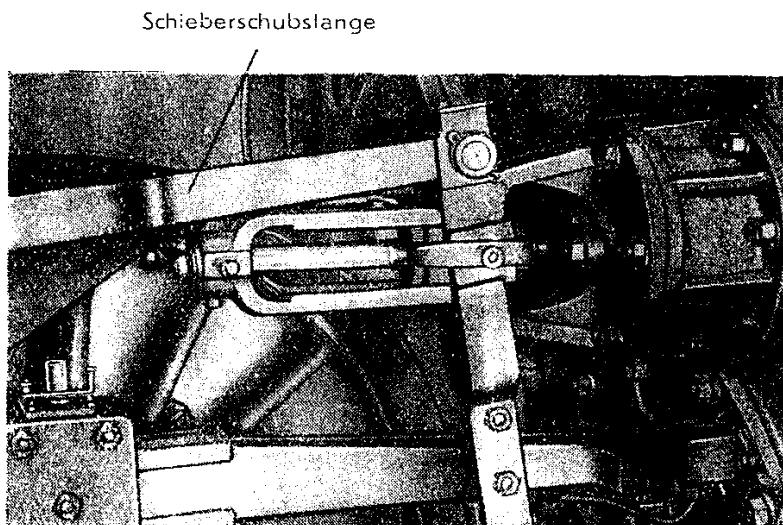


Bild 91. Hintere Schieberstangenführung (Regelausführung)

den Übertragungselementen auf. Die Dampfverteilung wird dadurch ebenfalls beeinträchtigt.

Die Schieberschubstange trägt vorn eine große Gabel. Diese umfaßt das obere, ebenfalls gabelförmige Ende des Voreilhebels. Ein Gelenkbolzen verbindet beide Teile und gestattet eine Drehbewegung.

Der Voreilhebel ist unten und oben gabelförmig ausgebildet, damit er unten die Lenkerstange und oben den Schieberkreuzkopf umfassen kann.

Auch hier schaffen Bolzen eine drehbare Verbindung. Im Voreilhebel sind außer den bereits genannten Gelenken noch Bohrungen für ein drittes Gelenk vorgesehen. Dieses Gelenk stellt die Verbindung mit der eigentlichen Schieberstange über den Kreuzkopf der Schieberstange her, der neuerdings auch Schieberstangenkopf genannt wird.

Bild 90 läßt den Aufbau des Schieberstangenkopfes gut erkennen. Es soll hier nochmals hervorgehoben werden, daß man aus der Ausbildung des Voreilhebels auf die Art der Einströmung schließen kann. Die Bilder 75 und 76 z.B. zeigen die Ausbildung für innere, Bild 92 für äußere Einströmung.

Der Schieberstangenkopf läuft in der Schieberstangenführung. Diese nimmt die durch den Schieberantrieb mit übernommenen senkrechten Kräfte auf und gewährleistet eine genaue horizontale Geradföhrung.

Um bei dem unvermeidbaren Verschleiß sich gegeneinander bewegnender Teile den verhältnismäßig komplizierten Schieberstangenkopf nicht insgesamt ersetzen zu müssen, besitzt dieser Gleitschuhe.

Im Gegensatz zum Kreuzkopf für die Kolbenstange, der fest mit dieser verkeilt ist, ist der Schieberstangenkopf verstellbar auf der Schieberstange gelagert. Diese Verstellbarkeit muß gewährleistet sein, um die Steuerung regulieren zu können. Da alle übrigen Glieder der Steuerung in ihrer Länge unveränderlich sind, bei der Herstellung und bei der Nacharbeit sich jedoch trotz größter Sorgfalt Ungenauigkeiten nicht mit absoluter Sicherheit ausschließen lassen, bedarf es unbedingt dieser Veränderungsmöglichkeit.

Die beiden Stellmütern, die den Schieberstangenkopf in der gewünschten Lage festhalten, sind mit einer Verzahnung versehen. Ein Sicherungsbügel verhindert eine ungewollte Verstellung.

Auf der Schieberstange befinden sich Kontroll-Körnermarken, ebenso auf dem Schieberstangenkopf. Jeder Lokomotive wird ein Schieberstichmaß beigegeben, das die genaue Entfernung zwischen diesen Kontrollkörnern angibt. So kann die Schieberstangenlänge nach Ausbesserungsarbeiten u.ä. immer wieder auf das bei der Regulierung ermittelte Maß gebracht werden.

Auf Seite werden einige Hinweise zur Anwendung des Schieberstichmaßes und zur Einstellung der Heusinger-Steuerung (Regulierung) gegeben.

Das hintere Stück der Schieberstange ist als Vierkant bzw. seitlich abgeflacht ausgebildet und gleitet in einem entsprechend geformten Führungsstück (Bild 91).

Ein Verdrehen der Schieberstange und ihre seitliche Verschiebung sind somit nicht möglich. Die Stoßstellen der festgelegten Schieberringe bleiben aus diesem Grunde auch immer auf der vorgesehenen Führungsfläche innerhalb der Schieberbuchse. Eine Feststellschraube im hinteren Führungsstück ermöglicht, den Schieber in der Mittellage festzulegen (z.B. beim Lahmlegen

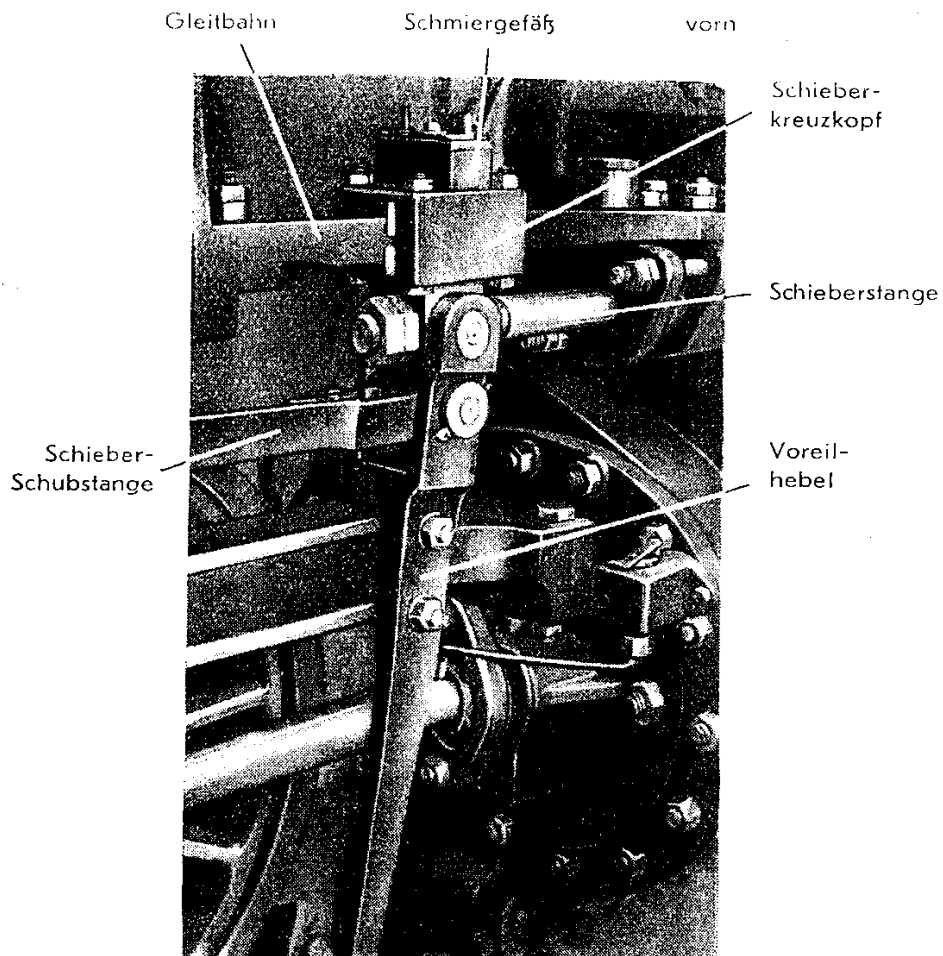


Bild 92. Hintere Schieberstangenführung für Lokomotiven
ehemaliger Länderbahnen

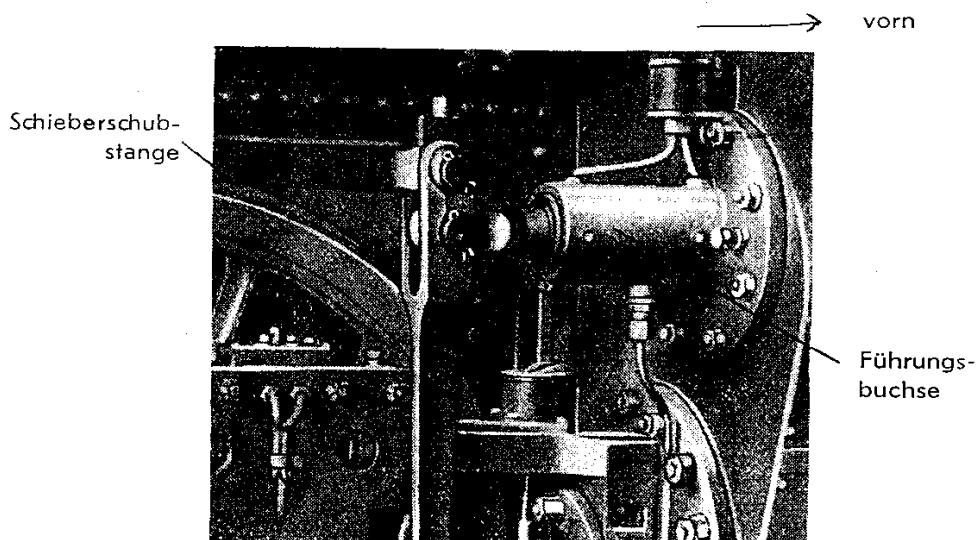


Bild 93. Hintere Schieberstangenführung für Lokomotiven
ehemaliger Privatbahnen

einer Dampfmaschinenseite). An Neubaulokomotiven hat man die verzahnte Stellmutter versuchsweise durch eine mit Lochteilung (nach dem Prinzip der Lochscheibe am Teilkopf von Werkzeugmaschinen) ersetzt. Sie entsprach jedoch nicht voll den Erwartungen, da die Regulierbarkeit zu grob ist. Die altbewährte Regelausführung behält ihre Bedeutung.

In den Bildern 92 bis 94 sind noch andere Arten von hinteren Schieberstangenführungen dargestellt.

Die Ausführungen nach den Bildern 92 und 93 sind bei alten Länderbahnlokomotiven bzw. ehemaligen Privatbahnlokomotiven anzutreffen. Eine Nachstellung ist entweder durch Zwischenlegen von Paßblechen oder überhaupt nicht möglich.

Bild 94 zeigt die vereinfachte Bauart, die erstmalig an den Lokomotiven der Baureihen 42 und 52 angewandt wurde. Auch die ersten Neubaulokomotiven nach dem Kriege wurden so ausgerüstet. Hierbei schrumpfte die hintere Schieberstangenführung praktisch auf das kurze Führungsstück innerhalb des hinteren Schieberkastendeckels zusammen. Ein kurzer Gelenkhebel umgreift das hintere Schieberstangenende und verbindet diese an Stelle des Schieberstangenkopfes normaler Ausführung mit dem Voreilhebel. Im gleichen Drehpunkt greift ein Pendel an, das um einen festen Drehpunkt am Rahmen schwingen kann. Diese Ausführung ist, wie aus der Abbildung ersichtlich, ebenfalls nachstellbar.

Die wesentlich einfachere Herstellung wiegt jedoch die Nachteile im Betrieb nicht auf. Durch das kurze Führungsstück wird die Abnutzung desselben begünstigt. Die Geradführung ist nicht gewährleistet.

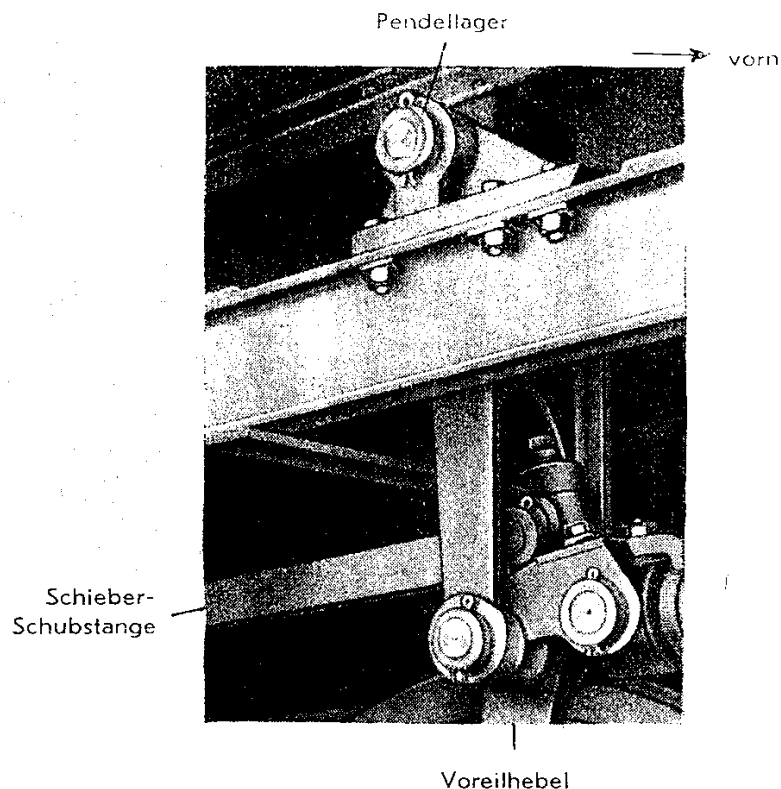


Bild 94. Hintere Schieberstangenführung mit Pendelaufhängung

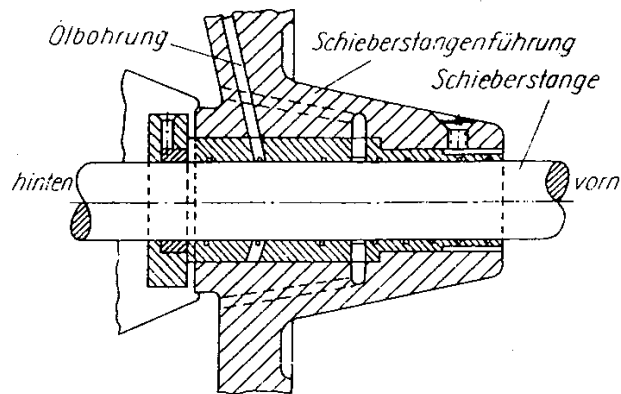


Bild 95. Abdichtung der Schieberstange

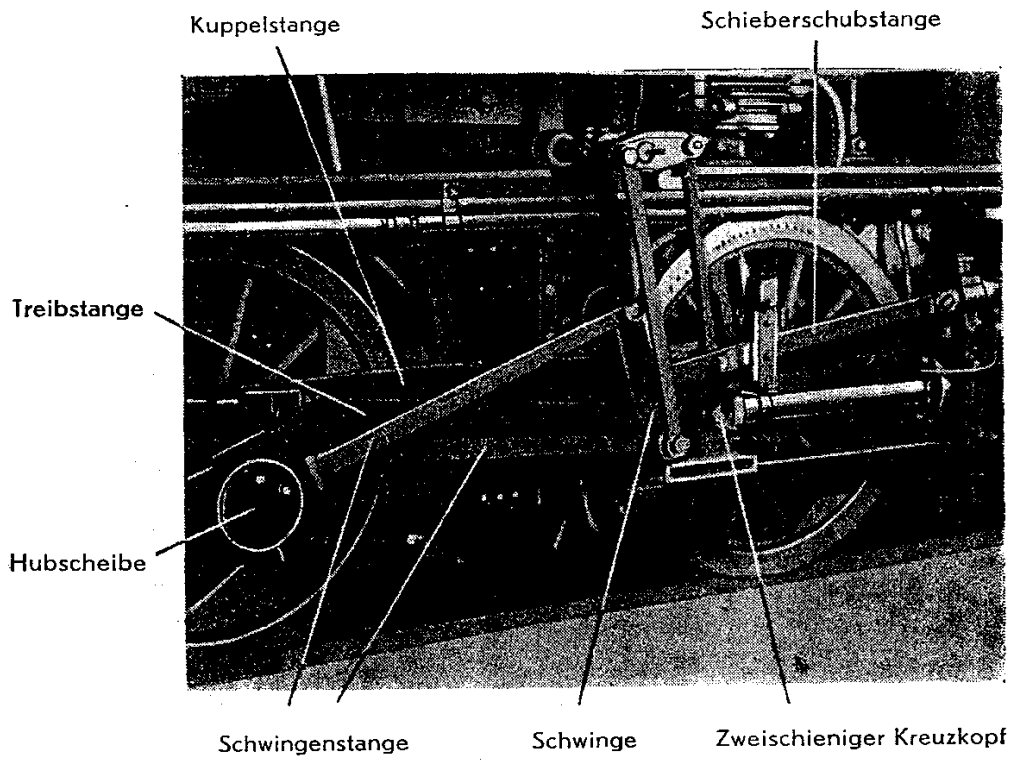


Bild 96. Allan-Trick-Steuerung

Wenn auch bei innerer Einströmung nur der geringe Ausströmdampfdruck auf die Schieberkastendeckel wirkt, muß noch die Abdichtung der Schieberstangendurchtritte durch den Deckel durch besondere Stopfbuchsen herbeigeführt werden. Allerdings genügen hier besonders geformte Tragbuchsen aus Gußeisen (Bild 95).

An die Stelle der bei alten Lokomotiven noch vorhandenen Docht-schmiergefäße für die Tragbuchsen tritt bei neuen Lokomotiven mehr und mehr die Zentralschmierung. Eine Pumpe im Führerhaus fördert das Öl hierbei an die Schmierstellen.

Da in den theoretischen Erläuterungen auch andere Steuerungsarten erwähnt wurden, soll als Beispiel für alle das Steuergehänge der Allan-Trick-Steuerung im Bild 96 gezeigt werden. Eine besondere Erläuterung erübrigt sich. Die beiden gegeneinander versetzten Hubscheiben wurden bereits im Bild 79 dargestellt. In den Bildern 97 und 98 erkennen wir Antriebsarten der Steuerung bei Mehrzylinder-Lokomotiven.

Bei den Dreizylinderlokomotiven nach Bild 97 sind drei HDZ vorhanden, die jeder einen besonderen Schieber besitzen. Entweder überträgt man die Bewegung der äußeren Voreilhebel mittels Übertragungswelle und Schwinghebel auf den Innenzylinder, oder man treibt die Mittelschwinge durch eine Hubscheibe an. Hierdurch werden Fehler vermieden, die bei der ersten Ausführung durch die Summierung der Spiele in den Gelenken auftreten können.

Die Vierzylinderlokomotive nach Bild 98 hat zwei HD- und zwei ND-Zylinder. Je ein HD- und ein ND-Schieber werden von einem Voreilhebel angetrieben. Dadurch sind beide Schieber einer Triebwerksseite gleichlaufend. Weil die Triebwerke bei Hochdruck und Niederdruck wegen der Zusammenarbeit jedoch gegenläufig sein müssen, bekommt der HD-Schieber innere und der ND-Schieber äußere Einströmung.

Hinweise für den Betrieb

Anwendung des Schieberstichmaßes

Die verschiedenen Ausführungen der gebräuchlichsten Schieberstichmaße zeigen die Bilder 99 a bis c. Ein Schieberstichmaß ist im Werkzeugkasten jeder Dampflokomotive mitzuführen. Je nach der Bauform des Schieberkreuzkopfes unterscheiden wir auch verschiedene Formen von Schieberstichmaßen.

Damit die Schiebersteuerung ihre Aufgabe erfüllen kann und die günstigste Dampfverteilung in jeder Steuerungslage erreicht wird, muß die einmal eingestellte Lage eingehalten werden. Deshalb wird beim Steuerungsneuvermessen die Stellung des Schieberstangenkopfes auf der Schieberstange durch Körner markiert. Dadurch ist es dann möglich, mit Hilfe des Schieberstichmaßes beabsichtigt oder unbeabsichtigt verstellte Kreuzköpfe zur Schieberstange von diesem Kontrollkörner aus wieder in die richtige Stellung zu bringen.

Es dürfen nur in den dafür eingerichteten Werkstätten Steuerungsregulierungen vorgenommen werden. Ergeben sich Abweichungen von Stichmaß, dann wird nicht das Stichmaß geändert, sondern es ist der Kontrollkörner auf der Schieberstange nach Beseitigung des alten Körners neu anzubringen.

Im Bahnbetriebswerk soll mit Hilfe des jeder Lokomotive beigegebenen Stichmaßes nach jeder Ausbesserung an der Steuerung, bei der die Schieberstange oder die Schieberstangenkopfstellung

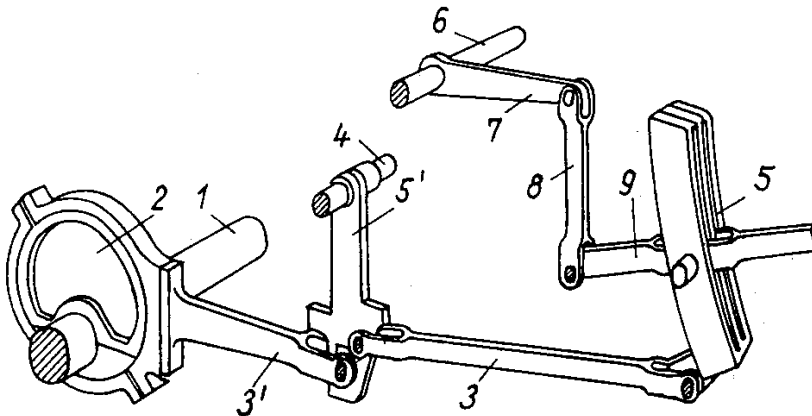
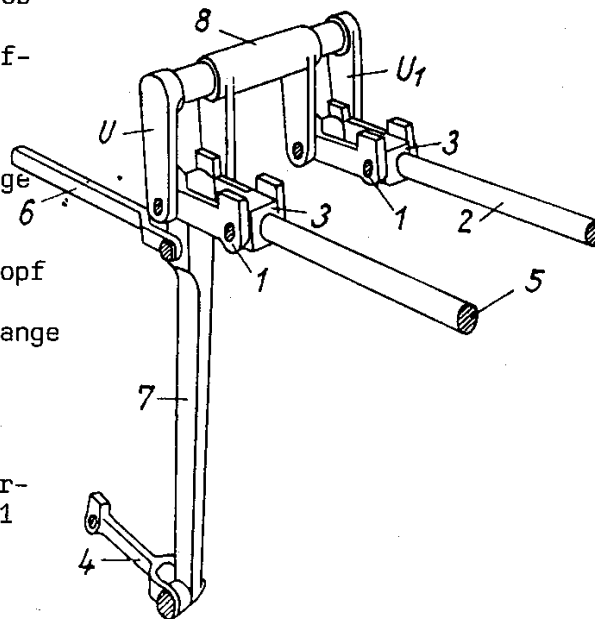


Bild 97. Hubscheibensteuerung bei Drillingsdampfmaschinen

- | | |
|---|-----------------------|
| 1 Dritte Kuppelachse | 5 Schwinge |
| 2 Hubscheibe | 6 Steuerwelle |
| 3 Schwingenstangen | 7 Aufwerfhebel |
| 3' Exzenterstange | 8 Hängeeisen |
| 4 Zwischenwelle mit Führungshebel
(auch Mittelschwinge 5' genannt) | 9 Schieberschubstange |

Bild 98. Steuerungsantrieb der Innenzylinder einer Vierzylinder-Verbunddampfmaschine

- | |
|---|
| 1 Gelenkstücke |
| 2 Hochdruckschieberstange
(Kolbenschieber mit innerer Einströmung) |
| 3 Schieberstangenkreuzkopf |
| 4 Lenkerstange |
| 5 Niederdruckschieberstange
(Kolbenschieber mit äußerer Einströmung) |
| 6 Schieberschubstange |
| 7 Voreilhebel |
| 8 Zwischenwelle mit Übertragungshebel U und U1 |



verändert werden mußte, die Steuerung wieder richtig eingestellt werden. Von Zeit zu Zeit hat sich das Lokomotivpersonal davon zu überzeugen, ob die Steuerung richtig eingestellt ist. Es verbietet sich von selbst, die Steuerung nur nach Gehör oder nach einem Erfahrungsmaß einzustellen, da diese Methode unzuverlässig ist.

Wenn trotz richtiger Nachmessung mit Schieberstichmaß begründete Zweifel an der richtigen Dampfverteilung bestehen, dann ist ein Nachvermessen der Lokomotivsteuerung zu beantragen.

Aus den Bildern 99a bis c geht ebenfalls hervor, wie die verschiedenen Schieberstichmaße in der Praxis angewendet werden.

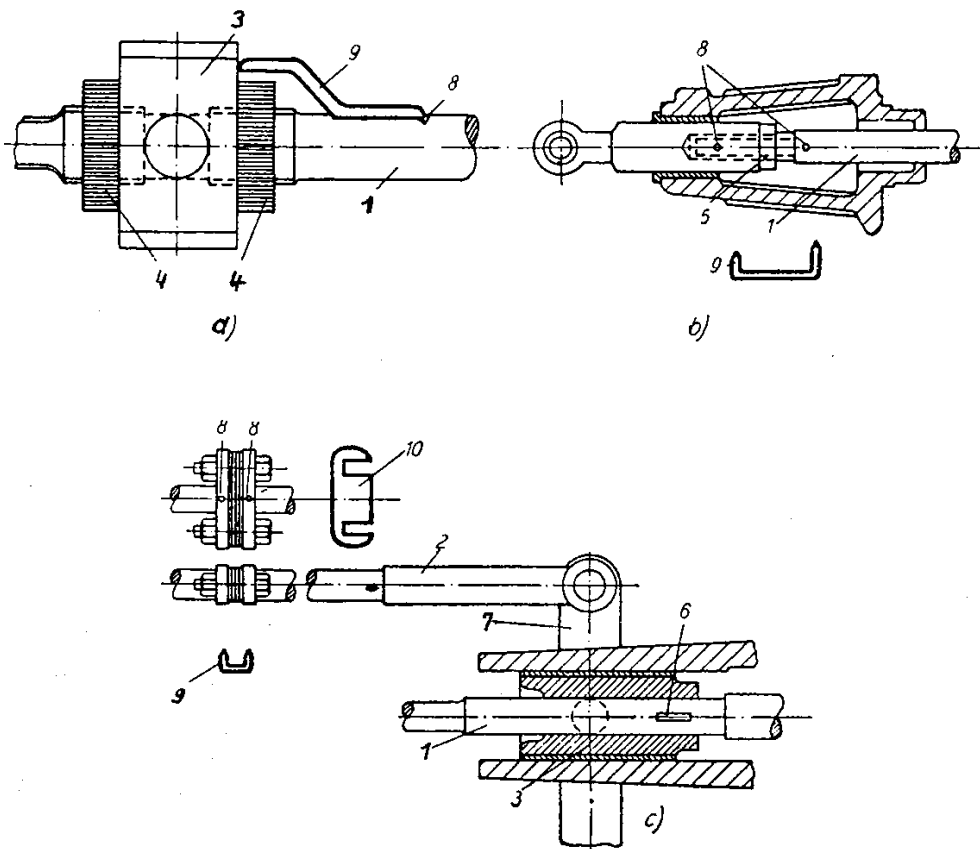


Bild 99. Anwendung des Schieberstichmaßes

- a bei Regelausführung mit Stellmutter
- b bei Ausführung mit Gegenmutter
- c bei geteilter Schieberschubstange

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Schieberstange | 6 Keil |
| 2 Schieberschubstange | 7 Voreilhebel |
| 3 Schieberkreuzkopf | 8 Kreiskörner |
| 4 Stellmutter | 9 Schieberstichmaß |
| 5 Gegenmutter | 10 Beilagen |

Hinweis zu folgender Tabelle**Leerlaufstellung des Karl-Schulz-Schiebers**

Der beste Druckausgleich ist gegeben, wenn die Steuerung auf 60 % ausgelegt wird. In dieser Stellung beträgt die Leerlauf-Verdichtungsarbeit etwa die Hälfte der Verdichtungsarbeit bei Vollausslage. Die Gefahr der Verschmutzung durch angesaugte Verbrennungsrückstände ist geringer. Die Mittellage darf nicht beibehalten werden, weil der Ausströmkanal durch den festen Schieberkörper teilweise überdeckt wurde.

Bei Auslage über 60 % würden die losen inneren Schieberkörper mit ihrer großen Breite die Kanäle in den Endstellungen ebenfalls teilweise verdecken.

So wurde als günstigste Einstellung 60 % des Schieberhubes ermittelt, weil nur die schmalen festen äußeren Schieberkörper den Kanal auf kurze Zeit beim Hub bedecken.

Bedienung der Steuerung im Betriebe

(siehe Bilder 46 bis 51 und 71 bis 74)

Tabelle

Flach- schieber	Regelkolbenschieber mit Druck- ausgleich Knorr	Winter- thur	Vereinigtes Zyl.- Saug- u. Druck- ausgleichventil	Druckausgleich-Kolbenschieber Bauart Müller	Trofimoff
Vor dem Anfahren	Druckausgleicher geschlossen. Anstellhahn Stellung II			Karl Schulz	
Zylinder vorwärmen, dabei Lok abbremsen, Zylinderventile öffnen, Regler wenig öffnen.					
Grundsätzliches	Fahren mit möglichst hohem Schieberkastendruck und möglichst kleiner Füllung. Kleinste Füllung für Zwillings- und Drillingslok 20%, für Verbundlok 30%. Füllung nicht kleiner, als ruhiger Lauf der Lok es zuläßt. Abweichung in folgenden Fällen:				
Anfahren	Anstellhahn Stellung II I				
Steuerung voll auslegen, Regler langsam öffnen *), bis S- und P-Lok etwa 10 km/h und G-Lok etwa 5 km/h erreicht haben. Steuerung allmählich zurücklegen. Vollen Schieberkastendruck einstellen. Bei Schleudern Regler schließen. Unter kräftigem Sanden wieder anfahren. Niemals bei noch schleudernder Lok sanden.					
Schnellfahren	Wenn Steuerung unter 50% dann Stellung II	Regler stoßartig öffnen wiedereinziehen und dann langsam weiter öffnen			
Bei über 110 km/h zur Schonung des Triebwerks Füllung bei Zwillingslok nicht unter 30%, bei Drillingslok nicht unter 25% und bei Verbundlok nicht unter 35% verkleinern. Bei dann noch zu großer Leistung Schieberkastendruck drosseln.					

Steigungen	Auf krümmungsreichen Steigungstrecken, bei Schleudergefahr wie bei Anfahrt mit vergrößerter Füllung und gedrosseltem Schieberkastendruck fahren. Auf großen Steigungen mit schweren Zügen voller Schieberkastendruck und große Füllung.		
Geringe Leistungen	Bei geringer Leistung (niedriges Zuggewicht und gute Strecke) kleinste Füllung und gegebenenfalls noch mit Regler drosseln. Nicht unter 5 kp/cm ² Schieberkastendruck gehen		
Längere Leer- und Gefällefahrt	Zur Erhaltung des Ölfilms an den Wandungen und zur Schonung der Überhitzereinheiten bei längeren Leer- und Gefällefahrten Schmierdampf geben. Ruhiger Lauf der Lok muß gewährleistet sein. Schieberkastendruck auf mindestens 5 kp/cm ² einstellen		
Übergang von Lastfahrt auf Leerlauf	Erst Schieberkastendruck allmählich auf 5-6 kp/cm ² senken, dann Regler schließen. Steuerung voll auslegen Druckausgleich öffnen bei Schieberkastendruck unter 1 kp/cm ² ü. 6 kp/cm ² Steuerung voll auslegen St. I voll auslegen St. III Steuerung nicht über 60% auslegen und dann auf 10% in Fahrtrichtung zurücknehmen		
Übergang von Leerlauf auf Lastfahrt	Steuerung unmittelbar auf erforderliche Füllung bringen Steuerung auf erforderliche Füllung legen Druckausgleich schließen St. II St. I Steuerung unmittelbar auf erforderliche Füllung zurücklegen Steuerung vorsichtig auf erforderliche Füllung legen. Regler schnell öffnen		

Ventilsteuerung

Dieser Lehrbrief würde nicht vollständig sein, wenn nicht wenigstens kurz auf eine besondere Steuerungsart hingewiesen würde, die sich gegenüber den bei der Deutschen Reichsbahn angewandten Kolbenschiebersteuerungen nicht durchgesetzt hat.

Man trifft bei ortsfesten Dampfmaschinen häufig die Ventilsteuerung an, die theoretisch die Schiebersteuerung übertrifft. Besonders bei schnellem Hubwechsel macht sich der Mangel der Schiebersteuerung bemerkbar, da die Kanalquerschnitte nicht plötzlich, sondern nur allmählich freigegeben bzw. geschlossen werden. Die Trägheit des Dampfes bewirkt dann eine unangenehme Drosselung, was wiederum eine Verringerung der verfügbaren Arbeitsleistung bedeutet. Ganz anders dagegen reagieren Ventile, wie sie an Verbrennungskraftmaschinen üblich sind. Sie öffnen und schließen plötzlich, wodurch stärkere Dampfdrosselung vermieden wird. Nachteilig erwies sich, daß die Ventilteller sich im Betrieb immer wieder verzogen, so daß die Ventile nicht mehr einwandfrei arbeiteten.

Die bekannteste Ventilsteuerung an Dampflokomotiven ist die der Bauart Lenz. Sie wurde bei Lokomotiven der ehemaligen Oldenburgischen Staatsbahnen, vereinzelt auch an einigen preußischen Lokomotiven (Bild 100) und bei einigen ehemaligen Privatbahnlokomotiven angebaut.

Von den vier senkrecht angeordneten Ventilen sind die inneren Einlaßventile, während die äußeren den Auslaß regeln.

Neben dieser stehenden Anordnung findet man bei den österreichischen Bundesbahnen die neuere Ausführung mit liegenden Ventilen (Bild 101).

1.3. Triebwerk

1.3.1. Theoretische Grundlagen - Entstehung der Zugkraft

Kurbeltrieb

Wir haben verfolgt, wie der Dampf durch die Steuerorgane in den Zylinder hinein- und, nachdem er dort Arbeit leistete, wieder hinausgeleitet wird. Sein Dehnungsvermögen bewirkt eine Bewegung des Dampfkolbens in Richtung der Zylinderachse.

Diese Schubbewegung des Kolbens muß nun in eine Drehbewegung umgewandelt werden, denn nur so ist die Kraftentfaltung verwertbar.

Diese Bewegungsänderung wird mit Hilfe des Kurbeltriebes (Bild 102) erreicht.

Die Kolbenstange überträgt die geradlinige Kolbenbewegung auf den Kreuzkopf. Dieser wird besonders von einer Gleitbahn geführt. Die Treibstange überträgt die Bewegung weiter auf das Treibrad. Dieses ist mit ihrem vorderen Ende drehbar im Kreuzkopf gelagert. Das hintere Ende der Treibstange umfaßt den Treibzapfen am Treibrad.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise des Kurbeltriebes genügt es, zunächst nur eine Lokomotivseite zu betrachten. Das Treibrad ersetzt gleichzeitig das bei ortsfesten Dampfmaschinen zur Er-

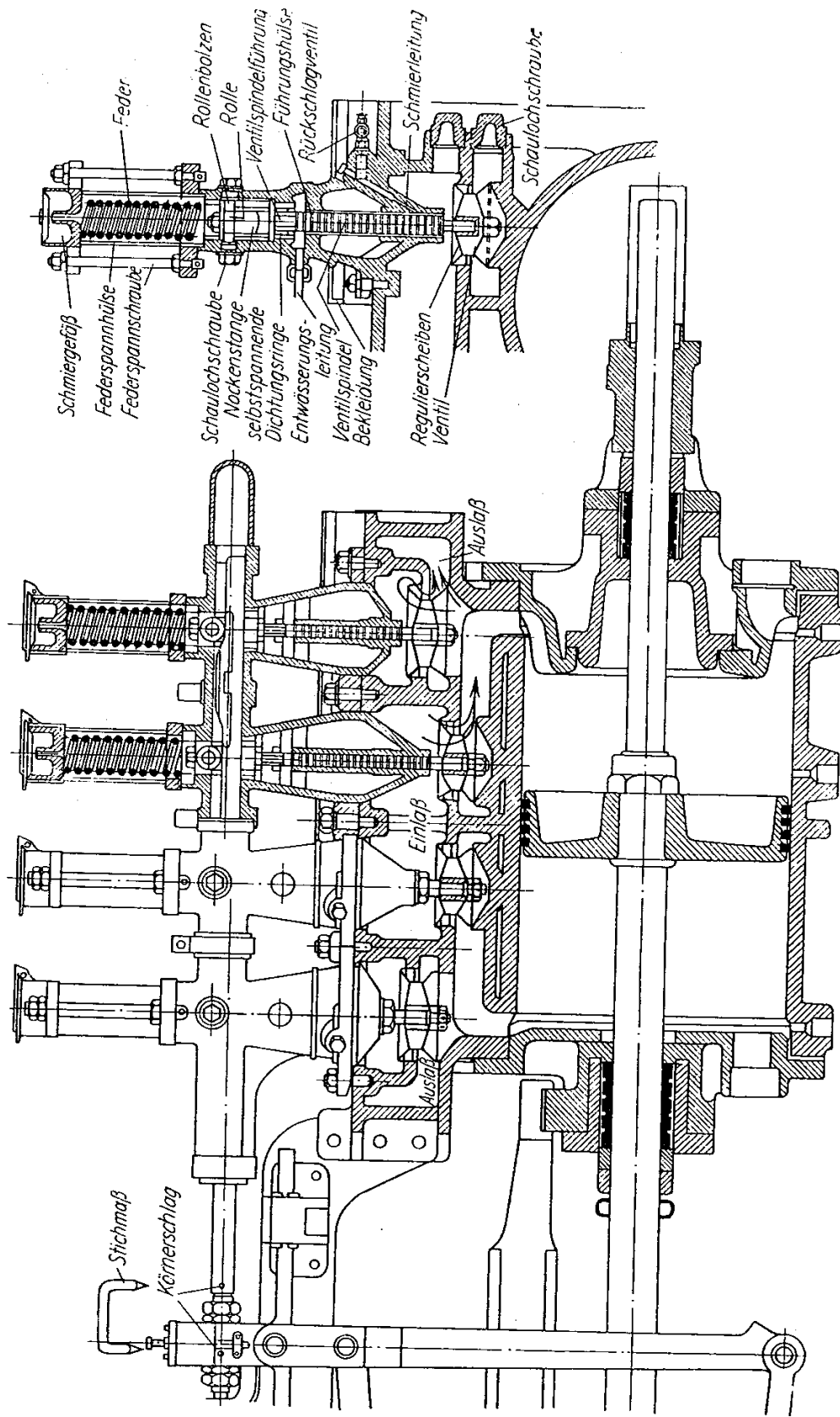


Bild 100. Ventilsteuerung Bauart Lentz mit stehenden Ventilen

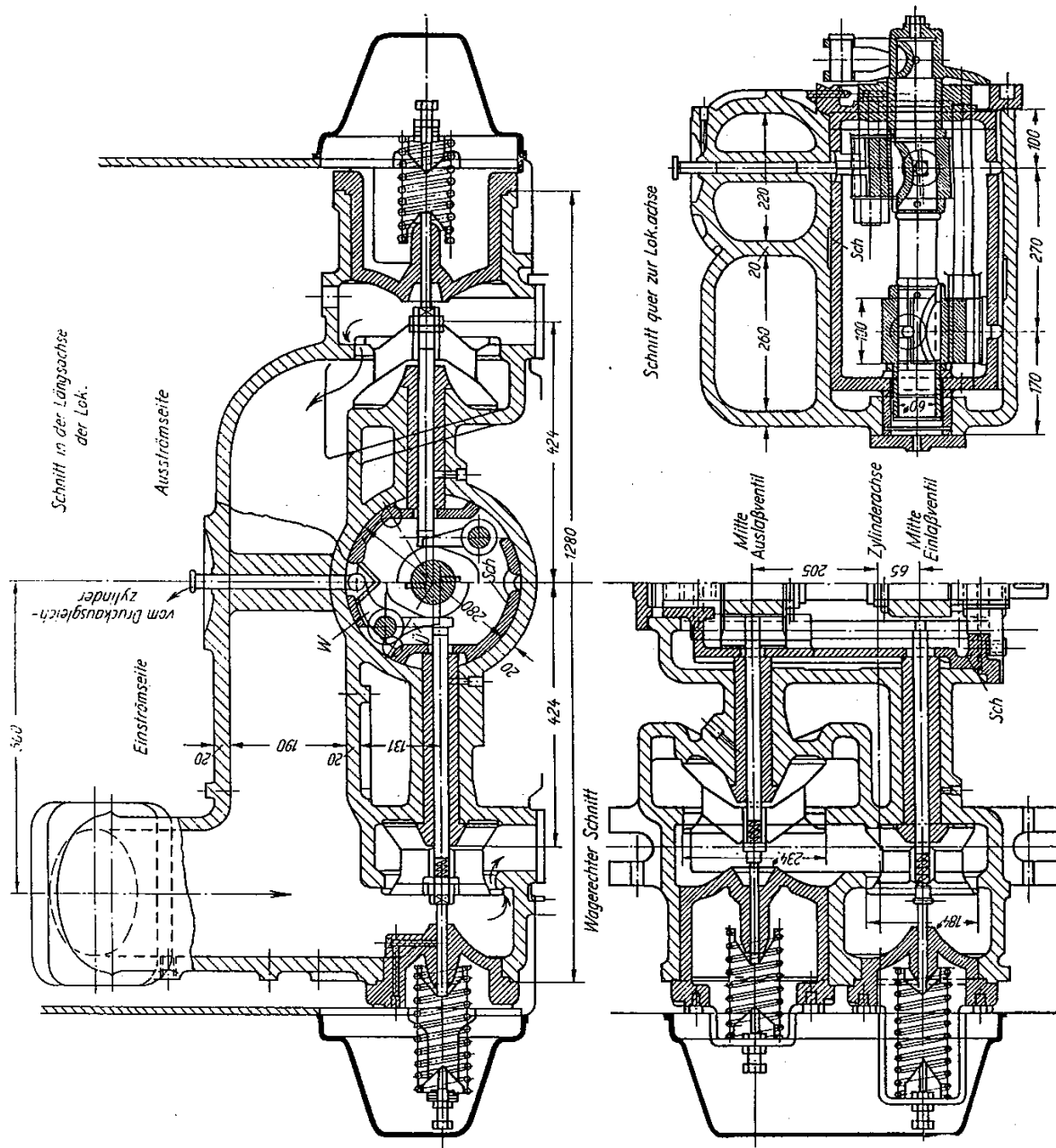


Bild 101. Ventilsteuerung Bauart Lenz mit liegenden Ventilen

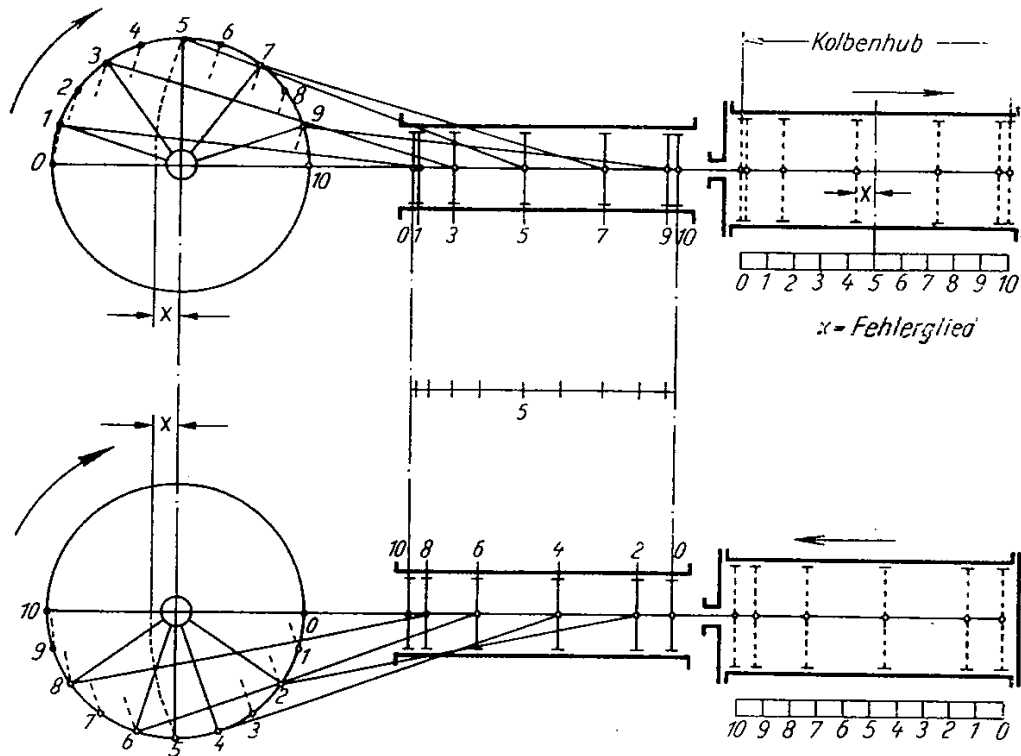


Bild 102. Kurbeltrieb

zielung einer gleichmäßigen Drehbewegung notwendige Schwungrad. Es ist zu erkennen, daß den jeweiligen Kolbenstellungen bestimmte Kurbellagen entsprechen.

Ausgangspunkt ist die rechte Endstellung des Kolbens. Die Bewegungsrichtung muß sich hier notwendigerweise umkehren. Die Geschwindigkeit wird demnach in dieser Stellung gleich Null. Die Treibkurbel oder der Treibzapfen befinden sich ebenfalls in der äußersten rechten Lage. Kolbenstange und Treibstange bilden eine gerade Linie. Diese Stellung nennt man Totpunktlage, weil die Maschine aus dieser nicht anfahren kann. Die in den Stangen wirkenden Längskräfte drücken nur auf den Kreuzkopfbolzen und den Treibzapfen und beanspruchen diese auf Abscheren und Biegung. Der zur Entwicklung eines Drehmoments notwendige Hebelarm fehlt dagegen.

Die äußerste linke Endlage des Kolbens stimmt ebenfalls mit der Endlage der Kurbel überein.

Man bewegt bei einzylindrigen Dampfmaschinen das Schwungrad und den Kurbelzapfen mit einer besonderen Anfahrvorrichtung in eine günstige Anfahrstellung. Ohne weiteres ist erkennbar, daß diese gegeben ist, wenn der Treibzapfen die höchste bzw. tiefste Lage einnimmt. Der Hebelarm entspricht dann dem Kurbelarm, und die Treibstangenkraft kann mit dem größtmöglichen Hebelarm ein großes Drehmoment erzeugen (siehe auch Bild 106).

Dampflokomotiven besitzen jedoch mindestens zwei Dampfmaschinen. Die Treibkurbeln (Treibzapfen) beider sind so gegeneinander versetzt, daß die rechtsseitige der linksseitigen um einen Winkel von 90° vorausseilt. Die eine Maschine hat also stets die günstigste Anfahrstellung, wenn bei der anderen die Totpunktlage vorhanden ist oder beide befinden sich in einer Zwischen-

stellung, aus der das Anfahren ohne Schwierigkeit möglich ist. Das Schwungrad (Treibrad) gleicht die Kurbelbewegung so aus, daß wir sie uns als gleichförmig vorstellen können. Vergleichen wir jedoch nun die Kolbenbewegung damit, dann kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Abgesehen davon, daß die Kolbengeschwindigkeiten von den Totpunktlagen zur höchsten bzw. tiefsten Kurbelzapfenlage zunehmen, zeigt sich noch eine andere Merkwürdigkeit.

Bild 102 zeigt zunächst ganz deutlich, daß die Mittelstellung des Kolbens sich mit der mathematischen senkrechten Mittellinie des Zylinders deckt. Da die Drehbewegung gleichmäßig ist, legen die einzelnen in gleichen Abständen dargestellten Punkte auf dem Kurbelkreis auch in gleichen Zeiträumen gleiche Wege zurück.

Durch die Treibstangen (bei ortsfesten Dampfmaschinen auch Pleuelstangen genannt) wird der Kreuzkopf und damit der Kolben zwangsläufig mitgenommen. Es ist zu bemerken, daß die Abstände der zu den einzelnen Kurbellagen gehörenden Kolbenstellungen verschieden sind. Daraus ergibt sich, daß auch die Kolbengeschwindigkeit schwankt. Die Punkte 5, die der höchsten bzw. tiefsten Kurbelzapfenlage entsprechen, sind in der Richtung zur Kurbel verlagert. Die durchschnittliche Kolbengeschwindigkeit ist demnach in der vorderen (rechten) Zylinderhälfte größer als in der hinteren (linken). Die Abweichungen der beiden Mittelstellungen (Kurbel und Kolben) bezeichnet man als das Fehlerglied des Kurbeltriebes. Die Größe des Fehlergliedes ist abhängig von dem Verhältnis zwischen Kurbelarm oder Exzentrizität des Kurbelzapfens und der Länge der Treibstange. Je mehr beide voneinander abweichen, daß heißt, je kleiner der Kurbelarm und je größer die Treibstangenlänge wird, desto kleiner ist das Fehlerglied. Bei unendlich langer Treibstange würde es ganz verschwinden. Nähern sich beide Längen jedoch, dann vergrößert sich auch das Fehlerglied, was sich ungünstig auf den Lauf der Maschine auswirkt. Man trachtet also danach, möglichst lange Treibstangen zu bekommen, da sie einmal das Fehlerglied verringern, dabei aber auch die senkrechte Seitenkraft im Kreuzkopf (Bild 104) auf ein Mindestmaß einschränken. Deshalb wird bei mehreren Kuppelachsen meistens die Mittelachse (zweite oder dritte Achse) als Treibachse ausgebildet. Übermäßige Länge verbietet sich allerdings im Hinblick auf die Knickgefahr von selbst. Die notwendigen Abmessungen würden das Gewicht unnötig vergrößern.

Nun verfolgen wir die Kraftwirkung von ihrer Entstehung im Zylinder her. Aus der geradlinigen Kolbenbewegung wird unter der Einwirkung des Dampfdruckes mit Hilfe des Kurbeltriebes eine Drehbewegung des Treibrades erzeugt.

Wie kommt aber nun eine Fortbewegung der gesamten Lokomotive zustande? Wenn auch die Oberfläche des Radumfangs und der Schienenunterlage unserem Auge glatt erscheinen, so sind doch unzählige kleine Unebenheiten vorhanden. Unter einem Mikroskop würde uns sichtbar, daß diese Unebenheiten wie Zähne ineinander greifen und ähnlich wie Zahnrad und Zahnstange sich gegeneinander abwälzen. Da die Schienenunterlage unverrückbar ist, muß sich zwangsläufig das Rad fortbewegen. Je nach der vermittelten Drehrichtung wird damit das gesamte Fahrzeug nach rechts (vorn) oder nach links (hinten) bewegt (Bild 103).

Es ist also wichtig, daß die Berührungsflächen zwischen Rad und Schiene genügend rau sind, damit der Reibungswiderstand aus-

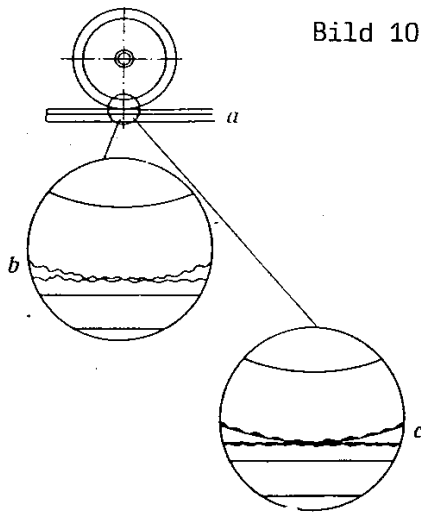


Bild 103. Unebenheiten zwischen Rad und Schiene

- a Gesamtansicht
- b Ausschnitt, Metall auf Metall, Unebenheiten werden wirksam
- c Verschmelzung durch Öl, Glatteis o.ä. Unebenheiten haben sich zuge-setzt

reicht. Durch reines Wasser (Regen) wird die Reibung während der Fahrt nicht beeinträchtigt, da das Gewicht der Lokomotive groß genug ist, um das Wasser wegzudrücken. Dagegen wirken sich Laubfall oder Glatteis nachteilig aus, weil die winzigen „Zahn-lücken“ damit ausgefüllt werden. Das bewegte Rad findet keinen Widerstand und gleitet auf der Schiene.

Beim Anfahren gefährdet jedoch auch reines Wasser die Haftfähigkeit des Rades auf der Schiene, da besonders große Kräfte übertragen werden müssen. Der notwendige Reibungswiderstand läßt sich z.B. durch Sand erreichen, den man zwischen Rad und Schiene leitet.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen sollen die Verhältnisse im Triebwerk genauer untersucht werden (Bild 104). Bezeichnen wir die auf den Kolben einwirkende Kraft, die sich aus dem Dampf-Überdruck p mal der Kolbenfläche F ergibt, mit K , die in der Pleibstange wirkende Längskraft mit T und die senkrechte Seitenkraft im Kreuzkopf mit S , so ergibt sich ohne Rücksicht auf die jeweilige Kolbenstellung die Beziehung, daß sich diese drei Kräfte zu einem Krätedreieck oder einem Parallelogramm der Kräfte zusammensetzen lassen.

Die Kolbenkraft K entspricht hierbei der Resultierenden oder Hauptkraft. Es zeigt sich, daß die Pleibstangenkraft T stets größer ist als die Kolbenkraft, wenn die Pleibstange gegenüber der Pleibstange geneigt ist. Nur in gestreckter Lage (in der vorderen und hinteren Totpunkt-lage) entsprechen sich beide. Dann entfällt auch die Seitenkraft S . Das entstehende Drehmoment würde bei gleichbleibender Kolbenkraft in der Höchst- bzw. Tiefstlage der Pleibkurbel am größten sein, da hier sowohl die Pleibstangenkraft T als auch der Hebelarm r ihre Höchstwerte erreichen.

In den Totpunktstellungen wird das Drehmoment gleich Null, weil der Hebelarm gleich Null wird (Bild 105).

Die Zugkraft aus den Zylindern errechnet sich folgendermaßen: In einem Zylinder wirkt die Kolbenkraft K auf den Kolben. Sie ist, wie vorstehend bereits erwähnt, gleich dem mittleren spezifischen Dampfüberdruck p_m mal der Kolbenfläche $\frac{3,14 \cdot d^2}{4}$

oder

$$K = \frac{p \cdot 3,14 \cdot d^2}{4}$$

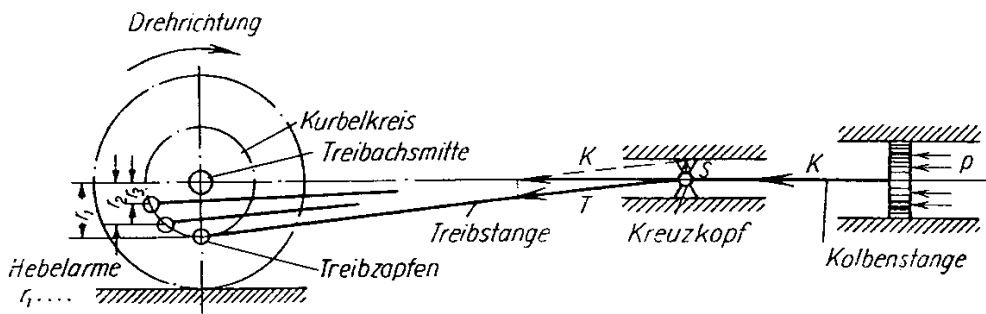


Bild 104. Kräfte im Kurbeltrieb der Kolbendampfmaschine

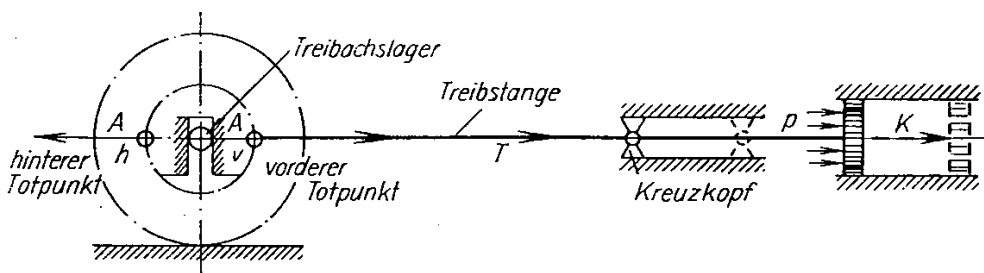


Bild 105. Totpunktlage der Kolbendampfmaschine

Während eines Doppelhubes $2s$ wird in den zwei Zylindern einer Zwillingslokomotive folgende Arbeit geleistet:

$$A = \frac{p \cdot 3,14 \cdot d^2}{4} \cdot 2s \cdot 2$$

oder einfacher und umgestellt:

$$A = 4 \cdot K \cdot s$$

Während dieses Doppelhubes legt das Treibrad einen Weg von $D \times 3,14$ zurück.

Am Zughaken wird während dieser Zeit die Kraft Z ausgeübt. Demnach ist hier der Wert der Arbeit:

$$A = Z \cdot D \cdot 3,14$$

Da die beiden Größen der geleisteten Arbeit sich das Gleichgewicht halten müssen, muß

$$4 \cdot K \cdot s = Z \cdot D \cdot 3,14$$

sein.

Dann ist

$$Z = \frac{4 \cdot K \cdot s}{D \cdot 3,14}$$

Von der im Zylinder erzeugten Arbeitsleistung gehen auf dem Wege über das Triebwerk bis zum Radumfang bei mittlerer Geschwindigkeit etwa 20 % verloren. Somit ist der Wirkungsgrad vom Dampfzylinder bis zum Zughaken nur 80 %.

Das Ergebnis muß deshalb mit 0,8 multipliziert werden, und es entsteht endgültig die Formel für die Errechnung der Zugkraft

$$Z = \frac{4 \cdot K \cdot s}{D \cdot 3,14} \cdot 0,8$$

Betrachten wir die beiden Bilder 106a und b, so bemerken wir, daß sie sich bei oberflächlichem Hinschauen fast völlig gleichen. Der einzige Unterschied besteht auch nur darin, daß einmal die Treibkurbel in der oberen und einmal in der unteren Mittellage steht.

Im Bild 106a wirkt die Kolbenkraft K von links (hinten) nach rechts (vorn) und übt deswegen auch im Abstand von $s/2 = r$ auf die Treibkurbel einen Druck nach rechts aus. Es entsteht das Drehmoment $K \cdot r$.

Im Berührungspunkt B wirkt die Umfangskraft U , die im Verhältnis r/R kleiner ist als K , wobei $R = D/2$ zu setzen ist. Diese Umfangskraft U entspricht der Zugkraft Z , denn mit ihr wird das Rad gegen seine Unterlage abgewälzt.

Im Bild 106b wirkt die Kolbenkraft K dagegen von rechts (vorn) nach links (hinten). Das entstehende Drehmoment an der Treibkurbel ist entsprechend $K \cdot r$.

Die Umfangskraft U im Berührungspunkt B hat ebenfalls die Größe $K \cdot r/R$. Sie wirkt im gleichen Sinne wie im Bild 106a.

Damit ist bewiesen, daß beim größten Treibkurbelausschlag stets die gleichen Umfangskräfte am Treibrad wirken. Auch bei der Untersuchung der Zwischenstellungen würde sich bei Vorwärtsfahrt stets eine nach hinten gerichtete Umfangskraft U ergeben.

Nur in den hinteren und vorderen Totpunktstellungen würde die Umfangskraft gleich Null, weil kein Hebelarm für K vorhanden ist. Hier wirkt vielmehr nur ein Druck A in Richtung der Kolbenkraft K auf das Treibachslager. Dieser Achslagerdruck entspricht in den Totpunktstellungen der Kolbenkraft K . So bestätigt sich auch mathematisch, daß eine Lokomotive mit nur einer Dampfmaschine aus der Totpunktlage nicht anfahren kann.

Das Beispiel läßt sich ohne Schwierigkeiten auch auf die Verhältnisse bei Rückwärtsfahrt übertragen.

Etwas Wichtiges läßt sich aber noch ableiten.

Da der Kolbenhub bei allen Reichsbahnlokomotiven nur wenig voneinander abweicht, so ist auch der ihm entsprechende Kurbelkreisdurchmesser bei fast allen Lokomotiven gleich. Der Treibkurbelradius ist demnach als feste Größe anzusehen. Um nun die wirksame Kraft Z möglichst groß werden zu lassen, muß das Verhältnis r/R möglichst klein gehalten werden.

Die nach vorwärts gerichtete Kraft ist also dann am größten, wenn der Treibraddurchmesser $2R$ so klein wie möglich ausgeführt wird. Deshalb haben insbesondere auch Güterzuglokomotiven, die schwere Lasten befördern sollen, kleine Treibraddurchmesser.

Bei schnellfahrenden Lokomotiven wird der Treibraddurchmesser deshalb besonders groß gewählt, damit die Kolbengeschwindigkeit bei der hohen Fahrtgeschwindigkeit nicht zu groß wird. Das geschieht selbstverständlich nach dem vorher Gesagten auf Kosten der Zugkraft.

Die Umfangskraft U darf eine bestimmte Größe nicht überschreiten, wie aus nachfolgendem hervorgeht. Jeder Körper drückt mit seinem Gewicht G auf seine Unterlage und setzt seiner Fortbewegung einen bestimmten Widerstand entgegen.

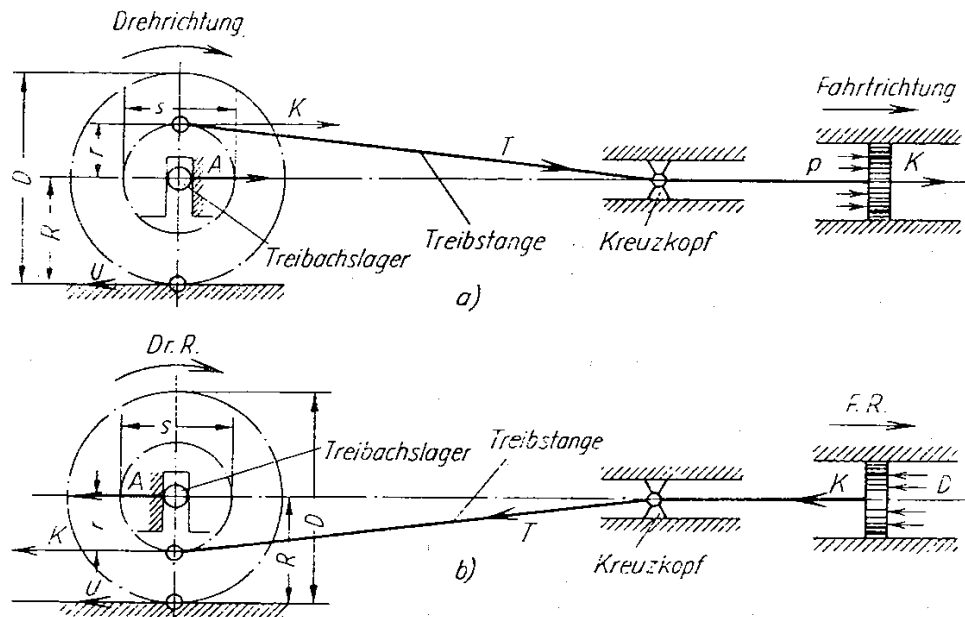


Bild 106. Entwicklung der Zugkraft bei einer Dampflokomotive
 a Treibkurbel in der oberen Mittellage
 b Treibkurbel in der unteren Mittellage

Man unterscheidet zwischen

- der Bewegungs- oder Gleitreibung und
- der rollenden Reibung oder besser dem Rollwiderstand.

Bei rollenden Körpern trifft die Bezeichnung Reibung nicht zu, denn im Gegensatz zu den sich reibenden, also sich bewegenden Körpern, befinden sich die Berührungspunkte zwischen Rad und Schiene jeweils im Zustand der Ruhe. Sie wälzen sich aufeinander ab. Man bezeichnet deshalb die Kraft mit der der Radumfang auf der Schiene festgehalten wird, besser als Haftung. Es ist aber gebräuchlich, auch diese Haftung mit einer Reibungszahl μ auszudrücken. Der Rollwiderstand W ist demnach gleich dem Produkt aus dem über das angetriebene Rad auf die Unterlage wirkenden Gewichts G_R und der Reibungszahl μ oder

$$W = G_R \cdot \mu .$$

Dieser Widerstand stellt gewissermaßen die Stütze der Lokomotive gegen die Schiene dar. Aus dem Gesagten läßt sich leicht erkennen, daß die Umfangskraft U oder die Zugkraft Z den größtmöglichen Rollwiderstand $G_R \cdot \mu$ nicht überschreiten darf. Diesen Höchstwert bezeichnet man als Reibungsgrenze.

Bei Überschreitung derselben hätten die Räder nicht genügend Halt, und die Lokomotive würde schleudern.

Es konnte also rechnerisch nochmals bestätigt werden, was schon Überlegungsmäßig auf Seite 78 behauptet wurde.

Durch Vergrößerung eines oder beider Faktoren läßt sich der Rollwiderstand heraufsetzen.

Die Reibungsgrenze läßt sich durch Aufrauen (Sandstreuen) verständlicherweise nur auf kurze Zeit erhöhen.

Das Reibungsgewicht kann jedoch heraufgesetzt werden, indem man das auf die angetriebenen Radsätze einwirkende anteilige Gewicht der Lokomotive vergrößert.

Da sich eine unzulässige Erhöhung des Druckes auf eine Achse mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Gleisanlagen von selbst verbietet, läßt sich die Erhöhung des Reibungsgewichts nur durch die Kupplung möglichst vieler Achsen erreichen, d.h., die erzeugte Zugkraft wird auf mehrere Radsätze übertragen. Nach den vorstehenden Ausführungen genügt es nicht, die Leistung der Dampfmaschine so hoch wie möglich zu bemessen. Die Reibungsgrenze ist am Ende ausschlaggebend, ob diese Leistung auch ausgenutzt werden kann. Bei etwa 70 % ihrer zulässigen Höchstgeschwindigkeit erreicht die Dampflokomotive ihre Nennleistung.

Vorteil der Mehrzylinderlokomotive

In Bild 104 wurde dargestellt, daß sich das Drehmoment und damit auch die Zugkraft mit den Lagen der Treibkurbel ändern. Aus Dampfdruckschaubildern ist ersichtlich, daß die Kolbenkräfte über den ganzen Kolbenhub hinweg verschieden sind. So sieht das Schaubild über den Verlauf der Zugkräfte bei Zweizylindermaschinen etwa so aus wie im Bild 107 dargestellt. Die Resultierende aus den Kräftewirkungen der Zylinder 1 und 2 weist ebenfalls noch starke Schwankungen auf.

Der Zugkraftverlauf einer Drillingslokomotive dagegen ist viel ausgeglichener. Hier schwankt auch die Resultierende aus den Kräften aller drei Zylinder nur unwesentlich um die mittlere Zugkraft (Bild 108). Durch die Versetzung der Treibkurbeln von 120° gegeneinander heben sich die freien Massenkräfte gegenseitig fast auf.

Hierdurch wäre der Wert von Mehrzylinderlokomotiven schon genug begründet. Jedoch ist der Bau von Mehrzylinderlokomotiven noch aus anderen Gründen dringend erforderlich. Wenn wegen der verlangten großen Zugkräfte verschiedene Bauteile der Lokomotive nicht mehr innerhalb der Begrenzungslinie für Fahrzeuge nach der BO (Bau- und Betriebsordnung) untergebracht werden können, verteilt man diese auf mehrere Zylinder. Diese können selbstverständlich bedeutend kleiner ausgeführt werden als bei Zwillingslokomotiven.

Auch für das Anfahren ist die Mehrzylinderlokomotive der Zwillingslokomotive überlegen. Mindestens zwei Zylinder werden sich in einer günstigen Anfahrstellung befinden. Deshalb ist die Dreizylinderlokomotive besonders für den Dienst auf gebirgigen Strecken geeignet.

1.3.2. Praktische Ausführung

Kreuzkopf

Der Kreuzkopf bildet das Gelenk zwischen der Kolbenstange und der Treibstange und wird in Richtung der Kolbenstange geradlinig geführt.

Diese Führung nennt man Kreuzkopfgleitbahn.

Man unterscheidet zwei Formen des Kreuzkopfes, den einschienigen und den zweischienigen. An den Reichsbahnlokomotiven hat sich der einschienige Kreuzkopf durchgesetzt. Er hat den Vorteil, daß statt zweier Gleitbahnen nur eine notwendig ist (Bild 109). Diese Gleitbahn braucht nicht stärker bemessen zu sein als jede der beiden Gleitbahnen der zweischienigen Ausführung. In jedem Falle müssen senkrecht wirkende Kräfte aufgenommen

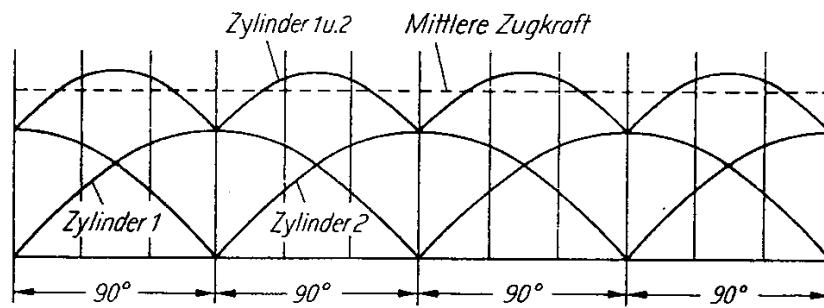


Bild 107. Zugkraftdiagramm einer Zwillingslokomotive

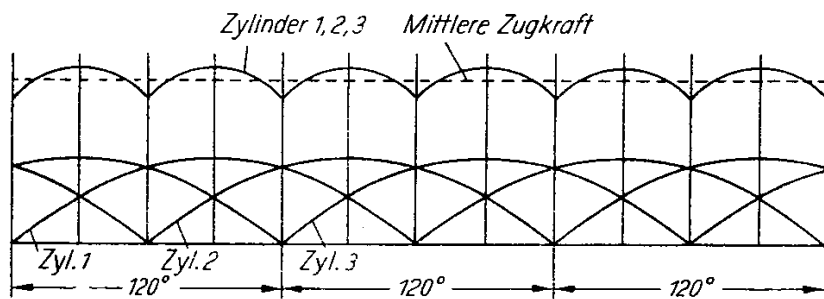


Bild 108. Zugkraftdiagramm einer Drillingslokomotive

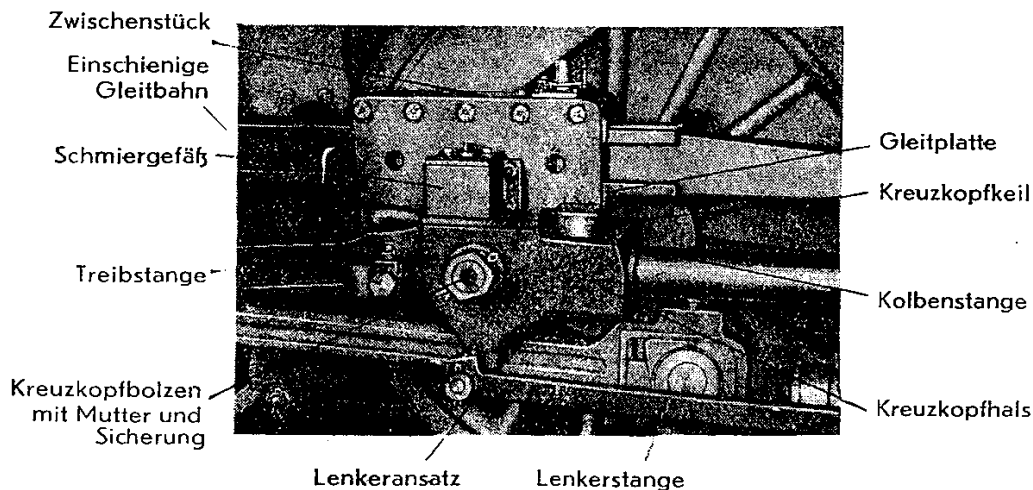


Bild 109. Kreuzkopf für einschienige Gleitbahnführung

werden. Diese entstehen durch Ableitung der in der Gleitbahnrichtung wirkenden Kolbenkraft in die Richtung der Treibstange wirkende Stangenkraft. Bei Vorwärtsfahrt unter Dampf wirkt sich dies als ein Druck von unten nach oben aus. Es muß somit die untere Gleitfläche bei einschieniger und die obere Gleitfläche bei zweischieniger Ausführung den Kreuzkopfdruck aufnehmen. Bei Rückwärtsfahrt wird hingegen die entgegengesetzte Gleitfläche in umgekehrter Druckrichtung beansprucht (Bild 110a bis d).

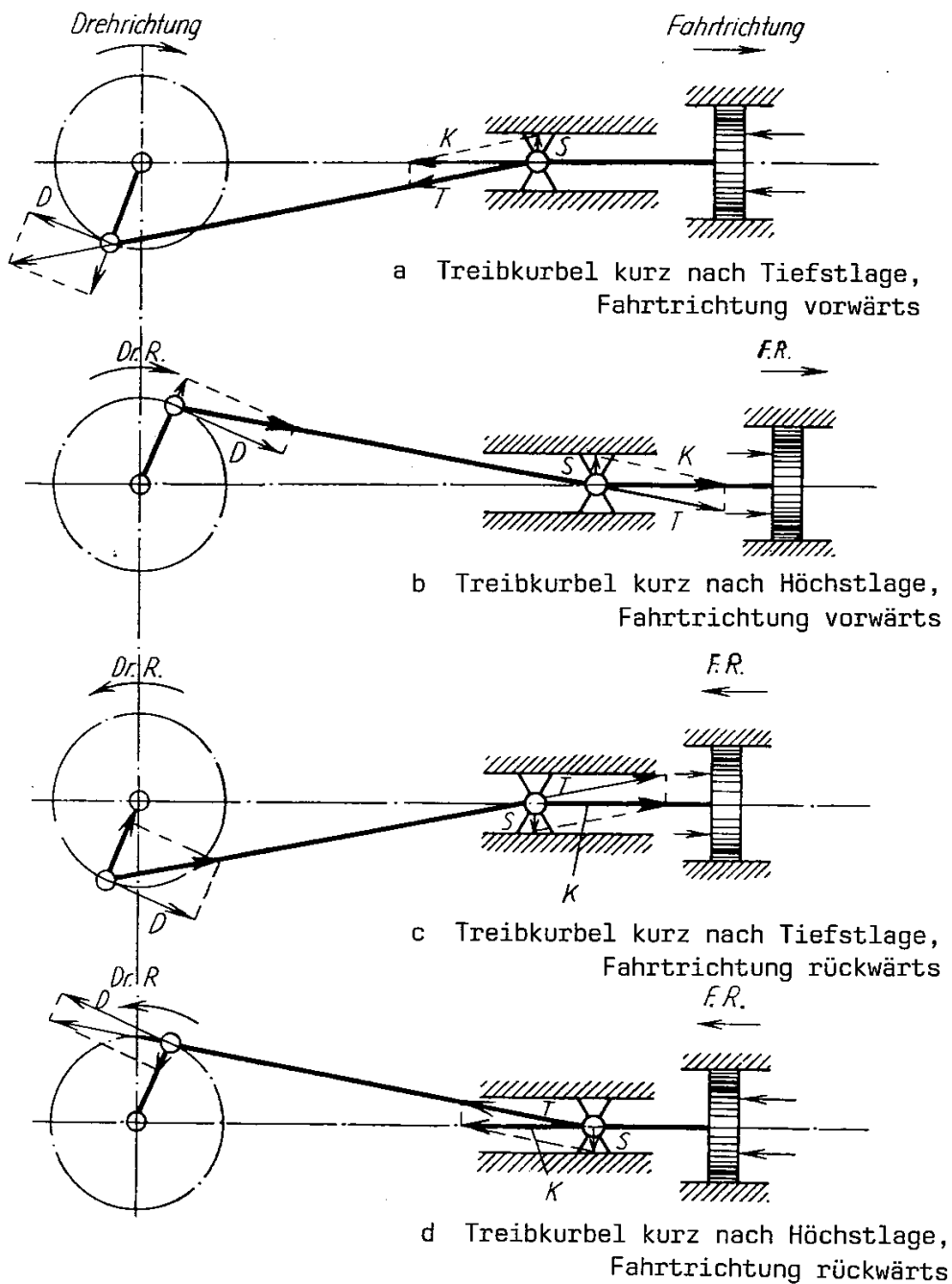


Bild 110. Richtung des Kreuzkopfdruckes bei Fahrt mit Dampf

Wenn jedoch bei Fahrt ohne Dampf der Kolben von der Treibkurbel über die Treibstange und den Kreuzkopf angetrieben wird, kehren sich auch bei den jeweiligen Fahrtrichtungen die senkrechten Kräfte im Kreuzkopf um. Die Beanspruchung durch die Seitenkraft *S* erfolgt aber stets nur in einer Richtung (Bild 111a bis d). Die zwischienige Form war an alten Länderbahnlokomotiven, vorwiegend ächsischer Bauart, anzutreffen. Im Bild 96 ist ein zwischieniger Kreuzkopf in Verbindung mit der Allan-Trick-Steuerung gezeigt. Außerdem ist im Bild 112 der zwischienige Kreuzkopf mit den dazugehörigen Gleitbahnen aufgezeichnet.

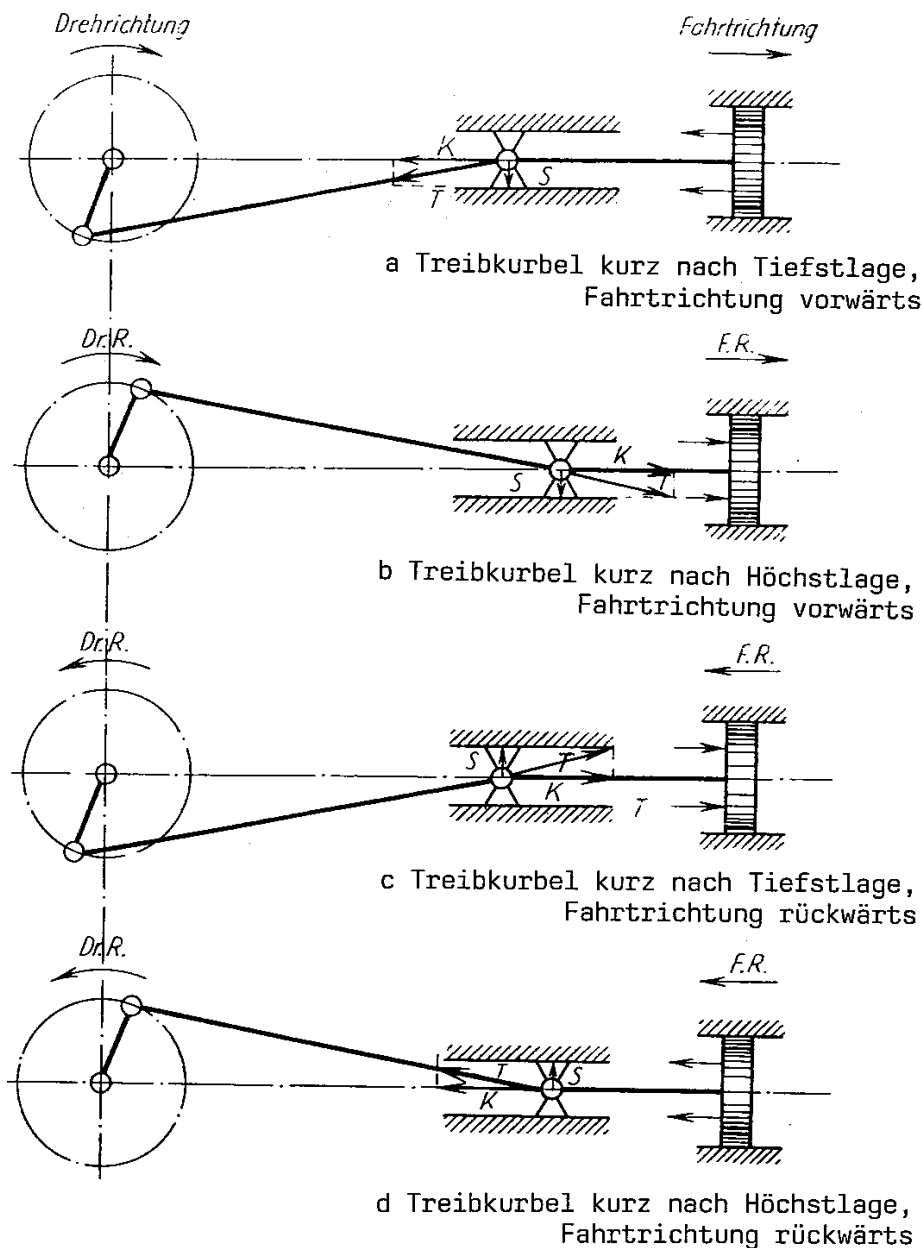


Bild 111. Richtung des Kreuzkopfdruckes bei Fahrt ohne Dampf

Da große Kräfte zu übertragen sind, muß die Gleitbahn sehr stabil sein. Die einschienige Ausführung besitzt I-förmigen Querschnitt. Werkstoff ist Einsatzstahl St C 10.61 oder bei Flammhärtung Sr 60.11.

Die zweiseitigen Gleitbahnen haben L-Form (Bild 113).

Abgenutzte Gleitbahnen werden entweder aufgeplattet (siehe Bild 113) oder durch Auftragschweißung wiederhergestellt. Zum Aufplatten wird Stahl St C 45.61 verwendet.

Da das Härten im Wasserbad wegen der dabei auftretenden Verwerfung und der Rißbildung nicht mehr verwendet wird, führte man das Härten nur noch mit der Azetylen- oder Leuchtgasflamme durch.

Dabei sind besondere Richtlinien zu beachten. Der volle Quer-

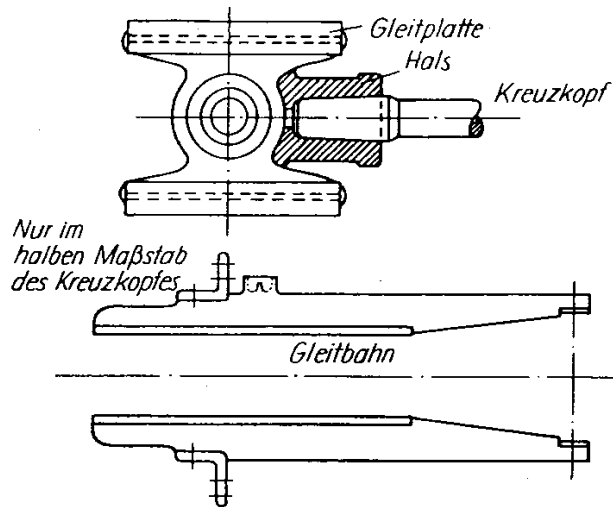


Bild 112. Kreuzkopf für zweisehienige Gleitbahnführung

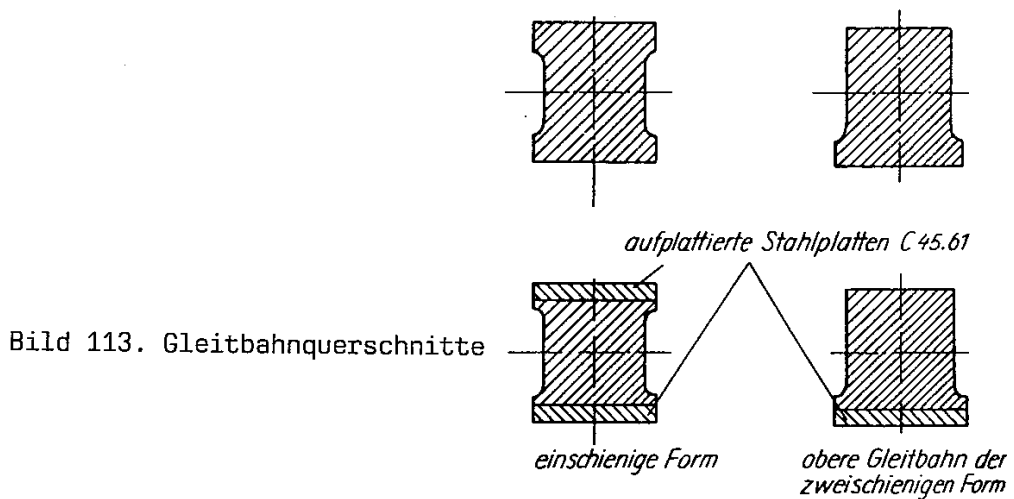
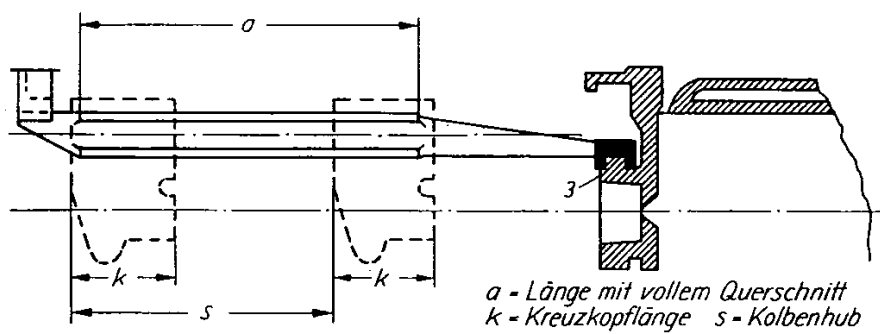


Bild 113. Gleitbahnquerschnitte



a - Länge mit vollem Querschnitt
 k - Kreuzkopflänge s - Kolbenhub

Bild 114. Kolbenhub und Baulänge der Kreuzkopfgleitbahn

schnitt der Gleitbahn ist nur auf der etwas verringerten Kolbenhublänge zuzüglich der Baulänge des Kreuzkopfes vorhanden. So werden Grat- und Stufenbildung auf der Oberfläche vermieden (Bild 114).

Man kann auch Kreuzkopfgleitbahnen in Kastenform zusammenschweißen, anstatt sie aus dem Vollen auszuarbeiten (Bild 115). Das vordere Ende der Gleitbahn ist auf dem hinteren Zylinderdeckel gelagert, während die hintere Befestigung durch Paßschraubenverbindung mit einem Rahmenträger erreicht wird. Um alle auftretenden Kräfte aufnehmen zu können, umfaßt der einschienige Kreuzkopf die Gleitbahn völlig. Damit er angebaut werden kann, führt man ihn geteilt aus. Eine seitliche Deckplatte oder ein Zwischenstück oberhalb der Gleitbahn können abgenommen werden.

Die Kreuzkopfgleitbahn nützt sich im Betrieb verhältnismäßig wenig ab. Der unvermeidbare Verschleiß soll sich im Kreuzkopf selbst auswirken. Zu diesem Zweck besitzt er besondere Kreuzkopfgleitplatten, die sich im Betrieb leicht auswechseln lassen. Diese Führung besteht bei hochbeanspruchten Lokomotiven aus Rg 5. Bei Verbundausführung stellt man den Stützkörper aus Ge 26.91 und den Gleitspiegel aus WM 10 her. Auch Preßstoffausführungen sind bekannt.

Die Kreuzkopfgleitplatten sind mit Nasensenkschrauben, deren Köpfe mit Weichlot zu verschließen sind, im Kreuzkopfkörper zu befestigen. Hierdurch soll unbeabsichtigtes Lösen vermieden werden. Außerdem verhindern Knaggen vorn und hinten und Mittelzapfen die Längsverschiebung der Gleitplatten. An der einschienigen Bauart ist von Nachteil, daß die Kolbenkraft außermittig von der Gleitbahnlängsachse angreift. Das begünstigt die Gefahr des Eckens, wodurch die Kolbenstange auf Verbiegen beansprucht wird. Um dies zu vermeiden, muß das Spiel zwischen Kreuzkopf und Gleitbahn möglichst gering gehalten werden.

Bei Lokomotiven, die überwiegend vorwärts fahren, wird die untere Gleitplatte mehr abgenutzt. Durch Zwischenlegen einer Blechbeilage läßt sich der Verschleiß in gewissem Umfang wieder ausgleichen. Die Stärke der Kreuzkopfgleitplatte soll 8 mm nicht unterschreiten und der Überstand der Knaggen und des Mittelzapfens gegenüber der Blechbeilage mindestens 3 mm betragen (Bild 116).

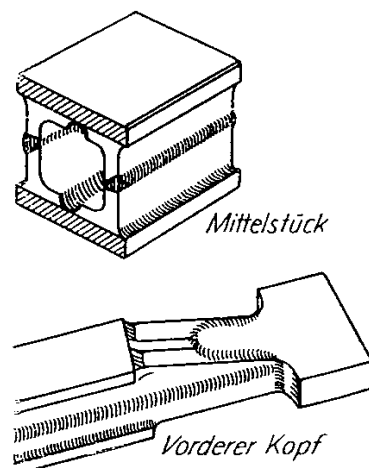


Bild 115. Geschweißte Gleitbahn

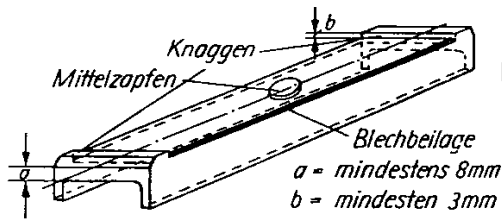


Bild 116. Kreuzkopfgleitplatte

Bild 117.
Querkeilverbindung
zwischen Kreuzkopf
und Kolbenstange

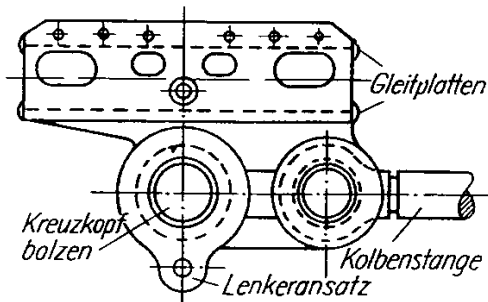
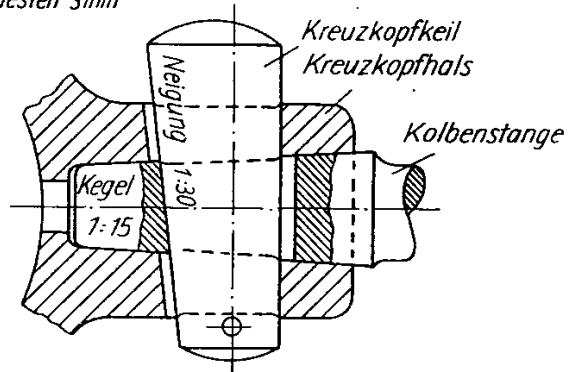
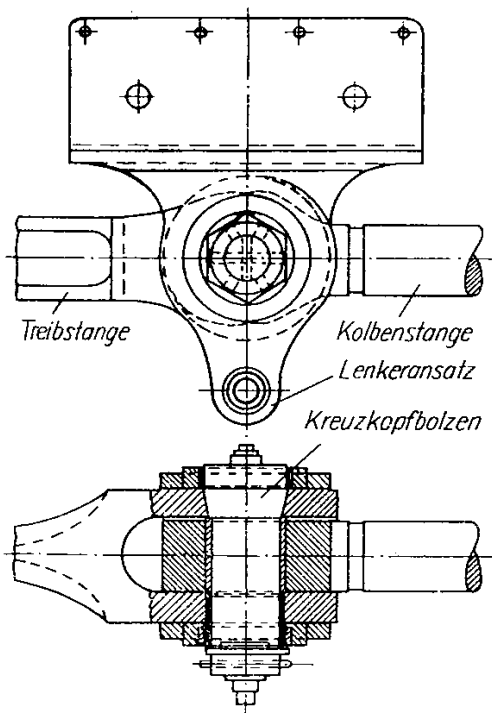


Bild 118.
Kreuzkopf-Kolbenschieber
Bauart Kuen

Bild 119.
Entlasteter Kreuzkopf
mit gekuppelter Treib-
und Kolbenstange Bau-
art Müller-Stargart



Um eine möglichst feste, bei bestimmten Anlässen (z.B. Kolbenuntersuchungen) jedoch lösbare Verbindung zwischen Kreuzkopf und Kolbenstange herzustellen ist bei den Reichsbahnlokomotiven die Ausführung nach Bild 117 üblich.

Die Stange ist hinten kegelförmig ausgebildet. Der Kegel ist im Verhältnis 1 : 15 geschliffen. Durch einen Querkeil wird der Stangenkegel in den Innenkegel des Kreuzkopfhalses eingepreßt. Wenn auch diese alte Keilverbindung erhebliche Mängel aufweist, ist sie in dem beschränkten Raum doch wohl die beste Lösung. Um Brüche im Keilloch und am Kreuzkopfhals zu vermeiden oder doch wenigstens einzuschränken, darf die Keilverbindung nicht durch Hammerschläge, sondern nur durch gleichmäßiges Drücken (Spindel oder besser hydraulisch) gelöst oder verbunden werden.

Da die Verbindung mindestens alle 6 Monate unterbrochen werden muß, um den Dampfkolben zur Untersuchung ausbauen zu können, fehlte es nicht an Versuchen, diese umständliche Verbindung durch eine bessere zu ersetzen. Dabei wollte man gleichzeitig zusätzliche Biegebeanspruchungen der Kolbenstange beseitigen. Zwei brauchbare Vorschläge dieser Art seien nachfolgend beschrieben.

Einige Einheitslokomotiven wurden mit der Kreuzkopf-Kolbenverbindung Bauart Kuen ausgerüstet (Bild 118).

Die Verbindung zwischen Kreuzkopf und Kolbenstange wird nicht mehr durch einen Keil, sondern durch eine Gelenkverbindung hergestellt. Über die Bewährung im Betrieb sind die Meinungen verschieden. Die leichte Lösbarkeit ohne besondere Abzugvorrichtung wird als sehr angenehm, die ständige Abnützung des zusätzlichen Verbindungsbolzens jedoch als nachteilig empfunden. Außerdem wird der Kreuzkopf nicht mehr so starr durch die Kolbenstange geführt, wodurch sich vor allen Dingen die Kreuzkopfplatten an den Enden sehr stark abnützen.

Der Vollständigkeit halber sei noch die Bauart Müller-Stargard erwähnt (Bild 119).

Auch hier ist das hintere Kolbenstangenende als Gelenkkopf ausgebildet. Es ist jedoch kein zusätzlicher Bolzen notwendig, da die Treibstange vorn gegabelt ist und das Kolbenstangenende umfaßt. Ein gemeinsamer Bolzen stellt die gelenkige Verbindung her.

Obwohl diese Ausführung in der Länge sehr viel Platz einspart, benötigt sie in der Breite durch den umfassenden Kreuzkopf entsprechend mehr Platz und ist nur dort anwendbar, wo sich kein Kuppelzapfen in der Nähe befindet.

Die Kreuzkopfdarstellungen lassen den Lenkeransatz erkennen. Hier greift die Lenkerstange an einen Zapfen an und stellt die Verbindung mit dem Voreilhebel her.

Das vordere Treibstangenlager umfaßt den zylindrischen Schaft des Kreuzkopfbolzens. Der kegelförmige Kopf desselben auf der einen Seite und der um den kegeligen Schaft am anderen Ende gelegte kegelförmige Druckring gewährleisten den festen Sitz (Bild 120).

Damit der Druckring sich noch besser gegen die kegelige Bohrung der äußeren Kreuzkopfwange pressen kann, ist er geschlitzt.

Bei beiden Gleitflächen werden durch Ölgefäße seitlich und auf dem Kreuzkopf mit Schmieröl versorgt. Bei einzelnen Ausführungen gelangt das Schmieröl für die untere Gleitfläche durch Bohrungen in der Gleitbahn vom oberen Schmiergefäß dorthin. Außerdem wird das vordere Treibstangenlager vom seitlich am Kreuzkopf angebrachten Schmiergefäß geschmiert. Während man

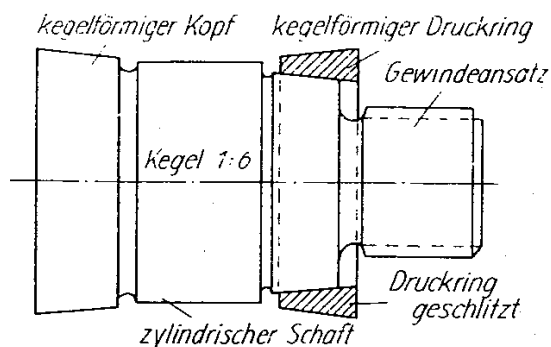


Bild 120.
Kreuzkopfbolzen

bei alten Lokomotiven noch einen waagerechten Kanal vorfindet, durch den das Öl nach innen in die Ölmulde des Treibstangenkopfes geleitet wird, von der es zum Bolzenlager fließen kann, schmirt man neuere Lokomotiven durch den hohlgebohrten Kreuzkopfbolzen.

Die Ölbohrung im Treibstangenkopf schwächte den an sich schon knappen Querschnitt zusätzlich und begünstigt Stangenbrüche.

Treib- und Kuppelstangen

Die bereits erwähnte Treibstange stellt das Übertragungsglied zwischen dem Kreuzkopf und dem Treibzapfen dar. Hierdurch wird die Kraft erst am Rade wirksam.

Mit Hilfe der Kuppelstangen beteiligt man eine Anzahl von Achsen, um ein möglichst großes Reibungsgewicht zu erzielen. In Bild 121 erkennt man den grundsätzlichen Aufbau der Treibstange einer Einheitslokomotive. Der Stangenschaft selbst besitzt I-Querschnitt, da er trotz geringen Gewichtes sehr widerstandsfähig sein muß. Die Stangenenden bezeichnet man als Stangenköpfe, die in der Regel geschlossen ausgeführt werden (Bild 122).

Diese Art läßt sich nur bei außenliegendem Triebwerk verwenden. Bei innenliegendem Triebwerk hindert die Achswelle das Aufbringen des Stangenkopfes. Man bedient sich deshalb hier der offenen Form, die erst durch einen besonderen Verschuß (Schrauben, Keil oder Schnalle) zu einem betriebsfähigen Stangenkopf wird. Die Bilder 123 und 124 zeigen diese Bauformen. Den Schnallenkopf verwendet man hauptsächlich, wenn Platzmangel herrscht und zu befürchten ist, daß der Stangenkopf sich im Betrieb außerhalb der Begrenzungslinie für Fahrzeuge bewegt.

Charakteristisch ist hierbei, daß der Keil zum Zusammenpressen der Lagerhälften entgegen der üblichen Anordnung vor das Lager gelegt wird (siehe auch Beschreibung der Lagerschalen).

Der I-Querschnitt des Stangenschaftes wird aus dem Vollen ausgearbeitet. Bei der Baureihe 52, deren Treibstange in Bild 125 gezeigt wird, wurde ein anderer Weg beschritten.

Der Schaft wurde als Walzprofil hergestellt, und die im Gesenk geschmiedeten Stangenköpfe wurden stumpf dagegengeschweißt. Im Übrigen legte man auch hier wie beim Schnallenkopf den Stellkeil vor das Lager.

Die Lagerschalen in den Stangenköpfen sind entweder geteilt oder als Buchsenlager ausgeführt.

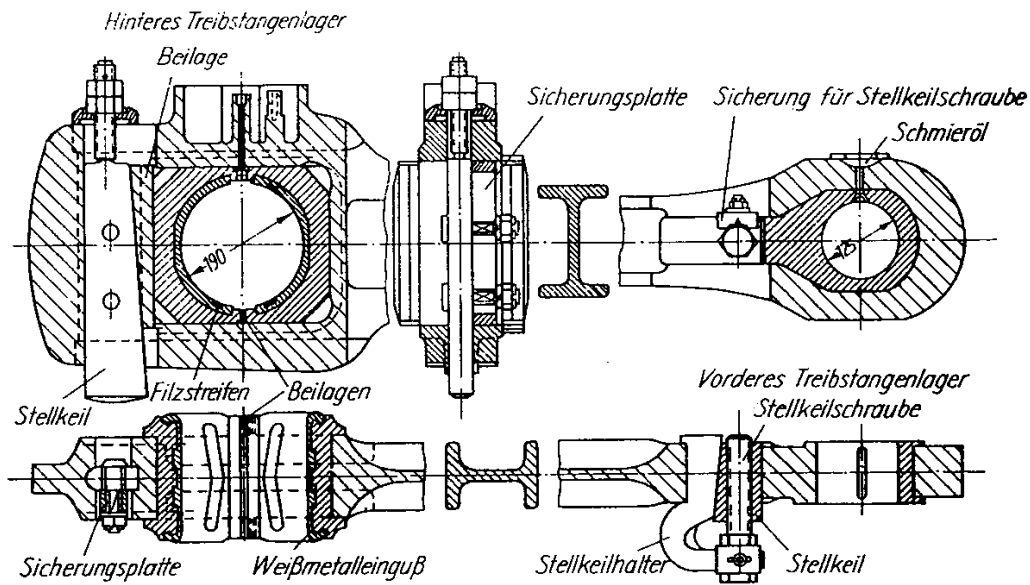


Bild 121. Treibstange einer Einheitslokomotive

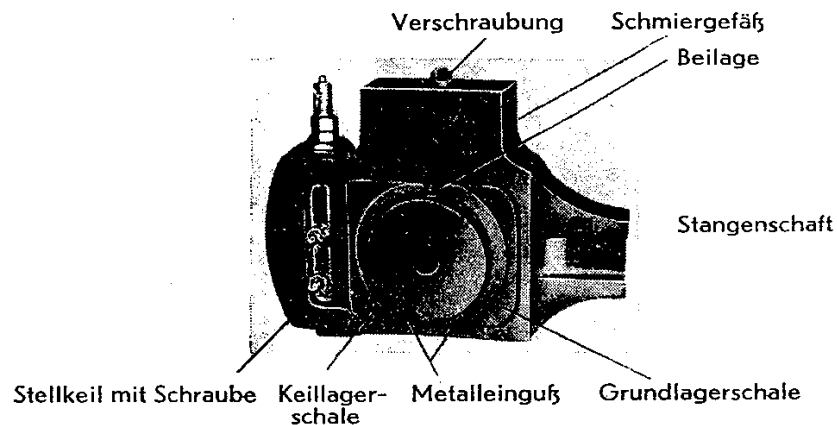


Bild 122. Geschlossener Stangenkopf

Bild 126 zeigt die älteste Form des geteilten Stangenlagers. Bei den geteilten Lagerschalen unterscheiden wir die feste oder Grundlagerschale, die sich nicht nachstellen läßt, während die andere Lagerschale durch Nachziehen eines Stellkeiles verschoben werden kann und deshalb Keillagerschale genannt wird. Im Unterschied zu der alten Ausführung (Bild 126), wo die Stellkeilschraube im Keil geführt wird, besitzt der Stellkeil bei den Einheitslokomotiven einen angeschmiedeten Gewindeansatz (Bilder 121, 122, 125). Zwischen Keillagerschale und Stellkeil ist ein keilförmiges Druckstück eingefügt, so daß die Keillagerschale selbst keine schräge Fläche besitzt. Damit die Lagerschalen nicht quer zum Stangenkopf verschoben werden können, besitzen sie auf der Außenseite einen Bund. Damit legen sie sich gegen die Wange des Stangenkopfes. Auf der Innenseite sitzen nur Lappen, damit sie durch die Öffnung des Stangenkopfes gebracht werden können. Außer den geteilten Lagern gibt es auch noch Buchsenlager. Diese lassen sich nicht nachstellen

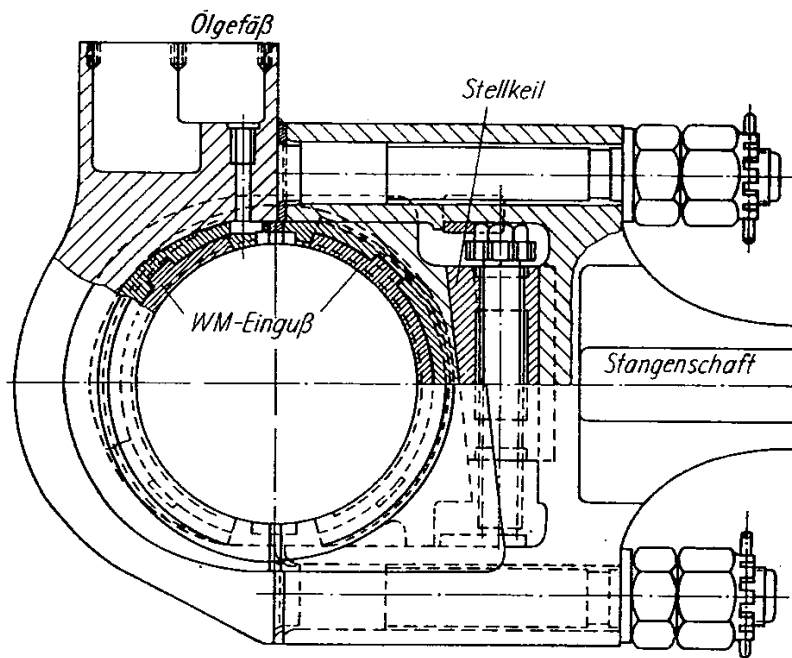


Bild 123. Offener Stangenkopf (Marinekopf)

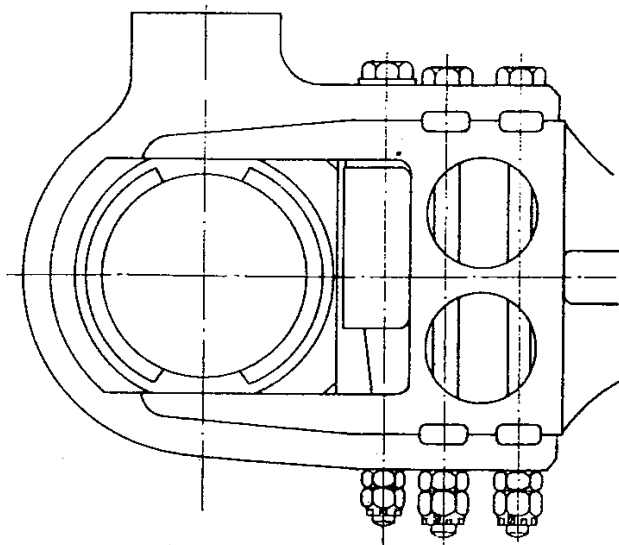


Bild 124. Offener Stangenkopf (Schnallenkopf)

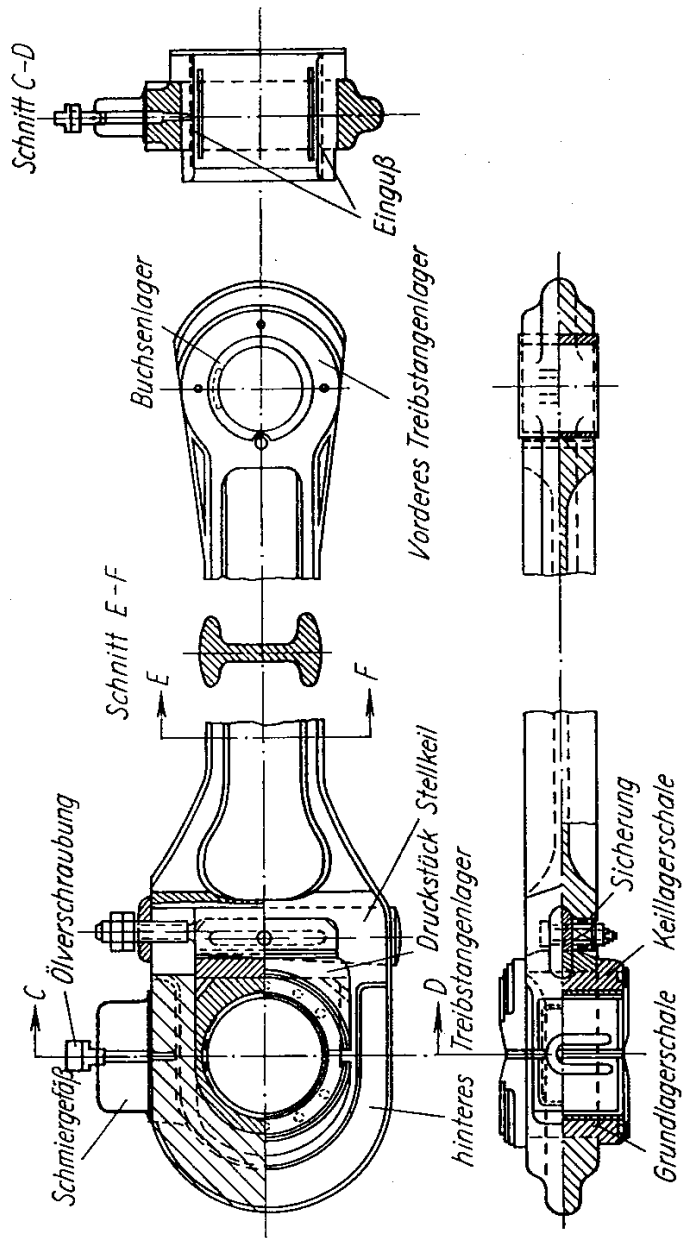


Bild 125. Treibstange der Lokomotive der Baureihe 52

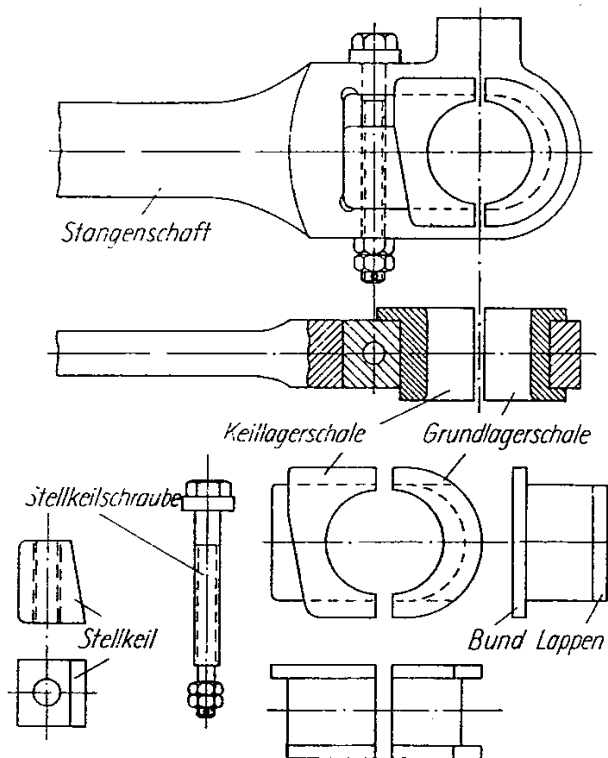


Bild 126. Einzelteile des Stangenlagers alter Bauart

und werden nur bei Kuppelstangen und als vorderes Treibstangenlager verwendet. Sie werden in den Stangenkopf eingepreßt und durch einen Sicherungsbolzen gegen Verdrehen gesichert (Bild 127).

Die geteilten Lagerschalen wurden anfänglich aus Rotguß 5 mit einem Lagermetalleinguß gefertigt. Die Buchsenlager bestehen aus Gußeisen 22.91, ebenfalls mit Lagermetalleinguß.

Für das vordere Treibstangenlager verwendet man Rotguß 9. Ist es als Buchsenlager ausgebildet, dann schleudert man Rg 9 ein, oder in der Verbundausführung mit einem Lagerbuchsenstützkörper aus Stahl und einem Laufspiegel aus Bleibronze oder Rg 9.

Der Lagermetalleinguß besteht in der Regel aus WM 10. Vorherrschend ist das Dünngußlager mit einer Eingußstärke von 3 bis 5 mm. Die Dickgußlager weisen dagegen Eingüsse bis zu 20 mm auf. In den Raw wurden nach und nach die Dickgußlager gegen Dünngußlager ausgewechselt. Hierdurch entfällt das notwendige Verzinnen der Lagerschalen vor dem Ausguß.

In Bild 128 ist ein Lokomotivdünnguß-Stangenlager dargestellt. Man erkennt im Schnitt das feine Schwalbenschwanzgewinde zur Verklammerung des Lagermetalls. Dieses gibt dem Einguß erst den rechten Halt. Dagegen sind die Schwalbenschwanz-Ringnuten bei Dickguß sehr viel grober ausgeführt. Hier muß der Haftung durch Verzinnen nachgeholfen werden.

Eine Umstellung im Lagermetallwesen der DR war in den 50er Jahren zu verzeichnen. Das Lagermetall Magnadur (MND) trat an die Stelle des WM 10. Dieses Metall besteht zu fast 90 % aus Blei. Es ist aber nicht deshalb so bemerkenswert. Seine guten Nachhärte- und Warmlaufeigenschaften bringen im Eisenbahnbetrieb große Vorteile. Nachteilig ist nur, daß es in der Lagergießerei besonders zusätzliche Arbeitsgänge erfordert und das Ausgießen dadurch umständlicher und zeitraubender wird.

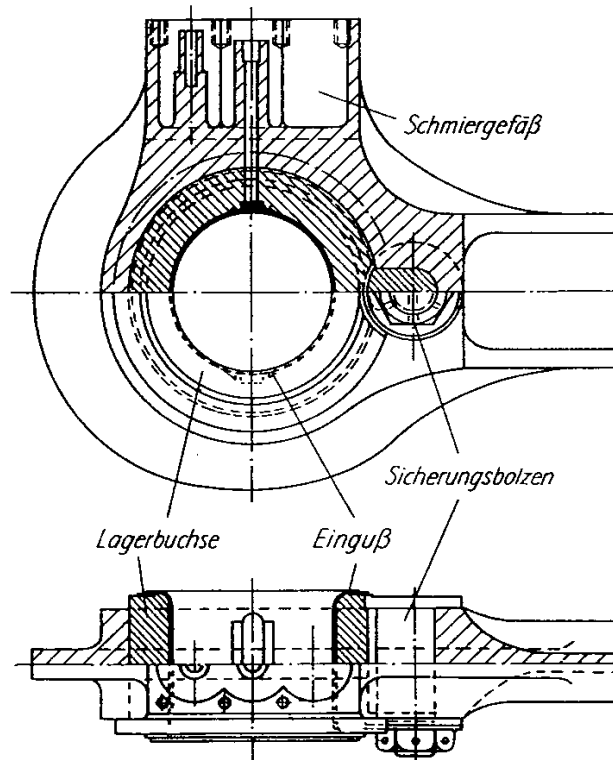
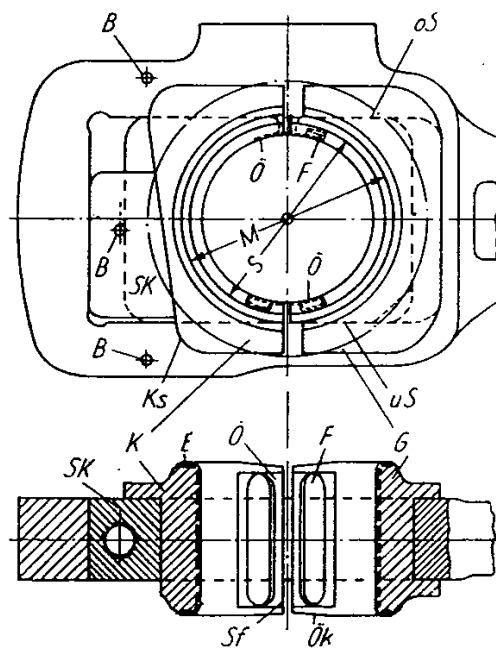


Bild 127.
Buchsenstangenlager



- E Lagermetalleinguß
- B Bezugsbohrung
- F Filznuten
- Sf Stoßfläche
- G Grundlagerschale
- K Keillagerschale
- M Mittenansatz
- Ks Keilsitzfläche
- Ö Ölmulde
- S Stirnaufguß
- oS obere Sitzfläche
- uS untere Sitzfläche
- Ök Ölkeil
- Sk Stellkeil

Bild 128. Lokomotiv-Dünnguß-Stangenlager

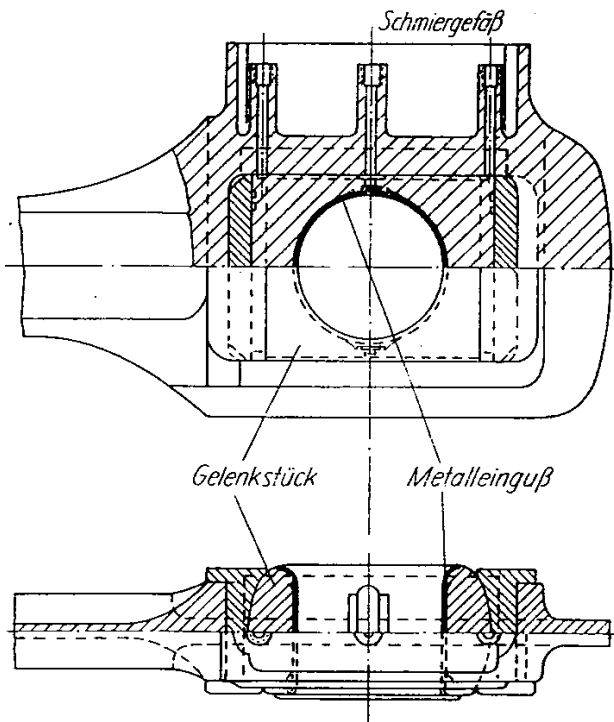


Bild 129. Vorderes gelenkiges Kuppelstangenlager

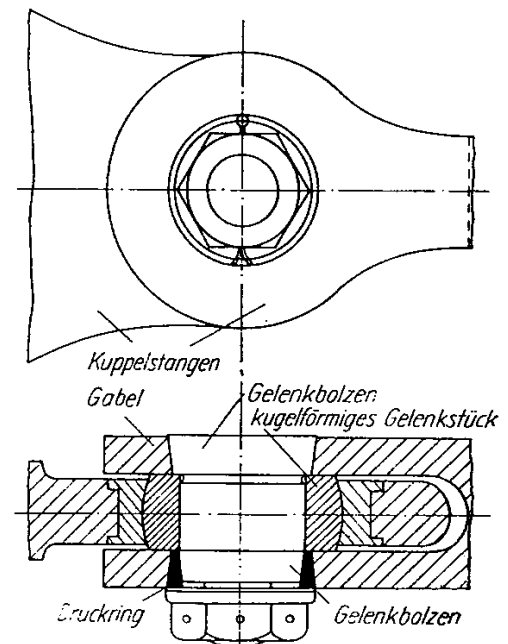


Bild 130. Kuppelstange mit kugelförmigem Lager

Die Bedeutung der Kuppelstangen wurde schon herausgestellt. Da die Achsen einzeln abgefedert sind und jede für sich senkrechte Bewegung ausführen kann, müssen die Kuppelstangen gelenkig untereinander verbunden sein. Die Kuppelstangenenden werden dann als Gelenk ausgebildet. In Bild 76 ist ein solches Gelenk erkennbar. Damit keine zusätzlichen Biegebeanspruchungen in den Gelenken entstehen, umfaßt das eine als Gabel ausgebildete Kuppelstangenende stets den etwas schwächer gehaltenen Ansatz am Kopf der benachbarten Stange. Somit geht der Kraftfluß ohne Ablenkung durch alle Kuppelstangen hindurch. Würde man die Stangenenden nebeneinander setzen, dann entstünden zusätzliche Biegebeanspruchungen in den Gelenkbolzen. Die Gelenkbolzen entsprechen im Aufbau und in der Befestigung dem Kreuzkopfbolzen. Ist eine größere Anzahl gekuppelter Radsätze vorhanden, dann sind die Endradsätze sehr oft seitenverschieblich. Die Kuppelstangen müßten in diesen Fällen der Seitenverschieblichkeit Rechnung tragen. Nicht immer wird es möglich sein, die Seitenbewegungen des Radsatzes dadurch aufzufangen, daß man die Kuppelzapfen länger ausbildet, damit sich das Kuppelstangenlager auf diesem Zapfen bewegen kann. Der gleiche Zweck wird erreicht, wenn man die Gelenkverbindung nach den Bildern 129 und 130 ausbildet. Die Kuppelstangen sind dadurch etwas schwenkbar in der senkrechten Achse. Eine dritte Art gibt es durch Verwendung kugelförmiger Kuppelzapfen, wie sie an einigen Tenderlokomotiven anzutreffen sind.

In Bild 131 ist nochmals der grundsätzliche Aufbau des Stangenlager-Schmiergefäßes dargestellt.

Da sich der Lagermetalleinguß im Betrieb vor allen Dingen in der Richtung der Stangenkräfte abnutzt, ist es zweckmäßig, eine

Nachstellmöglichkeit zu haben. Das Zusammenpressen der beiden Lagerschalen mit Hilfe der Stellkeile wäre ungenügend, denn die längliche Verformung läßt sich so nicht ausgleichen. Man legt deshalb neuaufgearbeiteten Stangenlagern Beilagen aus Stahlblech (bei Dickgußlagern von 3 bis 4 mm, bei Dünngußlagern von 2 mm Dicke) in die Stoßfugen.

Bei Abnutzung des Lagermetalleingusses müssen die Blechbeilagen bei allen Kuppelstangen gleichmäßig ausgewechselt werden, da sonst Unstimmigkeiten im Stichmaß die Folge sind. Gleichzeitig muß die Grundlagerschale mit entsprechend starken Blechen hinterlegt oder der Rücken derselben mit einer dünnen Rotgußschicht verstärkt werden.

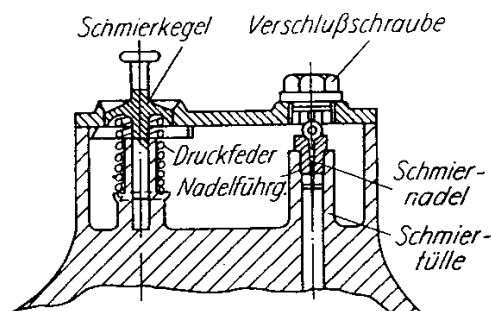
Wird das rechtzeitige Nachstellen der Stangenlager verabsäumt, dann treten zusätzliche Verluste ein. Zum Beispiel geht bei einem Treibstangenlager mit etwa 2 mm Spiel fast ein PS der Leistung verloren. Noch schädlicher aber sind die Schlagwirkungen bei jedem Hin- und Rückgang. Diese wirken sich wie schwere Hammerschläge aus. Die Stellkeile liegen bei allen Kuppelstangen auf derselben Seite, damit beim Nachstellen das Stichmaß nicht verändert wird.

Anfahrvorrichtungen

Es ist bekannt, daß durch Verbundwirkung besonders bei Naßdampflokomotiven eine Brennstoffeinsparung eintritt. Wenn Verbundmaschinen auch nicht mehr die Bedeutung haben wie früher, soll doch noch einmal auf ihre Besonderheiten eingegangen werden. Da nur dem HD-Zylinder Frischdampf zugeführt wird, muß eine Möglichkeit geschaffen werden, um in ungünstiger Anfahrstellung auch dem ND-Zylinder Frischdampf zuleiten zu können. Man verwendet dazu bei Reichsbahnlokomotiven Anfahr- und Wechselventile.

Die Wirkungsweise der Anfahrventile zeigt das Schema in Bild 132. Bei ausgelegter Steuerung werden diese von ihrem Sitz zwangsläufig abgehoben. Frischdampf tritt aus der Hochdruckkammer durch den Frischdampfahn in den Verbinder und von dort durch die von den Anfahrventilen freigegebene Füllbohrung b auf die der Drehrichtung entsprechende Kolbenseite im ND-Zylinder. Der ND-Zylinder erhält durch die besondere Anordnung der Füllbohrungen in der Schieberbuchse selbst dann Dampf, wenn der Dampfschieber den Dampfeinlaßkanal überdeckt. Hahn und Ventile werden selbsttätig geöffnet, wenn die Steuerung auf mehr als 70 % ausgelegt wird. Bei Zurücknahme der Steuerung unter 68 %

Bild 131. Stangenlager-
schmiergefäß



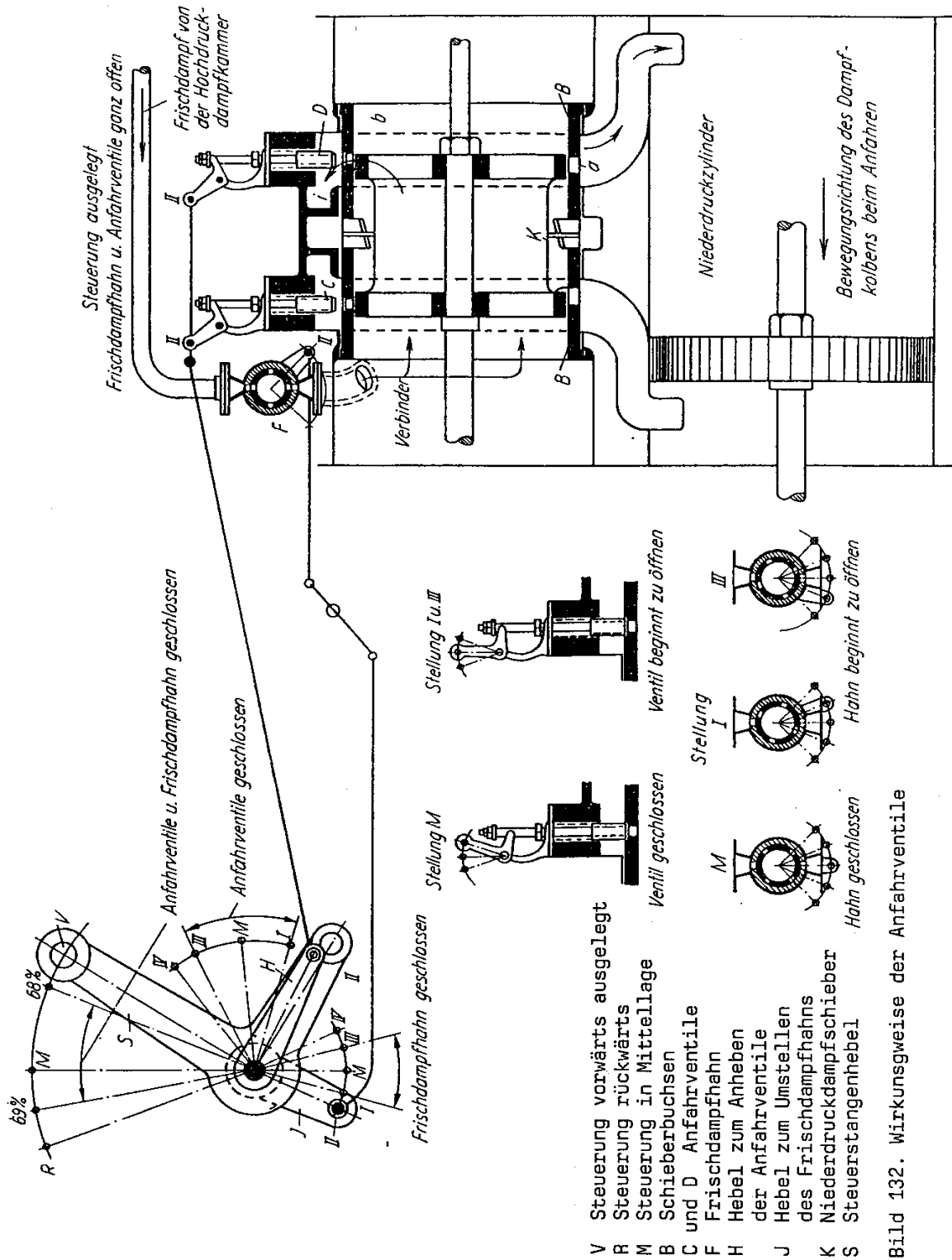


Bild 132. Wirkungsweise der Anfahrventile

schließen sich Anstellventile und Frischdampfahh durch den auf den Ventilen lastenden Federdruck selbsttätig. Die Dampfzuführung nach dem Verbinder wird abgesperrt, und die Anfahrvorrichtung ist ausgeschaltet.

Lokomotiven mit Druckausgleich besitzen keine besondere Anfahrvorrichtung, da beim Anfahren Dampf durch den Druckausgleicher des HD-Zylinders in den ND-Zylinder geleitet werden kann. Wird der Druckausgleicher geschlossen, dann wirkt im ND-Zylinder der Druck des Verbinders und im HD-Zylinder der Druckunterschied zwischen Kessel- und Verbinderdruck. Nach dem Anfahren läuft die Lokomotive wieder als Verbundmaschine.

Mit Hilfe von Wechselventilen kann man dem ND-Zylinder dauernd Frischdampf zuführen. Bei den Zweizylinderverbundmaschinen der Deutschen Reichsbahn ist meist das Wechselventil von Dultz gebräuchlich. Besondere Schaltkolben steuern hier den Dampfstrom. Da dem NDZ der Frischdampf in verminderter Spannung zugeführt wird, ist hierbei eine vollständige Einstellung der Dampfmaschine auf Zwillingswirkung möglich.

2. Unregelmäßigkeiten im Lokomotivbetrieb und ihre möglichen Ursachen

2.1. Schäden und Störungen an der Dampfkesselanlage der Lokomotive

2.1.1. Feuerbüchse

Verhaltensmaßnahmen zur Verhütung von Feuerbüchsschäden

Die Feuerbüchse ist einer der wichtigsten Teile der Lokomotive. Hohe Temperaturen (bis zu 1500 °C) werden hier entwickelt und große Wärmemengen durch die Wandungen an das Wasser übergeleitet. Die Ausdehnung des Hinterkessels wie auch des Langkessels wirkt sich nicht nur in einer einfachen Vergrößerung der Länge und des Durchmessers aus.

Durch die verschiedenen Formen von Hinterkessel und zylindrischem Langkessel werden die absoluten Beträge der Ausdehnung in dem räumlichen Koordinatensystem für beide Kesselteile verschieden; die Erwärmung bewirkt also eine Verzerrung der einzelnen Kesselteile in sich und gegeneinander. Die zahlreichen Verankerungen zwischen Feuerbüchse und Stehkessel behindern jedoch die freie Ausdehnung. Es entstehen große Spannungen innerhalb der Baustoffe.

Während des Betriebes treten an den einzelnen Stellen verschiedenen hohe Temperaturen innerhalb der Wandungen der Feuerbüchse auf.

Um diese Schwankungen der Temperaturen und die damit verbundenen Überbeanspruchungen des Materials in den normalen Grenzen zu halten, ist eine einwandfreie Behandlung des Kessels und der Feuerbüchse notwendig.

Schnelles und ungleichmäßiges Erwärmen und Abkühlen der Feuerbüchse ist unter allen Umständen zu vermeiden. Bereits beim Füllen und Anheizen des Kessels im Lokomotivschuppen kann der Grundstein für spätere Ribbildungen, Stehholzenbrüche und Rohrundichtigkeiten gelegt werden.

Bei einem kalt gefüllten Kessel entstehen trotz langsamen Anheizens große Temperaturunterschiede zwischen Feuerbüchsdecke und Bodenring. Die unteren Wasserschichten erwärmen sich wesentlich langsamer als die oberen. Es ist deshalb zu empfehlen, den Kessel mit warmem Wasser (60 °C) zu füllen.

Das Anheizen ist so zu regeln, daß die einzelnen Kesselbauteile genügend Gelegenheit haben, sich gleichmäßig zu erwärmen und allmählich den Wärmedehnungen des Materials zu folgen.

Während des Betriebes muß der Zutritt großer Mengen kalter Luft zur Feuerbüchse vermieden werden. Durch zu starkes Beschicken der Feuerung kann die Strahlungswärme so stark herabgesetzt werden, daß die Temperaturen innerhalb der Wandungen plötzlich um 100 °C und mehr sinken. Andererseits können die Wandungstemperaturen um 80 °C und mehr ansteigen, wenn das Feuerbett mit dem Einzahn oder dem Feuerhaken aufgerissen wird.

Vorschriftsmäßige Bedienung der Speiseeinrichtungen verhütet

starke Temperaturschwankungen auf der Wasserseite der Wandungen. Richtige Behandlung der Lokomotive auf dem Ausschlackkanal hält größere Mengen kalter Luft von der Feuerbüchse und den Rohren fern.

Schließlich müssen die Wandungen und die Rohre durch tägliches Reinigen der Heiz- und Rauchrohre sowie durch planmäßiges Auswaschen der Lokomotive stets saubergehalten werden, so daß die Wärmeleitfähigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Wird gegen diese Erkenntnisse und Verhaltungsmaßnahmen verstoßen, dann können die im folgenden geschilderten Schäden eintreten.

Anrisse, Strahlenrisse, Stegrisse in der Feuerbüchse

Anrisse und deren Ursachen

Häufige große Temperaturschwankungen in der Feuerbüchse beanspruchen das Wandungsmaterial derart stark, daß sich bald feinste Anrisse und Haarrisse bilden, die strahlenförmig von den Stehbölgern ausgehen (Bild 133).

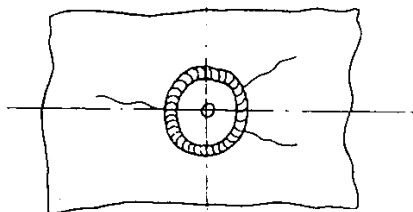


Bild 133. Strahlenförmige Anrisse am Stehbölgern

Wird am Planausbesserungstag die Feuerbüchse untersucht, dann muß auf solche Anrisse geachtet werden. In den oberen waagerechten Umbögen und den senkrechten Umbögen der Feuerbüchsenrohrwand sowie der -türwand können ebenfalls häufig feine verästelte Anrisse festgestellt werden. Durch die hierdurch hervorgerufene Kerbwirkung werden sich nach kürzerer oder längerer Betriebsdauer je nach der Beanspruchung Durchrisse einstellen.

Abhilfsmaßnahmen

Unter Hinzuziehung eines Kesselprüfers werden diese Anrisse mittels Hohlmeißels bis auf den gesunden Werkstoff ausgearbeitet. Beträgt die Tiefe bei Kupfer nicht mehr als 5 mm ($\frac{1}{3}$ des Herstellungsmaßes), vorausgesetzt, daß keine Abzehrungen vorliegen, dann wird die ausgearbeitete Stelle durch leichtes Hämmern geglättet, und die Lokomotive ist wieder betriebsfähig.

Bei Stahlfeuerbüchsen darf die Tiefe nicht mehr als 2 mm und die Länge der Anrisse nicht mehr als 60 mm betragen.

Werden größere Tiefen der Anrisse als 5 bzw. 2 mm oder bei Stahlfeuerbüchsen längere Anrisse als 60 mm festgestellt, dann muß die Lokomotive einem Raw zugeführt werden, da die ausgearbeiteten Stellen dann ausgeschweißt bzw. Flicker eingesetzt werden müssen.

Durchrisse, Strahlenrisse und Stegrisse sowie deren Ursachen

Bemerkt man die Anrisse nicht rechtzeitig oder wird nichts dagegen unternommen, dann treten Durchrisse ein, die an den Stehbolzen zunächst als Strahlenrisse auftreten (Bild 134).

Kleinere Strahlenrisse oder Anrisse führen in der Regel noch nicht zu Zuglaufstörungen. Der Anriß (flächenförmiger Wasserstrahl) muß aber ständig beobachtet werden, und jede hohe Temperaturschwankung ist zu vermeiden.

Geht der Strahlenriß von einem Bodenringniet aus, dann erkennt man ihn nicht am Spritzen, sondern am Verlöschen des Feuers an der betreffenden Stelle.

Schwanken durch unsachgemäße Feuerbehandlung oder Kesselspeisung die Temperaturen in den Feuerbüchswandungen sehr, kann der Strahlenriß durch die hierbei auftretenden hohen Materialspannungen bis zum nächsten Stehbolzen bzw. bis zum nächsten Niet durchreißen. Es würde ein Stegriß entstehen, der in der Regel zum sofortigen Kaltstellen der Lokomotive zwingt.

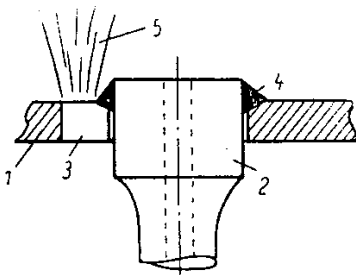


Bild 134. Strahlenriß am Stehbolzen

- 1 Feuerbüchswand
- 2 gewindeloser Stehbolzen
- 3 durchgehender Strahlenriß
- 4 Schweißbraupe
- 5 Dampf- bzw. Wasserstrahl

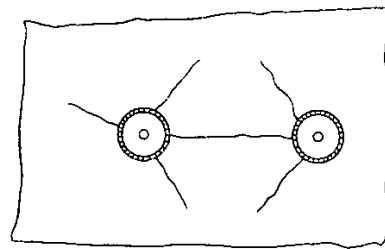


Bild 135. Strahlenrisse und Stegrisse zwischen zwei Stehbolzen

Bild 135 zeigt mehrere Strahlenrisse und einen Stegdurchriß zwischen zwei Stehbolzen.

Mehrere Stegrisse zwischen Bodenringecknieten sind aus Bild 136 zu ersehen.

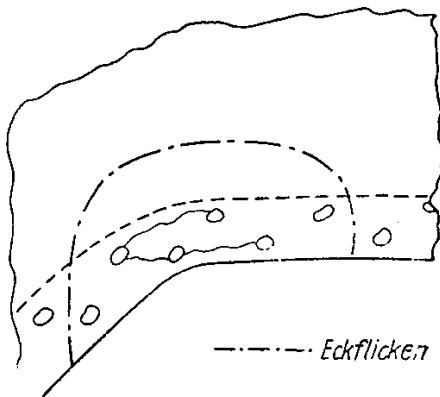


Bild 136. Risse zwischen den Bodenringecknieten bei Stahlfeuerbüchsen

Behebung von Strahlen- und Stegrissen

Strahlenrisse an den Bodenringecknieten bei Stahlfeuerbüchsen werden meist noch geschweißt. Die in den Ecken auftretenden großen Temperaturschwankungen, unterstützt durch die beim Schweißen entstandenen Spannungen, führen allerdings meist nach kürzester Zeit zu Stegrissen von Niet zu Niet, zu denen sich häufig noch Stegrisse zur untersten Stehbolzenreihe gesellen (Bild 137).

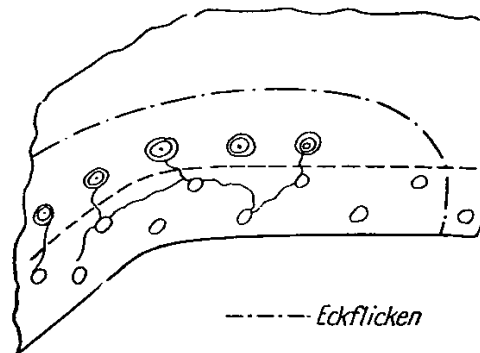


Bild 137. Risse zwischen den Bodenringecknieten sowie zwischen den Nieten und der ersten Stehbolzenreihe bei Stahlfeuerbüchsen

Da Schweißarbeiten an diesen Stellen meist nur von geringer Haltbarkeit sind, setzt man gewöhnlich Bodenring-Eckflicken (Kappen) nach Bildern 136 und 137 ein.

Mehrfaches Rohrlaufen mit anschließendem Nachwalzen und Nachbördeln der Rohre, unvorschriftsmäßige Feuer- und Kesselbedien-
nung sowie starker Kesselsteinansatz an der Rohrwand führen häufig zu Stegrissen in der Rohrwand. Vereinzelte, nicht benachbarte Stegrisse in geringer Anzahl, und zwar verteilt bis zu höchstens 8 in Kupfer- und bis 5 in Stahlfeuerbüchsen, können ausgekreuzt und geschweißt werden. Allerdings sind diese Arbeiten in der Regel in einem Raw auszuführen.

Schäden durch Kesselstein

Bildung von Kesselsteinnestern

Starker Kesselsteinansatz kann sehr großen Schaden verursachen. Kesselstein ist ein sehr schlechter Wärmeleiter; sein Widerstand gegen den Wärmedurchfluß ist etwa 1600mal so groß wie der des Kupfers und 200mal so groß wie der des Stahles.

Setzt sich eine stärkere Kesselsteinschicht (etwa 5 mm) auf den Wandungen und den Gewindeköpfen der Stehbolzen und Deckenstehbolzen an, dann treten zusätzlich sehr große Wärmestauungen in den Wandungen auf. Die Wandungstemperaturen steigen wesentlich an. Füllt der Kesselstein den Zwischenraum zwischen Feuerbüchsen- und Stehkesselwand an einigen Stellen völlig aus, dann spricht man von einem Kesselsteinnest (Bild 138).

Wird nicht regelmäßig und gewissenhaft ausgewaschen, so bilden sich größere Kesselsteinablagerungen, die sich nach und nach über weitere Stehbolzenfelder zu größeren Kesselsteinnestern auswachsen. Wenn außerdem das Speisewasser sehr hart ist (über

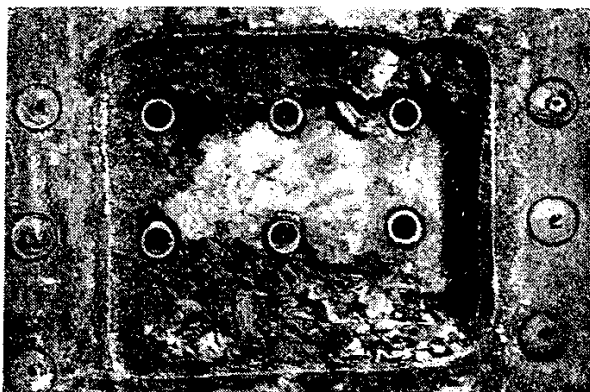


Bild 138. Kesselsteinrest



Bild 139. Völlig mit Kesselstein zugesetzte Feuerbüchse

12 °dH) und die Auswaschluken ungünstig angeordnet sind, dann kann sich der ganze Zwischenraum zwischen Feuerbüchse und Stehkessel vom Bodenring herauf zusetzen (Bild 139).

Folgen des Kesselsteinansatzes

An den Stellen, an denen sich Kesselstein angesetzt hat, steigt zunächst die Wandungstemperatur; dadurch sinkt die Festigkeit des Baustoffes, er dehnt sich aus und verformt sich. Da er durch die Verankerungen an der linearen Ausdehnung behindert ist, beult er aus, und es entstehen die sogenannten Matratzen- oder Polsterbildungen (Bild 140).

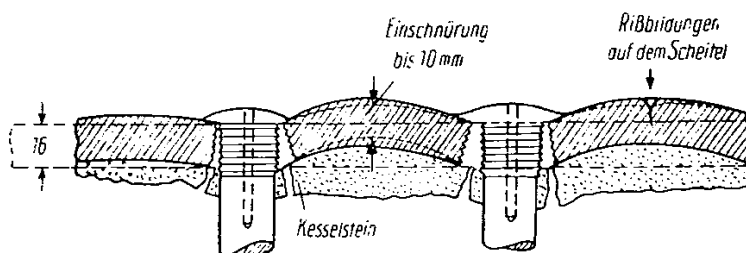


Bild 140. Polster- oder Matratzenbildungen in der Feuerbüchswand durch Kesselstein

Durch die Ausbeulung hebt sich das Gewinde der Wandung vom Stehbolzengewinde ab. Die Stehbolzen beginnen zu nassen; dann entstehen vom Stehbolzen ausgehende Strahlenrisse. Wird die Polsterbildung nicht beachtet, d.h. der Kesselstein nicht rechtzeitig entfernt und die Stehbolzen gedichtet bzw. ausgewechselt, so steigt die Spannung in dem überhitzten und geschwächten Material so stark, daß sich auf dem Scheitel der Ausbeulungen Risse bilden, schließlich auch Stegrisse von Stehbolzen zu Stehbolzen.

Bei Stahlfeuerbüchsen sind Stellen, hinter denen sich eine größere Kesselsteinschicht angesetzt hat, meist schon zu erkennen, bevor es zu größeren Ausbeulungen kommt. Durch den wesentlich größeren Wärmeleitwiderstand des Stahles steigen die Wandungstemperaturen bei Wärmestauungen sehr schnell und hoch an,

und die Flächen beginnen zu glühen. Diese angeglühten Stellen färben sich rostrot. Ein Abstellen der Lokomotive ist dann unerläßlich.

Häufig treten an Stahlfeuerbüchsen bei Ausbeulungen durch Kesselstein wasserseitig Rißbildungen auf (Bild 141).

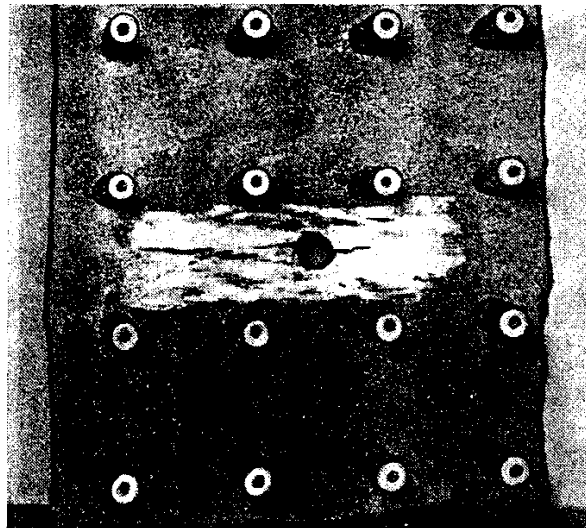


Bild 141. Durch Kesselstein ausgebeulter Stahlvorschuh zeigt wasserseitig Rißbildungen

Enthält das Kesselspeisewasser Kalk- oder Magnesiumsalze (Nichtkarbonathärte) oder ist es mit Sauerstoff oder aggressiver Kohlensäure angereichert, dann können wasserseitig an der Stahlfeuerbüchse, am Stehkessel und im Langkessel mehr oder weniger starke Korrosionen auftreten (Bild 142).

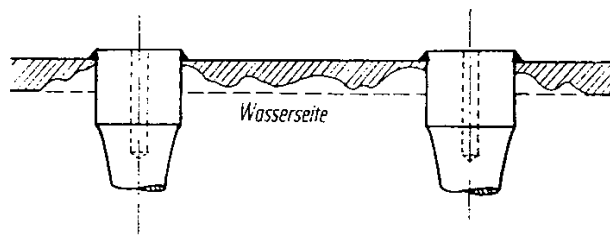


Bild 142. Korrosionen auf der Wasserseite der Stahlfeuerbüchse

Werden beim Ausleuchten der Stahl-Feuerbüchse Anzehrungen festgestellt, so muß der Kesselsteinbelag besonders gründlich untersucht und entfernt werden. Häufig sind unter der glatt erscheinenden Kesselsteinschicht Korrosionen festzustellen, die die Wandung bis unter das Betriebsgrenzmaß geschwächt haben (Bild 142).

Als Baustoff zu Stahlfeuerbüchsen wird in der Regel Kesselblech II verwendet; die ältere Bezeichnung dieses Baustoffes war C 18, die Benennung nach der Standartliste Eisen und Stahl (SES) ist Mb 18. Wurden in einer Feuerbüchse Flicker oder Vorschuhe aus Kesselblech I (C 12 bzw. Mb 12) eingesetzt, dann ist

eine ständige, eingehende Untersuchung dieser Flächen unerlässlich. Das Kesselblech I neigt bei großen Temperaturdifferenzen zwischen beiden Wandungsseiten sehr stark zu Korrosionen. Starker Kesselsteinansatz bildet sich ferner häufig auf der Oberfläche der Heiz- und Rauchrohre, und zwar unmittelbar hinter der Rohrwand auf einer Länge bis zu 600 mm. Die dadurch entstehenden Schäden an den Rohren werden im Abschnitt 2.1.3. geschildert.

Verhütung und Beseitigung von Kesselsteinnestern

Durch regelmäßiges Abschlammen, Auswaschen, Ausleuchten des Kessels nach dem Auswaschen und erforderlichenfalls Enthärtung des Wassers kann die Bildung von Nestern verhütet werden. Ist ein Nest in geringerem Umfange entstanden, dann werden die umliegenden Stehbolzen ausgebaut und der Kesselstein durch Klopfen, Abstoßen und Ausspritzen wieder entfernt. Bei größerem Umfang der Kesselsteinansätze und Stegrisse in der Wandung muß die Lokomotive einem Raw zugeführt werden.

Schäden durch den Schwefelgehalt der Braunkohle

Entstehung der Abzehrungen

Rohbraunkohle und Braunkohlenbriketts können bis zu 3,5 % Schwefel enthalten. Bei der Verbrennung in der Feuerbüchse entsteht das gasförmige Schwefeldioxid (SO_2), das sich in der Verbrennungszone, also etwa 100 bis 150 mm über dem Rost, mit dem Kupferoxid der Feuerbüchswand zu Kupfersulfit (CuSO_4) verbindet. An dieser Stelle entsteht dann allmählich eine muldenförmige Abzehrung der Wand (Bild 143).

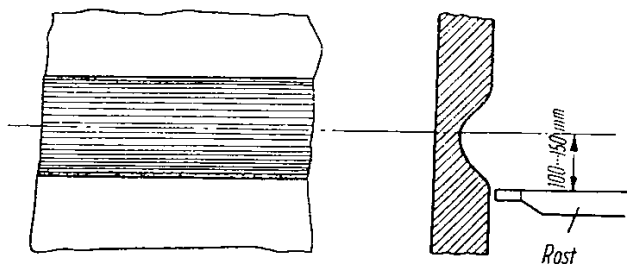


Bild 143. Abzehrung der Feuerbüchse durch Schwefeldioxid (Prinzipiskizze)

Die Abzehrungen können, wenn sie nicht beobachtet werden, 10 mm und mehr tief werden. Je nach dem Schwefelgehalt der verfeuerten Kohle kann das Betriebsgrenzmaß der kupfernen Feuerbüchswand (50 % = 8 mm) nach 6 bis 12 Monaten erreicht sein. Bild 144 zeigt unter a die muldenförmige Abzehrung einer Feuerbüchswand. Unter b zeigen die Schlagschatten der Stehbolzenköpfe die Tiefe des Materialschwundes.

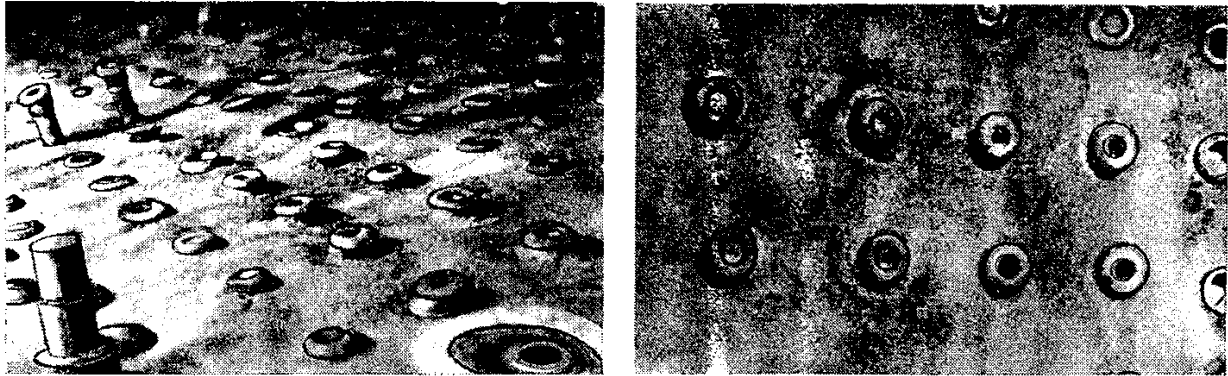


Bild 144. Abzehrung einer kupfernen Feuerbüchse durch Schwefeldioxid

a Blick über die abgezehrte Feuerzone

b Von oben gesehene Schlag Schatten der freigelegten Stehbolzenköpfe

Überwachung des Materialschwundes

Die Feuerbüchsen sind am Planausbesserungstage einer genauen Untersuchung zu unterziehen; dabei ist besondere Aufmerksamkeit der Wandung in einer Höhe von 100 bis 150 mm über dem Rost zu widmen. Bestehen Zweifel über die Tiefe der Abzehrung, dann ist die Wandstärke durch Ausbau eines Stehbolzens festzustellen. Bei Erreichung des Betriebsgrenzmaßes (8 mm) ist die Lokomotive zum Vorschein der betreffenden Wand einem Raw zuzuführen.

Materialdoppelungen

Bei Stahlfeuerbüchsen, in die bereits Flicker oder Vorscheine eingesetzt wurden, tritt zuweilen eine Rotfärbung eines Stehbolzenfeldes ein, obwohl sich noch kein nennenswerter Kesselstein gebildet hat. In diesen Fällen liegen gewöhnlich Materialdoppelungen vor. Doppelungen sind Walzfehler. An diesen Stellen hat das Material kein durchgehend gleichmäßiges Gefüge, sondern setzt sich aus mehreren getrennt übereinanderliegenden Schichten zusammen (Bild 145).

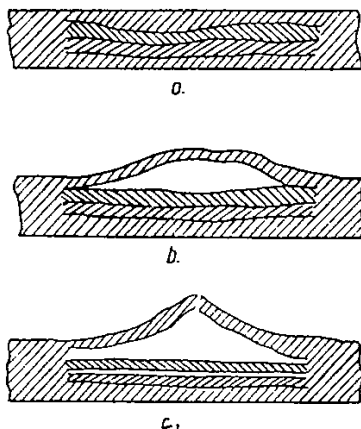


Bild 145. Doppelungen im Feuerbüchsenblech

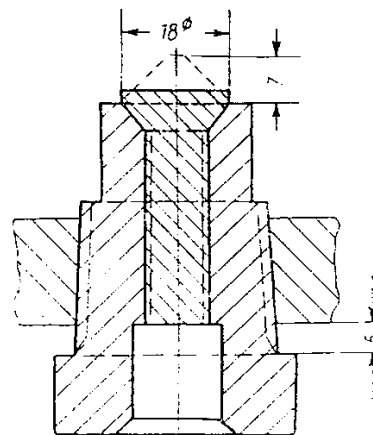


Bild 146. Schmelzpfropfen (Schnittzeichnung)

Die einzelnen Schichten sind durch Zunder, Walzhaut und sonstige Einschlüsse voneinander getrennt. An dieser Stelle wird der Wärmedurchfluß durch diese mehrfachen isolierenden Einschlüsse stark gehemmt, es findet also eine Wärmestauung statt. Zunächst glüht die oberste Schicht aus (Bild 145a).

Wird dieses erste Stadium nicht gleich bemerkt, dann wird die oberste Schicht durch die weitere starke Erwärmung ausgedehnt und beult sich blasenförmig aus (Bild 145b). Blasen bilden sich auch dann, wenn die Doppelung von einem Stehbolzen zum anderen reicht. Dann dringt Wasser zwischen die einzelnen Stoffschichten, verdampft und bläht die dünne, überhitzte oberste Schicht auf.

Das dritte Stadium ist das Aufplatzen der obersten und gegebenenfalls auch der darunterliegenden Schichten (Bild 145c). Eine Lokomotive mit einer Materialdoppelung ist dem Raw zuzuführen.

Auslaufen von Schmelzpfropfen

Zur Sicherheit gegen Ausglühen der Feuerbüchsecke werden Schmelzpfropfen eingebaut, deren Bleiausguß bei zu niedrigem Wasserstand ausläuft und das Feuer auf dem Rost ablöscht. Bild 146 zeigt einen Schmelzpfropfen neuer Bauart.

Vorzeitiges Auslaufen der Schmelzpfropfen

Werden die Schmelzpfropfen nicht tief genug eingeschraubt, so daß der Sechskant mehr als 5 mm von der Decke absteht, dann liegt der untere Teil des Bleiausgusses unmittelbar im Feuerraum und wird nicht mehr vom Wasser gekühlt. Das Blei schmilzt von unten ab. Durch elektrolytische Wirkungen wird häufig der obere Teil des Bleiausgusses ausgezehrt. Sind die Schwächungen des Bleiausgusses von unten und von oben zu stark fortgeschritten, dann kann ein Ausblasen des Schmelzpfropfens bei normalem Wasserstand eintreten (Bild 147).

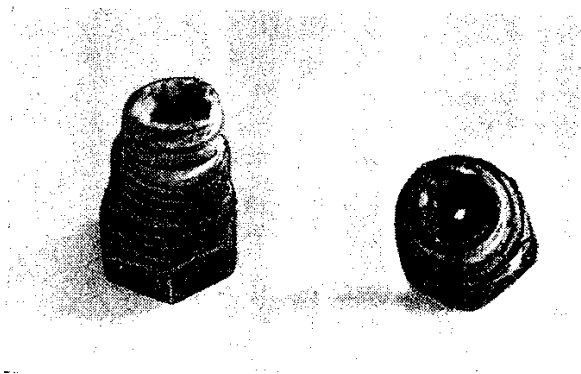


Bild 147. Schmelzpfropfen.
Vorzeitig ausge-
laufen

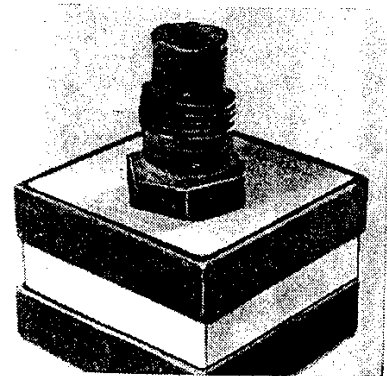


Bild 148. Schmelzpfropfen mit
starker wassersei-
tiger Abzehrung

Bilder 147 und 148 zeigen deutlich, die starken wasserseitigen Abzehrungen; es ist aber auch zu erkennen, daß beide Bolzen nicht tief genug in der Decke gesessen haben.

Verhütung vorzeitigen Ausblasens

Um vorzeitiges Ausblasen zu vermeiden, sind die Ausgüsse der Schmelzpfropfen bei jedem Auswaschen sowohl feuerseitig wie auch wasserseitig zu überprüfen. Erforderlichenfalls müssen sie schon vor Ablauf der vorgeschriebenen Frist von 3 Monaten ausgewechselt werden.

Ausglühen und Anglühen der Feuerbüchsen

Zum Anglühen oder Ausglühen von Teilen der Feuerbüchse kann es kommen, wenn nicht alle vom Feuer oder den Heizgasen berührten Teile vom Wasser umspült werden.

Die Festigkeit des Kupfers wie auch des Stahles sinkt bei steigender Temperatur ganz beträchtlich, so daß dann Ausbeulungen und Ribbildungen eintreten. Außer den in den Abschnitten „Schäden durch Wasserstein“ und „Materialdoppelungen“ geschilderten Möglichkeiten für das Anglühen von Feuerbüchsteilen durch Kesselstein oder Doppelungen kann in noch größerem Umfange Wassermangel die Ursache sein. In diesem Falle ist die Decke der Feuerbüchse am stärksten gefährdet.

Vor dem Anheizen einer Lokomotive muß an den Wasserstandsanzeiger und an den Prüfhähnen festgestellt werden, ob genügend Wasser im Kessel ist. Das ist der Fall, wenn im Wasserstandsanzeiger des Kessels das Wasser etwa auf der Mitte des Wasserstandsglases steht.

Nachdem die Lokomotive angeheizt worden ist und ein Überdruck von 1 kg/cm² im Kessel herrscht, hat der Anheizer den Wasserstand nochmals zu prüfen. Bei jedem Dienstbeginn muß auch der Heizer seinen Wasserstand durchprüfen, um im besonderen den Kugelverschluß und den freien Durchgang der Kanäle festzustellen. Das Lokomotivpersonal muß sich unter allen Umständen auf die einwandfreie Wirkungsweise des Wasserstandes verlassen können. Während der Fahrt mit geöffnetem Regler muß dem scheinbaren Wasserstand Rechnung getragen werden. Bei geöffnetem Regler findet durch die ständige Entnahme von Dampf eine starke Verdampfung statt. Die aufsteigenden Dampfbläschen durchsetzen das Wasser, so daß es einen wesentlich größeren Raum einnimmt. Dadurch erscheint im Glas ein Wasserstand, der je nach Größe der Dampfenntnahme und Größenverhältnisse des Kessels um 30 bis 50 mm höher liegt als bei geschlossenem Regler.

Hat das Kesselwasser durch Innenaufbereitung oder durch zu lange Auswaschperioden einen hohen Salzgehalt, dann kann der scheinbare Wasserstand bis zu 70 mm ansteigen.

In der Steigung erscheint selbst bei geschlossenem Regler ein höherer Wasserstand als in der Waagerechten (Bild 149).

Zeigt die Lokomotive vor dem Befahren der Steigung gerade noch den niedrigsten Wasserstand, dann kann es möglich sein, daß jetzt der vordere Teil der Feuerbüchsen-Decke zu wenig vom Wasser bespült wird und ausglüht, obwohl das Wasser noch im Wasserstandsglas zu sehen ist. Beim Befahren von Neigungen muß deshalb zum scheinbaren Wasserstand noch ein weiterer Zuschlag gemacht werden. Dieser Zuschlag ist abhängig von der Größe der Neigung und den Abmessungen des Kessels.

Tabelle 2 zeigt, um wieviel Millimeter der Wasserstand für jedes ‰ Steigung oder Gefälle höher oder tiefer anzeigt als in der Geraden. Die letzte Spalte der Übersicht gibt den etwaigen zusätzlichen Anstieg des scheinbaren Wasserstandes bei voller Kesselanstrengung, jedoch bei fristgemäß ausgewaschenem Kessel an.

Tabelle 2. Wasserstandsanzeiger bei Steigung/Gefälle

Lokomotivgattung	Veränderung des Wasserstandes in mm je 1 ‰	scheinbarer Wasserstand bei voller Kesselanstrengung (mm)
01,03,03.10,41	5,0	50,0
18,23,39,42,43, 44,50,52	4,0	45,0
38,55,56,57,58, 65	3,0	40,0
85,86,93,94,95	3,0	40,0
64,71,74,89,91, 92,98	2,5	30,0

Schließt sich an eine Steigung unmittelbar ein Gefälle an (Bild 150), so ergibt sich beim Übergang in das Gefälle im Kessel ein stärkerer Wasserschwall in Fahrtrichtung. Hierfür muß noch die entsprechende zusätzliche Wasserhöhe vorrätig gehalten werden.

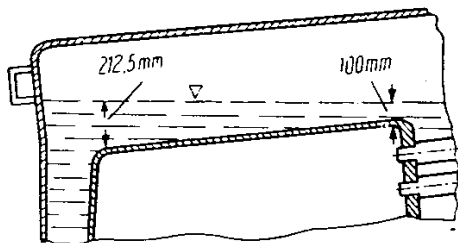


Bild 149. Wasserstand einer Lokomotive der BR 01 in der Steigung 1 : 80 (12,5 ‰)

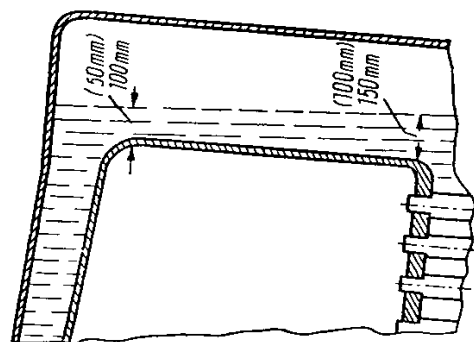


Bild 150. Wasserstand einer Lokomotive der BR 01 im Gefälle 1 : 100 (10 ‰)

Im Wasserstandsglas der in den Bildern 149 und 150 dargestellten Lokomotive der BR 01 müßte vor dem Befahren einer Steigung von 12,5 ‰ mit unmittelbar anschließendem starkem Gefälle von 10 ‰ in der Horizontalen mindestens eine Wassersäule

folgender Höhe vorrätig gehalten werden:

Niedrigster Wasserstand		100,0 mm
Scheinbarer Wasserstand		50,0 mm
Steigungszuschlag	$12,5 \cdot 5 =$	62,5 mm
Zuschlag für das anschließende Gefälle	$10 \cdot 5 =$	50,0 mm
Gesamter Wasserstand über der Feuerbüchsdecke		262,5 mm
Im Glas sichtbar		162,5 mm

Werden der scheinbare Wasserstand und die Zuschläge für Steigungen und Gefälle berücksichtigt, dann ist stets die Gewähr dafür gegeben, daß an allen Stellen der Feuerbüchsdecke mindestens eine Wasserhöhe von 100 mm vorhanden ist.

Ist die Höhe des Wasserstandes geringer, dann wird beim Befahren einer Steigung oder bei starker Beschleunigung der Lokomotive der vordere Teil der Feuerbüchsdecke beim Übergang auf Gefälle oder bei starkem Bremsen der Lokomotive und des Zuges der hintere Teil der Feuerbüchsdecke vom Wasser entblößt. Eine Überhitzung des Materials ist die Folge.

Eine Lokomotive mit angeglühter oder ausgeglühter Feuerbüchse muß stets dem Raw zugeführt werden.

Bild 151 zeigt eine ausgeglühte und gerissene Feuerbüchsdecke feuerseitig und Bild 152 dieselbe Decke wasserseitig.

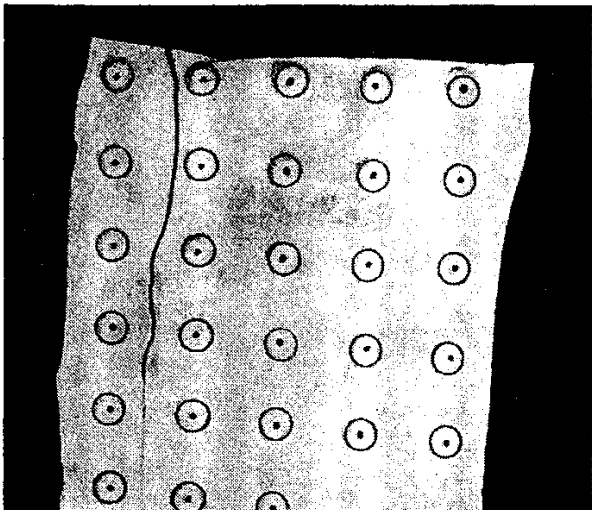


Bild 151. Ausgeglühte und gerissene Feuerbüchsdecke - feuerseitig -

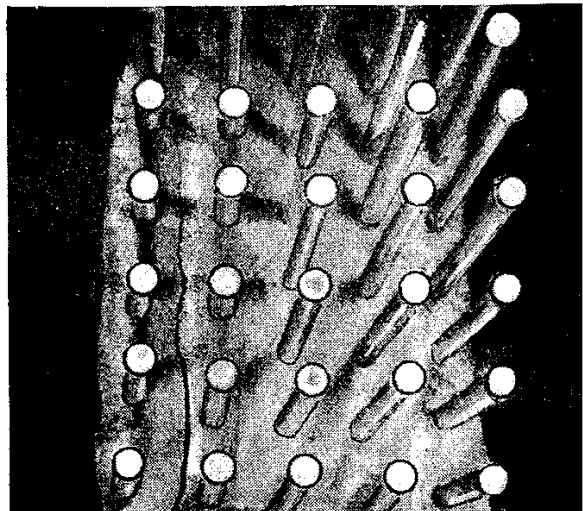


Bild 152. Ausgeglühte und gerissene Feuerbüchsdecke - wasserseitig -

Kesselexplosionen

Eine besonders häufige Ursache für eine Kesselexplosion, also die völlige Zerstörung eines Kessels, ist das Ausglühen von Teilen der Feuerbüchse. Infolge der damit absinkenden Festigkeit können Feuerbüchswände oder die Feuerbüchsdecke aufreißen (Bilder 151 und 152). Hierdurch entsteht ein plötzlicher Druck-

abfall im Kessel, die im Wasser enthaltene Flüssigkeitswärme wird frei, und es entwickeln sich im gleichen Augenblick sehr große Mengen Dampf. Die Sicherheitsventile und der entstandene Riß genügen nun nicht, diese großen, plötzlich entstehenden Dampfmen gen schnell genug ins Freie abzuführen. Es entstehen außerordentlich hohe Drücke, die den Kessel nun völlig zerreißen.

Bei der Explosion eines Kessels der Güterzugbaureihe 52 wurden etwa 5 Millionen PS entwickelt.

Die Untersuchungen früherer Dampfkesselexplosionen haben gezeigt, daß einer Kesselexplosion sehr oft Verstöße gegen Sicherheitsvorschriften oder sonstiges persönliches Versagen zugrunde lagen. Außer dem bereits angeführten Ausglühen der Feuerbüchse wegen Wassermangels (Versagen des Lokomotivpersonals) können folgende Ursachen von Kesselexplosionen vorliegen:

- a Unzulässig starke Abnutzung von Kesselteilen (mangelhafte Untersuchung)
- b Ausglühen oder Anglühen von Teilen der Feuerbüchse wegen zu starken Kesselsteinansatzes (unvorschriftsmäßiges Auswaschen und Ausleuchten des Kessels)
- c Auftreten zu hoher Kesseldrücke (plötzliches Abplatzen starker Kesselsteinschichten, flüchtige oder versäumte Kontrolle des Manometers und fehlerhafte Einstellung der Sicherheitsventile)
- d Baustoff- und Herstellungsfehler (Endabnahme im Werk) und
- e Alterungserscheinungen des Materials (Untersuchungen und Ersatz).

Zu hohe Kesseldrücke (c) würden auch auftreten, wenn auf eine bereits angeglühte oder ausgeglühte Feuerbüchse kaltes Wasser gespeist würde. Zunächst würde ein Siedeverzug eintreten, dann entwickeln sich so große Mengen Dampf, daß der Querschnitt der Sicherheitsventile nicht mehr zur Abführung genügt. Der nun stark ansteigende Druck kann die Feuerbüchse aufreißen.

Ist zu befürchten, daß die Feuerbüchse nicht mehr mit genügend Wasser bedeckt oder gar bereits angeglüht ist, dann ist sofort das Feuer vom Rost zu entfernen. Keinesfalls darf noch Wasser nachgespeist werden.

2.1.2. Stehkessel, Verankerungen und Luken

Risse und Korrosionen im Stehkessel

Des öfteren treten Risse an den vorderen rechten und linken oberen Auswaschluk en im Umbug der Stehkesselvorderwand auf. Die Risse streben gewöhnlich strahlenförmig nach oben zu einem oder mehreren Stehbolzen hin oder verlaufen seitlich nach unten im Umbug. Werden sie rechtzeitig bemerkt, so daß sie noch nicht länger als 50 mm sind, dann können sie in der Werkstatt des Bahnbetriebswerkes, falls dieses für Kesselschweißungen zugelassen ist, unter Anleitung eines Kesselprüfers und des Schweißingenieurs noch ausgearbeitet und verschweißt werden. Das Ausarbeiten muß natürlich bis über den Anfang des Risses geschehen, so daß nicht etwa noch ein Teil eines noch nicht durchgehenden Anrisses bestehen bleibt.

Da die Schweißung aber nun im Umbug liegt und auf Biegung beansprucht wird, ist sie meist nur begrenzt haltbar. Es ist deshalb bei Rissen im Umbug stets günstiger, ein ovales Stück auszuschneiden und einen Flicker einzusetzen.

Anrisse an den Auswaschlukn in der Mitte der Stehkesselseitenwände verlaufen gewöhnlich strahlenförmig zu den benachbarten Stehbolzen.

Die Strahlenrisse und Umbugrisse an den Auswaschlukn werden vom Lokomotivpersonal zunächst lediglich als eine Undichtigkeit unter den Bekleidungsblechen bemerkt. In der Heimatdienststelle muß aber der Ursache der Undichtigkeit sofort nachgegangen werden.

Seltener kommt es zu Rissen an den unteren Auswaschlukn. Hier beginnt jedoch erfahrungsgemäß die Rißbildung auf der Wasserseite (Innenseite).

Beim Auswaschen muß die Umgebung der Auswaschlukn sowohl außen als auch mittels Spiegels auf der Wasserseite besonders sorgfältig untersucht werden.

Stegrisse von Stehbolzen zu Stehbolzen sind im Stehkessel verhältnismäßig selten. Sie treten fast ausschließlich in der Mitte der Seitenwände auf, und zwar etwa 300 bis 600 mm über der mittleren Auswaschlukn. Diese Stegrisse verlaufen dann meist senkrecht.

An Lokomotiven, bei denen die Gelenkstehbolzen durch starre Stehbolzen ersetzt wurden, kommt es in den oberen Randzonen häufig zu waagerechten Stegrissen zwischen den Stehbolzen.

Wegen der starken Beanspruchung der Felder zwischen den drei obersten Stehbolzenreihen dürfen in diesem Gebiet waagerechte Risse im Bahnbetriebswerk nicht geschweißt werden. Im Raw setzt man in der Regel einen Flicker über mehrere Stehbolzenfelder ein. Die Spannungen können stark vermindert werden, wenn man diese Randzonen wieder mit Gelenkbolzen ausrüstet.

Korrosionen auf der Wasserseite des Stehkessels bilden sich besonders häufig unmittelbar über dem Bodenring. Sie können aber auch im Bereich der obersten Stehbolzenreihen, in der Stehkesselvorderwand und um das Feuerloch herum beobachtet werden.

Diese Stellen sind mittels Ausleuchtlanpe und Winkelspiegels nach jedem Auswaschen eingehend zu untersuchen.

Ausbeulung der Stehkesselvorderwand

Eine wichtige Erscheinung am Stehkessel, die besondere Beachtung verdient, ist das Ausbeulen der Stehkesselvorderwand. Besonders bei Lokomotiven der BR 52 konnte häufig festgestellt werden, daß sich die Stehkesselvorderwand und gleichzeitig auch der untere Teil der Feuerbüchsenwand merklich wölpten. Als Ursache konnten stets gerissene benachbarte Stehbolzen in unzulässig hoher Anzahl festgestellt werden.

Vom Lokomotivpersonal konnten die Brüche nur sehr selten bemerkt werden, da diese Stehbolzen fast ausschließlich mitten im Schaft abgerissen waren.

Mit dem Einbau von Hohlstehbolzen, die nach außen mit Verschlussklappen abgedichtet werden, wurde eine Lösung gefunden.

Undichtigkeiten und Brüche von Stehbolzen

Ursachen für Stehbolzenundichtigkeiten

Die Ausdehnung der Feuerbüchsenwände ist wegen der hohen Temperaturen in der Feuerbüchse größer als die der Stehkesselwände. Bei kupfernen Feuerbüchsen ist dieser Unterschied noch größer als bei Stahlfeuerbüchsen.

Die Stehbolzen sind in beiden Wänden befestigt, sie werden also an den Einspannungen stark auf Biegung beansprucht (Bild 153). Die wechselnde Beanspruchung führt vor dem endgültigen Bruch meist zunächst zur Lockerung des Gewindes in der Feuerbüchswand und somit zu Undichtigkeiten.

Bei zu starker Überhitzung der Wände durch Wärmestauungen lockert sich ebenfalls das Gewinde; das Kesselwasser tritt am Gewinde aus, die Stehbolzen sind undicht (Bild 140). Fast ausschließlich wird dies durch zu starken Kesselsteinbelag verursacht.

Das aus dem Stehbolzengewinde austretende und alsbald verdampfende Kesselwasser hat starke Abzehrungen der Stehbolzenköpfe und des Wandmaterials um die Köpfe herum zur Folge (Bild 154).

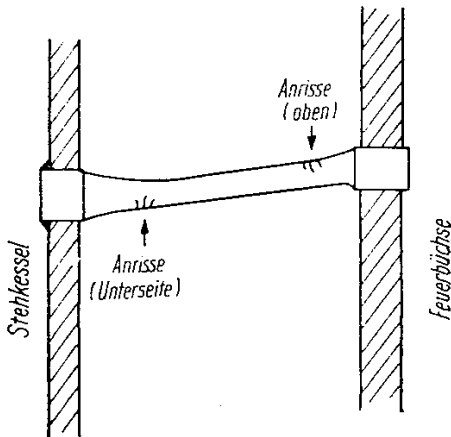


Bild 153. Beanspruchung des Stehbolzens während des Betriebes



Bild 154. Stark abgezehrte und gelockerte Stehbolzen



Bild 155. Stark abgezehrte
Stahlstehbolzen

Starke Wärmeschwankungen in der Feuerbüchse durch falsche Feuerbehandlung und Wasserhaltung führen nach einer gewissen Zeit stets zu Undichtigkeiten an Stehbolzen und Rohren.

Behebung der Stehbolzenundichtigkeiten

Undichte Stehbolzen sind neu aufzudornen und die Köpfe mittels Döppers so nachzuarbeiten, daß sie ringsherum wieder gut und leicht anliegen.

Bei Stahlstehbolzen (Bild 155) ist die Kehlnahtschweißbe 1 bis 2 mm tiefer als die Wandfläche abzufräsen. Bei Hohlstehbolzen wird die Schweißfläche abgemeißelt. Die abgefrästen bzw. abgemeißelten Stehbolzen sind wieder einzuschweißen.

Stehbolzenbrüche

Häufen sich die übermäßigen, wechselnden Beanspruchungen, dann können Stehbolzen reißen. Erfahrungsgemäß bricht ein Stehbolzen dann meist feuerbüchsenseitig auf der Oberseite des Stehbolzenschaftes oder an der Stehkesselwand auf der Unterseite des Schaftes (Bild 153). In der Regel liegen die Bruchstellen kurz hinter dem Gewindekopf. Es genügt deshalb, einen Stehbolzen bis 10 mm hinter dem Gewindekopf anzubohren, um einen Bruch sofort am Spritzen des Stehbolzens zu erkennen.

Vernageln bzw. Auswechseln von Stehbolzen

Ein gebrochener Stehbolzen ist zu vernageln, d.h., die Bohrung wird durch einen konischen Stift verschlossen. Der Stift muß aus dem gleichen Material wie der Stehbolzen bestehen. Er muß so gestaltet sein, daß er noch mindestens 10 mm über den Stehbolzenkopf ragt, um stets die Kontrolle über abgerissene Stehbolzen zu ermöglichen.

Die angrenzenden Stehbolzen müssen aber nun die von dem gerissenen Stehbolzen getragenen Kräfte mit übernehmen, sie werden überlastet, und es ist bald mit dem Bruch eines benachbarten Stehbolzens zu rechnen. Mehr als 2 benachbarte Stehbolzen dürfen aber nicht vernagelt sein; dann sind unbedingt die vernagelten Stehbolzen durch neue zu ersetzen.

Je mehr benachbarte Stehbolzen gerissen sind, um so größer wird die unverankerte Fläche der Feuerbüchswand. Als nächste Folge besteht die Gefahr der Ausbeulung dieses Flächenstückes.

Die Kontrollbohrungen sind häufig so stark verschmutzt und zugesetzt, daß das Reißen eines Stehbolzens überhaupt nicht festgestellt werden kann.

Es ist Aufgabe des Bahnbetriebswerkes, an jedem Planausbeserungstage die Kontrollbohrungen mittels Preßluftbohrmaschine oder elektrischer Bohrmaschine zu öffnen.

Solche Stehbolzen, deren Kontrollbohrungen sich nicht öffnen lassen, sind aus Sicherheitsgründen als abgebrochene Stehbolzen zu betrachten.

Gemäß DV 947 dürfen insgesamt nicht mehr als 1,25 % der Stehbolzen einer Feuerbüchse abgerissen sein.

Undichtigkeiten, Brüche und Abzehrungen an Deckenstehbolzen, Querankern und Blechankern

Die Deckenstehbolzen werden meistens unmittelbar über der Feuerbüchsdecke abgezehrt. Besonders häufig werden die ersten und letzten Querreihen und beiderseits die äußeren zwei bis drei Längsreihen angegriffen (Bild 156).

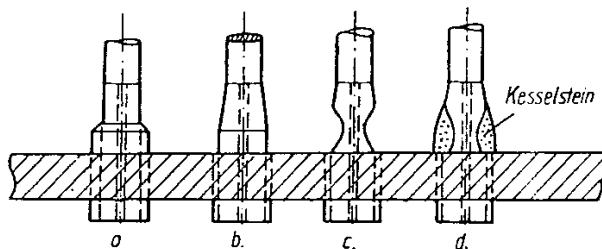


Bild 156. Abzehrungen an den Deckenstehbolzen

- a Deckenstehbolzen, neu
- b Gewinde abgezehrt
- c Starke Abzehrung des Schaftes
- d Abzehrung durch Kesselstein verdeckt

Beim Auswaschen muß von Zeit zu Zeit der Kesselstein vom Gewinde der Deckenstehbolzen beseitigt werden, da sich gerade darunter häufig unbemerkt Korrosionen entwickeln.

Die Kesselsteinansätze können zu Undichtigkeiten der Deckenstehbolzen führen, wenn sie durch Erschütterungen oder zu grossen Wärmestau plötzlich abplatzen. Da die überhitzte Stelle nun vom Wasser abgeschreckt wird, sind sogar Deckenanrisse möglich. Das zeitweilige Überhitzen der Feuerbüchsdecke bei sehr niedrigem Wasserstand (NW) und starkem Bremsen der Lokomotive oder des Zuges oder in Steigungen und auf Gefällstrecken (Bilder 149 und 150) kann zu plötzlichem Nässen der Deckenstehbolzen führen.

Unter den Bügelanker- und Barrenankerstehbolzen finden sich häufig stärkere Kesselsteinansätze. Beim Auswaschen muß versucht werden, diese Ansätze so weit wie möglich zu entfernen, damit jede Bildung von Kesselsteinnestern unterbunden wird. Ausbeulungen der Decke würden andernfalls unausbleiblich sein. Gebrochene Deckenstehbolzen kommen verhältnismäßig selten vor. Es dürfen jedoch niemals mehr als 2 nebeneinanderliegende Deckenstehbolzen vernagelt sein. Dann ist eine Auswechslung unbedingt erforderlich. In der ganzen Feuerbüchsdecke dürfen insgesamt höchstens 5 Deckenstehbolzen gebrochen und vernagelt sein, dabei müssen zwischen je 2 gerissenen mindestens 3 einwandfreie Deckenstehbolzen stehen.

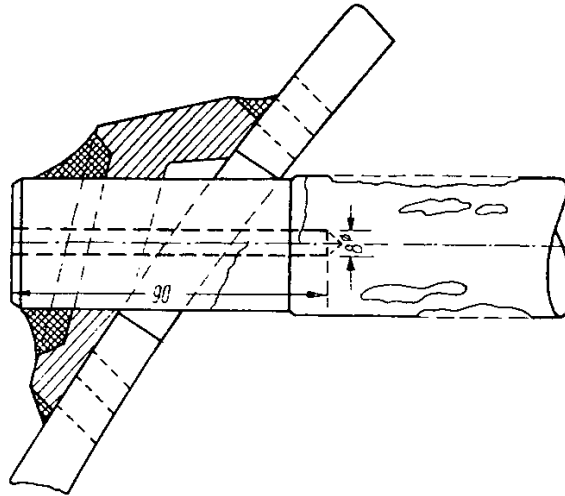


Bild 157. Queranker mit Anrissen und Korrosionen

Der Bedeutung der Queranker entsprechend werden diese seit den fünfziger Jahren ebenfalls mit Kontrollbohrungen versehen. Die Bohrungen haben einen Durchmesser von 8 mm und eine Tiefe von durchschnittlich 90 mm.

Ist ein Queranker gerissen (Bild 157), dann wird er vernagelt und die Umgebung im Stehkesselumbug und der Stehkesselseitenwand genauestens auf Haarrisse, Anrisse, Stegrisse oder Korrosionen untersucht. Liegen auch nur geringste Anzeichen von Unregelmäßigkeiten in der Wand vor, dann muß der Queranker ausgewechselt werden.

Sind zwei nebeneinanderliegende Queranker gerissen, dann ist sofortige Auswechslung notwendig. Anfressungen (Korrosionen) an einem Queranker von mehr als 3 mm Tiefe erfordern ebenfalls dessen Auswechslung. Schweißungen an Querankern sind nicht gestattet.

Risse und Anbrüche an Bodenankern und Blechankern werden in der Regel erst nach gründlicher Reinigung des Kessels im Sandstrahlgebläse anlässlich einer Zwischen- oder Hauptuntersuchung (L 3 bzw. L 4) bemerkt.

Ist ein Bodenanker unmittelbar an der Vernietung abgerissen, dann spritzt er und ist zu vernageln. Sind mehr als 2 Bodenankerstehbolzen nebeneinander abgerissen und vernagelt, dann sind sie auszuwechseln.

Undichtigkeiten an Auswaschluken

Behandlung der Auswaschluken beim Auswaschen

Beim Auswaschen des Kessels müssen sämtliche Auswaschluken und Reinigungsdeckel geöffnet, die Lukenpilze gereinigt und die Dichtringe nach Bedarf erneuert werden. Haben die Dichtringe gleichmäßig getragen und sind sie nicht einseitig zusammengedrückt, dann sind sie wieder zu verwenden. Sie werden mit einer Öl-Graphit-Mischung eingefettet, damit sie nicht festbrennen können.

Undichtigkeiten an Auswaschluken, deren Ursachen sowie deren Verhütung und Beseitigung

Nach Beendigung des Auswaschens sind alle Reinigungsöffnungen wieder zu schließen. Während des Anheizens, also wenn der Kes-

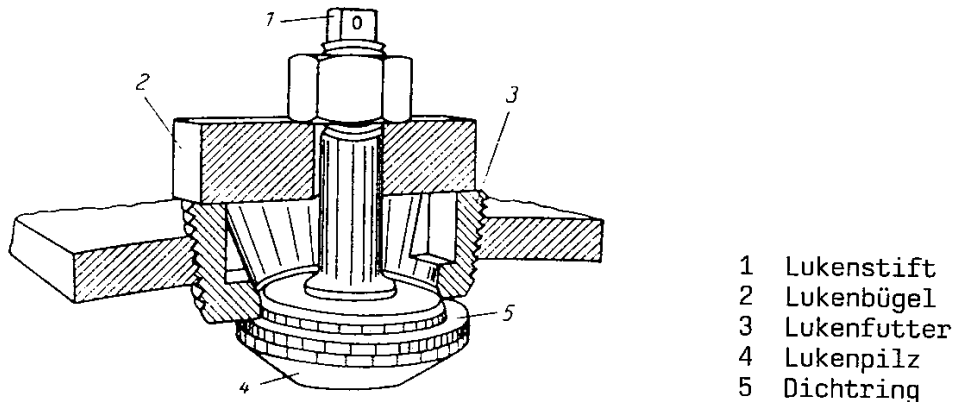


Bild 158. Eingeschraubtes Lukenfutter mit Lukenpilz

- sel bereits warm ist, müssen die Verschraubungen der Lukenpilze vorsichtshalber nachgezogen werden. Versäumt man das Nachziehen in warmem Zustand, dann werden die Waschluker undicht. Da undichte Auswaschluker im Betrieb stets ein Kaltstellen der Lokomotive erforderlich machen, sollen die im folgenden aufgeführten Ursachen zur Vermeidung des Undichtwerdens beitragen:
- Hat der Lukenpilz im Lukenfutter zuviel Spiel, dann wird beim Anziehen der Dichtring verschoben und trägt auf der einen Seite nur noch 1 bis 2 mm. Bei voller Dampfspannung wird diese schwach tragende Stelle ausgeblasen. Beim Einbau ist also auf gut passende Lukenpilze zu achten.
 - Abzehrungen (Korrosionen) auf der inneren Dichtfläche (a in Bild 159) des Futter führen häufig zu Undichtigkeiten der Auswaschluker. Aufarbeitung (Nachfräsen) der inneren Dichtfläche oder oftmals Erneuerung des Lukenfutters sind unerlässlich.
 - Ist der Führungsrand des Lukenpilzes zu niedrig (b in Bild 159), dann hat der Dichtring keine feste Führung, rutscht auf den Führungsrand, und der Pilz sitzt dann nicht senkrecht, er wird nicht auf seiner ganzen Dichtfläche gleichmäßig vom Dampfdruck angedrückt. Diese Undichtigkeit wird meist schon bemerkt, sobald nach dem Anheizen der Druck im Kessel steigt.
 - Sind die Dichtflächen des Pilzes uneben oder abgezehrt (c im Bild 159), dann sind nach einigen Tagen Undichtigkeiten an der Auswaschluker festzustellen. In solchen Fällen ist es stets zu empfehlen, die Dichtflächen des Pilzes nachzuarbeiten oder einen gut passenden Ersatzpilz zu verwenden.
 - Da die Lukenfütter zu einem großen Teil in den Umbügen sitzen, kann sich durch das häufige Strecken und Krümmen des Umbuges beim Anheizen bzw. Erkalten des Kessels im Laufe der Zeit das Gewinde lockern. Die hierdurch entstehenden Undichtigkeiten können zunächst durch leichtes Nachstemmen beseitigt werden. Zu häufiges oder zu starkes Nachstemmen ist aber zu vermeiden, da sich sonst das ganze Futter lösen kann.

Die größere Betriebssicherheit bieten die eingeschweißten Lukenfütter (Bild 159). Sie tragen auf der Wasserseite einen Ansatz, durch den ein völliges Herauslösen des Futter verhindert wird, selbst wenn auf beiden Seiten die Schweiße abreißen sollte.

- 1 Lukenstift
- 2 Lukenbügel
- 3 Lukenfutter
- 4 Lukenpilz
- 5 Dichtring
- a Dichtfläche des Futter
- b Führungsrand des Lukenpilzes
- c Dichtflächen des Pilzes

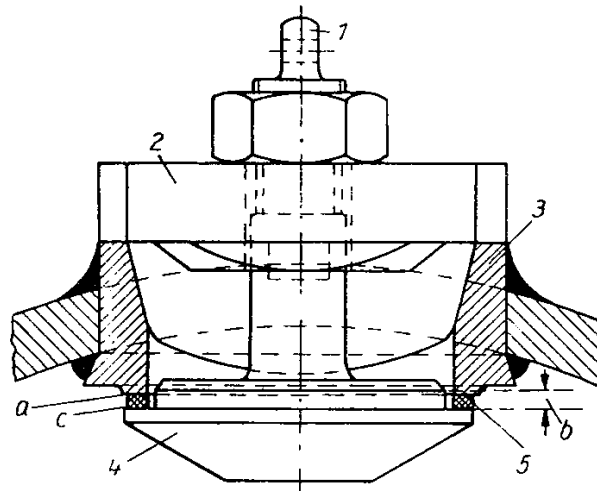


Bild 159. Eingeschweißtes Lukenfutter mit Lukenpilz

2.1.3. Langkessel, Heiz- und Rauchrohre

Ursachen für Undichtigkeiten der Rohre

Die häufigsten Ursachen für Undichtigkeiten an der Rohrwand, Rohrrinnen und Rohrläufen sind Temperaturschwankungen in der Feuerbüchse und im Kessel. Durch falsche Feuerbedienung, unvorschriftsmäßige Wasserhaltung, häufige starke Druckschwankungen im Kessel und falsche Behandlung der Lokomotive bei den Reinigungsarbeiten auf dem Ausschlackkanal lockert sich der Sitz der Rohre in der Rohrwand. Ist das Verhältnis

Feuerbüchsheizfläche (Hf) : Rohrheizfläche (Hr)

zu knapp, dann kann es bei hoher Kesselanstrengung zum Undichtwerden eingewalzter und sogar eingeschweißter Rohre führen.

Die Rohre beginnen zu laufen. Selbst wenn erst nur ein Rohr undicht wird, kühlt das herablaufende Wasser die Rohrwand und die anderen Rohre ab. Die Rohre mit ihrer geringen Wandstärke von 2,5 mm ziehen sich schneller zusammen als die starke Rohrwand und werden dann ebenfalls undicht.

Die Beimengungen des Kesselwassers (Gips, Kalk) setzen sich nun zwischen Rohr und Rohrwand. Beim Nachwalzen werden also die Ansätze von Fremdstoffen zwischen den Berührungsflächen mit eingewalzt; es bestehen keine metallisch reinen Dichtungsflächen mehr. Bei den geringsten Temperaturschwankungen laufen die Rohre von neuem.

Ebenso wie bei den Stehbolzen und Deckenstehbolzen führt starker Kesselsteinansatz hinter der Rohrwand zu Wärmestauungen in der Wand. Das Rohrnetz dehnt sich aus, verliert an Festigkeit, und der feste Sitz der Rohre geht verloren, sie beginnen zu nässen.

In diesem Falle ist fast stets die Auswechslung einer Anzahl von Rohren oder häufig des ganzen Rohrsätzen erforderlich.

Ein kalt zu transportierender Kessel soll stets mit Wasser gefüllt werden, da andernfalls die Erschütterungen beim Befahren von Schienenstößen so heftige Schwingungen der Rohre auslösen, daß diese stark undicht werden.

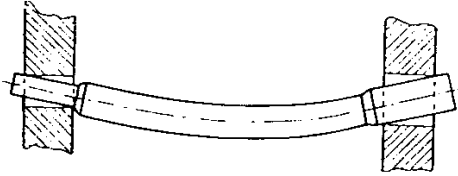


Bild 160. Eingestecktes, noch nicht eingewalztes Heizrohr
(Durchhang stark übertrieben)

Steht eine Lokomotive kurz vor der Untersuchung, dann sind häufig die Rohrbördel stark abgezehrt und die Rohrenden dünnwandig. Werden diese Rohre undicht, dann muß erwogen werden, ob ein Rohrsatzwechsel oder ein vorzeitiges Abstellen der Lokomotive wirtschaftlicher ist.

Werden die Heizrohre vor dem Bördeln oder Schweißen nicht eingewalzt oder geschieht das Einwalzen nur mangelhaft, dann ist der Haftsitz zu gering. Durch ihre Länge und ihr Eigengewicht hängen die Rohre in der Mitte durch. Bei zu geringem Haftsitz würde der Rohrhals in der Feuerbüchsenrohrwand hinten oben und vorn unten anliegen, der übrige Umfang des Rohrhalses schwebt frei und wird vom Kesselwasser umspült (Bild 160). Die Schwingungen des Rohres während des Betriebes müßten nun fast ausschließlich vom Bördel bzw. der Schweißnaht aufgenommen werden; Undichtigkeiten nach kürzester Betriebszeit wären die Folge. Durch gutes Einwalzen vor dem Bördeln oder Verschweißen können diese Undichtigkeiten vermieden werden (Bild 161).

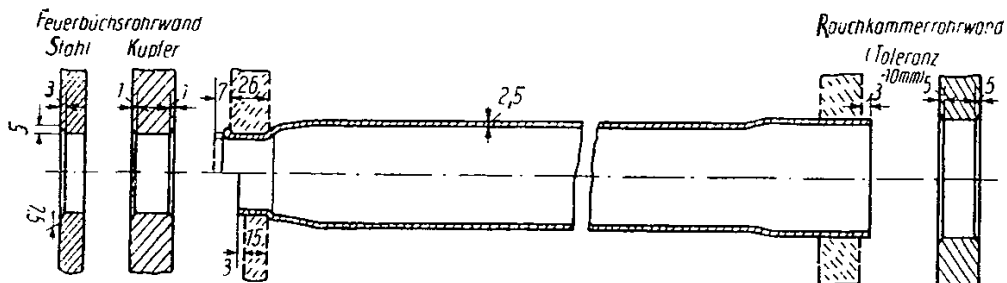


Bild 161. Festeingewalztes und gebördeltes bzw. geschweißtes Heizrohr

Wenn die Brust der Heiz- und Rauchrohre nicht fest genug an der Wasserseite der Feuerbüchsenwand anliegt, dann beginnt bei stark beanspruchter Lokomotive das Rohr nach einiger Zeit im Rohrloch hin und her zu gleiten und wird undicht.

Behebung bzw. Verhütung von Rohrundichtigkeiten

Nach DV 946 - Teilheft 1a - sollen die zu verschweißenden Heiz- und Rauchrohre bei Stahlfeuerbüchsen 3 mm über die Rohrwand überstehen. Die Praxis hat allerdings gezeigt, daß es günstiger ist, die Rohre 4 bis 5 mm überstehen zu lassen, um die Schweißnaht einwandfrei und haltbar zu machen. Ist der Überhang zu kurz, dann kommt keine richtige Schweißnaht zustande, und die Einbrände in den Rohrwänden werden zu tief. Im allgemeinen sind Undichtigkeiten und Rohrtaugen durch Nachwalzen und Nachbördeln in der abgekühlten Feuerbüchse zu beseitigen.

Bei eingeschweißten Rohren, deren Schweißnaht undicht oder ausgebrochen ist, werden die Schweißnaht abgefräst und die Rohre neu verschweißt.

Häufen sich Undichtigkeiten der Rohre in kurzen Zeitabständen, dann ist es wirtschaftlicher, eine Anzahl Rohre oder den gesamten Rohrsatz auszuwechseln.

Durch Abbrand und Verzundern oder durch wasserseitige Korrosion werden die Wandungen der Rohre dünner, durch starken Kesselsteinansatz werden sie überhitzt, glühen aus und verlieren ihre Festigkeit. Diese Umstände können zum Platzen eines Rohres führen. Die Lokomotive wird betriebsunfähig (Bild 162, Mitte).



Bild 162. Stark abgezehrte Heizrohre. In der Mitte ein geplatztes Heizrohr.

Ist der Riß erst sehr gering (kleines Loch im untersten Rohr des Bildes 162), dann kann versucht werden, als kurzzeitige Beihilfsmaßnahme bei niedrigem Kesseldruck das Rohr in der Feuerbüchse durch einen Rohrpfropfen zu verschließen. Keinesfalls darf ein gebrochenes Rohr beiderseits verschlossen werden, weil sonst Druck im Rohr entsteht und das Personal gefährdet wird. Wurde ein Rohr in der Feuerbüchse durch einen Rohrpfropfen verschlossen, dann ist möglichst hoher Wasserstand im Kessel zu halten, damit die Feuerbüchsenabdeckung nicht infolge des starken Wasserverlustes (Rauchkammer) ausglüht.

Schäden am Überhitzer

Das Vakuum der Rauchkammer kann bei stark undichtem Überhitzer sehr beeinträchtigt und sogar völlig aufgehoben werden. Bei Minderung oder Aufhebung des Vakuums wird der Druckunterschied zwischen Rauchkammer, Feuerbüchse und Aschkasten verringert oder aufgehoben, die Feueranfachung hört auf, und es tritt Dampfangel ein.

Art der Schäden am Überhitzer

Die häufigsten Ursachen von Undichtigkeiten der Überhitzer bilden mangelhafte, schadhafte oder ausgeblasene Dichtungen zwischen den Überhitzereinheiten und dem Dampfsammelkasten. Es kann auch der Anschlußflansch des Dampfsammelkastens an der Rauchkammerrohrwand undicht oder gerissen sein, so daß an dieser Stelle Dampf in die Rauchkammer tritt.

Um undichte Stellen festzustellen, wird die Lokomotivbremse angezogen, die Lokomotive außerdem durch Vorlegekeile gesichert und die Rauchkammertür geöffnet. Dann setzt man durch Öffnen des Reglers den Überhitzer unter Druck und leuchtet sämtliche Anschlüsse am Überhitzerkasten mit brennender Lunte ab. Die Lunte erlischt an der undichten Stelle.

Da bei Undichtigkeiten am Überhitzer die Lokomotive zur Ausbesserung abgestellt werden muß, ist bei dieser Überprüfung gleichzeitig das Standprüfverfahren auszuführen, um ggf. andere Schäden gleichzeitig zu erkennen.

Ursachen für undichte Überhitzer

Als Ursache der undichten Überhitzer kann in den meisten Fällen häufiges Überreißen von Wasser angesehen werden. Durch das im Überhitzer verdampfende Wasser entstehen hohe Drücke, durch welche die Dichtungen ausgeblasen werden können.

Gleichzeitig setzt sich in den Überhitzereinheiten Kesselstein an, und die Wärme staut sich in den Wandungen und den Umkehrenden. Hat sich an den Umkehrenden noch starker Flugaschenansatz gebildet, dann besteht die Gefahr des Ausglühens. Es entsteht Abbrand (Verzunderungen), so daß die Umkehrenden nach einiger Zeit sehr dünnwandig werden und reißen. Es tritt dann aus dem betreffenden Rauchrohr Dampf nach der Feuerbüchse oder der Rauchkammer aus.

Diese undichten Überhitzerelemente verursachen ein gleichmäßiges Rauschen, das man im Betriebe bei geöffneter Feuertür leicht wahrnehmen kann.

Die Umkehrenden können auch ausglühen, wenn eine Lokomotive in längerer Gefällefahrt ohne Schmierdampf fährt, aber noch hohe Feuerbüchstemperaturen hat.

Beseitigung der Schäden

Ist der Dampfsammelkasten selbst gerissen oder gebrochen, dann muß er ausgebaut und einer Schweißanstalt zum Schweißen zugestellt werden.

Werden die Überhitzereinheiten während des Betriebes undicht, so können die Auswirkungen durch Fahren mit niedrigem Schieberkastendruck herabgemindert werden. Nach Rückkehr zur Heimatdienststelle ist die Lokomotive abzustellen.

Störungen in der Verbrennungskammer der Neubaulokomotiven

Während die Kesselgrenzleistungen der bisherigen Lokomotiven bei 57 kg/m²h lagen, erreicht man bei den Neubaulokomotiven (BR 23.10) durch Erweiterung der Feuerbüchse um eine in den Langkessel ragende Verbrennungskammer bis zu 80 kg/m²h (Bilder 163 und 164).

In der Verbrennungskammer sammeln sich während des Betriebes größere Mengen Flugasche an. Diese Rückstände verstopfen die Kontrollbohrungen der im Boden der Verbrennungskammer eingebauten Stehbolzen. Dadurch wird das Reißen der Stehbolzen nicht bemerkt; Ausbeulungen und Risse in der Verbrennungskammer würden die Folge sein.

Die Kontrollbohrungen sind spätestens an jedem Planausbesserungstag unbedingt zu öffnen.

Da die untersten Heizrohre unmittelbar über dem Boden der Ver-

Bild 163.
Feuerbüchse mit Verbrennungskammer (Neubau- und rekonstruierte Lokomotiven)

- 1 Verbrennungskammer
- 2 Feuerschirm
- 3 Bodenring

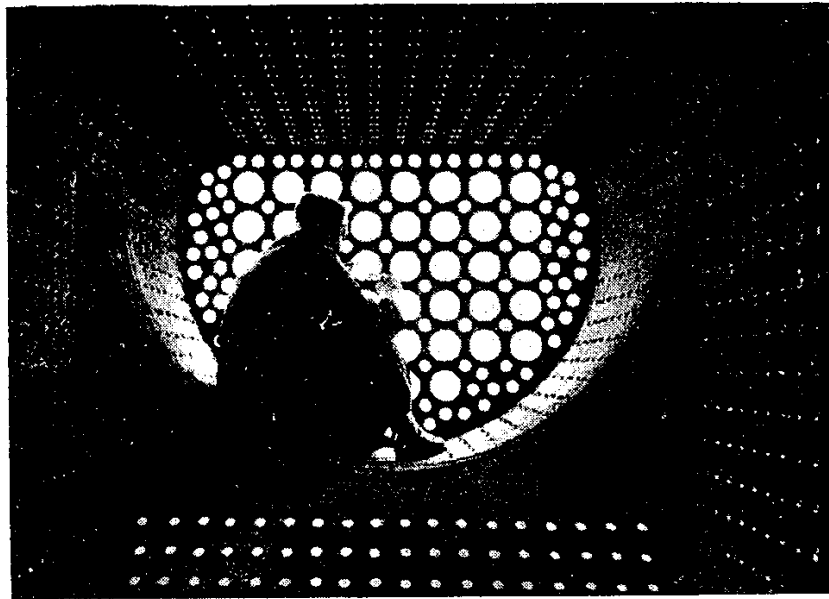
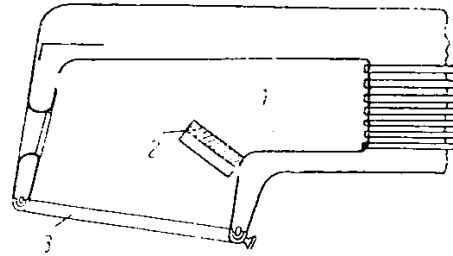


Bild 164. Eine in Bearbeitung befindliche Feuerbüchse mit Verbrennungskammer

brennungskammer liegen, setzen sie sich sehr schnell zu. Die Rohre müssen planmäßig täglich (möglichst nach jeder Dienstschrift) geblasen werden. Beim Reinigen der Feuerbüchse auf dem Ausschlagkanal nach Schluß einer Dienstschrift sind die Feuerungsrückstände gründlich aus der Verbrennungskammer zu entfernen.

Durch planmäßiges Abschlammen während des Betriebes werden größere Ansammlungen von Schlamm zwischen Langkessel und Verbrennungskammer vermieden. Der Schlamm würde zu Korrosionen Anlaß geben. Bei Verwendung von gipshaltigem Wasser wird der Schlamm vom Gips durchsetzt, erhärtet und brennt fest. An dieser heißesten Stelle ist die Gefahr der Nesterbildung besonders groß.

2.1.4. Feuerschirm

Fehler beim Einbau

Von der Wölbung eines Feuerschirms (Bild 165) hängt in hohem Maße seine Haltbarkeit ab. Der Radius der Wölbung soll nie größer sein als 1500 mm; wird der Bogen flacher gebaut besteht Einsturzgefahr.

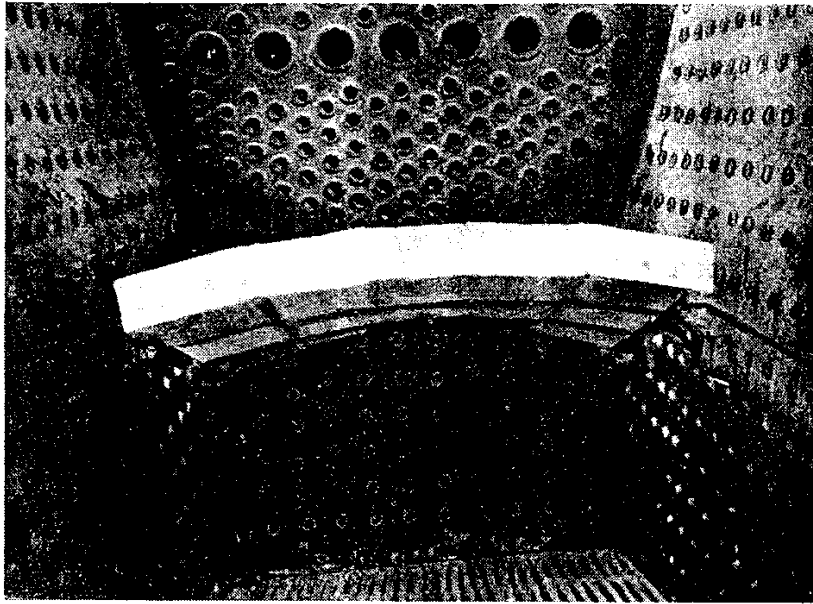


Bild 165. Feuerschirm (Radius zu groß)

Für alle Feuerbüchsen-Größen sollen die entsprechenden Formsteine (Seitensteine, Mittelsteine und Lang-Mittelsteine) vorrätig gehalten werden.

In Ermangelung der vorgeschriebenen Steingrößen müssen aber mitunter andere Steine verwendet werden. Die Verjüngerung der sich berührenden Seitenflächen der Steine, die in der Regel 5 bis 6 % beträgt, muß nun durch Behauen so hergestellt werden, daß bei gutem Aneinanderpassen der Radius des Bogens nicht größer wird als 1500 mm. Zu starkes Behauen der Steine beeinträchtigt aber die Festigkeit des Bogens sehr stark.

Verwendet man genormte Steine, so brauchen deshalb die sich berührenden Flächen nicht behauen werden; lediglich die an den Feuerbüchsen-Seitenwänden anliegenden Flächen dürfen bearbeitet werden. Die Gewölbefugen zwischen den einzelnen Steinen müssen sehr dünn sein und werden zur festen Verbindung mit hochwertigem, schnell härtendem Spezial-Feuerschirmkitt eingesetzt. Je Feuerschirm rechnet man etwa 25 kg Feuerschirmkitt.

Werden als Feuerschirmtragbolzen Schrauben verwendet, die meist einen geringeren Durchmesser als die Bolzen haben, dann besteht größerer Abbrand und der Feuerschirmträger rutscht ab (Bilder 166 und 167).

Vor Einbau eines neuen Feuerschirms muß der Feuerschirmträger gründlich untersucht werden. Zu starker Abbrand des Trägers ist häufig die Ursache vorzeitigen Einsturzes des Feuerschirms.

Einsturz des Feuerschirms während der Fahrt

Ursachen des Einsturzes

Außer durch gelegentliche Einbaufehler wird der Einsturz eines Feuerschirms häufig durch starken Abbrand der Steine verursacht. Unsachgemäße Handhabung der Schürgeräte trägt oftmals zu diesem Schaden bei.

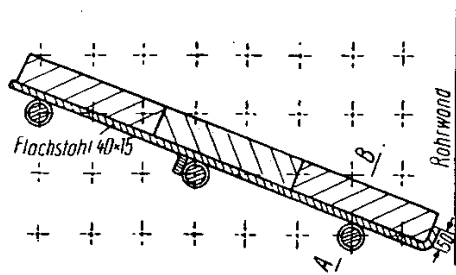


Bild 166.
Auflagerung eines Feuerschirms

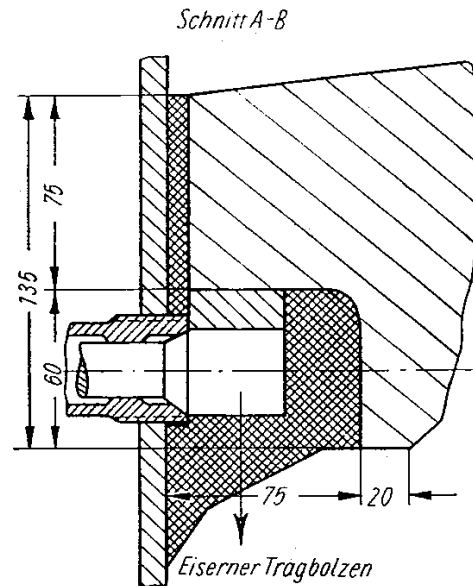


Bild 167.
Feuerschirmbolzen -Schnitt A-B
der Feuerschirmauflagerung-

Hilfsmaßnahmen zur Verhinderung des Liegenbleibens

Fällt ein Feuerschirm während des Betriebes ein, dann ist es wichtig, die Steine von der Rohrwand zu entfernen, um vorn freies Feuer entwickeln zu können. Die Steine sind bis zum Entfernen aus der Feuerbüchse an die Türwand zurückzuziehen. Nach Möglichkeit sind die Steinbrocken durch die Feuertür herauszuholen; größere Stücke bleiben bis zur Beendigung der Fahrt an der Türwand liegen.

Es ist nicht zu empfehlen, Steinbrocken durch den Kipprost in den Aschkasten fallen zu lassen, da sich hierbei die Steine oftmals verkanten und den Kipprost verklemmen, so daß er sich nicht wieder völlig hochdrehen läßt. Ein völliger Ausfall der Lokomotive würde die Folge sein.

Brechen nur einzelne Steinbrocken aus dem Feuerschirm aus, dann verteilt man sie gleichmäßig über den ganzen Rost; keinesfalls dürfen sie jedoch vorn an der Rohrwand liegenbleiben.

Sofort nach Rückkehr zur Heimatdienststelle ist die Lokomotive zum Einbau eines neuen Feuerschirmes kaltzustellen.

Schäden durch Fehlen des Feuerschirms

Bleibt die Lokomotive ohne Feuerschirm im Betrieb, dann werden die vorn erzeugten Heizgase nicht umgelenkt; die Verbrennung bleibt unvollständig, und der Brennstoffverbrauch steigt. Außerdem werden durch die unverbrannten Teile und Teernebel die Rohrwand sowie die Heiz- und Rauchrohre stark verrußt, und der Funkenflug der Lokomotive wird beträchtlich vergrößert.

Da die schützende Strahlungswärme des Feuerschirms fehlt, kann sich während der Abrüstarbeiten auf dem Kanal oder während eines Ruhelagers die Rohrwand stärker abkühlen und Rohrlaufen eintreten.

2.1.5. Sonstige Störungen an der Kesselanlage

Schäden an der Feuertür

Wenn sich während der Fahrt durch den Saugzug der Lokomotive die Feuertür von selbst öffnet, dann kann die Verriegelungsfeder der Sperrvorrichtung gebrochen sein. Die Feder muß durch eine neue im Bahnbetriebswerk ersetzt werden.

Häufig liegt jedoch das selbsttätige Öffnen der Tür nur an einer starken Verschmutzung der Sperrvorrichtung. Wird die aus Ruß, Kohlenstaub und Öl bestehende Schmutzschicht beseitigt, dann kann die Sperrklinke wieder einspringen, und die Tür bleibt geschlossen.

Ist das feuerseitig angebrachte Schutzblech stark abgezehrt oder verzogen, dann wird die Feuertür nicht mehr genügend gegen Abbrand geschützt. Die Tür wird selbst abgezehrt, oder sie verwirft sich und dichtet nicht mehr ab. Dadurch tritt aber ständig kalte Luft in den Feuerraum und beeinträchtigt die Feuerentwicklung; deshalb ist dieser Schaden umgehend durch die Werkstatt zu beseitigen.

Störungen am Kipprost

Die Bolzen der Doppelroststäbe des Kipprostes sollen versplintet sein. Fehlen die Splinte oder sind sie abgezehrt und verlorengegangen, dann können sich die Kipproststäbe verschieben. Beim Herunter- oder Heraufdrehen des Kipprostes entsteht dann ein großer Widerstand, weil die Kipproststäbe an den Roststäben der benachbarten Felder klemmen. Der Kipprost läßt sich entweder gar nicht oder nur sehr schwer herunterdrehen, oder er läßt sich nicht wieder völlig schließen. Es kann sogar vorkommen, daß benachbarte Roststäbe mit angehoben werden.

Die Doppelroststäbe müssen wieder versplintet werden. Oftmals läßt sich der Kipprost nur deshalb sehr schwer bewegen, weil die Spindel verschmutzt oder völlig trocken ist. Sie muß lediglich gereinigt und wieder gut geschmiert werden.

Störungen am Aschkasten

Die Aschkastenspritzvorrichtung muß je nach der Anstrengung der Lokomotive von Zeit zu Zeit in Tätigkeit gesetzt werden. Wird zu selten gespritzt, dann werden die Aschkastenwände und -klappen ausgeglüht, abgezehrt und verbogen.

Dadurch verziehen sich zunächst die vorderen und hinteren Aschkastenklappen sowie die Funkensiebe. Die Folge ist starker Funkenfall aus dem Aschkasten und somit erhöhte Brandgefahr.

Aber auch die Bodenklappen verziehen sich. Sie lassen sich dann nur sehr schwer öffnen oder schließen.

Die Klappen und Siebe müssen sofort im Bw ausgebessert bzw. gerichtet werden.

Versäumt der Heizer das Einspritzen des Aschkastens häufig, dann werden die Abzehrungen und Verbiegungen sämtlicher Aschkastenwände so stark, daß Teil- oder Vollerneuerung des Aschkastens notwendig wird.

Die zur Verbrennung notwendige Luft wird der Feuerbüchse durch die verstellbaren Aschkasten-Luftklappen zugeführt. Die Größe der Luftklappen muß mindestens 15 % der gesamten Rostfläche betragen.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß dieser freie Querschnitt nicht noch stark durch die Siebstäbe beeinträchtigt werden darf. Die Rostfläche einer Lokomotive der BR 52 beträgt 3,9 m²; der freie Querschnitt der Luftklappen durch zu stark ausgeführte oder zu eng gesetzte Siebstäbe wesentlich verringert oder haben Asche, Eis oder Schnee den Querschnitt verkleinert, dann tritt Luftmangel ein.

2.2. Schäden und Störungen an den Speiseeinrichtungen des Lokomotivkessels

Der § 36 Abs. 1a der BO schreibt unter anderem vor: „Dampfessel müssen zwei voneinander unabhängige Speiseeinrichtungen besitzen, von denen jede für sich imstande ist, dem Kessel die erforderliche Wassermenge zuzuführen.“

Aber trotz einwandfreien Arbeitens beider Speiseeinrichtungen bei Übernahme der Lokomotive zu Dienstbeginn können beide Dampfstrahlpumpen bzw. die Dampfstrahlpumpe und die Speisewasserkolbenpumpe versagen.

2.2.1. Versagen der Dampfstrahlpumpe

Saugt eine Dampfstrahlpumpe nicht an, so ist zunächst festzustellen, ob Kesselventil und Tenderabsperrentil sowie das Dampfstellventil geöffnet sind. Sind alle Ventile geöffnet, die Pumpe springt aber trotzdem nicht an, dann kann eine der folgenden Störungen vorliegen.

Störungen am Schlabberventil

Die Feststellvorrichtung des Schlabberventils kann sich durch die Erschütterungen während der Fahrt von selbst setzen, wodurch sich das Schlabberventil schließt. Das Dampf-Luft-Gemisch und das mitgerissene Wasser können nun durch das Schlabberventil und den Überlauf nicht abfließen. Es kann also in der Schlabberkammer kein Unterdruck entstehen, sondern der Druck steigert sich. Der Dampf strömt nur durch die Saugleitung in den Tender oder den Wasserbehälter. Nach Öffnen des Schlabberventils wird die Pumpe sofort wieder anziehen (Bilder 168 und 169). Zieht die Pumpe trotzdem nicht an, dann ist wahrscheinlich das Schlabberventil abgerissen. Die Pumpe fällt während dieser Fahrt aus.

Bei stärkerem Frost können die Wasserschläuche zwischen Lokomotive und Tender und die Saugleitung während der Fahrt oder während eines längeren Aufenthaltes einfrieren. Bei älteren Lokomotiven ist auch das Einfrieren des Gehäuses des Injektors möglich.

Um das Einfrieren zu verhindern, wird das Schlabberventil fest geschlossen und das Anstellventil leicht geöffnet. Der Dampf kann nun in die Saugleitung, die Wasserschläuche und den Tender strömen. Außerdem ist recht häufiges und abwechselndes Anstellen beider Pumpen notwendig. Dadurch wird einmal das Einfrieren verhütet und andererseits auch verhindert, daß durch das Vorwärmen das Tenderwasser zu warm wird. Das Einfrieren der am Langkessel liegenden Speisedruckleitung wird durch diese Maßnahme gleichzeitig unterbunden.

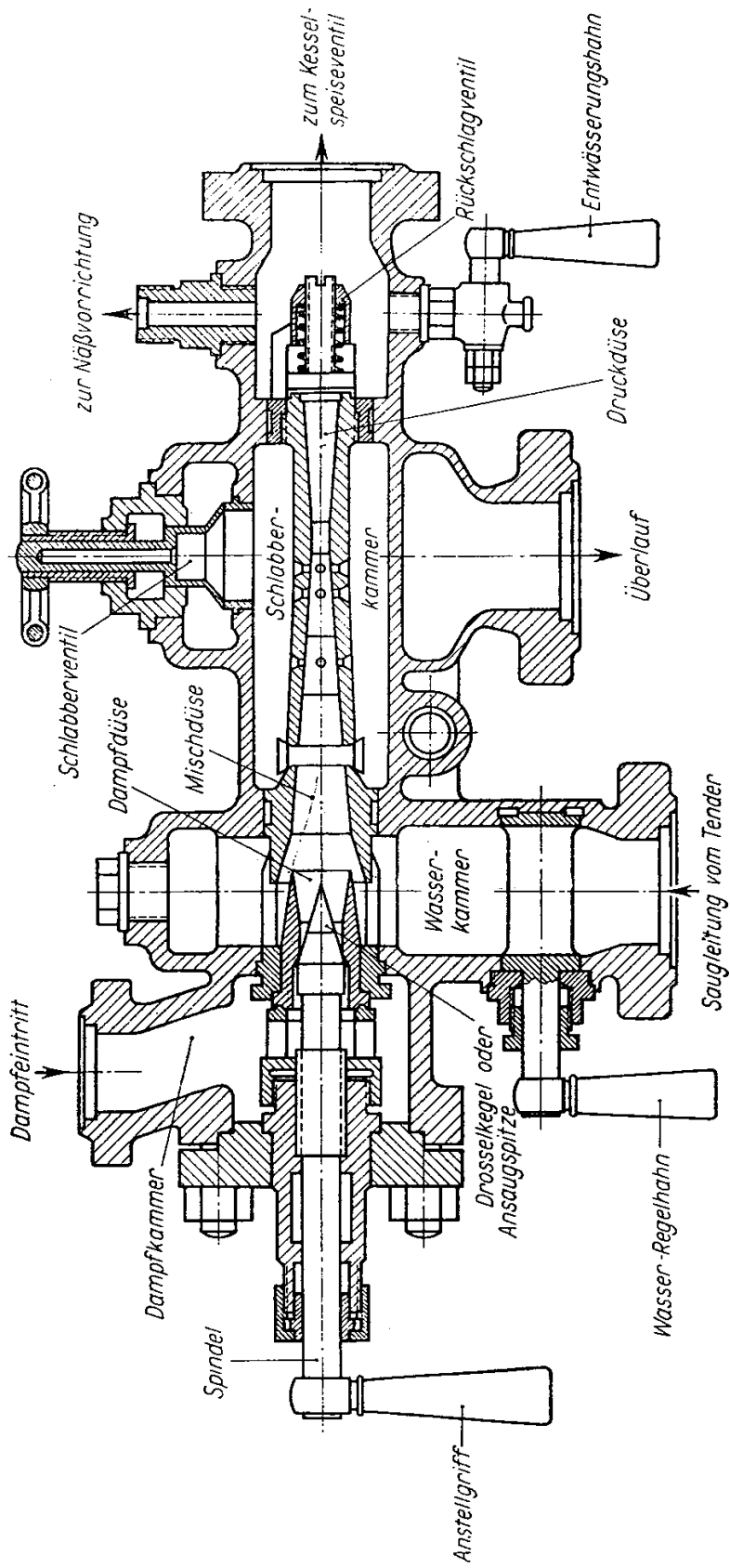


Bild 168. Dampfstrahlpumpe -ältere Bauart-

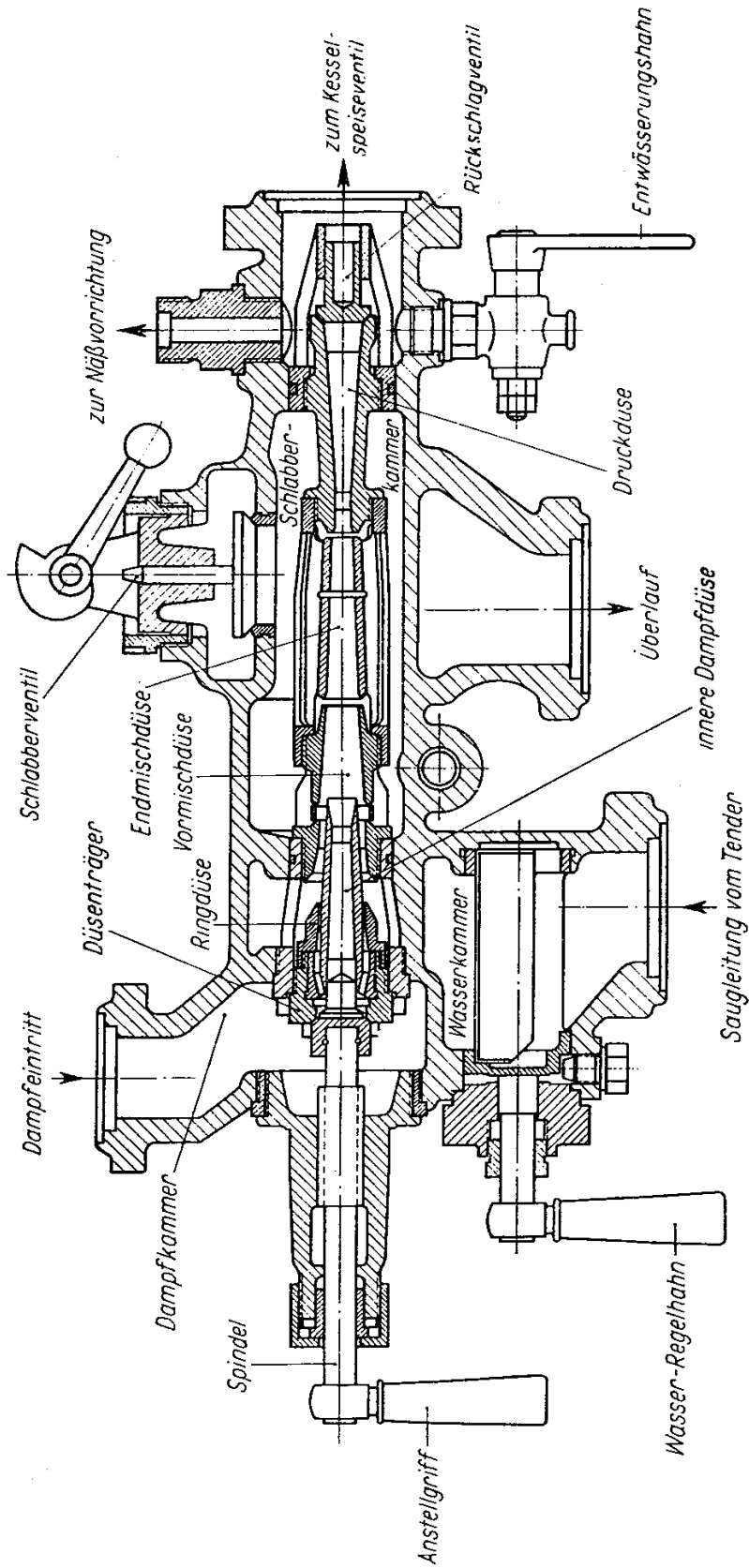


Bild 169. Dampfstrahlpumpe für 180 l/min -neuere Bauart-
Durch Anwendung einer Vormischdüse wird leichtes Anspringen er-
reicht.

Hohe Wassertemperaturen und undichte Ventile

Bis zu einer Wassertemperatur von etwa 40 °C zieht eine Dampfstrahlpumpe noch einwandfrei an. Sind Tenderwasser und Wasserzulaufrohr wärmer, dann saugt die Pumpe schlecht an. Heißes Wasser über 50 °C fördert eine Dampfstrahlpumpe nicht mehr, da es bereits in der Saugleitung verdampft. In diesem Falle ist der Wasservorrat im Tender zu ergänzen, um die Wassertemperatur herabzusetzen.

Sehr häufig ist das Versagen oder schlechte Anziehen der Dampfstrahlpumpe auf undichte Kesselrückschlagventile oder undichtes Anstellventil zurückzuführen. Vom Kesselventil her strömt heißes Kesselwasser oder Dampf in die Speisedruckleitung und übt auf das Pumpenrückschlagventil einen starken Gegendruck aus. Außerdem wird die Pumpe stark erwärmt.

Behebung der Störungen

Kesselventil und Anstellventil werden geschlossen und Kohlenspritzhahn sowie Aschkasten- oder Rauchkammerspritzvorrichtung geöffnet, um die Speiseleitung drucklos zu machen. Die Pumpe wird durch Übergießen mit kaltem Wasser abgekühlt.

Ist auch das Pumpenrückschlagventil undicht, dann tritt bei nicht arbeitender Pumpe dauernd Dampf oder Wasser aus dem Schlabberventil aus.

Auch hierbei sind zur Entleerung der Speisedruckleitung die Rauchkammer- und Aschkastenspritzvorrichtung zu öffnen. Ist die Undichtigkeit des Kesselrückschlagventils stärker, so daß sich die ganze Pumpe stark erwärmt hat, dann empfiehlt es sich, das Kesselabsperrventil eine Zeitlang zu schließen. Hat sich die Pumpe genügend abgekühlt, dann wird das Kesselventil wieder geöffnet und die Pumpe erneut angestellt.

Zieht die Pumpe auch jetzt noch nicht an, so hat sich evtl. ein Fremdkörper unter das Kesselrückschlagventil gesetzt. Das Kesselabsperrventil wird nochmals geschlossen, der Feuerlöschstutzen geöffnet und die Pumpe angestellt, um den Fremdkörper ins Freie zu spülen.

Ist die Pumpe auch dann noch nicht zum Ziehen zu bringen, dann muß das Kesselventil geschlossen und die Fahrt nur mit der zweiten Speiseeinrichtung fortgesetzt werden. Im Bw muß dann das Kesselrückschlagventil nachgesehen werden.

Hat sich das Kesselventil nur aufgehängt oder festgesetzt, so genügen meist einige Schläge auf das Ventilgehäuse, um das Rückschlagventil wieder zu lösen.

Versagen des Pumpenanstellventils und Behebung des Schadens

Versagt das Pumpenanstellventil, dann liegt es häufig daran, daß die Befestigungsklammer des Drosselkegels oder der Ansaugspitze gebrochen ist und der Kegel somit dem Dampf nicht den Weg zur Dampfduüse freigibt. Die Befestigungsklammer ist lediglich ein u-förmig gebogenes Stück 4 mm starken Kupferdrahtes. Bei diesem Schaden kann sich das Lokomotivpersonal ebenfalls selbst helfen.

Hierzu sind zunächst das Dampfabsperrventil zur Dampfstrahlpumpe und das Kesselabsperrventil zu schließen. Um die Druckleitung zu entleeren, müssen der Feuerlöschstutzen und die Entwässerungshähne geöffnet werden (Unfallgefahr). Um auch etwa-

igen Druck aus dem Pumpengehäuse zu entfernen, muß das Schlabberventil geöffnet sein. Nun löst man den vorderen Flansch und zieht die Spindel heraus. Aus einem passenden Stück Draht wird eine neue Befestigungsklammer gebogen und die Ansaugspitze wieder befestigt.

Sind Ansaugspitze und Dampfanstellventil undicht, dann erwärmt sich die Pumpe ebenfalls stark. Sie zieht jetzt nicht sofort an. Man läßt sie 1 bis 2 Minuten saugen, tritt keine genügende Abkühlung ein, dann stellt man ab und wiederholt den Vorgang nach einigen Minuten nochmals. Wenn die Pumpe auch dann noch versagt, muß das Pumpengehäuse wieder von außen abgekühlt werden.

Sonstige Störungen, die zum Versagen der Dampfstrahlpumpe führen

Außer den vorstehenden Unregelmäßigkeiten kann noch eine Reihe von Störungen zum Versagen der Dampfstrahlpumpe führen.

Anschluß der Saugleitung undicht

Wenn der Anschluß der Saugleitung undicht ist, zieht die Pumpe Luft, sie kann nicht ansaugen. Ist durch Nachziehen des Flansches keine Besserung zu erzielen, muß eine neue Klingeritdichtung eingelegt werden.

Bei wenigen Lokomotivgattungen liegt die eine Dampfstrahlpumpe so ungünstig, daß der Flansch ohne Beeinträchtigung der Fahrt und ohne Gefahr der Verbrennung nicht gelöst werden kann. In diesen Fällen müßte die Abdichtung auf dem Wendebahnbetriebswerk oder nach Rückkehr im Heimatbahnbetriebswerk vorgenommen werden. Diese Pumpe würde also für den Rest der Fahrt ausfallen. Die Fahrt kann natürlich fortgesetzt werden, wenn die zweite Speiseeinrichtung noch einwandfrei arbeitet. Die Förderung der zweiten Pumpe ist nun aber dauernd zu beobachten.

Rückschlagventil der Dampfstrahlpumpe gebrochen

Ist das Rückschlagventil der Dampfstrahlpumpe gebrochen, so wird der Schaft des Ventils bis zum Kesselrückschlagventil mitgerissen und setzt sich zwischen dessen Ventil und Sitz. Der Kesseldruck lastet auf der Druckleitung und der Dampfstrahlpumpe. Da das Pumpenrückschlagventil fehlt, kommt das heiße Kesselwasser bis zur Schlabberkammer. Die Pumpe fällt für diese Fahrt aus. Das Kesselabsperrventil und das Dampfanstellventil für die Dampfstrahlpumpe sind zu schließen.

Düsendichtungen schadhafte

Ungenügende Fördermengen oder auch völliges Versagen der Dampfstrahlpumpe können eintreten, wenn die Abdichtungen der Düse schadhafte sind.

Ist die Dichtung des Düsenträgers undicht (Bilder 168 und 169), so wird die Wasserkammer vorgewärmt. Es entsteht dann beim Speisevorgang kein oder nur ein ungenügendes Vakuum in der Wasserkammer.

Bei Schadhafwerden der Dichtung zwischen Wasserkammer und Schlabberkammer wird die Bildung eines Vakuums in der Schlabberkammer beeinträchtigt. Hat die Pumpe doch noch angesaugt,

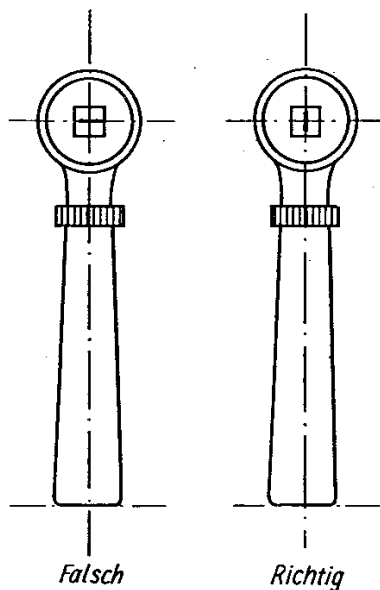


Bild 170. Wasserregelhahn

dann treten Luft oder Dampf aus der Schlabberkammer über die undichte Dichtung in die Wasserkammer, heben das erzeugte Vakuum wieder auf, und die Pumpe reißt wieder ab.

Schließlich kann auch die Dichtung zwischen Schlabberkammer und Druckkammer undicht sein. Über diese Undichtigkeit tritt dann der Druck von der Druckkammer in die Schlabberkammer zurück, und die Förderung der Pumpe läßt stark nach oder versagt überhaupt völlig.

Diese Schäden können nur durch die Werkstatt beseitigt werden. Es müssen der Gehäusedeckel gelöst, der Düsenstock mit dem Düsenzieher herausgenommen und die Dichtungen (Hanffaden) und Packungen zwischen Düsenstock und Gehäuse erneuert werden.

Wasserregelhahn falsch aufgesetzt

Ein falsch aufgesetzter Handgriff des Wasserregelhahnes kann zum scheinbaren Versagen der Dampfstrahlpumpe führen. Ist der Wasserhahngriff falsch aufgesetzt, so daß die Stellung des Hahnes nicht mit der Stellung des Griffes übereinstimmt, dann wird die Pumpe bei anscheinend geöffnetem Wasserregelhahn nicht anziehen (Bild 170).

Zieht eine Pumpe überhaupt nicht an, so ist zunächst festzustellen, ob der Richtungs-Meißelhub auf dem Vierkant des Wasserregelhahnes mit der Richtung des Handgriffes übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall, wird der Wasserhahn in der Stellung „völlig geöffnet“ in Wirklichkeit geschlossen sein.

Tenderabsperrrventil verursacht Störungen des Speisevorganges

Die Hauptursache des Versagens der Dampfstrahlpumpe dürfte aber beim Tenderabsperrrventil zu suchen sein.

Sobald eine Querschnittsverkleinerung am Tenderabsperrrventil vorliegt, versagt die Dampfstrahlpumpe oder fördert nur unzureichende Wassermengen.

Ein verschmutztes Schutzsieb am Tenderventil kann den Wasserdurchfluß derartig stark drosseln, daß ein Ansaugen unmöglich wird.

Ist der Hub des Ventils zu gering, wird die Förderleistung der

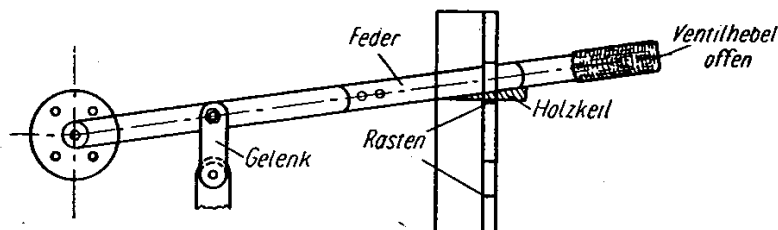


Bild 171. Ventilhebel des Tenderabsperrentils mit behelfsmäßig vergrößertem Hub

Pumpe so stark herabgesetzt, daß sie der verbrauchten Wassermenge keineswegs entspricht. Oftmals springt die Pumpe dann überhaupt ab. Als Notbehelf kann während der Fahrt der Ventilhub in solchem Falle auf folgende Weise um eine Kleinigkeit vergrößert werden (Bild 171):

Zwischen den Ventilhebel (1) in geöffneter Stellung und die obere Raste (3) wird ein Holzkeil geklemmt, so daß die Feder (2) nicht auf der Raste aufliegt, sondern etwa 6 bis 7 mm höher kommt.

Wenn das Absperrventil abgerissen ist, wird der Ventilkegel durch das Tenderwasser auf seinen Sitz gedrückt, und es kann nun natürlich von außen weder bewegt noch geöffnet werden.

Das Tenderwasser muß abgelassen und das Absperrventil untersucht werden. Die Hubstange des Ventils kann durchgerostet und abgebrochen sein, oder der Verbindungsbolzen zwischen Ventilkegel und Hubstange hat sich gelöst. Der letztere Schaden wurde oftmals vom Personal im Wendebahnbetriebswerk selbst behoben, so daß die Lokomotive ihre Gegenleistung ohne Störung wieder übernehmen konnte. Bei durchgezehrter oder durchgebrochener Hubstange ist eine zeitraubende Auswechselarbeit, verbunden mit Schweißarbeiten erforderlich.

Im Winter kann der Wassereinlaufdeckel auf dem Tender anfrieren. Während der Fahrt spritzt das Wasser gegen den Deckel und verdichtet die Eisschicht, so daß der Tender luftdicht abgeschlossen ist. Durch die Wasserentnahme beim Speisen entsteht dann im Tender über der Wasseroberfläche ein Vakuum, und die Pumpe saugt nicht mehr.

Im Winter ist deshalb zwischen Einlaufdeckel und Tenderöffnung ein schmaler Holzkeil zu legen, der das Anfrieren verhindert.

2.2.2. Versagen der Speisewasserkolbenpumpe

Die Speisewasservorwärmerspumpen können während der Fahrt aus verschiedenen Ursachen versagen. Als Folge des Versagens wird die Pumpe entweder bei hoher Hubzahl nur wenig Wasser fördern, oder sie versagt den Dienst überhaupt.

Knorr-Speisepumpen

Die Speisepumpe schafft kein Wasser

Schafft die Pumpe kein oder nur wenig Wasser, dann kann die Dichtung zwischen dem Saug- und Druckkanal an der Verbindung zwischen Pumpengehäuse und dem Ventilgehäuse undicht geworden sein (Bild 172).

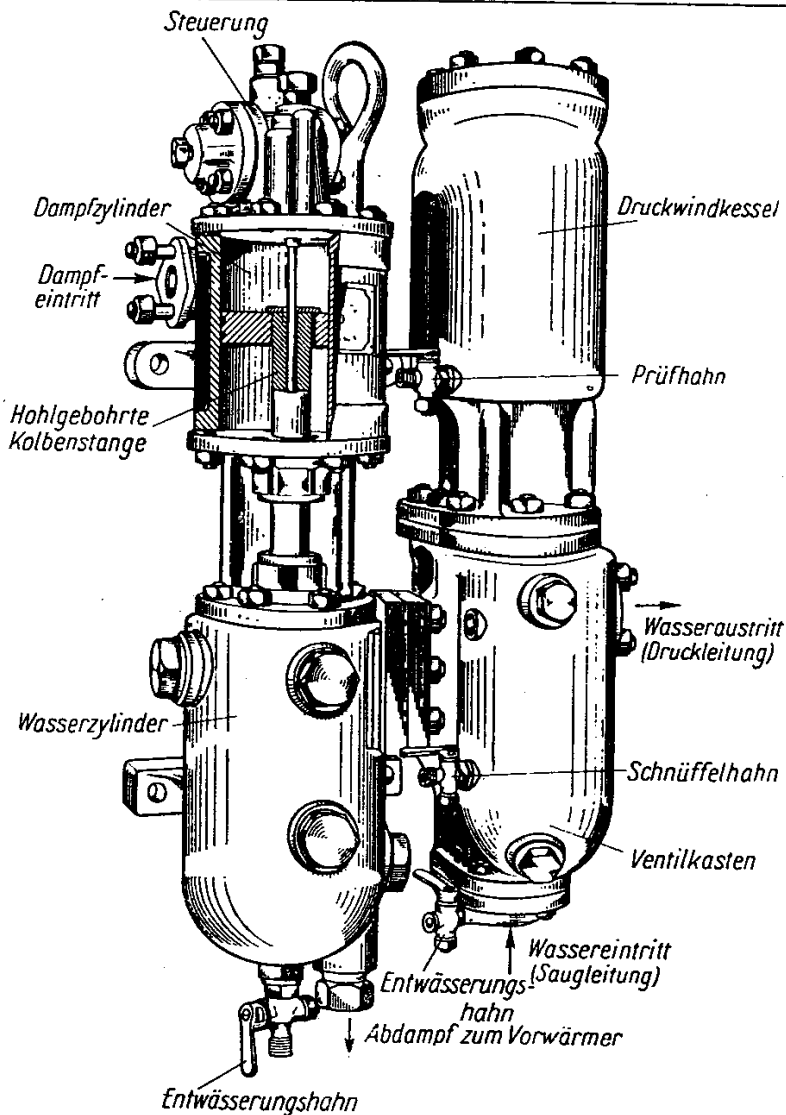


Bild 172. Knorr-Speisewasservorwärmerpumpe

Der Schaden ist am stoßweisen Austreten des Wassers aus der Kontrollnut, die zwischen Ventilgehäuse und Pumpe vorgesehen ist, zu erkennen. Der Schaden wird nur durch Erneuerung der Dichtung behoben. Durch Verstopfen der Kontrollnut läßt sich der Schaden nicht beheben; das Verstopfen ist sogar untersagt, weil dann die Werkstatt die Ursache der mangelhaften Leistung der Pumpe nicht erkennen kann.

Ist die Dichtung einwandfrei, dann kann auch die Scheidewand zwischen den Kammern, durch Frostschäden gerissen sein. Gegebenenfalls ist auch der Wasserkolben lose, oder die Hartgummiringe sind stark abgenutzt oder gebrochen. Schadhafte oder abgenutzte Hartgummiringe sind im Bahnbetriebswerk auszuwechseln. Zum Sichern der Muttern des Wasserkolbens sind stets nur nicht-rostende Splinte (Messing) zu verwenden.

Wenn der Dampfkolben abgerissen ist, muß die Pumpe im Bahnbetriebswerk ausgewechselt werden.

Die Speisepumpe läuft leer

Läuft die Pumpe leer, dann ist das Kesselventil stark undicht,

und die Saugventile und alle wasserführenden Teile der Pumpe stehen unter Dampf. Zur Abhilfe schließt man das Kesselventil und läßt den Dampf ab.

Wenn sich im Windkessel der Pumpe Dampf befindet, dann wird sie abgestellt, das Kesselventil ebenfalls geschlossen und der Prüfhahn am Druckwindkessel sowie der Schnüffelhahn am Saugraum des Ventilkastens geöffnet. Außerdem wird der durch die Aschkasten- oder Rauchkammerspritzvorrichtung und zur Kontrolle auch durch den Kohlenspritzschlauch abgelassen.

Dann wird die Pumpe wieder langsam angestellt. Tritt jetzt Wasser aus dem Kohlenpritzschlauch, dann hat die Pumpe angesaugt. Das Kesselventil ist wieder zu öffnen und die Spritzvorrichtung abzusperrern. Tritt aus dem Prüfhahn am Windkessel abwechselnd Wasser und Luft aus, so müssen auch Prüfhahn und Schnüffelhahn wieder abgesperrt werden.

Wenn die Stopfbuchsen zu stark angezogen sind, heult die Pumpe. Die Stopfbuchse muß gelockert oder am besten frisch verpackt werden. Die Stopfbuchsen dürfen nur mit dem Hakenschlüssel - nicht mit Hammer und Meißel - nachgezogen werden.

Die Speisepumpe bleibt leer

Sollte die Pumpe stehenbleiben, dann sind die Ringe des Hilfschiebers gebrochen, oder der Hilfsschieber hat sich festgesetzt und steuert nicht nach unten. Dadurch gibt er dem Frischdampf die Bohrung zum Umsteuern des Hauptschiebers nicht frei. Haupt- und Hilfsschieber sind auszubauen, zu reinigen und neue Dichtungsringe einzupassen.

Häufig liegt das plötzliche Stehenbleiben der Pumpen am Ölman- gel. Bei den älteren Pumpen ist deshalb mit der Handölpumpe nachzuölen, bei den übrigen Speisepumpen muß bei abgestellter Pumpe die DK-Schmierpumpe von Hand durchgekurbelt werden. Die Prüfstutzen der Ölsperre sind zu öffnen, bis Öl austritt; dann werden bei wieder geschlossenem Prüfstutzen noch 5 bis 6 Umdrehungen gemacht und die Speisepumpe vorsichtig angelassen. Sobald das Kondenswasser abgelaufen ist, muß die Schmierpumpe nochmals etwa 20 Umdrehungen durchgekurbelt werden. Unterläßt man das nachträgliche Durchkurbeln, so tritt Ölman- gel ein, und die Steuerungsteile werden beschädigt.

Die Speisepumpe bleibt zeitweise stehen oder springt nicht bzw. ruckweise an

Bleibt die Pumpe zeitweise stehen oder heult durch, so haben sich die Ringe des Hauptschiebers festgesetzt. Der Dampf strömt dann über die Ringe nach dem Auspuffraum, ohne den Hauptschieber umzusteuern. Durch Gratbildung wird das Festsitzen der Ringe begünstigt. Nach längerer Betriebszeit der Pumpe kann auch die Schieberbuchse ausgelaufen sein.

Läuft die Pumpe überhaupt nicht an, dann sind die Ringe von der Steuerkammer zur Ausströmung stark undicht. Dadurch tritt am großen Kolben Druckgleichheit ein. Die äußere Seite des kleinen Kolbens, die drucklos sein sollte, steht unter Druck und verhindert das Anspringen der Pumpe. Springt die Pumpe beim Anlassen ruckweise an und bleibt dann stehen, so ist die kleine Bohrung verstopft, die nach der Steuerkammer führt und die Kammer verbindet. Durch das Überreißen von Wasser kann sich Kesselstein in dieser kleinen Bohrung festgesetzt haben.

Schlägt die Pumpe beim Anlassen hart, dann ist der Windkessel nicht aufgefüllt. Der Windkessel hat die Aufgabe, die Schläge in der Druckleitung zu mildern. Er muß nach Ingangsetzen der Speisepumpe zum Teil mit Luft gefüllt sein.

Das unter Druck stehende Wasser nimmt allmählich die Luft auf, so daß das Luftpolster von Zeit zu Zeit erneuert werden muß. Geschieht dies nicht, so strömt das Wasser ruckartig mit jedem Kolbenhub in die Speiseleitung; danach setzen sich jedesmal schlagartig das Kesselrückschlagventil und die Pumpendruckventile.

Der Windkessel hat einen Prüfhahn (Bild 172), aus dem in geöffnetem Zustande abwechselnd Luft oder Wasser heraustreten muß. Tritt nur Wasser aus, dann ist das Luftpolster im Windkessel aufgebraucht, und der untere Schnüffelhahn am Saugraum des Ventilkastens muß geöffnet werden, um die Luft im Windkessel zu ersetzen. Durch dieses Luftpolster wird die Wasserbewegung wieder reguliert, und die Pumpe arbeitet ruhig.

Die Speisepumpe läuft hart, heult durch oder arbeitet ungleichmäßig

Läuft die Pumpe hart, schafft aber kein Wasser, dann ist das Tendentil abgesperrt oder abgerissen oder verstopft. Es kann auch das Gestänge zum Tendentil ausgehakt oder der Splint am Bolzen des Absperrventils abgeschert sein. Der Wasserkolben zieht dann statt Wasser nur Luft.

Läuft die Pumpe nicht an, heult aber wieder durch, dann wird der Schleppechieber abgehoben, weil der Bolzen des Schleppechiebers ausgearbeitet oder abgerissen ist, oder das Verbindungsstück am Ausströmrohr von der Luftpumpe oder das Dreiwegestück falsch angeschlossen sind. Es kann sich auch durch zu schnelles Aufreißen des Anstellventils die Umsteuerstange ausgehängt haben oder verbogen worden oder abgerissen sein. Schließlich kann noch der Ventilkegel am Anstellventil lose sein, so daß die Pumpe keinen Dampf erhält.

Baut man den Deckel der großen Hauptsteuerkammer ab, schraubt einen Stab oder Drahtstift in den Hauptsteuerschieber und versucht vergeblich diesen zu bewegen, dann sind die Ringe des Stufenkolbens gebrochen. Läßt sich der Hauptsteuerschieber bewegen, und die Pumpe läuft dabei an, dann ist die Umsteuerstange verbogen oder abgerissen. Sie muß ersetzt werden.

Hat sich die Feststellschraube am Bügel der Saug- oder Druckventile gelöst, dann arbeitet die Pumpe ungleichmäßig. Falls die Federn am Saugventil erlahmt oder gebrochen oder die Spannbügel der Ventile überhaupt umgefallen sind, so schließen die Ventile nicht, und das Wasser schlägt zurück. Ungleichmäßiges Arbeiten der Pumpe und stark verminderte Förderleistung sind die Folge.

Verbund-Speisepumpe KP 4

Ab den fünfziger Jahren wurde vielfach die Verbund-Speisepumpe KP 4 angebaut (Bild 173). Sie wird wegen ihres äußeren Aufbaues häufig mit der Tolkien-Speisepumpe verwechselt.

Bei dieser KP 4-Speisepumpe besteht die Ventilversicherung nicht aus Muttern und Splint, sondern aus einem geteilten Scheiberring. Wurden die Ventile ausgebaut, so ist darauf zu achten, daß beim Wiedereinbau die Scheibensicherung in die Nut der

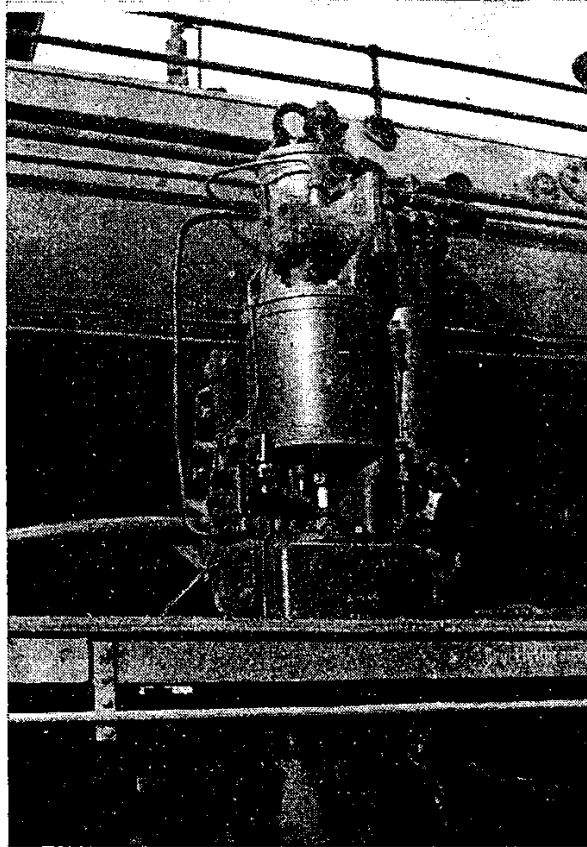


Bild 173.
Verbund-Speisepumpe KP 4

Ventilstange eingreift. Die Saug- und Druckventile können mit denen der Tolkienpumpe ausgetauscht werden.

Die ursprünglich eingebauten Lenkfederventile haben keine Hubbegrenzung. Außerdem unterliegen die Federwindungen einem starken Verschleiß. Aus diesen Gründen werden z.B. bei Vollaufarbeitung der Pumpe die Lenkfederventile durch normale Ventile der Knorr-Tolkien-Speisepumpe ersetzt.

Muß der Hauptsteuerkolben der KP 4 ausgebaut werden, so muß er nach rechts herausgenommen werden, während bei der Knorr-Tolkien-Speisepumpe der Ausbau nach links geschieht.

Bei sonstigen Störungen während des Betriebes gelten dieselben Verhaltensmaßregeln wie bei der Tolkien-Speisepumpe.

Die Knorr-Kesselspeise-Verbundpumpe mit Tolkien-Steuerung

Die Teile, die im Betriebe am häufigsten Anlaß zu Störungen geben, nämlich die Vorsteuerung mit Umsteuerstange oder Stoßstange, sind bei der Knorr-Tolkien-Speisepumpe in Wegfall gekommen. Diese Pumpe wird allein durch den Arbeitsdampf gesteuert. Auch der Wasserteil ist bei dieser Pumpe geändert worden, die Saug- und Druckventile wurden, leicht zugänglich, rechts und links am Wasserzylinder angebracht. Der Windkessel ist in Wegfall gekommen und wurde durch einen Stoßdämpfer ersetzt. Das umständliche, dauernde Ersetzen der Luft im Druckwindkessel wird dadurch überflüssig.

Im Laufe der Zeit haben sich auch bei der Tolkienpumpe verschiedene Störungsmöglichkeiten herausgestellt. Auch hierbei kann aus der Art der Störung auf die Ursache geschlossen werden.

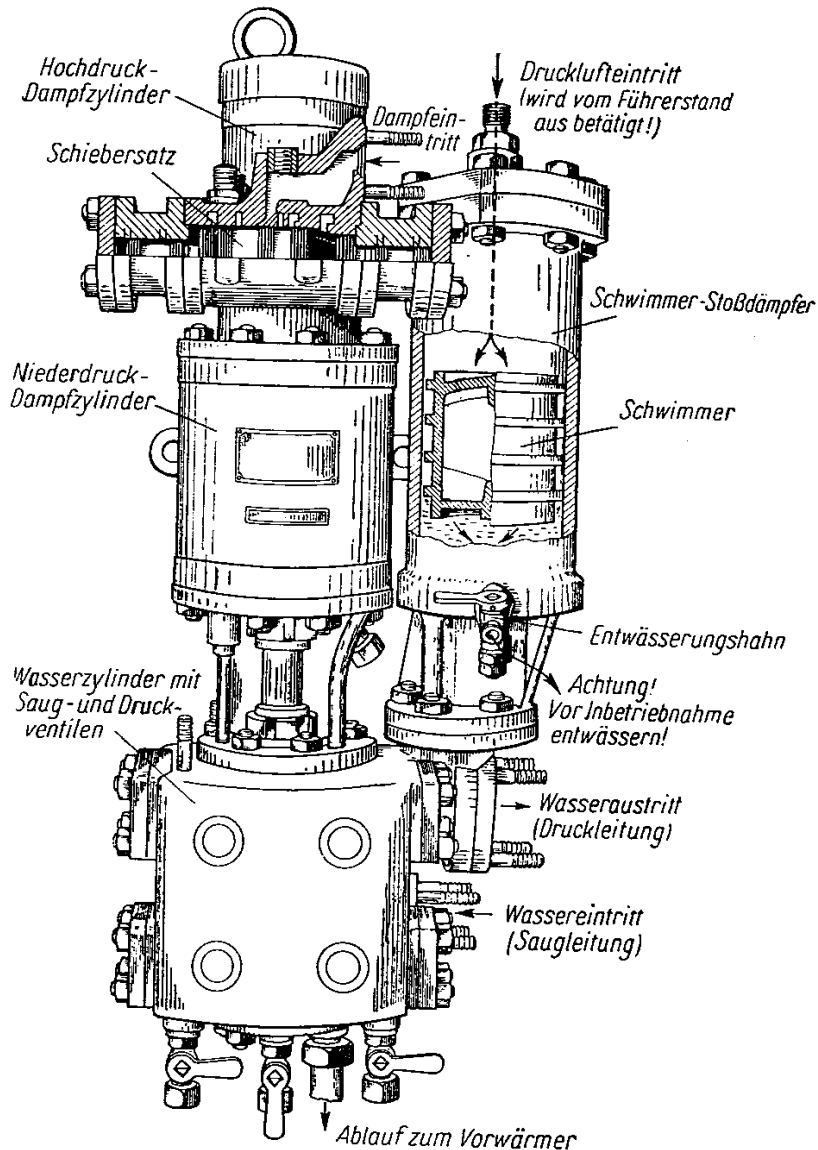


Bild 174. Knorr-Kesselspeise-Verbundpumpe mit Tolkien-Steuerung

Im folgenden wird eine kurze Übersicht über die Störungen und deren Ursachen bei der Tolkien-Speisepumpe gegeben (Bild 174).

Die Pumpe bleibt stehen

Die Ringe von der Steuerkammer zur Ausströmung sind stark undicht, so daß eine Überströmung stattfindet. Liegt eine geringe Undichtigkeit vor, dann läßt sich die Pumpe nicht langsam einstellen, sie würde dabei sofort stehen bleiben.

Die mittleren Ringe der beiden Ringräume vom Hochdruck- zum Verbinderdampf sind undicht. Es tritt dann in der Totpunktstellung des Kolbensatzes Druckgleichheit ein, und die Pumpe bleibt stehen.

Die Mutter des Wasserkolbens hat sich gelöst. Dadurch erreicht der Kolbensatz die Endstellung nicht, und der Dampf kann nicht zur Steuerkammer übertreten.

Der Abstand vom Haupt- zum Hilfsschieber ist zu groß oder zu klein; er muß 16,5 mm betragen.

Die Pumpe hat auffallend lange obere Hubpause

Die Hartmetall-Packung zwischen Hoch- und Niederdruck-Zylinder ist undicht.

Die Pumpe läßt an Hubzahl nach und klopft bei langsamer Einstellung, oder sie bleibt stehen

Es liegt mangelhafte Ölung vor. Die Ölsperren sind undicht, oder die DK-Pumpe ist zu gering eingestellt. Die Einstellknöpfe der DK-Pumpe müssen für Dampfeintritt auf 8 und für Stopfbuchse auf 2 stehen.

Trotz hoher Hubzahl fördert die Pumpe zuwenig Wasser

Der Wasserkolben ist lose, oder die Kolbenringe sind abgenutzt. Der Kolben muß ausgebaut, untersucht und ggf. wieder befestigt oder neue Ringe müssen eingesetzt werden. Hierbei ist wieder darauf zu achten, daß die Mutter des Wasserkolbens mit nichtrostendem Splint (Messing) gesichert wird.

Die Saug- und Druckventile müssen nachgesehen werden, da sie undicht oder verklemmt sein können oder gebrochene Federn haben.

Am Kondenstopf fließt das Speisewasser ab. Am obersten Wasserkolbenzylinderdeckel (am Verbindungsstück) ist die Dichtung nach dem Heizmantel durchgeplatzt. Es kann auch das Rohrbündel des Vorwärmers schadhaf sein.

Die Pumpe arbeitet leer

Das Kesselventil ist undicht, und die Saugventile stehen unter Dampf. Am Schwimmkolben ist die untere Dichtung schadhaf. Die Saugventile stehen unter dem Druck der Luft, so daß die Pumpe überlüftet wird.

Trotz Belüftung des Stoßdämpfers schlägt die Pumpe stark

Auf dem Dichtring, auf den sich der Schwimmkolben nach der Belüftung aufsetzt, liegen Kesselstein oder Fremdkörper, oder der Dichtring ist beschädigt. Die Luft tritt während des Belüftens über den Schwimmer und den Dichtring in die Speiseleitung und über die Aschkastenspritzvorrichtung ins Freie. Über dem Schwimmer entsteht kein genügendes Luftpolster. Die Pumpe schlägt.

Die Pumpe geht nur noch schleichend

Es ist zunächst zu prüfen, ob das Kesselventil überhaupt geöffnet ist. Das Abdampfrohr kann verstopft sein.

Die Pumpe läuft nur langsam

Die Schieberringe auf einer Seite sind undicht, oder die Trennung vom Ringraum der Einströmung ist stark undicht. Die volle Leistung des Hochdruckkolbens fehlt, und beim Wechseln oder Umsteuern des Hauptschiebers fehlt die volle Leistung des Verbinderdampfes.

Die Mischvorwärmerpumpe VMP 15-20

Die Neubaulokomotiven sind mit Mischvorwärmern ausgerüstet. Hierzu gehört eine besondere Mischvorwärmerpumpe. Sie besteht aus einer Verbunddampfmaschine mit je einem nebeneinander angeordneten Hoch- und Niederdruckdampfzylinder mit einer halb zwangsläufigen gelenk- und gestängelosen Steuerung, ähnlich der P-Steuerung (Petermann-Steuerung) (Bild 175).

Im Hochdruckdampfzylinder (1) arbeitet der Dampf mit Volldruck, während der Niederdruckteil (2) als Expansionsmaschine ausgebildet ist.

Der Niederdruckkolben (4) sitzt mit dem Kaltwasserkolben (7) auf einer gemeinsamen Kolbenstange, während die Heißwasserpumpe (6/8) vom Hochdruckkolben (3) angetrieben wird. Beide Kolbensätze laufen gegenläufig.

Die Kaltwasserpumpe ist mit einem Druckwindkessel (12), die Heißwasserpumpe mit einem Stoßdämpfer (13) ausgerüstet.

Das Tenderwasser wird von der Kaltwasserpumpe angesaugt, in die Mischkammer des Vorwärmers gespritzt und hier durch Vermischung mit Abdampf auf nahezu 100 °C erwärmt. Von einer tiefgelegenen Stelle des drucklosen Mischkastens läuft das vorgewärmte Wasser dem Heißwasserzylinder (6) zu, von dem aus es in den Kessel gedrückt wird.

Die Mischvorwärmerpumpe arbeitet sehr schnell und fördert kein Wasser

1. Läuft die Pumpe leer, dann ist das Tenderabsperrventil geschlossen oder abgerissen, oder der Saugkorb des Tenderabsperrventils ist zugesetzt, so daß die Pumpe kein Wasser ansaugen kann.
2. Häufiger tritt der Fall ein, daß die Federn der Ventile erlahmt oder gebrochen sind. Die Pumpe läuft leer.
3. Fremdkörper oder Kesselstein haben sich zwischen Ventil und Ventilsitz gesetzt.
4. Die Sicherungsmutter eines Ventils hat sich gelöst, weil der Sicherungsstift herausgefallen ist. Dadurch hat das Ventil einen wesentlich größeren Hub, und die Leistung wird verringert.

Auf jeden Fall sind zunächst die Ventile nachzusehen und gegebenenfalls durch neue zu ersetzen bzw. die schadhafte Federn auszuwechseln. Liegt der Fall 4. vor, ist die Sicherungsmutter wieder anzuziehen und ein neuer Sicherungsstift einzusetzen.

Liegt kein Schaden an den Federn vor, ist das Tenderabsperrventil zu untersuchen.

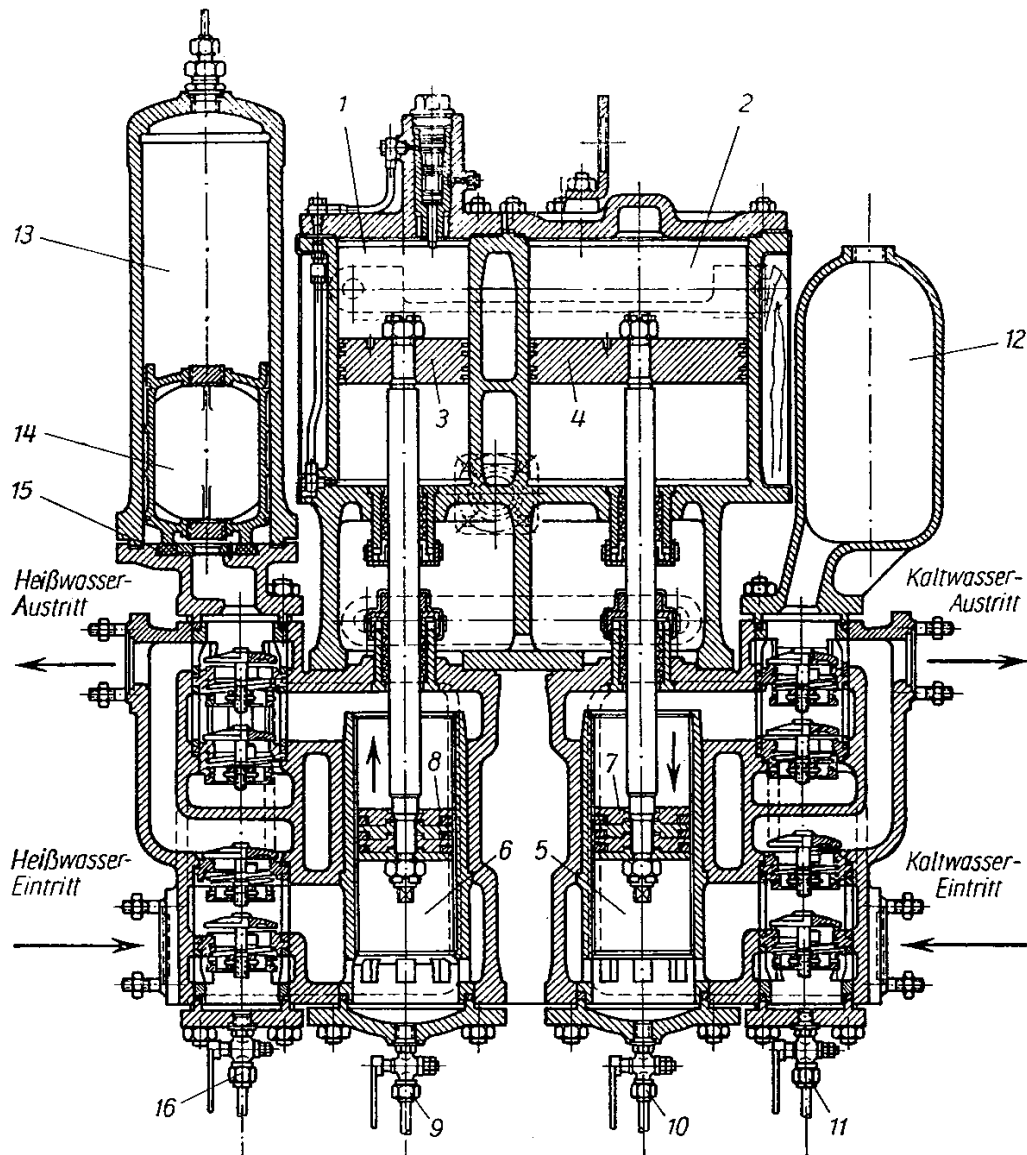


Bild 175. Mischvorwärmepumpe VMP 15-20

- | | |
|---|--|
| 1 Hochdruckdampfzylinder | 10 Entwässerungshahn am Kaltwasserzylinder |
| 2 Niederdruckdampfzylinder | 11 Entwässerungshahn am Kaltwasserventilkasten |
| 3 Hochdruckdampfkolben | 12 Druckwindkessel |
| 4 Niederdruckdampfkolben | 13 Stoßdämpfer |
| 5 Kaltwasserzylinder | 14 Schwimmer |
| 6 Heißwasserzylinder | 15 Dichtring des Stoßdämpfers (durch Druckring gehalten) |
| 7 Kaltwasserkolben | 16 Entwässerungshahn am Heißwasserventilkasten |
| 8 Heißwasserkolben | |
| 9 Entwässerungshahn am Heißwasserzylinder | |

Die Mischvorwärmerspumpe schlägt stark

1. Das Luftpolster im Windkessel des Kaltwasserteils ist aufgebraucht. Die Entwässerungshähne des Kaltwasserzylinders und des Kaltwasser-Ventilkastens sind bei mäßig schnellem Gang der Pumpe zu öffnen. Hierdurch wird Luft angesaugt, die sich im Windkessel sammelt.
Sobald die Pumpe ruhig läuft, werden die Entwässerungsventile wieder geschlossen.
2. Läßt sich das Schlagen der Pumpe durch die Belüftung des Kaltwasser-Windkessels nicht beheben, so liegt die Ursache beim Stoßdämpfer des Heißwasserteils. Durch Kesselstein oder Fremdkörper wurde der Dichtring des Stoßdämpfers beschädigt. Beim Belüften tritt Luft über den Schwimmer und den schadhafte Dichtring in die Speiseleitung. Im Stoßdämpfer entsteht kein genügender hoher Druck, so daß kein stoßmilderndes Luftpolster vorhanden ist.
3. Der Dichtring ist ein Gummiring von trapezförmigem Querschnitt. Er wird von einem Druckring gehalten, der durch 3 Schrauben befestigt ist. Sind die Schrauben abgerostet oder gebrochen, so geht der Druckring verloren. Der Dichtring verschiebt sich und dichtet nicht mehr.
Es tritt die gleiche Störung ein wie unter 2. Der gelöste Druckring sowie die Schrauben können zu Beschädigungen des Schwimmers und der Heißwasserventile führen.
Der Stoßdämpfer ist abzunehmen, Dichtring, Druckring und Schrauben sind zu ersetzen. Gleichzeitig sind der Schwimmer und die oberen Heißwasserventile auf etwaige Beschädigungen zu untersuchen.

Wie ist die ungenügende Belüftung des Stoßdämpfers zu erkennen?

Während des Belüftens verdrängt der Schwimmerkolben das unter ihm befindliche Wasser; es entweicht durch die geöffnete Aschkastenspritze. Sobald sich der Schwimmer auf den Dichtring aufgesetzt hat, muß das Ausfließen von Wasser aufhören. Zum besseren Erkennen können in diesem Falle statt der Aschkastenspritze der Kohlennäßschlauch oder der Entwässerungshahn am Stoßdämpfer geöffnet werden.

Während des Belüftens ist am Belüftungsventil das Rauschen der Luft zu hören. Nach etwa 30 Sekunden, wenn sich der Schwimmer gesetzt hat und im Stoßdämpfer genügend hoher Druck entstanden ist, muß das Rauschen aufhören.

Hören nach etwa 30 Sekunden weder das Ausströmen von Wasser aus der Einspritzeinrichtung oder dem Entwässerungsventil noch das Rauschen der Luft auf, dann ist der Dichtring des Stoßdämpfers undicht oder der Schwimmer beschädigt.

Die Pumpe macht einige ruhige Hübe und beginnt dann wieder zu schlagen

Der Schwimmer hat sich oben am Stoßdämpferdeckel angestaucht. Dabei haben sich die Führungsflügel verbogen oder sind abgebrochen. Der Kolben bleibt in der Hochlage hängen.
Der Stoßdämpfer ist auszuwechseln.

Abgebrochene Teile der Schwimmerführung können auf den unteren Dichtring fallen und diesen beim späteren Belüften beschädigen. Werden beim Anstellen der Pumpe Fehler gemacht, so treten bei der Mischvorwärmerspumpe die gleichen Schäden auf wie bei den anderen Pumpenarten (Abreißen der Wasser- oder Dampfkolben, Brechen des Steuerkolbens, Versagen der Steuerung).

Vorbeugen von Speisepumpenschäden

Behandlung der Pumpen im Bahnbetriebswerk

Um zu jeder Zeit die Leistung einer Speisepumpe beurteilen zu können, ist beim Anbau einer aufgearbeiteten Pumpe die vorgeschriebene Leistungsprüfung auszuführen und die festgestellte Anzahl der Doppelhübe/min zu vermerken. Mindestens vierteljährlich ist die Förderleistung der Pumpe zu prüfen und die benötigte Hubzahl mit der ursprünglichen zu vergleichen.

Benötigt bei einer der Wiederholungsprüfungen die Pumpe zu der gleichen Leistung über 20 % Doppelhübe mehr als ursprünglich, dann sind Steuerung, Ventile und Wasserkolbenringe zu untersuchen. Wird an diesen Teilen kein Schaden festgestellt, so ist die Pumpe auszuwechseln.

Da die Umsteuerung am häufigsten Anlaß zu Störungen gibt, sollen die Steuerkolben aller 4 Wochen ausgebaut, gereinigt, untersucht und neu eingefettet werden.

Die DK-Pumpen sind alle 6 Monate abzubauen und gründlich zu reinigen.

Behandlung der Pumpen im Betrieb

Im Betrieb soll das Speisen des Kessels möglichst nur durch die Kolbenspeisepumpe geschehen. Sie ist so einzustellen, daß sie zu jeder Zeit die der Leistung entsprechende Wassermenge in den Kessel fördert und den Wasserstand immer auf gleicher Höhe hält.

Vor dem Ingangsetzen muß man sich überzeugen, ob Kesselventil und Tenderabsperrentil geöffnet sind. Das Dampfstellventil wird langsam geöffnet, da bei den ersten Hüben zunächst Luft im Windkessel verdichtet wird und die Pumpe gegen geringen Widerstand arbeitet. Schnüffelhahn und Prüfhahn bei Knorr-Speisepumpen sind so lange offenzuhalten, bis aus dem Prüfhahn abwechseln Luft und Wasser austritt.

Vor dem Belüften der Stoßdämpfer der Verbundspeisepumpen ist auf vollen Druck im Hauptluftbehälter zu achten. Während des Belüftens muß die Pumpe stets abgestellt sein, da sonst die Ventile durch den plötzlichen Druck beschädigt würden.

Das Öffnen der Aschkastennäßvorrichtung darf nicht unterlassen werden. Durch das Belüften verdrängt der Schwimmkolben das im Stoßdämpfer befindliche Wasser, drückt es in die Speiseleitung und von hier aus durch die geöffnete Aschkastenspritze ins Freie.

Dann ist die Verbundspeisepumpe langsam anzustellen und nach etwa 3 bis 5 Sekunden das Anstellventil nochmals zu schließen. Das in den Dampfzylindern gebildete Kondensat muß jetzt entweichen.

Obwohl die Ölpumpe (DK- oder Michalkpumpe) vorher durchgekurbelt und die Ölsperren geprüft wurden, muß die Schmierpumpe nochmals mit 20 Umdrehungen durchgekurbelt werden. Da das Kondensat einen Teil des Öles wieder ausgespült hat, würde bei Unterlassung des nachträglichen Durchkurbelns die Steuerung beschädigt.

Dann wird die Pumpe langsam angestellt und allmählich auf volle Hubzahl gebracht.

Sobald der Regler geschlossen wird, ist die Kolbenspeisepumpe auf etwa 4 Doppelhübe pro Minute einzustellen; der Wasserbedarf ist jetzt durch die Dampfstrahlpumpe zu decken.

Um Verstopfungen durch Fremdkörper zu vermeiden, sind die Wassereinlaufdeckel des Tenders nach dem Wassernehmen wieder zu schließen. (Im Winter Holzkeil unterlegen!)

Sind an einer Lokomotive die Kesselrückschlagventile undicht, dann werden nach Dienstschluß die Kessel- sowie Tenderabsperrentventile geschlossen und die Entwässerungshähne der Pumpe und der Speiseleitung geöffnet. Es wird dadurch verhütet, daß sich während des Stillstandes der Lokomotive das Tenderwasser erwärmt.

Wird eine Lokomotive bei Frostgefahr abgestellt, so müssen Vorwärmer und Speisepumpe gründlich entwässert werden. Nach dem Öffnen sämtlicher Entwässerungsventile und dem Schließen des Tenderabsperrent- und Kesselabsperrentventiles muß die Speisepumpe mit hoher Hubzahl so lange laufen, bis an keiner Stelle mehr Wasser austritt.

Bei starkem Frost müssen auch die Dampfzylinder der Pumpen entwässert werden. Hierzu wird die Verschraubung des Abflußrohres gelöst, das Rohr abgezogen und der Kegel des Entwässerungsventils mit einem starken Draht angehoben, bis alles Wasser abgeflossen ist.

Bei der Mischvorwärmerpumpe entwässern sich die Dampfzylinder selbsttätig. Trotzdem kann noch so viel Restwasser im Zylinder verbleiben, daß Frostschäden eintreten können. Deshalb sind bei kalt abgestellter Lokomotive während strengen Frostes nach dem Entwässern die unteren Deckels der Ventilkästen (heiß und kalt) und der beiden Wasserzylinder zu lösen.

Verhalten beim Versagen beider Speisepumpen

Wenn beide Speisevorrichtungen einer Lokomotive versagen, muß der Lokomotivführer versuchen, seinem Wasserstand und den Streckenverhältnissen entsprechend bei stark gedrosselter Leistung den nächsten Bahnhof zu erreichen, um die Strecke nicht zu sperren. Wird keine der Pumpen wieder zum Anziehen gebracht, ist eine Ersatzlokomotive anzufordern. Beginnt der Wasserstand unter NW zu sinken, muß das Feuer vom Rost entfernt werden.

2.2.3. Schadhafwerden der Vorwärmanlage

Die Vorwärmanlage (Bild 176) soll das von der Kolbenspeisepumpe geförderte Wasser auf 80 bis 95 °C vorwärmen. Während des Betriebes ist regelmäßig zu überprüfen, ob die Vorwärmung genügt. Wenn der Kohlenspritzhahn hinter dem Vorwärmer an die Speiseleitung angeschlossen ist, genügt die Überprüfung der Temperatur des austretenden Spritzwassers.

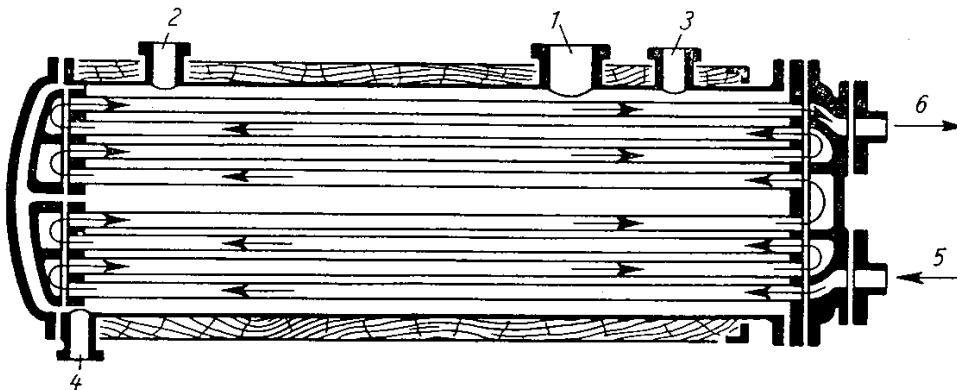


Bild 176. Vorwärmer mit geteilten Rohrwänden

- | | |
|---|--|
| 1 Anschlußstutzen für Maschinen-
abdampf (Mitte) | 4 Anschlußstutzen für
Kondensatabfluß |
| 2 Anschlußstutzen für Pumpenabdampf | 5 Wassereintritt (unten) |
| 3 Anschlußstutzen für Lichtmaschinen-
abdampf (rechts) | 6 Wasseraustritt (oben) |

Die Vorwärmung ist zu gering

Ist vermutlich die Vorwärmung zu gering, wird in den Feuerlöschstutzen ein Vorwärmer-Prüfthermometer eingeschraubt. Bleibt die Wassertemperatur ständig unter 80 °C, muß die lichte Weite der Linse des Stutzens für den Abdampf aus der Ausströmleitung nachgemessen werden.

Diese Linse soll einen lichten Durchmesser von 70 mm, bei den großen Einheitslokomotiven einen solchen von 100 mm haben; dann wird 1/6 bis 1/7 des Abdampfes zum Vorwärmer geleitet. Ist der Querschnitt der Linse kleiner, so tritt weniger Abdampf in den Vorwärmer, und die Vorwärmung wird geringer; ist die Linse jedoch größer, dann kann Dampfangel der Lokomotive eintreten.

Sind die Rippen zwischen den Wasserkammern undicht, dann tritt das Wasser von einer Kammer in die andere, ohne durch die Vorwärmerrohre zu fließen. Das Wasser wird nicht genügend vorgewärmt und fließt fast kalt in den Kessel. Außerdem tritt Wasser in den Dampfraum und von hier aus in das Abflußrohr des Kondensats.

Die Linse am Kondensabflußstutzen muß eine lichte Weite von 55 mm haben. Ist sie kleiner oder durch Verunreinigungen, Kesselstein usw. zugesetzt, so entstehen im Dampfraum des Vorwärmers Stauungen, und der neu hinzugekommene Abdampf kann nicht schnell genug nachfließen. Die Vorwärmung wird ebenfalls geringer.

Wenn die Kolbenspeisepumpe bei schwerem Arbeiten der Lokomotive abgestellt wird, so werden die nur 1,5 mm dicken Messingrohre stark erhitzt. Beim späteren Anstellen der Pumpe kühlen sich die unteren Rohrreihen durch das 15 oder 20 °C warme Speisewasser sofort stark ab, haben das Bestreben, sich aus den Walzstellen herauszuziehen, werden lose, undicht und können sogar aufreißen.

Gleichzeitig kommt aber das Wasser in den heißen Rohren zum Kochen und scheidet Kesselstein ab. Dadurch tritt dann ebenfalls ungenügende Vorwärmung ein.

Ist die Zylinderschmierung zu stark eingestellt, so gelangt gefetteter Abdampf in den Vorwärmer, und auf den Vorwärmerrohren setzt sich eine Ölschicht ab. Die Ölschicht wirkt wiederum isolierend und setzt die Vorwärmertemperatur herab.

Werden die vorstehenden Fehler und Schäden nicht rechtzeitig bemerkt, dann wird ständig mit kaltem Wasser gespeist; die Folge sind undichte Rohre, Stehbolzenbrüche und Materialrisse.

Der Wasserverbrauch ist zu groß

Steigt der Wasserverbrauch einer Lokomotive während der Fahrt stark an, so können Schäden am Kessel oder Undichtigkeiten an der Vorwärmanlage vorhanden sein. Zeigt die Kesselanlage keine Unregelmäßigkeiten, dann ist die Vorwärmanlage zu überprüfen. Zur Vermeidung von Unfällen darf diese Überprüfung nicht während der Fahrt geschehen.

Untersuchung der Vorwärmanlage

Zunächst muß festgestellt werden, ob die Tenderwasserschläuche dicht und die Entwässerungshähne an den Wasserschläuchen der Speisepumpe und am Vorwärmer abgesperrt sind.

Strömt nun beim Speisen ein stärkerer Wasserstrahl aus dem Abflußrohr des Vorwärmers, so können das Rohrbündel stark undicht oder einige Rohre gerissen sein; es kann aber auch der Wasserzylinder der Pumpe beschädigt sein.

Um die genaue Ursache zu finden, darf kein Abdampf in den Heizmantel des Vorwärmers gelangen. Der Regler muß geschlossen sein, die Luftpumpe und erforderlichenfalls die Lichtmaschine werden abgestellt, und die Abdampfleitung der Speisepumpe zum Vorwärmer (siehe Bild 172) wird gelöst, damit auch deren Abdampf nicht in den Vorwärmer gelangt.

Ursachen des hohen Wasserverbrauches

Die Speisepumpe wird nun angestellt. Fließt jetzt Wasser aus dem Kondensabflußrohr des Vorwärmers, dann ist das Rohrbündel an den Einwalzstellen undicht, oder Vorwärmerrohre sind gerissen.

Tritt dagegen Wasser aus der gelösten Abdampfleitung der Speisepumpe, ist der Schaden in der Speisepumpe zu suchen. Entweder ist der Wasserzylinder gerissen, oder zwischen dem Wasserzylinder und dem Pumpenzwischenstück ist der Dichtungsflansch am Abdampfkanal, der zum Heizmantel führt, ausgeblasen. Dadurch dringt das Wasser durch den Heizmantel nach dem Abdampfrohr.

Der schadhafte Vorwärmer bzw. die gerissene Speisepumpe müssen ausgewechselt werden.

Störungen am Mischvorwärmer

Der Mischvorwärmer ist wesentlich unempfindlicher als der Oberflächenvorwärmer. Durch unmittelbare Mischung des Speisewassers mit dem Abdampf werden außerdem das aus dem Abdampf

entstehende Niederschlagswasser und die darin enthaltene Flüssigkeitswärme zurückgewonnen. Er ist also auch viel wirtschaftlicher (Bilder 177 und 178).

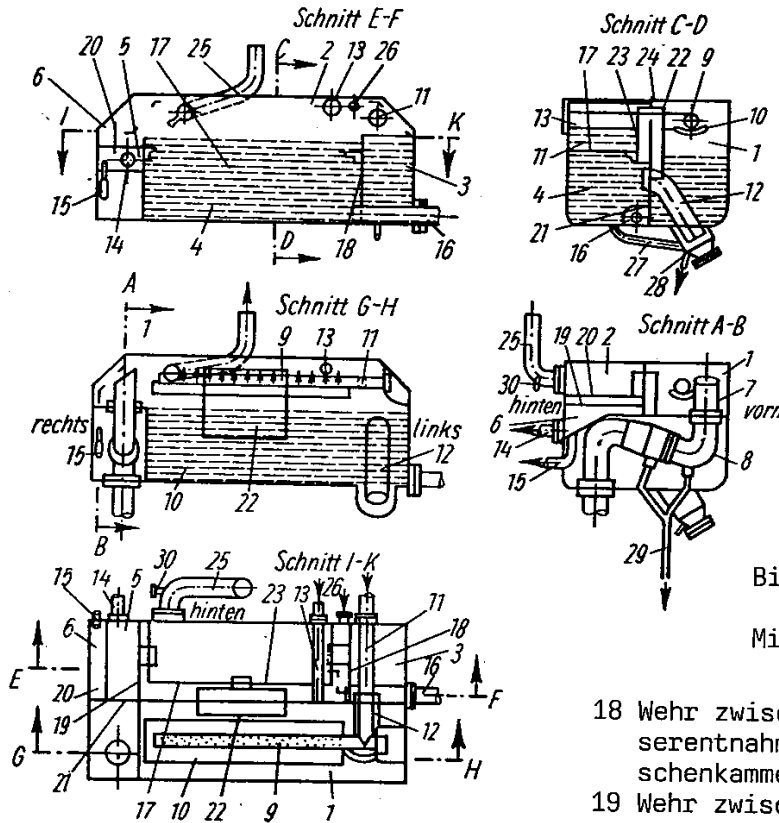


Bild 177.

Mischvorwärmer

- | | |
|---|---|
| 1 Mischkammer (Längsraum I) | 18 Wehr zwischen Heißwasserentnahme- und Zwischenkammer |
| 2 Heißwasserkammer (Längsraum II) | 19 Wehr zwischen Heißwasserentnahme- und Überlaufkammer |
| 3 Zwischenkammer | 20 Begrenzungswand für höchsten Wasserstand |
| 4 Heißwasserentnahmekammer | 21 Längstrennwand |
| 5 Überlaufkammer | 22 Überströmertasche für Überschuldampf in der Mischkammer |
| 6 Überlaufkammer für höchsten Wasserstand | 23 Überströmertasche für Überschuldampf in der Heißwasserkammer |
| 7 Abdampfungszuleitung | 24 Überströmschlitz in Längswand |
| 8 Abdampfungentöler | 25 Rohr für Überschuldampf und Entgasung (Schwadenrohr) |
| 9 Einspritzrohr für Kaltwasser | 26 Anschlußstutzen für Schlammabscheiderentlüftung |
| 10 Einspritzkorb aus gelochtem Blech | 27 Entwässerungsrohr aus der Zwischenkammer |
| 11 Kaltwasserzuleitung | 28 Entwässerungsstutzen |
| 12 Überströmrohr zwischen Raum I und II | 29 Abflußleitung vom Ölabscheider |
| 13 Abdampfungleitung der Lichtmaschine | 30 Stutzen für Entdampfungsleitung |
| 14 Überlaufleitung zum Überlaufmischbehälter | |
| 15 Überlaufleitung für höchsten Wasserstand | |
| 16 Heißwasserfalleitung zum Schlammabscheider | |
| 17 Schwallblech | |

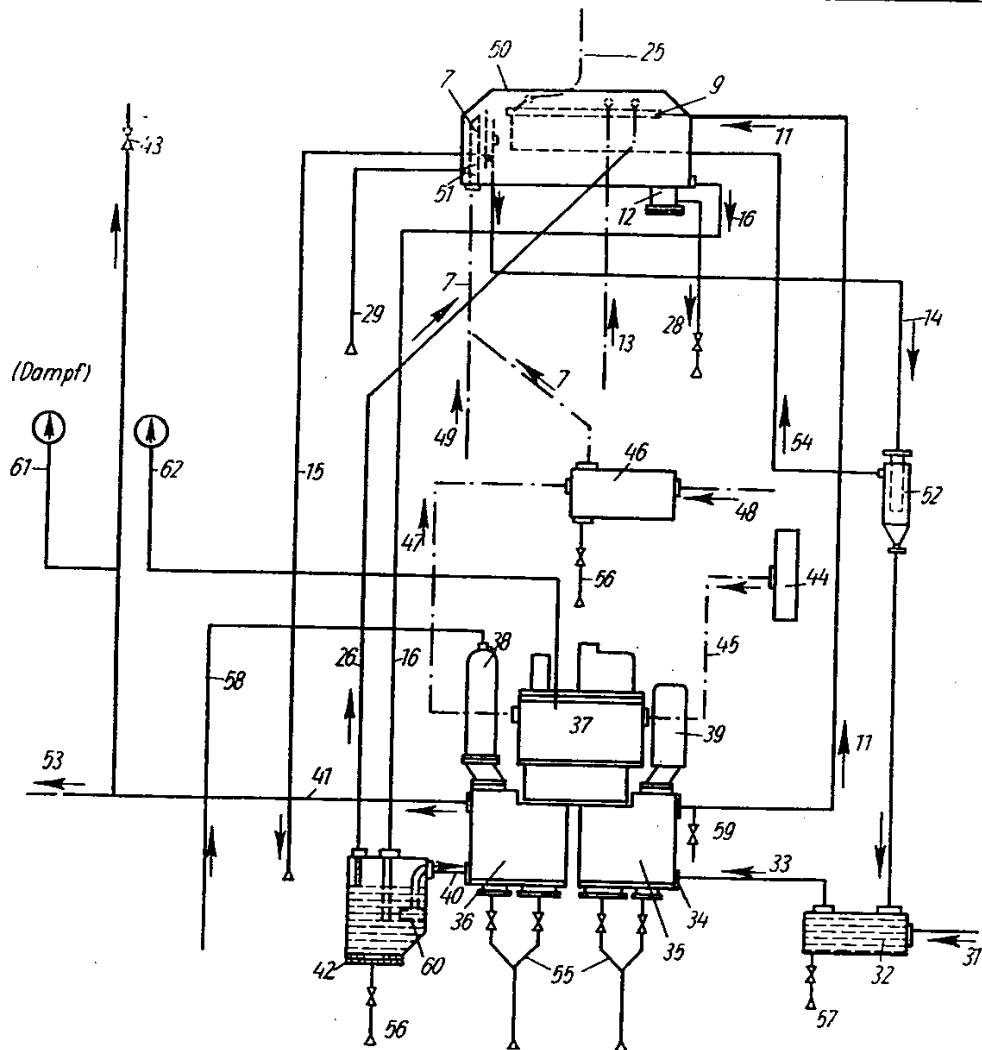


Bild 178. Anordnung der Mischvorwärmanlage

- | | |
|---|---|
| 7 Abdampfleitung zur Mischkammer und Dampfeintrittsrohr | 40 Heißwassereintritt |
| 9 Spritzrohr | 41 Heißwasserdruckleitung |
| 11 Kaltwasserdruckleitung | 42 Schlammabscheider |
| 12 Verbindungsrohr zwischen Raum I u. II | 43 Kesselspeiseventil |
| 13 Abdampfleitung der Lichtmaschine | 44 Dampfnahmestutzen |
| 14 Überlaufleitung zum Überlaufmischbehälter | 45 Dampfleitung zur Pumpe |
| 15 Überlaufleitung zum höchsten Wasserstand | 46 Abdampfsammelbehälter |
| 16 Heißwasserfalleitung zum Schlammabscheider | 47 Abdampf von der Mischpumpe |
| 25 Überschuldampf- und Entgasungsleitung | 48 Abdampf von der Luftpumpe |
| 26 Entlüftung des Heißwasser-Saugwindkessels | 49 Abdampf aus dem Blasrohr |
| 28 Entwässerung am Überströmrohr (s. 12) | 50 Mischvorwärmer |
| 29 Abflußleitung vom Ölabscheider | 51 Ölabscheider (s. 29) |
| 31 Tenderwasserzuleitung | 52 Entdampfer (in der Überlaufleitung) |
| 32 Überlaufmischbehälter (s. 14) | 53 Wasser für Nabeinrichtung |
| 33 Kaltwassersaugleitung | 54 Entdampfungsleitung (s. 25) |
| 34 Kaltwassereintritt | 55 Entwässerung der Mischpumpe |
| 35 Mischpumpe, Kaltwasserteil | 56 Entwässerung des Schlammabscheiders |
| 36 Mischpumpe, Heißwasserteil | 57 Entwässerung des Überlaufmischbehälters |
| 37 Mischpumpe, Dampfteil | 58 Belüftung des Heißwasser-Druckwindkessels |
| 38 Stoßdämpfer | 59 Belüftung des Kaltwasser-Druckwindkessels |
| 39 Druckwindkessel | 60 Heißwasseransaugstutzen |
| | 61 Temperaturanzeiger in der Heißwasserdruckleitung |
| | 62 Druckmesser der Speisepumpe (im Führerhaus) |

Die Vorwärmanlage schafft zuwenig Wasser

Das Verbindungsrohr (12) zwischen Mischkammer (1) und Entgasungskammer (2) hat sich mit Kesselstein und Schlamm zugesetzt. Dadurch gelangt Kesselstein in die Warmwasser-Abflußleitung und setzt sie zu. Der Heißwasserschlammscheider, aus dem die Pumpe das Wasser entnimmt und zum Kessel fördert, erhält zuwenig Wasser.

Das Verbindungsrohr (12) ist mit einem Entwässerungsstutzen (28) versehen, der an der Rauchkammer links außen ein Abschlammentil trägt. Dieses Abschlammentil muß täglich mehrmals geöffnet werden. Wurde das Abschlammen versäumt, dann tritt die oben geschilderte Unregelmäßigkeit ein. Nun muß der in der Rauchkammer (links) befindliche Flansch des Verbindungsrohres (12) abgenommen und der gesamte Rohrstutzen gründlich von Kesselstein gereinigt werden.

Außerdem ist auch die zur Pumpe führende Warmwasserabflußleitung (16) abzunehmen und zu reinigen. Schlamm und Kesselstein sind ferner aus dem Schlammabscheider vor dem Warmwasserzylinder der Pumpe zu entfernen.

Ein Wassermangel kann bereits eintreten, wenn die etwa 1,5 mm großen Bohrungen im Einspritzrohr (9) und im Einspritzkorb (10) teilweise mit Kesselstein und Schlamm zugesetzt sind. Das Wasser fließt dann zum Überlaufmischbehälter zurück, wird mit Tenderwasser gemischt und dann wieder von der Pumpe angesaugt. An jedem Planausbesserungstag sind Kesselsteinansätze am Rohr und am Korb abzuklopfen. Ferner müssen sämtliche Bohrungen des Einspritzrohres und des Einspritzkorbes geöffnet werden.

Der Vorwärmer liefert zu kaltes Wasser

1. Sind die Löcher im Spritzrohr (9) und Einspritzkorb (10) zugesetzt, so wird das Wasser nicht mehr fein zerstäubt. Es sammelt sich auf dem zugesetzten Einspritzkorb und kommt dann stoßweise in größeren Mengen mit dem Dampf in Berührung. Dadurch nimmt das Wasser wesentlich geringere Mengen Wärme vom Abdampf auf. Die Vorwärmtemperatur geht also stark zurück; gleichzeitig wird die Leistung der Pumpe verringert.

Abhilfe erfolgt ebenfalls durch Reinigen des Einspritzrohres und Öffnung sämtlicher Bohrungen.

2. Die Regulierklappe für die Dampfzuleitung zum Mischvorwärmer im Standrohr hat sich verstellt; die dem Vorwärmer zuströmende Abdampfmenge ist zu gering.

Der Einstellhebel der Regulierklappe wird in einer Führungskurve mittels Schraube befestigt. Vor dem Einstellhebel müssen noch etwa 10 mm der Kurve frei bleiben, dann ist die richtige Abdampfmenge zum Vorwärmer eingestellt.

Die Vorwärmertemperatur schwankt zwischen einem tiefsten und einem höchsten Wert

Die Regulierklappe ist auf der Welle lose geworden; sie gibt abwechselnd den ganzen Querschnitt frei und drosselt ihn dann völlig.

Der Anschlußstutzen mit Verbindungsrohr zum Mischvorwärmer ist loszunehmen und die Regulierklappe auf der Welle zu befestigen.

Das Kesselwasser schäumt, die Lokomotive reißt Wasser über

Die Mischvorwärmerspumpen fördern ölhaltiges Wasser in den Kessel, weil die Ölabscheiderleitung (29) in der Abdampfzuleitung (7) völlig verstopft ist.

Im Bahnbetriebswerk ist die unterhalb der Abdampfzuleitung verzweigte Abflußzuleitung vom Ölabscheider abzunehmen und gründlich zu reinigen. Gleichzeitig muß die Einstellung der Schmierpumpe überprüft werden, da vermutlich Schieber und Zylinder zu viel Öl erhalten.

2.2.4. Festsetzen oder Undichtwerden von Kesselspeiseventilen

Undichtigkeiten des Kesselspeiseventils und deren Behebung

Haben sich Kesselstein oder andere im Wasser befindliche Schwebestoffe zwischen die Dichtflächen des Ventilkegels und Ventilstutzens gesetzt, so ist die Undichtigkeit durch mehrfaches Anstellen der Pumpe zu beheben (Bild 179).

Wenn sich Kesselstein am Umfang des Ventilkörpers festsetzt, bleibt das Ventil in der Hochlage hängen.

Durch leichte Schläge auf den oberen Flansch des Ventilgehäuses kann das Rückschlagventil meist wieder in seine richtige Lage gebracht werden.

Ein poröser Sitz im Führungsgehäuse oder Schlagstellen in der Dichtfläche des Kegels rufen Undichtigkeiten hervor, die nur durch Nachdrehen und Einschleifen bzw. durch Auswechseln von Ventil und Führungsgehäuse behoben werden können. Hierbei ist allgemein darauf zu achten, daß die Dichtflächen nicht zu breit werden; zu breite Dichtflächen führen häufig zum Undichtwerden.

Kesselventil bleibt in der Hochlage hängen

Sitzt ein Fremdkörper so fest zwischen den Führungsflächen von Ventil und Ventilgehäuse, daß sich das Ventil stark verkantet und hängenbleibt, dann ist das Kesselabsperrentil zunächst zu schließen und die Fahrt nur mit der zweiten Speiseeinrichtung fortzusetzen.

Während eines größeren Aufenthaltes kann das Personal den Schaden beheben. Durch Öffnen des Feuerlöschstutzens ist zunächst die Speiseleitung drucklos zu machen. Bei geschlossenem Absperrventil wird der obere Gehäuseflansch losgeschraubt und das Rückschlagventil wieder in seine richtige Lage gebracht. Ein Verkanten oder Aufhängen des Ventils ist auch möglich, wenn der Durchmesser des Ventilkörpers zu klein oder sein Hub zu groß sind.

Wenn es sich aus einem dieser Gründe aufhängt, kann es ebenfalls oftmals durch leichte Schläge wieder in seine richtige Lage gebracht werden. Natürlich muß dann anschließend im Bw das Ventil untersucht und erforderlichenfalls ein neuer Ventilkörper mit Führungsgehäuse eingesetzt werden.

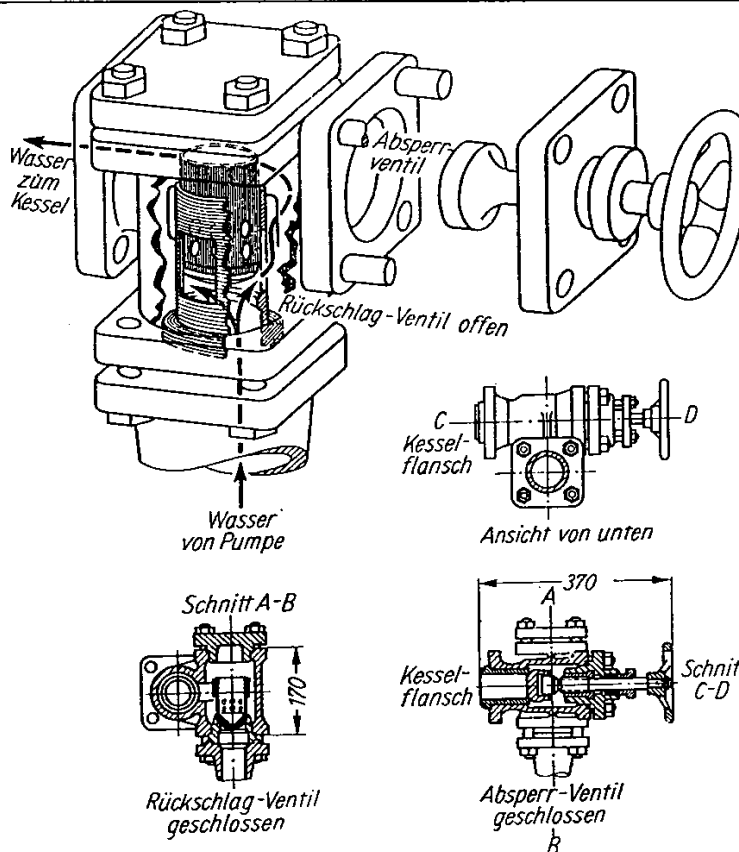


Bild 179. Kesselspeiseventil

Es kann vorkommen, daß das Rückschlagventil der Dampfstrahlpumpe bricht und dessen Schaft bis zum Kesselventil getrieben wird. Hier setzt er sich zwischen Sitz und Kegel und verhindert den Abschluß. In solchem Falle hilft natürlich ein Klopfen an das Ventilgehäuse nicht. Das Absperrventil muß geschlossen und die Speiseleitung drucklos gemacht werden. Darauf wird der Flansch des Rückschlagventilgehäuses geöffnet und das Rückschlagventil herausgehoben. Der mitgerissene Ventilschaft ist nun zu entfernen und das Kesselventil wieder zusammenzubauen. In der Regel werden diese Arbeiten im Bw ausgeführt, da die Dampfstrahlpumpe wegen Fehlens des Pumpenrückschlagventils auch ausfällt. Meist sind auch die Dichtflächen des Kesselrückschlagventils und seines Sitzes durch das Zwischensetzen des Ventilschaftes beschädigt und müssen neu eingeschliffen werden.

Folgen eines undichten oder aufgehängten Kesselventils

Durch ein undichtes oder aufgehängtes Kesselventil strömen Dampf oder heißes Kesselwasser in die Speisedruckleitung bis zum Rückschlagventil der Dampfstrahlpumpe und üben hierauf einen starken Gegendruck aus. Die Pumpe wird stark erwärmt. Ist das Pumpenrückschlagventil ebenfalls undicht, so treten Dampf und heißes Wasser durch die Druckdüse hin zur Schlabberkammer und von hier aus ins Freie. Die Dampfstrahlpumpe zieht schlecht an oder versagt.

Bei abgestellter Kolbenspeisepumpe strömt der Dampf durch die Speiseleitung in den Vorwärmer und von hier aus in den Wasserzylinder der Pumpe.

Die Speisepumpe springt schwer an, und die Kolbenringe werden durch die hohen Temperaturen unbrauchbar. Außerdem kann beim Anstellen der Speisepumpe der Vorwärmer durch die starke Erhitzung der Rohre sofort schadhaft werden.

2.2.5. Störungen am Kesselabschlammventil

Am alten Abschlammschieber, Bauart Strube, treten häufig Undichtigkeiten auf, weil die Schließkraft nicht groß genug ist, um eingepreßten Kesselstein zu zermalmen. Der Schieber muß dann mehrmals geöffnet und geschlossen werden, damit der Kesselstein weggespült wird. Nach einiger Zeit sind die Dichtflächen so stark beschädigt, daß der Schieber undicht bleibt. Die Öffnungs- und Schließzeiten dieser Bauart sind so lang, daß zu große Wärmeverluste eintreten. Bei den neueren Lokomotiven wurden deshalb nur noch die Schnellschlußventile, Bauart Gestra (Abschlammautomaten), angebaut.

Diese Abschlammmventile (Bild 180) können von Hand und automatisch mit Luft gesteuert werden. Sie lassen sich sehr leicht bedienen und gewährleisten ein sehr schnelles Öffnen und Schließen.

Wird die Abschlammmvorrichtung von Hand betätigt, dann muß der Hebel stets voll heruntergedrückt und schnell zurückgezogen werden. Keinesfalls darf man den Hebel frei zurückschnellen lassen, da hierdurch der Ventilsitz beschädigt wird und Federn brechen können.

Auch bei dieser Vorrichtung kommt es vor, daß große und verhärtete Stücke Kesselstein ein Schließen des Ventils verhindern oder daß sich abgebrochene Stehbolzen, Späne von ausgebohrten Stehbolzen oder abgeplatzte Nietkopfstukken zwischen Ventil und Sitz klemmen. In diesem Falle muß das Ventil von Hand geschlossen werden.

Wenn trotz der Niederschraubbetätigung das Ventil nicht zum völligen Abdichten gebracht werden kann, wird ausnahmsweise der Reserveverschluß geschlossen. Ist der Reserveverschluß geschlossen, kann das Abschlammmventil bei vollem Kesseldruck ausgebaut werden.

Im normalen Betrieb bleibt der Reserveverschluß stets ganz offen.

Ist die Kniehebelfeder erlahmt, beginnt das Ventil zu stottern. Die Feder ist auszuwechseln, oder es kann zur Vergrößerung der Schließkraft eine in die Hauptfeder passende Zusatzfeder eingebaut werden. Beim Ausbauen ist zu beachten, daß die Feder mit Vorspannung eingebaut ist.

Wenn das Ventil sich nicht öffnet, so kann die Handspindel falsch eingestellt sein. Jetzt wird das Ventil von Hand geschlossen, d. h., nach Entfernen des Haltestiftes aus dem Sicherungsloch wird das Handrad nach rechts bis zum Abschluß gedreht. Aus dieser Abschlußstellung dreht man die Spindel nur so lange nach links, bis aus der Abflußleitung Wasser und Dampf austreten. Dann dreht man sie wieder einige Gänge nach rechts, bis sich das Ventil schließt. Die Spindel muß sich nun leicht bewegen lassen. Dieser tote Hub muß während der Schnellschlußbetätigung die freie Beweglichkeit des Hauptkegels gewährleisten.

Öffnet sich ein luftgesteuerter Abschlammmautomat nicht, kann die Membran des Betätigungskolbens gebrochen sein. Es besteht

auch die Möglichkeit, daß die Luftleitung zwischen dem Anstellventil und dem Betätigungszylinder unterbrochen ist.

Der Schaden wird im Bahnbetriebswerk behoben.

Haben sich harte Gegenstände, z. B. Nietköpfe, Stehbolzenteile usw., zwischen Ventil und Ventilsitz geklemmt, dann läßt sich das Ventil nicht wieder schließen. Jetzt muß der Reserveverschluß geschlossen und der Fremdkörper entfernt werden. In der Regel wird auch der Hauptkegel erneuert werden müssen.

2.3. Sicherheitseinrichtungen des Kessels

2.3.1. Schäden an den Wasserstandseinrichtungen

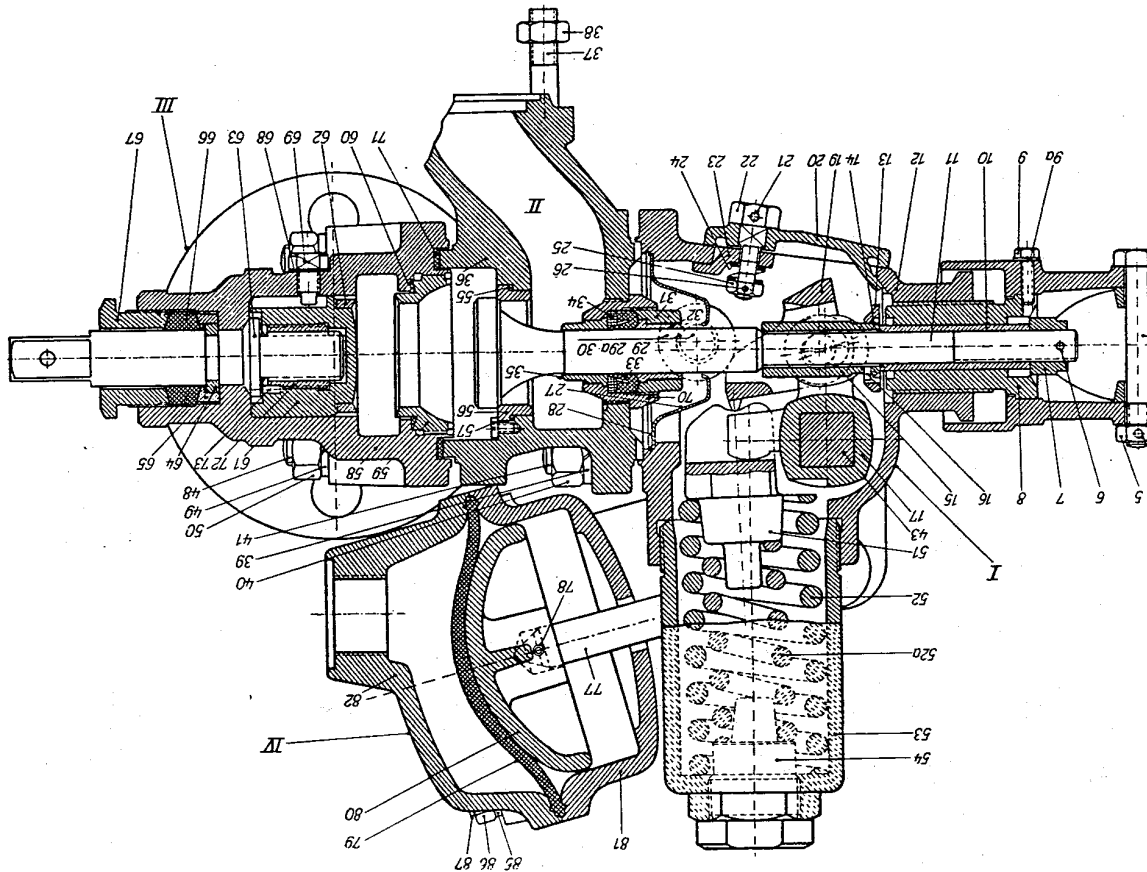
Normaler Wasserstandsanzeiger

Die Wasserstände gehören zu den wichtigsten Sicherheitsvorrichtungen der Dampfkesselanlage. Das Lokomotivpersonal muß sich unbedingt darauf verlassen können, daß die Wasserstandsanzeiger mit Selbstschlußeinrichtung und die Wasserstandsprüfhähne einwandfrei und sicher arbeiten. Aus diesem Grunde hat sich das Personal bei jedem Dienstantritt von dem ordnungsmäßigen Zustand der Wasserstandsanzeiger und der Prüfhähne zu überzeugen. Wird hierbei festgestellt, daß ein Hahn in der Ausblasstellung (Hebel des Absperrhahnes zeigt nach oben) nicht durchbläst, so ist der Durchgang verstopft. Jetzt müssen die Absperrhähne in Abschlußstellung (Hebel waagerecht) gebracht werden. An dem Wasserstandskopf, dessen Durchgang verstopft ist, wird nun die an der Stirnfläche befindliche Kopfschraube entfernt und dieser Absperrhahn langsam wieder geöffnet. Mit einem winkelig gebogenen Draht durchstößt man die Durchbohrung, um den darin befindlichen Fremdkörper (Einschleifpaste, Kesselstein oder dgl.) zu entfernen. Wird diese Tätigkeit ausnahmsweise unter Druck ausgeübt, dann muß man sich natürlich seitlich stellen und größte Vorsicht walten lassen, damit man sich bei plötzlichem Austritt des Dampfes bzw. Wassers nicht verbrüht (Unfallverhütung). Ist der Durchgang freigelegt, wird der Absperrhahn wieder geschlossen, die Schraube eingesetzt und der Wasserstand nochmals vollständig probiert.

Wegen der mit dieser Tätigkeit verbundenen großen Verbrühungsgefahr soll das Durchstoßen möglichst nur im Heimatbahnbetriebswerk am drucklosen Kessel oder von einem besonders erfahrenen Werkmeister vorgenommen werden.

Sperrn beim Öffnen des unteren Ablaßhahnes die Kugeln den Durchgang nicht ab, dann muß der Wasserstand zunächst als solcher ohne Kugelverschluß betrachtet werden. Wenn bei diesem Wasserstand das Glas platzt, sind sofort beide Absperrhähne in Abschlußstellung (waagerecht) zu legen, da sonst in kürzester Zeit der Führerstand in Dampf gehüllt würde. Die Lokomotive ist nach Dienstende zur Ausbesserung abzustellen. In der Regel sind die Kugeln stark abgezehrt oder zerbrochen. Wenn das Hahnküken durch zu häufiges Einschleifen zu weit in das Gehäuse getreten ist, stimmen die Bohrungen nicht mehr überein, und der Kugelverschluß kann ebenfalls versagen.

Bild 180. Gestra-Abschleimventil (Abschleimautomat)



- | | |
|--|---|
| 1 Kardankopf | 39 Federring |
| 2 Zwischenring, 20 mm ø | 40 Sechskantmutter |
| 3 Sechskantschraube | 41 Stiftschraube |
| 4 Splint | 43 Vierkantwelle |
| 5 Sechskantmutter | 48 Stiftschraube |
| 6 Zylinderstift | 49 Federring |
| 7 Spindelmutter M 14 : 1,5 | 50 Sechskantmutter |
| 8 Gewindebüchse | 51 Federkolben |
| 9 Sechskantschraube | 52 Kniehebelfeder, 10 mm Draht-ø |
| 9a Dichttring | 52a Kniehebelfeder, 8 mm Draht-ø |
| 10 Spindelbüchse, gehärtet, 20 : 14 + 57 | 53 Federkappe |
| 11 Ventilkegel, gehärtet | 54 Stopfen |
| 12 Kopfstück | 55 Dichttring 60 : 55 : 1,5, Sitz graphitiert |
| 13 Druckscheibe | 56 Ventil-Sitz, gehärtet |
| 14 Sprengring, 2 mm ø | 57 Zylinderschraube |
| 15 Druckmuffe, gehärtet | 58 Absperkrümmer-Gehäuse |
| 16 Gewindestift M 4 | 59 Sitz für Absperkrümmer |
| 17 Gelenkhebel | 60 Dichttring 65,6 : 55 : 1 |
| 19 Kniehebel, gehärtet | 61 Kegel für Absperkrümmer |
| 20 Deckel | 62 Schneidring, extra hart |
| 21 Steckerstift | 63 Spindel, phosphatiert |
| 22 Bolzen für Deckelriegel | 64 Ringhälften |
| 23 Riegel | 65 Grundring |
| 24 Doppelfederring 17 : 9 : 5 | 66 Satz Packung |
| 25 Sechskantmutter | 67 Stopfbuchse |
| 26 Splint | 68 Dichttring |
| 27 Schutzdeckel 1 mm | 69 Zapfenschraube 17 SW |
| 28 Sprengring, 1,5 mm dick | 71 Dichttring 70 : 90 : 2 |
| 29 Rollen, gehärtet | 72 Gewindebüchse |
| 29a Rollenfutter | 73 Paßkerbstift |
| 30 Rollenbolzen, gehärtet | 77 Kolbenstange |
| 31 Stopfbuchsmutter | 78 Gewindestift |
| 32 Stopfbuchsfutter | 79 Gummi-Membran |
| 33 Stopfbuchsmanschette, 12 mm hoch | 80 Kolben |
| 34 Weichabstützung | 81 Membran-Zylinder |
| 35 Grundbüchse | 82 Zylinderdeckel |
| 36 Gehäuse-Oberteil | 85 Federring |
| 37 Stiftschraube | 86 Sechskantmutter |
| 38 Sechskantmutter | 87 Stiftschraube |

- 1 oberer Absperrhahn zum Dampfraum
- 2 unterer Absperrhahn zum Wasserraum
- 3 Ablaßhahn
- 4 Messing-, Stahl- oder Glaskugel
- 5 Überwurfmutter mit Blechscheiben und Gummiring
- 6 Wasserstandsglas
- 7 Marke des niedrigsten Wasserstandes (100 mm über Feuerbüchse)
- 8 Schraube zum Durchstoßen der Kanäle
- 9 Gummiring
- 10 Blechscheiben

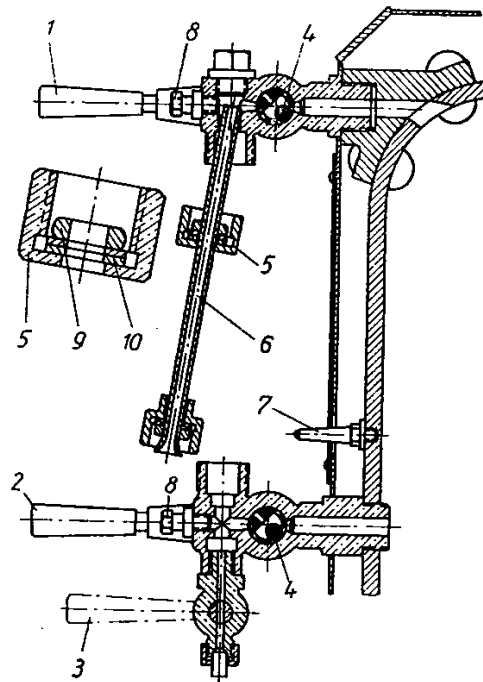


Bild 181. Einsetzen eines Wasserstandsglases
Ablaßhahn geöffnet, Absperrhähne geschlossen
- Stellung zum Einsetzen des Glases -

Besitzen die Absperrhähne des Wasserstandes einer Lokomotive keinen oberen und unteren Anschlag, so ist die Lokomotive grundsätzlich als betriebsunfähig zu erklären. Es besteht sonst die große Gefahr, daß stets ein scheinbarer Wasserstand eingestellt bleibt.

Wenn der obere Hahn in Ermangelung des Anschlages nicht genau unter 45 °C eingestellt werden kann, sondern zu tief oder zu hoch gestellt wird, ist der Querschnitt gedrosselt, und der Wasserstand steigt wesentlich höher, als er in Wirklichkeit im Kessel vorhanden ist.

Platzt während der Fahrt das Wasserstandsglas, so sind beide Hähne abzusperrern (waagrecht) und der Ablaßhahn zu öffnen (waagrecht). Alsdann wird der Schutzkorb abgehoben und das Glas ausgewechselt. Hierzu müssen die obere und die untere Überwurfmutter gelöst und die Reste des gebrochenen Glases sowie die Blechscheiben und Gummiringe aus beiden Wasserstandsköpfen herausgeholt werden. Das neue Glas nimmt man mit dem umgelegten Rand (Bund) nach unten, schiebt den Gummiring, die Blechscheiben und die Überwurfmutter für die untere Abdichtung auf das Glas und dann in umgekehrter Reihenfolge Mutter, Scheibe und Gummiring für die obere Abdichtung (Bild 181).

Nun führt man das Glas in den oberen Wasserstandskopf so weit ein, daß es unten mit dem Bund über die Hülse hinweggeht, und setzt es dann auch unten ein. Darauf sind beide Muttern gleichmäßig anzuziehen. Bevor die Wasserstandshähne vorsichtig wieder geöffnet werden, ist erst der Schutzkorb wieder aufzusetzen! (Unfallverhütung) Nach allmählichem Anwärmen des Glases wird der Wasserstand nochmals vorschriftsmäßig probiert, um festzustellen, ob sich nicht Reste der alten Gummiringe oder andere Fremdkörper vor die Durchgänge gesetzt haben.

Die verschiedenen Störungen, die eintreten können, wenn mit zu niedrigem oder zu hohem Wasserstand gefahren wird, sind an den entsprechenden Stellen beschrieben (Ausglühen der Feuerbüchse, Überhitzerschäden, Wasserschlag, Beschmutzung von Reisenden). Der scheinbare Wasserstand bei geöffnetem Regler und der Wasserstand auf Streckenneigungen wurden im Abschnitt „Ausglühen von Feuerbüchsen“ behandelt.

„Cardo“-Reflexions-Wasserstandsanzeiger

Zum Prüfen des „Cardo“-Reflexions-Wasserstandes sind nach dem Öffnen des Absperrventils nacheinander die Gewichtshebel des unteren und des oberen Ventilkopfes in senkrechte Stellung nach oben zum Durchblasen zu drehen (Bild 182, Durchblasestellung). Dann sollen die Hebel jeweils $1/8$ Umdrehung weiter nach rechts in die Abschlußstellung gedreht werden (Bild 182, Abschlußstellung), so daß sie jetzt 45° nach rechts oben weisen.

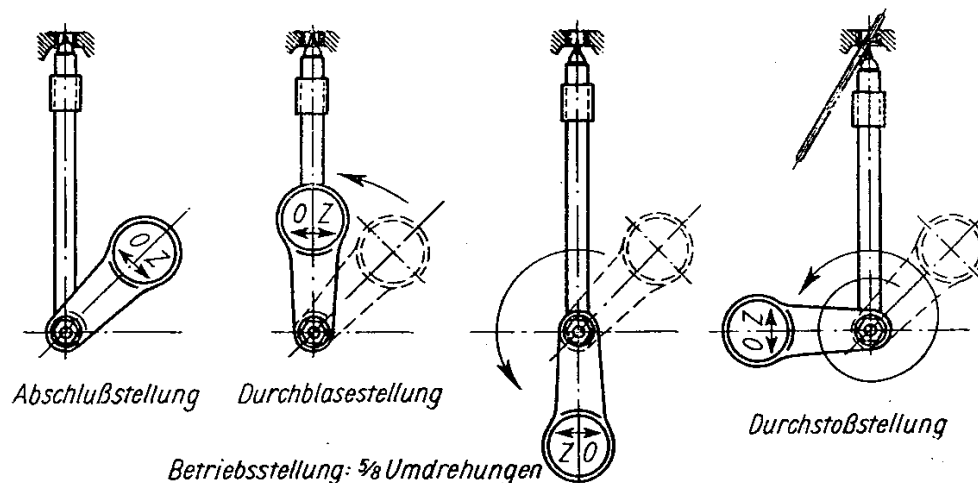


Bild 182. „Cardo“-Reflexions-Wasserstand
Zusammengehörige Hauptstellungen von Ventilspindel und
Gewichtshebel

Die Stellung der Gewichtshebel weicht von der Normalstellung ab

Nach mehrfacher Aufarbeitung der Cardo-Wasserstände verändern sich Länge und Spiel der Ventilspindel und damit auch die Lage der Gewichtshebel. Soll dieser Wasserstand geprüft werden, so müssen nach dem Öffnen des Ablaßventils zum Durchblasen die Gewichtshebel bis zum Anschlag nach rechts gedreht (Abschlußstellung) und dann $1/8$ Umdrehung zurückgenommen werden. Sie werden nun meistens nicht mehr senkrecht nach oben stehen. Nach dem Durchblasen müssen die Hebel stets erst wieder in die Abschlußstellung (bis zum Anschlag nach rechts) gebracht werden, um die Selbstschlußkugeln in den Ventilköpfen wieder abzustößen.

Um die Betriebsstellung wieder herzustellen, sind die Gewichtshebel nach links bis zum Anschlag zu drehen (Durchblasstellung) und dann $3/4$ Umdrehung nach rechts zurückzunehmen.

Der Wasserstand spricht in der Durchblasstellung nicht an

Wenn beim Prüfen des Wasserstandes festgestellt wird, daß er in einer der Durchblasstellungen nicht rauscht, der Kanal also verstopft ist, müssen die Ventilkopfbohrung und der Kanal durchgestoßen werden.

Hierzu sind zunächst beide Gewichtshebel einzeln langsam über die Durchblasstellung in die Abschlußstellung zu drehen. Dann wird der Hebel des durchzustößenden Kanals nach links bis zum Anschluß gedreht; er steht jetzt in der Durchstoßstellung. Die neben den Gewichtshebeln sitzenden Kanalverschlußmutter sind durch einen Kugelverschluß gesichert (Bild 183).

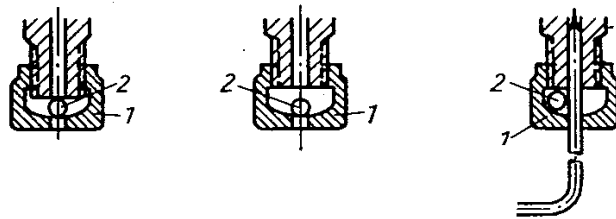


Bild 183. „Cardo“-Reflexions-Wasserstand
Ventilkopfbohrung mit Kugelverschluß
1 Verschlußmutter 2 Kugel

Zum Durchstoßen muß die Verschlußmutter (1) um 3 Umdrehungen gelockert werden. Ein winkelig gebogener, angespitzter Durchstoßdraht ist in die Bohrung der Mutter einzuführen, dabei die Kugel (2) seitwärts abzurücken und der Draht ganz durchzustoßen. Wegen der Verbrühungsgefahr seitwärts treten!

Nachdem der Kanal frei ist, wird die Verschlußmutter wieder angezogen, der Hebel $5/4$ Umdrehungen nach rechts in die Abschlußstellung (bis zum Anschlag) und dann langsam $5/8$ Umdrehungen nach links in die Betriebsstellung gedreht. Schließlich ist der zweite Hebel ebenfalls wieder in die Betriebsstellung zu legen.

Das Schauglas ist gesprungen oder undicht geworden

Ein gesprungenes oder nach längerer Betriebszeit undicht gewordenes Schauglas muß ausgewechselt werden.

Zum Auswechseln des Schauglases sind folgende Arbeitsgänge auszuführen (Bild 184):

1. Ablaufventil öffnen und Ventilköpfe schließen ($5/8$ Umdrehungen nach rechts bis zum Anschlag).
Wenn das Glas gesprungen ist, seitwärts stellen und Ventilköpfe schnell schließen.
2. Druckschrauben (2) etwas lösen, Seitenwände (4) einschließlich Rückenteils (3) etwa 10 mm anheben, aufklappen und außerhalb der unteren Anschläge (6) aufsetzen.
3. Abschlußblech (8) entfernen und das alte Glas herausnehmen.

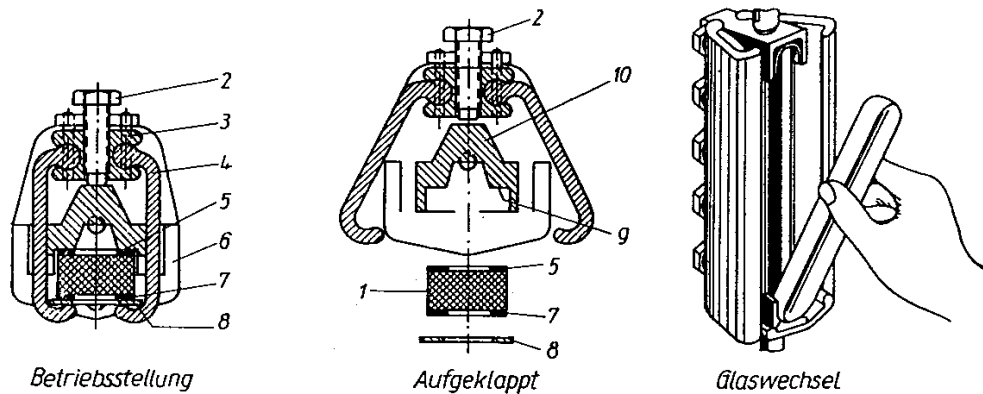


Bild 184. Auswechseln des Glases des „Cardo“-Wasserstandes

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1 Schauglas | 6 untere Anschläge |
| 2 Druckschrauben | 7 Polsterplatte |
| 3 Rückenteil | 8 Abschlußblech |
| 4 Seitenwände | 9 Dichtfläche |
| 5 Dichtung | 10 Hauptkörper-Glasträger |

4. Dichtfläche (9) und Abschlußblech (8) von den alten Dichtungsresten säubern und mit einer Mischung von pulverförmigem Graphit und etwas Wasser einreiben.
5. Neues Schauglas (1) einschließlich Dichtung (5) und aufgeklebter Polsterplatte (7) einsetzen.
Die Dichtung (5) kommt mit der Silberseite auf Glas. Die Rillen des Glases müssen nach innen liegen.
6. Abschlußblech (8) einhaken, Seitenwände (4) samt Rückenteil (3) etwa 10 mm anheben, zusammenklappen und innerhalb der unteren Anschläge (6) aufsetzen.
7. Druckschrauben (2) nach und nach gleichmäßig und kräftig anziehen.
8. In den ersten Betriebstagen nach der Inbetriebnahme müssen die Druckschrauben mehrmals kräftig nachgezogen werden. Erfolgt das Nachziehen nicht rechtzeitig und nicht kräftig genug, dann treten bald Undichtigkeiten auf.

Die Stopfbuchsmuttern des Glashalters sind stark undicht

Zeigen sich beim Cardo-Wasserstand starke Undichtigkeiten an den Muttern des Glashalters, dann sind die Dichtungen in den Muttern beschädigt oder zerdrückt.

In der oberen Mutter sitzt unter einem Dichtring ein breiter Gummiring, der beim Anziehen der Mutter zusammengedrückt wird und nun den Druckring und den daraufliegenden Ring an die obere Dichtfläche drückt.

2.3.2. Störungen an den Sicherheitsventilen

Die Sicherheitsventile sollen bei der Überschreitung des Kesselhöchstdruckes so lange Dampf abblasen, bis der Dampfdruck wieder unter den zulässigen höchsten Betriebsdruck gesunken ist.

Von den ältesten zur Zeit noch in Gebrauch befindlichen Sicherheitsventilen der Bauart Ramsbottom sind Schäden oder Störungen nicht bekannt geworden. Sie haben allerdings den Nachteil, daß während des Abblasens der Ventile der Dampfdruck noch weiter steigen kann, weil bereits bei kleinem Ventilhub der ausströmende Dampf der Federkraft das Gleichgewicht hält. Diese Nachteile wurden bei den Hochhub-Ventilen der Bauart Coale (Bild 184) und Ackermann (Bild 185) beseitigt.

Coale- oder Ackermann-Sicherheitsventile blasen bis weit unter den zulässigen Höchstdruck ab

Bläst ein Hochhubsicherheitsventil bis weit unter den zulässigen Höchstdruck ab, dann kann der untere Führungsschaft des Ventils abgebrochen sein. Dadurch verkantet der Ventilkörper. Der Dampf würde in diesem Falle bis 0 at abblasen.

Beim Abblasen eines Sicherheitsventils werden durch den ausströmenden Dampf Wasser und Kesselstein mitgerissen. Dadurch wird oftmals die innere Führungsfläche der Ventilfehrungsbuchse, welche die Feder umschließt, verschmutzt. Durch diese Verschmutzung kann das Ventil in der Hochlage hängenbleiben und sich ebenfalls erst wieder setzen, wenn der Dampfdruck weit unter den zulässigen Kesseldruck gesunken ist.

Beim Sicherheitsventil Bauart Coale staut sich durch die zusätzliche Belastungsfläche der ausströmende Dampf, und es entsteht eine zusätzliche Auftriebskraft. Hierdurch schließt sich das Ventil erst wieder, wenn der festgesetzte Höchstdruck bereits beträchtlich unterschritten ist. Ist die schmale Dichtungsleiste des Ventils ausgebrochen, dann wirkt der Kesseldruck ständig auf die zusätzliche Belastungsfläche, das Ventil bläst nicht erst vor, sondern öffnet sich bereits vollständig vor Erreichen des Höchstdruckes. Es setzt sich aber nun auch erst, nachdem der Dampfdruck den zulässigen Kesseldruck weit unterschritten hat.

Ein zu starkes Absinken des Kesseldruckes tritt auch beim Sicherheitsventil Bauart Ackermann ein, wenn die schmale Dichtungsleiste des Ventils ausgebrochen ist.

Da im Bahnbetriebswerk keine Unterhaltungsarbeiten an den Sicherheitsventilen ausgeführt werden dürfen, sind in diesen Fällen die Ventile auszuwechseln.

Zu starkes Dampfabblassen tritt auch ein, wenn sich ein Fremdkörper (Kesselstein) auf die Dichtfläche setzt und den Abschluß des Ventils verhindert.

Um das Ansetzen von Kesselstein an den Führungsflächen und auf dem Ventilsitz zu unterbinden, sollen die Sicherheitsventile während der Vorbereitungszeit der Lokomotive und während der Fahrt ab und zu gerüttelt werden. Durch das Rütteln an der Anlüftspindel ist das Personal gleichzeitig in der Lage, sich vom ordnungsmäßigen Arbeiten des Sicherheitsventils zu überzeugen.

Vorzeitiges Abblasen und Hämmern des Ventils

Wenn die Ventile abblasen, bevor der Höchstdruck erreicht ist, dann hat die Spannkraft der Ventilfeeder nachgelassen. Erlahmte Federn können auch dazu beitragen, daß das Ventil nach vorschriftsmäßigem Abblasen sich erst bei 6 oder 8 at wieder schließt. Das Ventil muß ausgewechselt werden.

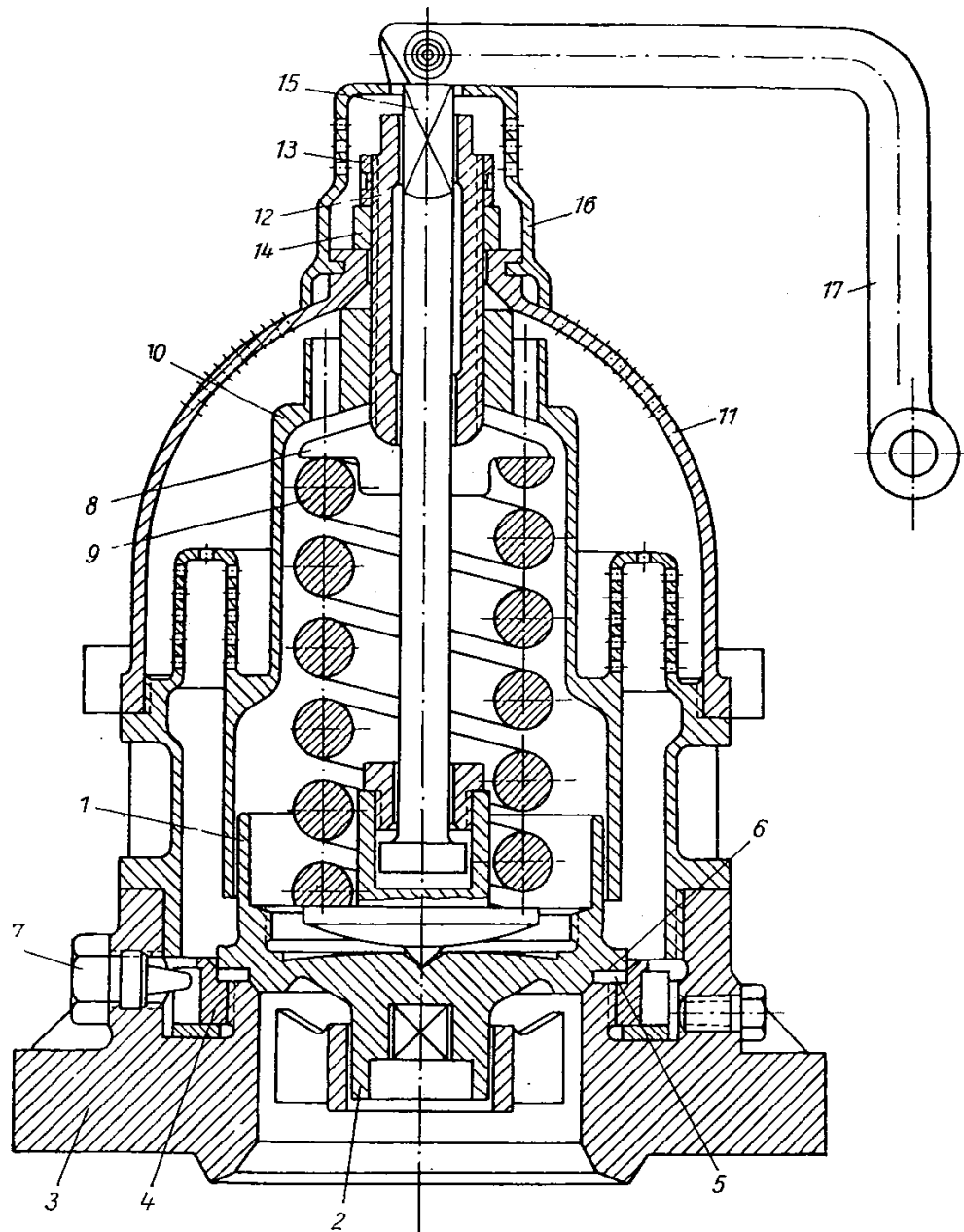


Bild 185. Coale-Sicherheitsventil

- | | |
|--|---------------------|
| 1 Ventilkörper | 9 Spannfeder |
| 2 unterer Führungsschaft des Ventilkörpers | 10 Mittelteil |
| 3 Ventilgehäuseunterteil | 11 Oberteil |
| 4 Stelling | 12 Schraubenspindel |
| 5 Ringstauraum | 13 Sicherungsmutter |
| 6 zusätzliche Belastungsfläche | 14 Gegenmutter |
| 7 Feststellschraube | 15 Anlüftspindel |
| 8 Federteller | 16 Kappe |
| | 17 Wälzhebel |

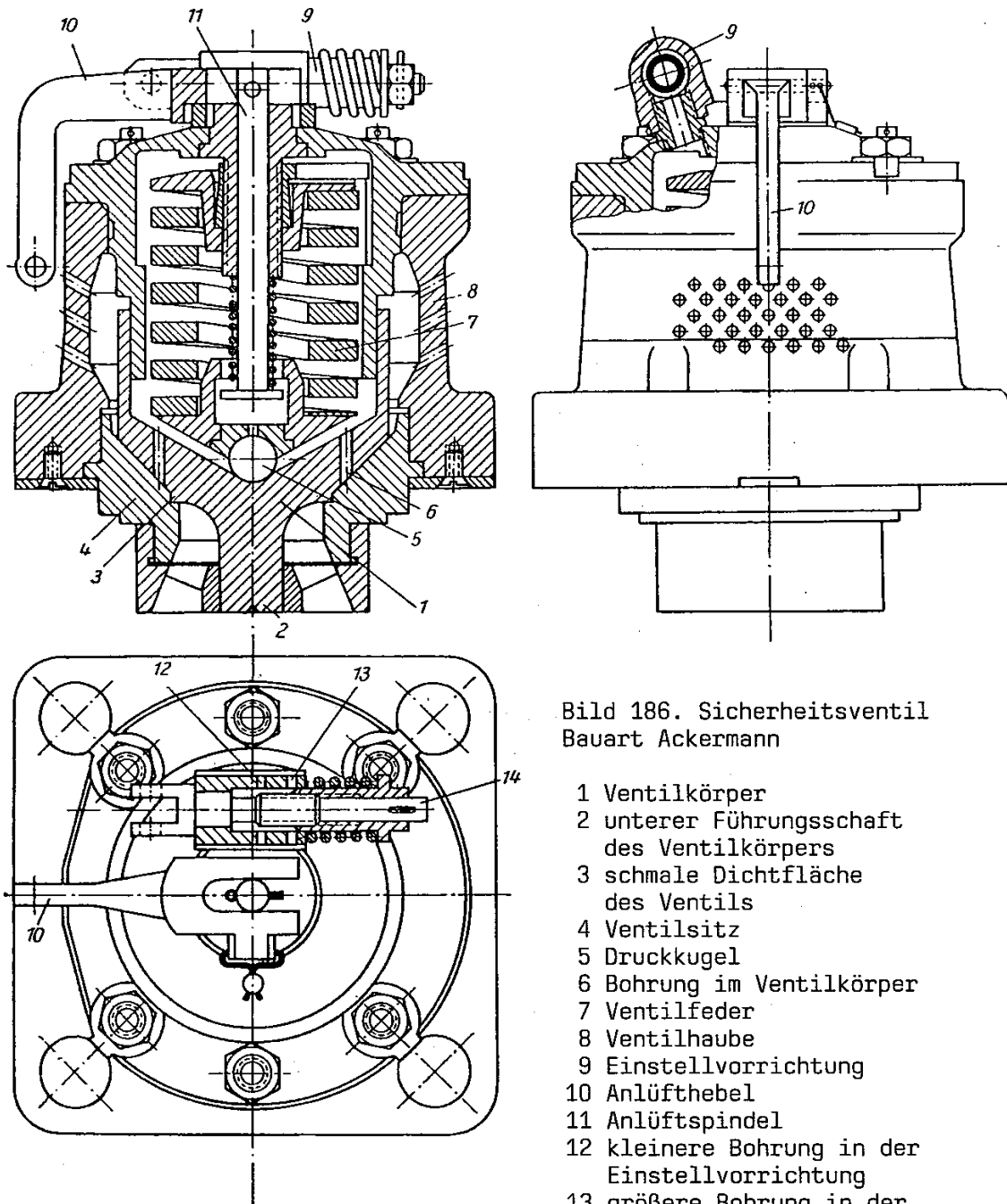


Bild 186. Sicherheitsventil
Bauart Ackermann

- 1 Ventilkörper
- 2 unterer Führungsschaft
des Ventilkörpers
- 3 schmale Dichtfläche
des Ventils
- 4 Ventilsitz
- 5 Druckkugel
- 6 Bohrung im Ventilkörper
- 7 Ventilfeder
- 8 Ventilhaube
- 9 Einstellvorrichtung
- 10 Anlüfthebel
- 11 Anlüftspindel
- 12 kleinere Bohrung in der
Einstellvorrichtung
- 13 größere Bohrung in der
Einstellvorrichtung
- 14 Stellbolzen der Ein-
stellvorrichtung

Beim Einstellen der Feineinstellung muß darauf geachtet werden, daß das Ventil bei 0,2 at unter Höchstdruck sich wieder völlig schließt. Wird es zu kurz eingestellt, dann öffnet es sich sofort wieder, um sich auch gleich wieder zu setzen, d. h., das Ventil hämmert. Dadurch wird die schmale Dichtfläche zer-
schlagt, und das Ventil arbeitet nicht mehr vorschriftsmäßig.

Einstellen der Sicherheitsventile

Das Verstellen der Sicherheitsventile durch Lokomotivpersonale oder andere als die dazu bestimmten Personen ist strengstens verboten.

Die Sicherheitsventile dürfen nur durch Kesselprüfer oder besonders dafür ausgebildete und verpflichtete Werkstattangestellte eingestellt werden.

2.3.3. Ungangbarer oder undichter Regler

Flachschieber-Regler

Die älteren Naßdampflokomotiven sind noch mit Flachschieber-Reglern mit Entlastungsschieber ausgerüstet. Da der gesamte Kesseldruck auf der großen Schieberfläche lastet, ist der Flachschieber-Regler verhältnismäßig schwer beweglich. Er wird durch ein Ölgefäß auf dem Dampfdom mit Naßdampföl geschmiert.

Der große Schieber geht sehr schwer oder läßt sich gar nicht bewegen

Bei mangelhafter Schmierung wird der große Schieber sehr schwergängig, oder er frißt sich auf dem Schieberrost fest. Ist der große Schieber zu schmal, so hat er in der Führung zuviel Luft, verkantet und läßt sich ebenfalls nicht mehr bewegen.

Hat sich Kesselstein auf dem Schieberrost oder an den Führungsleisten festgesetzt, dann wird der Regler undicht. Bei geschlossenem Regler tritt Dampf aus den Zylinderventilen. Starker Kesselsteinansatz kann zur Ungangbarkeit des Reglers führen.

Flachschieber-Regler öffnet bzw. schließt nicht.

Wenn der Gestängebolzen zwischen Reglerzugstange und Zugstangenhebel herausgefallen ist, läßt sich wohl der Reglerhebel, aber nicht mehr der Regler bewegen (Bild 187). Wenn der Bolzen bei offenem Regler verloren geht, läßt sich der Regler nicht wieder schließen, und die Lokomotive muß mit Hilfe der Steuerung bis zum nächsten Bahnhof befördert werden. Hat sich der Bolzen während des Schließens des Reglers gelöst, läßt sich der Regler nicht wieder öffnen. Die Lokomotive muß abgeschleppt werden.

Dem Lösen des Bolzens geht stets das Abscheren des Splintes voran. Um den Splint vor Anrostungen und späterem Abbrechen oder Abscheren zu bewahren, muß er aus nichtrostendem Material (Messing) bestehen.

Ventilregler

Regler öffnet bzw. schließt nicht

Der gleiche Schaden, wie unter dem Abschnitt „Flachschieber öffnet bzw. schließt nicht“ geschildert, kann auch beim Ventil-

- 1 Handhebel
- 2 Verbindungsstange
- 3 Reglerbock
- 4 Anschlaghebel
- 5 Stopfbüchse
- 6 Untersatz
- 7 Reglerwelle
- 8 Zugstangenhebel
- 9 Zugstange
- 10 Verbindungsbolzen
- 11 Reglergehäuse
- 12 Reglerknierrohr
- 13 Reglerrohr
- 14 zum Dampfsammelkasten

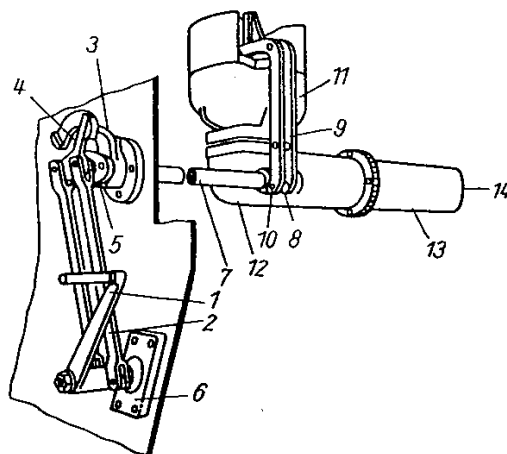


Bild 187. Reglergestänge

regler eintreten. Fällt der Gestängebolzen heraus, dann läßt sich das Hilfsventil und somit der Ventilregler nicht mehr öffnen bzw. schließen (Bild 187).

Wird bei offen gebliebenem Regler die Lokomotive mit Hilfe der Steuerung noch bis zum nächsten Bahnhof befördert, so muß beim Halten die Steuerung auf Mitte gelegt werden; die Zylinderventile und ggf. die Druckausgleicher sind zu öffnen und die Handbremse anzuziehen.

Der Ventilregler läßt sich nur ganz wenig öffnen

Läßt sich der Ventilregler nur noch ganz wenig öffnen, dann steht die Entlastungskammer ständig unter Kesseldruck. Das kommt vor, wenn der Deckel des Reglergehäuses bzw. der Flansch auf der Entlastungskammer stark undicht oder gebrochen ist (a in Bilder 188 und 189).

Der durch das Öffnen des Hilfsventils abströmende Dampf wird durch die Schadstelle sofort wieder ergänzt, der Druck in der Entlastungskammer sinkt nicht ab, und das Hauptventil verbleibt in seiner Lage.

Beim alten Ventilregler Wagner kann dieselbe Störung auftreten, wenn der Ringspalt, der den Dampfraum im Dom mit der Entlastungskammer verbindet, zu groß ist (Bild 188). Es würde durch diesen Ringspalt beim Öffnen des Hilfsventils genausoviel Dampf nachströmen, wie durch das Hilfsventil abströmt. Die Entlastungskammer würde also ebenfalls keine Druckverminderung erfahren, und das Hauptventil könnte sich nicht öffnen.

Das Hauptventil hämmert

Ist dagegen der Ringspalt zu klein oder mit Kesselstein zugesetzt, dann strömt beim Öffnen des Hilfsventils der Dampf aus der Entlastungskammer so schnell ab, daß sich das Hauptventil sofort bis an das Hilfsventil hebt; durch den zu geringen Ringspalt fließt nun langsam wieder Dampf nach und drückt das Hauptventil wieder herunter. Da aber jetzt das Hilfsventil den Dampf wieder schneller abströmen läßt, als der geringe Ring-

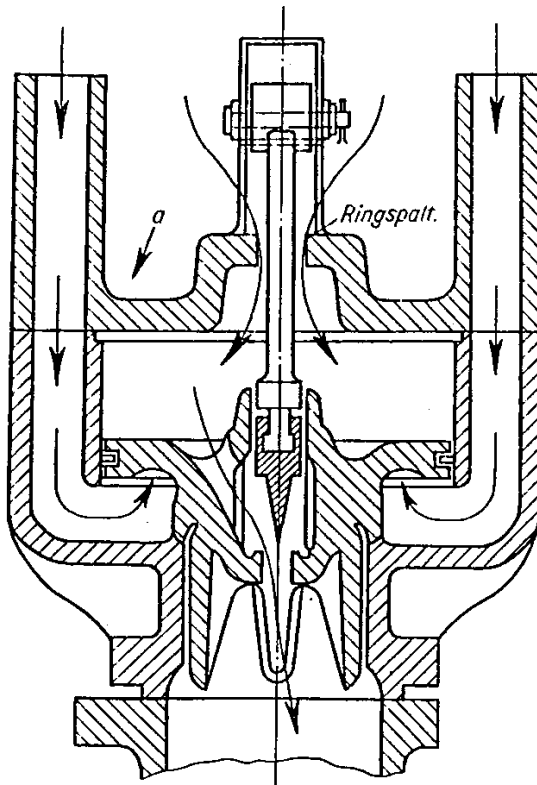


Bild 188. Ventilregler Bauart Wagner - Ältere Bauart -

spalt nachschaffen kann, hebt sich das Hauptventil sofort wieder. Das Spiel setzt sich ununterbrochen so fort, das Hauptventil hämmert.

Dadurch wird aber beim älteren Ventilregler (Bild 188) der Sitz des Drosselkegels des Hilfsventils undicht. Beim Einheitsregler Wagner (Bild 189) wird der Kupferring, auf dem das Hilfsventil aufsitzt, ausgearbeitet oder einseitig gedrückt.

Der Regler läßt sich nur bis zur Hälfte wieder schließen

Es kann der Fall eintreten, daß sich der Reglerhebel, der während der Fahrt fast völlig geöffnet war, nur bis zur Mitte bewegen läßt und dann festsetzt. Es ist ein Fremdkörper (Kesselstein) auf den Sitz des Hilfsventils gelangt. Jetzt kann durch dieses einseitig aufsitzende Hilfsventil so viel Dampf abströmen, wie durch den Ringspalt bzw. den Zwischenraum zwischen dem Drosselansatz auf der Ventilstange und den seitlichen Kanälen im Hauptventil beim Einheitsregler nachströmen kann. Der Hauptventil bleibt in dieser Stellung stehen; denn in der Entlastungskammer kann der Druck nicht bis zum Kesseldruck ansteigen und kann infolgedessen auch das Hauptventil nicht weiter schließen. Ähnliche Hemmungen können auftreten, wenn sich Kesselstein an der zylindrischen Führung des Hauptventils absetzt. Um das Ansetzen von Kesselstein zu verhüten, soll der Regler täglich wenigstens einmal völlig geöffnet werden. Beim Überreißen von Wasser tritt auch in die Entlastungskammer und - bei der Einheitsbauart - auch in den Hohlraum des Hauptventils Wasser ein. Der Regler läßt sich nun nur noch sehr schwer und allmählich schließen.

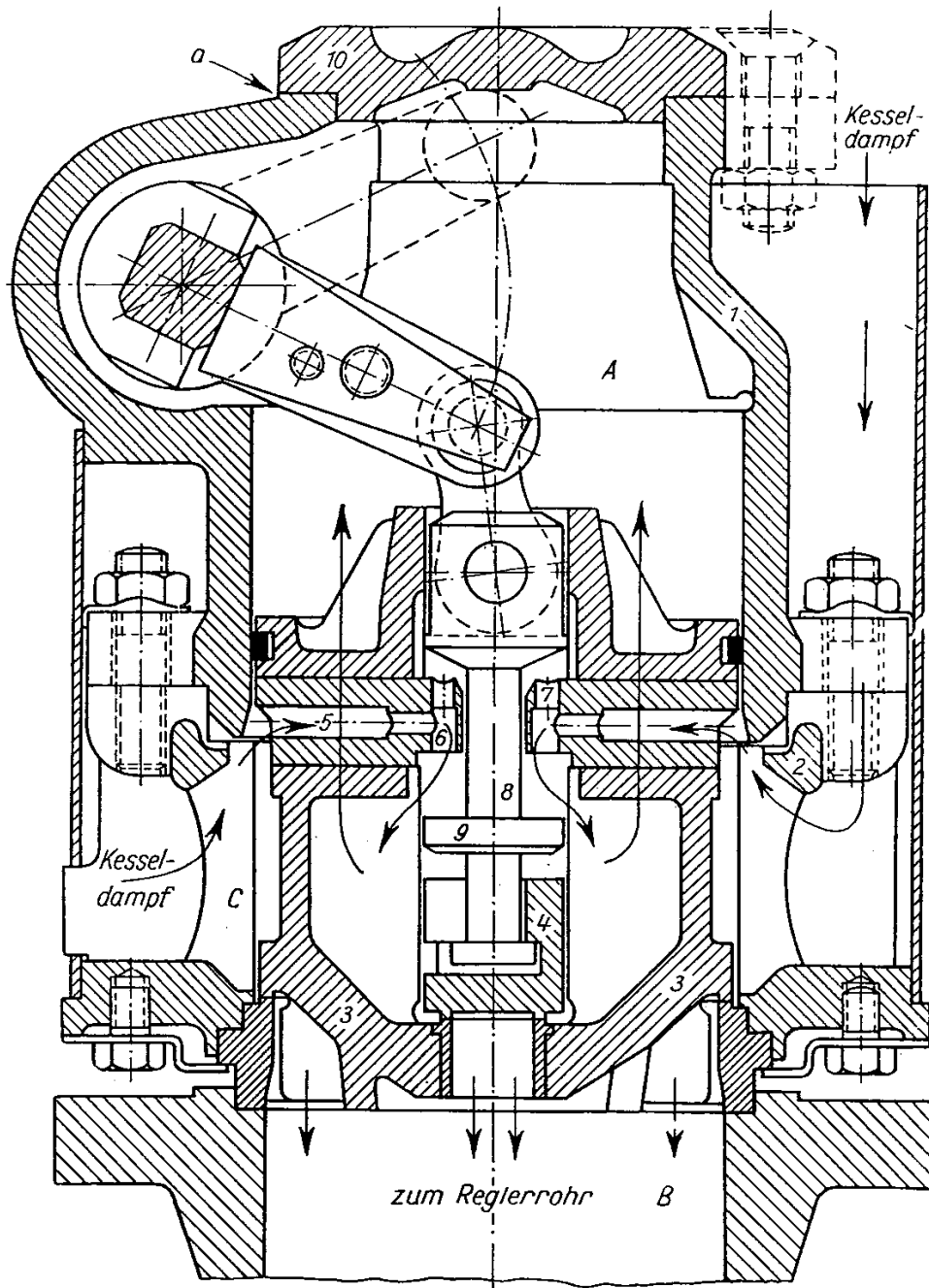


Bild 189. Ventilregler Bauart Wagner - Einheitsbauart -

- | | |
|--|------------------------------|
| 1 Oberteil des Reglergehäuses | 8 Hilfsventilspindel |
| 2 Unterteil des Reglergehäuses | 9 Drosselansatz |
| 3 Hauptventil | 10 Deckel des Reglergehäuses |
| 4 Hilfsventil | |
| 5 Speiserohre im Hauptventil | |
| 6 abwärts gerichtete größere Speiseöffnung | A Entlastungskammer |
| 7 Aufwärts gerichtete kleinere Speiseöffnung | B zum Reglerrohr |
| | C Ringkanal |

Da sich durch die Erwärmung die Reglerzugstange ausdehnt und damit einen Druck auf den Zugstangenhebel ausübt, wird beim Ventilregler die Reglerwelle gegenüber dem kalten Zustand um etwa 8 bis 10 mm verdreht. Der Reglerhebel darf deshalb im kalten Zustand nicht an der Knagge des Reglerboches anliegen, sondern muß 8 bis 10 mm Zwischenraum lassen (Bild 187).

Heißdampfregler

Der Heißdampfregler läßt sich nicht öffnen

Wenn nach Öffnung des Vorhubventils (1) kein Entlastungsdruck in der Entlastungskammer (13) entsteht, dann lassen sich die Hauptventile (2 bis 5) nicht öffnen (Bild 190).

Gründe für die Aufhebung des Entlastungsdruckes und Behebung der Störungen

1. Fehlen eine oder mehrere der unteren Verschlussschrauben (15) der Entlastungskammer oder sind sie stark undicht, dann strömt der durch Öffnung des Vorhubventils in die Entlastungskammer geleitete Dampf sofort ins Freie. Es entsteht kein Entlastungsdruck; die Hauptventile lassen sich nicht öffnen.
Die Verschraubung muß erneuert bzw. gedichtet werden.
2. An einer der unteren Verschlussschrauben ist ein Entwässerungsrohr (16) angebracht. Bei den ersten Neubaulokomotiven befand sich das Entwässerungsrohr unterhalb des ersten Hauptventils (3); später wurde es unterhalb des dritten und auch des 4. Hauptventils (2) angebracht.

Ist das Entwässerungsrohr in der Rauchkammer stark undicht, so entweicht sofort der Entlastungsdruck, und die Hauptventile lassen sich nicht oder nur sehr schwer öffnen. Außerdem wird hierdurch das Vakuum in der Rauchkammer verringert und die Dampferzeugung verschlechtert.

Das Entwässerungsrohr muß gedichtet werden.

3. Das Entwässerungsrohr wird auf der linken Lokomotivseite durch den Rauchkammermantel geführt und unterhalb des Schieberkastens mit der Schieberkasten-Entwässerungsleitung verbunden. In der Reglerentwässerungsleitung ist außerhalb des Rauchkammermantels eine Verschraubung mit einer Drosselscheibe angebracht. Die Drosselscheibe hat eine Bohrung von 2 mm \varnothing .

Fehlt die Drosselscheibe, so ist der Querschnitt zu groß. Der Entlastungsdampf strömt ab. Die Hauptventile lassen sich nicht öffnen.

Es ist eine Drosselscheibe einzubauen.

4. Die Hauptventile werden oben in einer Ventildführung (9) geführt. Unten gleitet der Entlastungskolben in einer Ventil-

sitzbuchse (8). Sind die Führungen nicht genau zentrisch hergestellt, klemmt das Hauptventil und läßt sich nicht öffnen.

Die Klappe im Rauchkammermantel oberhalb des Heißdampfreglers ist zu öffnen, die Deckel (10) über den Hauptventilen sind zu lösen und die Hauptventile auszubauen. Die Führung wird zentriert.

5. Die Entlastungskolben (6) neigen stark zu Korrosionen. Sie sind häufig so stark zerfressen, daß sie in der Führung festsitzen. Das Hauptventil läßt sich nicht mehr öffnen.

Die Hauptventile sind auszuwechseln.

Zur Vermeidung der Korrosionen sind die Hauptventile aus Chrom-Nickel-Stahl gefertigt.

6. Einer oder mehrere der Nocken sind von der Nockenwelle abgebrochen, wodurch das Anheben der Hauptventile verhindert wird.

Die Nockenwelle muß ausgebaut und durch eine neue ersetzt werden. Vor dem Ausbau der Nockenwelle ist zunächst die Anschlagschraube (18) zu entfernen.

Da auch die Nockenwellen häufig sehr stark korrodierten und das Abbrechen der Nocken dadurch begünstigt wurde, fertigte man sie ebenfalls aus Chrom-Nickel-Stahl.

Der Heißdampfregler schließt nicht

1. Haben sich in der Entlastungskammer (13) Fremdkörper oder Kesselstein angesammelt, dann können sich die Ventile nicht wieder setzen; der Regler läßt sich nicht schließen.

Beim Öffnen des Vorhubventils (1) werden Kesselstein sowie Rost und Zunder aus den Überhitzereinheiten in die Entlastungskammer (13) geblasen und setzen sich am Ende der Kammer unter dem rechten Hauptventil fest.

Befindet sich das Entwässerungsrohr unterhalb des ersten (3) oder des dritten Ventils (5), so bleiben die Fremdkörper unter dem letzten Ventil (2) liegen und verhindern das Schließen dieses Ventils.

Bei den Lokomotiven, deren Entwässerungsrohr unter dem rechten Ventil (2) angebracht ist, tritt diese Störung nur selten auf. Hier werden beim ersten Öffnen des Vorhubventils sofort alle mitgerissenen Teile in die Entwässerungsleitung gespült.

Hat sich die Drosselscheibe in der Entwässerungsleitung durch Kesselstein und Schlamm zugesetzt, so wird bald die gesamte Entwässerungsleitung mit Schlamm und Kesselstein versetzt sein. Die Verschmutzung sowie der nach dem Schließen des Vorhubventils in der Entlastungskammer verbleibende Druck verhindern das Schließen der Hauptventile.

In jedem Falle ist der Kesselstein zu entfernen.

Das Entwässerungsrohr ist abzunehmen und zu reinigen. Der Anschlußstutzen an der Rauchkammer wird gelöst und die Drosselscheibe gereinigt. Nach Entfernung der unteren Verschluß-

schrauben muß die Entlastungskammer von Schmutz und Kesselstein gesäubert werden. Erforderlichenfalls müssen Nockenwelle und Ventile ausgebaut werden. Im allgemeinen soll das Reglergehäuse des öfteren durch den Reinigungsstutzen ausgeblasen werden.

2. Das Schließen des Reglers kann auch verhindert werden, wenn die Entlastungskolben durch Fremdkörper, Kesselstein oder starke Korrosion klemmen.

Die Ventile müssen ausgebaut und gereinigt werden. Sind sie sehr stark korrodiert, werden sie durch neue ersetzt.

3. Das Vorhubventil ist gebrochen und liegt in der Entlastungskammer. Die Nockenwelle ist auszubauen und die Bruchstücke aus der Entlastungskammer zu entfernen. Die Nockenwelle muß auf etwaige Verformungen oder sonstige Beschädigungen untersucht werden.

4. Undichte Hauptventile wurden in Unkenntnis abgedreht und eingeschliffen. Da die Ventile jetzt unten aufsaßen, wurden sie unten abgedreht und damit der untere Steg der Nockenführung geschwächt. Beim Schließen des Reglers brach dieser geschwächte Steg, so daß das betreffende Ventil nicht auf seinen Sitz gedrückt werden kann.

Sind Ventile undicht, so muß der Ventilsitz zunächst aufgeschweißt und dann erst nachgearbeitet werden. An der Nockenführung dürfen keine Veränderungen vorgenommen werden. Die Lokomotive muß zunächst mit Hilfe der Steuerung und der Bremse bis zum nächsten Bahnbetriebswerk gebracht werden. Erforderlichenfalls ist der Druck durch Drosselung der Naßdampfklappe zu verringern.

Die Lokomotive entwickelt bei voll geöffnetem Heißdampfregler keine Leistung

1. Die Naßdampfklappe ist nicht völlig geöffnet. Bei völlig geöffneter Naßdampfklappe darf das Gewinde der Naßdampfspindel am Reglerbock nicht mehr zu sehen sein.
2. Die Gelenke des Gestänges zur Betätigung der Naßdampfklappe sind mit Kesselstein versetzt, verbogen oder gebrochen.

Es kann sogar der Fall eintreten, daß der Kniehebel über der Naßdampfklappe am Domdeckel anschlägt. Durch Anwendung von Gewalt am Handrad der Naßdampfklappe wird das Gestänge verbogen. Die Naßdampfklappe öffnet sich nicht völlig, oder sie läßt sich nicht wieder schließen. Der Dampfdom muß geöffnet und das Gestänge zur Naßdampfklappe untersucht und ausgebessert werden. Um das Festsetzen von Kesselstein zu vermeiden, soll die Naßdampfklappe täglich mehrmals betätigt werden.

Der Heißdampfregler ist stark undicht

Sind die Sitzflächen der Hauptventile abgezehrt, so tritt der Dampf über die undichten Sitze unmittelbar in die Zwischenkammer (12) und von hier aus in die Einströmung. Die Sitze der Ventile müssen aufgeschweißt, abgedreht und eingeschliffen werden.

2.4. Undichtigkeiten und Mängel in der Rauchkammer

2.4.1. Undichtigkeiten und Abzehrungen in der Rauchkammer

Eine einwandfreie Feueranfischung, vollkommene Verbrennung und gute Dampfentwicklung sind nur gewährleistet, wenn die Rauchkammer vollkommen dicht ist.

Durch ungenügendes Einspritzen der Rauchkammer wird die Rauchkammertür im unteren Teil zu heiß oder gar glühend. Der untere Teil der Tür dehnt sich aus und hebt sich vom Stirnwanddichtring ab. Falsche Luft dringt in die Rauchkammer.

Ist die Tür noch vollständig gerade, dann kann falsche Luft auch in die Rauchkammer gelangen, wenn der Stirnwanddichtring zu stark abgezehrt ist (Bild 191).

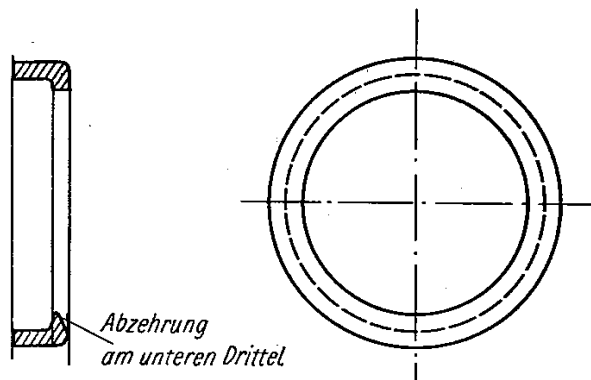


Bild 191. Rauchkammer-Stirnwanddichtring (Anlagefläche der Rauchkammertür)

Das untere Drittel dieses Stirnwandringes neigt häufig zur Abzehrung und ist nicht selten fast bis auf 1 mm abgezehrt.

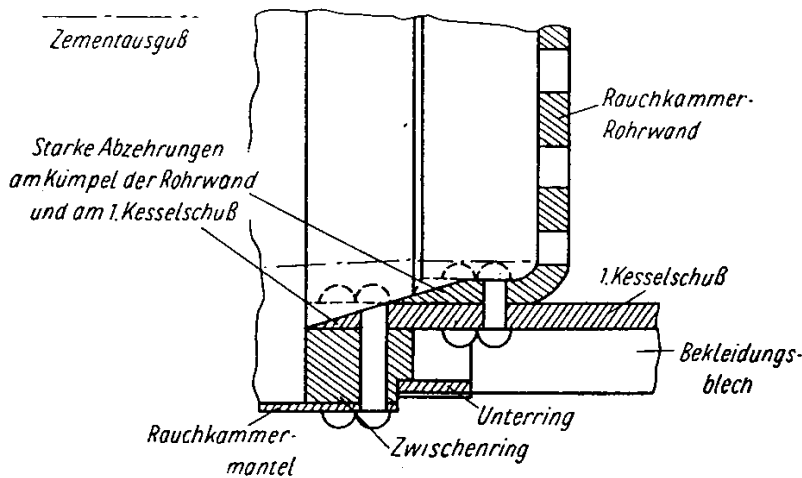
Durch das unbedingt notwendige häufige Nässen herrscht im unteren Drittel der Rauchkammer stets Feuchtigkeit. Dadurch wird häufig der untere Teil des Rohrwandkumpels und des 1. Kesselschusses stark abgezehrt, wie es Bild 192 zeigt. Nicht nur die Nietköpfe, sondern sogar ein Teil der Nietschäfte werden dabei mit zerstört. Der Einbau eines größeren Flickens im 1. Kesselschuß und Ausflicken des Rohrwandkumpels oder Vorschuhens der Rauchkammerrohrwand verteuern dann die Ausbesserung der Lokomotive.

Diese Zerstörungen können dadurch verhütet werden, daß man den unteren Teil der Rauchkammer bis einschließlich Nietköpfe der Rohrwand mit Zement ausgießt und ggf. noch mit leicht austauschbaren Schutzblechen verkleidet.

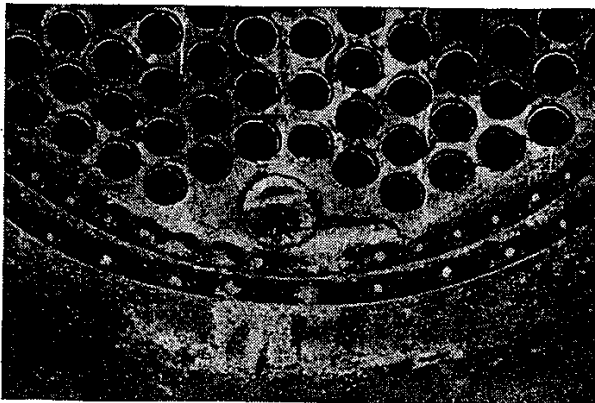
Ein ausgebrochener oder undichter Schornsteinaufsatz kann die Ursache für Dampfangel werden.

Ist der Bläserrohranschluß in der Rauchkammer undicht oder angebrochen, dann hebt der ausströmende Dampf das durch den Bläser erzeugte Vakuum sofort wieder auf.

Häufig ist der Flansch des Standrohres unten undicht. Der Flansch ist mit Zement vermauert. Man erkennt den ausge-



a Zeichnerische Darstellung



b Werksaufnahme

Bild 192. Stark abgezehrter Rohrwandkumpel und 1. Kesselschuß

brochenen Ausguß daran, daß an diesen Stellen die Rauchkammerlösche weggesaugt wird. Durch diese undichte Stelle dringt nun bei jedem Auspuffschlag Luft von außen in die Rauchkammer. Wichtig ist es ferner, daß doppelte Paßbleche an den Durchgangsöffnungen der Einströmrohre bzw. Ausströmrohre des Rauchkammermantels angebracht sind, vollkommen dicht anliegen und keine Anzehrungen zeigen.

Durch das Standprüfverfahren können Undichtigkeiten am Überhitzerkasten, den Überhitzerrohr-Anschlüssen, am Bläserrohranschluß, Standrohr oder an den Einströmrohren erkannt werden.

2.4.2. Funkenflug-Schutzvorrichtung

Die Rauchkammer soll nicht nur allen Ansprüchen auf Dichtigkeit genügen, sondern muß auch völlig einwandfreie Vorrichtungen zur Verhütung des Funkenfluges enthalten.

Sind Teile aus dem Maschendraht des Funkenfängers ausgebrochen oder ist nur ein Vorreiber oben oder unten nicht geschlossen, kann dadurch bereits ein Brandschaden verursacht werden.

Ist der Maschendraht ausgebrochen, dann darf nur vorübergehend ein Stück Blech zum Ausflicken benutzt werden. Wenn Flugascheablagerungen in der Rauchkammer einer Lokomotive sehr hoch sind, wird häufig der untere Teil des Funkenkorbes durch einen Blechzylinder geschützt. Auch diese Maßnahme wirkt sich ungünstig auf die Feuerentwicklung aus.

Der freie Funkensiebquerschnitt muß stets mindestens 78 % des freien Rohrquerschnittes betragen.

Bei einer Lokomotive der BR 52 beträgt z.B. der freie Rohrquerschnitt $0,75 \text{ m}^2$, der freie Funkensiebquerschnitt muß deshalb mindestens $0,58 \text{ m}^2$ betragen.

Wenn das Bläserventil undicht ist, sammelt sich in der Bläserleitung Kondensat, und bei jedem Auspuffschlag wird Wasser in feinsten Verteilung aus dem Bläsering gesaugt und an den Funkenfänger gespritzt. Durch diese Feuchtigkeit setzt sich Flugasche am Funkenkorb an und setzt die Maschen zu. Dampf-mangel würde die Folge sein. Der Funkenkorb muß deshalb von Zeit zu Zeit stark abgeklopft oder ausgebaut und abgespritzt werden.

Der Funkenflug verstärkt sich, wenn die Prallbleche in ihrem unteren Teil stark abgezehrt oder wenn sie nicht richtig ange-richtet wurden und auseinanderklaffen.

Die Rauchkammer-Spritzeinrichtung hat nicht nur den Zweck, die Tür zu kühlen, sondern vor allen Dingen die heiße Rauchkammer-lösche zu nassen. Ein stark abgezehrtes oder gar abgebrochenes Rohr kann diese Aufgabe nicht erfüllen. Ist das Rohr verdreht oder sind die Bohrungen zugesetzt, dann ist der Zweck der Ein-richtung ebenfalls verfehlt. Bei der Untersuchung der Lokomo-tive muß deshalb bei geöffneter Rauchkammertür auch die Wirk-samkeit der Einspritzeinrichtung geprüft werden.

2.4.3. Störungen durch Veränderung der Saugzugverhältnisse

Die Stellung des Blasrohres zum Schornstein und der Querschnitt des Blasrohres haben sehr großen Einfluß auf die Feueran-fachung und die Dampfentwicklung, also auf die Kesselleistung. Die Abmessungen der Schornsteindurchmesser (D , d), des Blas-rohrdurchmessers (δB) und des Abstandes des Blasrohres vom engsten Durchmesser des Schornsteines (h) müssen deshalb in einem ganz bestimmten, für jede Lokomotivgattung festgelegten Verhältnis zueinander stehen. Außerdem muß die Schornsteinachse genau mit der Blasrohrachse zusammenfallen (Bild 192).

Werden diese Verhältnisse geändert, kann Dampf-mangel eintreten. Der Durchmesser des Blasrohres kann sich durch Ausbrechen des Gusses vergrößern oder durch Verkrustung mit Ölkohle verengen. Geht ein Steg verloren, dann wirkt sich der größere Querschnitt auf die Feueranfachung aus. Wird dagegen ein Steg eingebaut, obwohl ursprünglich keiner vorgesehen war, wird der Gegendruck viel größer, und es wird eine stärkere Saugkraft auf das Feuer ausgeübt. In der Regel wird dadurch der Kohlenverbrauch wesent-lich größer.

Aus Bild 194 sind die Folgen veränderter Saugzugverhältnisse zu ersehen.

Läßt die Dampferzeugung einer Lokomotive ohne sonstigen er-sichtlichen Grund plötzlich stark nach, so sind die Saugzugver-hältnisse in der Rauchkammer zu untersuchen und Schornstein und Blasrohrkopf auszuloten.

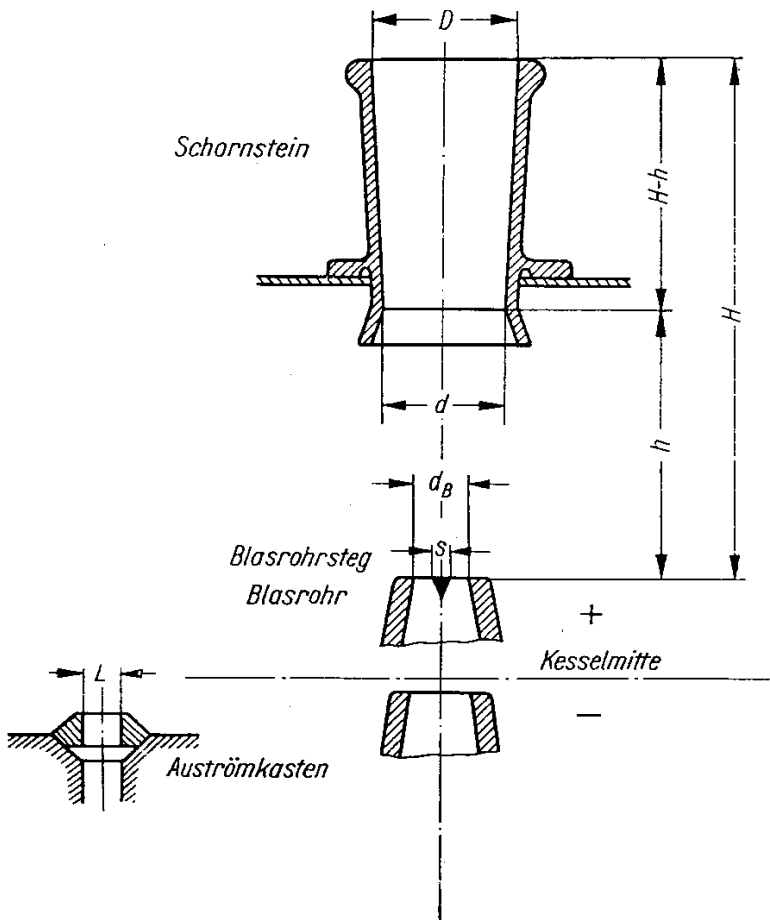


Bild 193. Schornstein, Blasrohr und Vorwärmerlinse

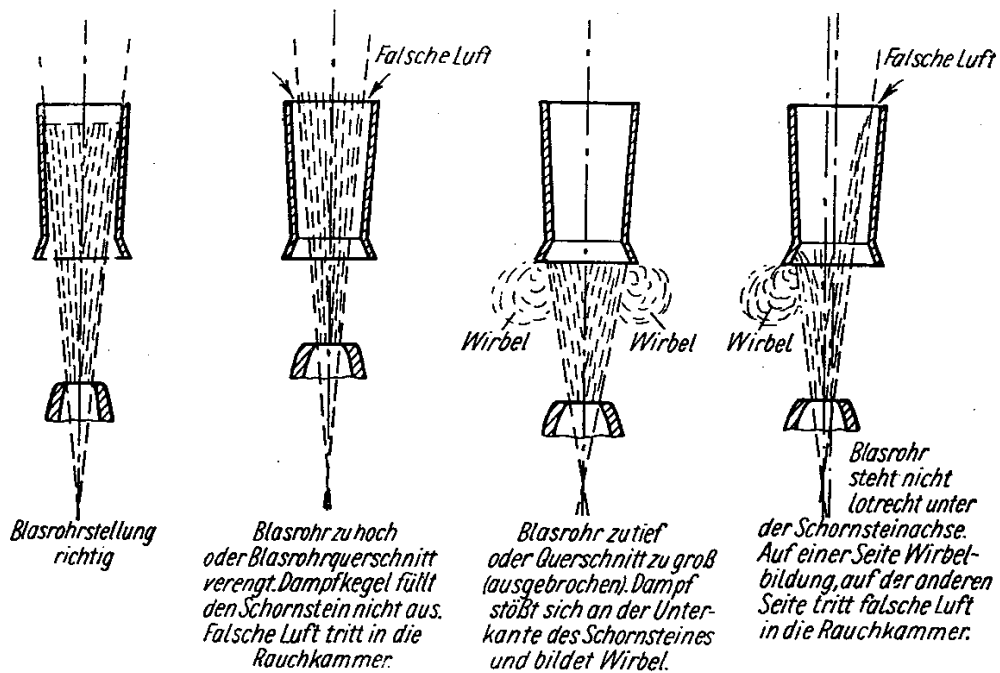


Bild 194. Fehlerhafte Saugzugverhältnisse

2.5. Schäden an der Dampfmaschine

2.5.1. Dampfzylinder und Schieber

Bruch des Zylinderdeckels

Wasserschlag als Ursache von Brüchen

Wird beim Anfahren der Regler schnell geöffnet, kann das Kesselwasser mit in die Zylinder gerissen werden. Der vom Kessel kommende Dampf muß zuerst das Reglerrohr, den Überhitzer mit Überhitzerrohren und die Einströmröhre füllen, bevor der Schieberkastendruck steigt und die Lokomotive in Bewegung gesetzt wird. Hierdurch sinkt vorübergehend der Kesseldruck, und die Dampfblasen steigen schnell im Kesselwasser auf und reißen Wasser mit.

Das Wasser gelangt in die Überhitzer, verdampft aber hier nicht vollständig, sondern fließt mit in die Zylinder. Ein Teil des Wassers wird durch den Auspuffdampf mit ins Freie gerissen. Kurz vor Hubende des Kolbens schließt der Schieber die Ausströmung, und das Wasser kann nicht mehr aus dem Zylinder entweichen.

Das Überreißen von Wasser wird durch zu hohen Wasserstand, zu hohen Salzgehalt des Wassers (Innenaufbereitung des Wassers; lange Auswaschfristen) und großen Gehalt an Schwebestoffen (Schlamm oder Öl) stark begünstigt. Blasen während einer größeren Anstrengung der Lokomotive gleichzeitig die Sicherheitsventile ab, so ist die Oberfläche derartig stark beunruhigt, daß ebenfalls Wasser mit übergerissen wird. Schleudern der Lokomotive übt einen besonders ungünstigen Einfluß auf die Bewegung des Wassers aus.

Wenn die im Zylinder eingeschlossene Wassermenge größer wird als der „schädliche Raum“, dann kann das Wasser gewöhnlich nicht schnell genug durch die geöffneten Zylinder- und Zylindersicherheitsventile entweichen. Es entsteht ein Wasserschlag; das Wasser wird am Ende des Kolbenhubes gegen den Zylinderdeckel gedrückt.

Die umlaufenden Massen werden durch den plötzlichen Schlag des Kolbens starkem Druck ausgesetzt. Dieser Druck pflanzt sich über Kolbenstange, Kreuzkopf, Treibstange bis zur Treibachse und über die Kuppelstangen bis zu den Kuppelachsen fort. In den Stangen und im Rahmen treten diese großen Kräfte je nach der Stellung des Kolbens als Zug- oder Druckkräfte auf. Die Lagerausgüsse werden abwechselnd einseitig zusammengepreßt.

Häufig geht hierbei der Zylinderdeckel zu Bruch. Als weitere Folgen des Wasserschlages können Brüche des Kolbenstangenkonus, der Treib- und Kuppelstangen oder des Rahmens oder auch der Heißlauf von Lagern eintreten.

Da bei einem Wasserschlag die eine Maschinenseite mit voller Kraft weiterarbeitet, während die andere durch das Wasser kurz vor der Totpunktstellung des Kolbens gehemmt wird, treten in der Treib- und in den Kuppelachsen Kräfte auf, die die Achsen verdrehen. Wird durch diese Verdrehungskraft die Elastizitätsgrenze des Achsenbaustoffes überschritten, so kann der Winkel der um 90 ° gegeneinander versetzten Kurbelzapfen verändert und die Achsen können krumm werden.

Nicht bei jedem Wasserschlag müssen sofort derartige Zerstörungen eintreten. Oftmals entstehen nur feinste Haarrisse in den Stangenköpfen, im Kreuzkopf oder im Kolbenstangenkonus, die erst bei einer späteren Überbelastung dieses Teiles zu Bruch gehen. In diesen Fällen kann dann meist festgestellt werden, daß die Bruchstellen zu einem Teil alten Anbruch zeigen.

Oft werden bei einem Wasserschlag lediglich der Kolbenkeil verbogen oder die Kolbenstange gestreckt. Diese Schäden führen dann entweder sofort oder oftmals auch wesentlich später zur Zerstörung des vorderen Zylinderdeckels.

Allerdings wird der Kolbenkeil bei einer Überbelastung sich meistens lösen. Bei jeder Untersuchung der Lokomotive soll deshalb der Keil auf seinen festen Sitz untersucht werden. Dabei ist auch auf das Vorhandensein des Splintes zu achten.

Wenn die Lokomotive längere Zeit steht, kühlen auch die Zylinder ab. Wird dann beim Anfahren der Regler vorsichtig geöffnet, so schlägt sich der Dampf an den Zylinderwandungen nieder. Durch diesen Niederschlag des Dampfes kann sich so viel Wasser im Zylinder ansammeln, daß ebenfalls Wasserschlag entsteht.

Vor dem ersten Anfahren und nach einem längeren Halt müssen deshalb die Zylinder bei gebremster Lokomotive, geöffneten Zylinderventilen, geschlossenem Druckausgleich und wenig geöffnetem Regler ausreichend vorgewärmt werden. Um eine gleichmäßige Erwärmung der Zylinder zu erreichen, ist beim Vorwärmen die Steuerung mehrmals vor- und zurückzulegen.

Wenn Lokomotiven bei starkem Frost im Freien ohne Feuer abgestellt werden, so kann sich in den Zylindern Eis bilden. Vor dem Bewegen solcher Lokomotiven muß unbedingt erst das Eis entfernt werden. Hierzu dienen Putzwolle oder Pechfackeln oder am vorteilhaftesten ein Dampfstrahl aus der Heizleitung oder einer anderen Dampfquelle. Anschließend müssen die Dampfzylinder genügend lange vorgewärmt werden. Während des Auftauens müssen Zylinderventile und Druckausgleicher geöffnet sein.

Andere Ursachen des Zylinderdeckelbruches

Kolben lose

Wenn sich die Mutter des Kolbens gelöst hat, wird sich bei geringem Preßsitz der Kolbenkörper auf der Kolbenstange verschieben. Die Kolbenmutter wird nun gegen den Zylinderdeckel gedrückt und der Deckel zerschlagen.

Bei der aller 6 Monate stattfindenden Kolbenuntersuchung sind der Sitz und die Sicherung der Kolbenmutter gewissenhaft zu überprüfen und Kolbenkörper, Kolbenstange und Konus mittels Schlämkkreideverfahrens genauestens auf Haarrisse und Anrisse zu untersuchen.

Schädlicher Raum zu klein

Werden nach der Kolbenuntersuchung nicht die richtigen Beilagen und Hinterlegungsbleche im hinteren Treibstangenlager eingebaut oder wird der Zylinderdeckel abgedreht, dann wird der schädliche Raum zu klein. Die Zerstörung des Zylinderdeckels kann die Folge sein.

Das genaue Einhalten der schädlichen Räume ist für die Betriebssicherheit der Lokomotive sowie für ihren ruhigen Gang sehr wichtig.

Wenn ein Zylinderdeckel zu ersetzen ist, muß der neue Deckel genau die gleichen Abmessungen haben wie der alte. Andernfalls stößt die Lokomotive bei höheren Geschwindigkeiten, oder der Zylinderdeckel wird zerschlagen.

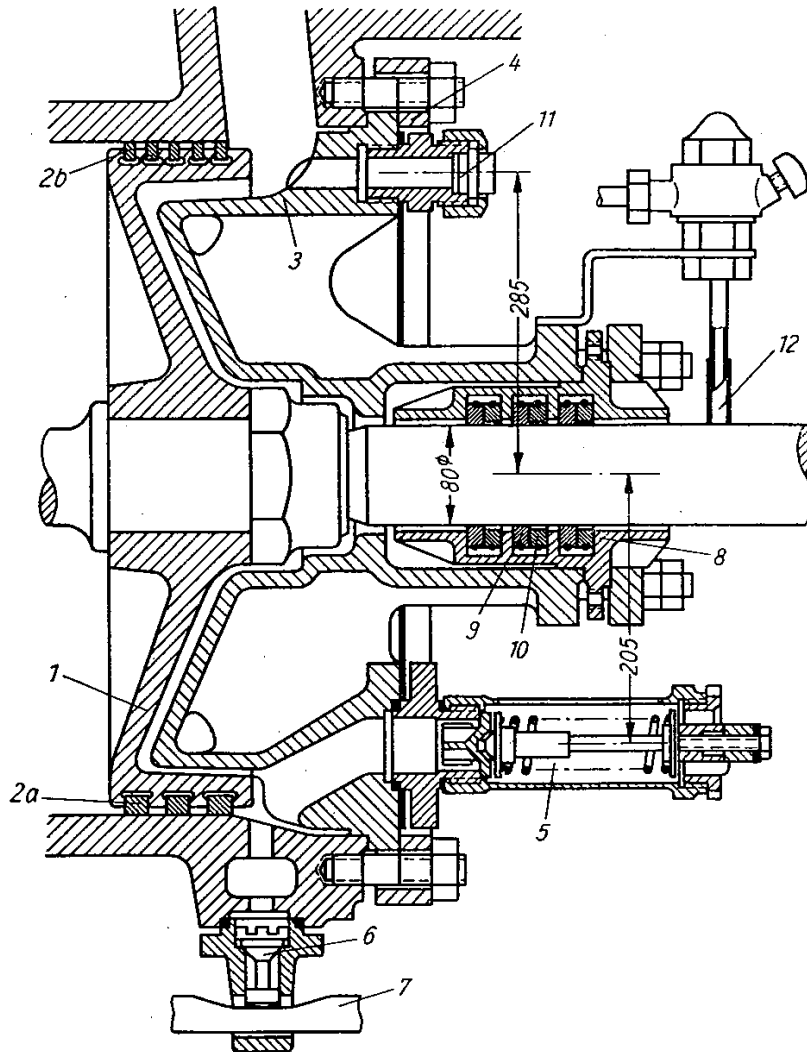


Bild 195. Kolben und Zylinderdeckel mit Zylinder-Sicherheitsventil

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 Kolben | 7 Nockenstange |
| 2a Kolbenringe, alte Ausführung | 8 Kolbenstangenstopfbuchse (Halbschalen) |
| 2b Kolbenringe, neue Ausführung | 9 Dichtring |
| 3 Zylinderdeckel | 10 Deckring |
| 4 Druckring | 11 Indikatorstutzen |
| 5 Zylinder-Sicherheitsventil | 12 Stopfbuchsensmierung |
| 6 Zylinderventil | |

Ermittlung der Totpunktstellungen und der linearen schädlichen Räume

Wenn eine Lokomotive einen sehr unruhigen Gang zeigt und trotz eingehender Beobachtung, Untersuchung und Prüfung durch das Standprüfverfahren keine Ursache gefunden werden kann, dann ist von der Werkstatt des Bahnbetriebswerkes das Nachprüfen der schädlichen Räume zu verlangen. Hierzu müssen zunächst die Totpunkte genau festgestellt werden. Die Lokomotive wird auf einem genau waagerechten Gleis so aufgestellt, daß die Achslagerkästen gleiche Abstände von den Rahmnausschnitten haben. Dann wird sie so weit vorwärts gedrückt, daß der Kreuzkopf ungefähr 10 mm vor dem Totpunkt steht. Diese Stellung wird an der Gleitbahn und gleichzeitig als Verlängerung der oberen Kante des hinteren Bremsklotzes am Treibradreifen angerissen (Bild 196 a).

Dann wird die Lokomotive so weit vorwärts gedrückt, daß der Kolben über den Totpunkt hinweggleitet und in die erste Stellung zurückkehrt. Der Kreuzkopf gibt den angezeichneten Riß an der Gleitbahn wieder frei. Am Treibachsradreifen wird jetzt wieder ein Riß in der Verlängerung der oberen Kante des hinteren Bremsklotzes angebracht (Bild 196 b).

Nun wird die Mitte zwischen den beiden Rissen am Radreifen gesucht und angezeichnet und die Lokomotive so weit vorwärts geschoben, bis die Oberkante des Bremsklotzes mit diesem mittleren Riß genau in einer Geraden steht (Bild 196 c).

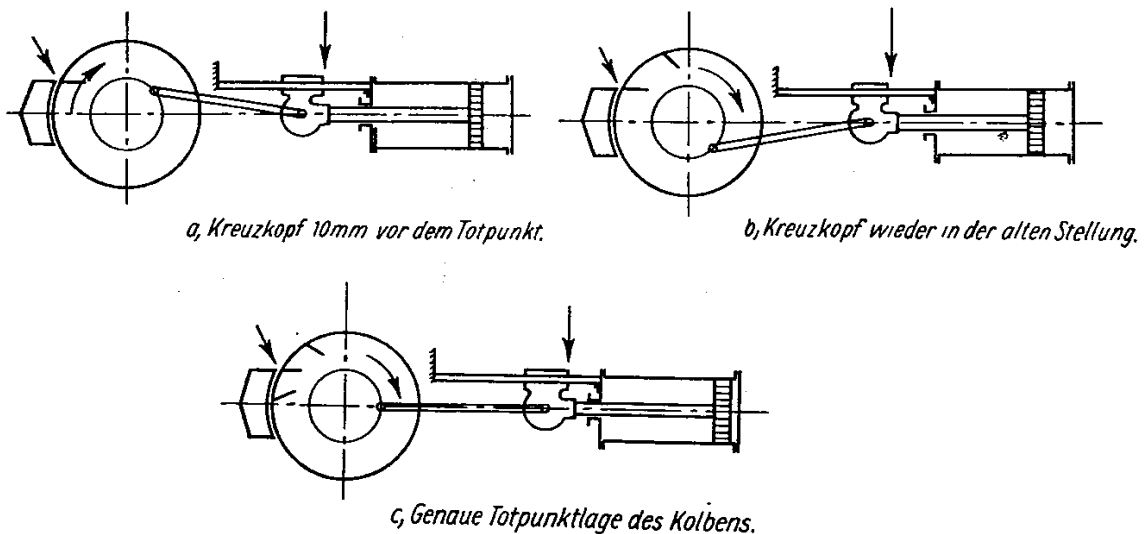
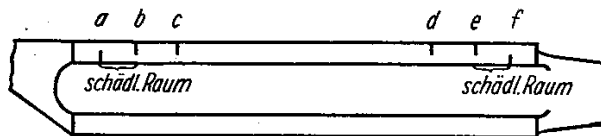


Bild 196. Stellungen des Kreuzkopfes zur Ermittlung des schädlichen Raumes

Jetzt steht die Lokomotive genau in Totpunktstellung. Diese Stellung des Kreuzkopfes wird wieder auf der Gleitbahn angerissen. Auf die gleiche Weise werden die Totpunktstellungen nach hinten und anschließend die beiden Totpunktstellungen auf der anderen Lokomotivseite gesucht und angerissen.

Die Pleuellagerstange ist nun loszunehmen und der Pleuellager jeweils nach vorn und nach hinten bis zum Anschlag am Zylinderdeckel durchzuschieben. An der Differenz der Stellung des Kreuzkopfes kann die lineare Größe des schädlichen Raumes abgemessen werden (Bild 197).



*a, und f, Kolben liegt am Zylinderdeckel an
b, hinterer Totpunkt e, vorderer Totpunkt
c, und d, 1. RiB*

Bild 197. Gleitbahn mit Lagen der Totpunkte und schädlichen Räume

Die Größe der linearen schädlichen Räume müssen sowohl das Lokomotivpersonal als auch die Werkstattbeschäftigten kennen. Als Anlage 1 wird deshalb eine Übersicht der schädlichen Räume der wichtigsten Lokomotivgattungen beigelegt.

Schäden an Zylindern und Kolben

Schon kleinste Undichtigkeiten der Zylinder, Kolben oder Schieber rufen große Dampfverluste und somit eine beträchtliche Herabsetzung der Leistungsfähigkeit der Lokomotive hervor. Dem Zustand der Dampfmaschine ist deshalb besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Kolben sind undicht

Zylinder schadhafte

Sind die Kolbenstangentragbuchsen ausgelaufen oder die Kreuzkopfgleitplatten abgenutzt, so laufen die Kolben unten auf. Dadurch wird die Zylinderlauffläche ausgearbeitet; der Zylinder wird unrund.

Wird häufiger Wasser übergerissen, so daß Kesselstein in die Zylinder gelangt, dann wird der Zylinder riefig.

In beiden Fällen gelangt der Dampf ungehindert von einer Kolbenseite zur anderen. Die Zylinder müssen kreisrund sein und auf ihrer ganzen Länge den gleichen Durchmesser haben. Sobald der Zylinderdurchmesser nur 2 mm abweicht oder die Zylinderlaufflächen Riefen zeigen, sind die Zylinder neu auszubohren.

Kolbenringe abgenutzt oder gebrochen

Der Kolben trägt zur Abdichtung der beiden Arbeitsräume 3 bis 5 Kolbenringe, die in den Kolbenringnuten liegen und so viel Spannung besitzen müssen, daß sie gegen die Zylinderwandung federn und sich dort anlegen (Bild 195). Wenn die Ringe zu stark abgeschliffen sind, werden die Stoßfugen zu groß, und der dampfdichte Abschluß ist nicht mehr gewährleistet. Außerdem kann der Dampf jetzt zwischen Kolbenring und Kolbenkörper durchströmen.

Bei zu starker Zylinderschmierung verkrustet das Öl im Zylinder und am Kolben, so daß die Ringe in den Nuten festklemmen.

Sie federn dann nicht mehr an die Zylinderwandung und dichten nicht mehr ab.

Gebrochene Kolbenringe lassen ebenfalls den Dampf von einer Seite des Kolbens auf die andere treten.

Die Leistung der Lokomotive würde in allen Fällen stark vermindert und der Kohlenverbrauch erhöht.

Feststellung der Undichtigkeiten der Kolben und Abhilfe

Mit Hilfe des Standprüfverfahrens können Undichtigkeiten am Kolben einwandfrei festgestellt werden.

Die zu untersuchende Lokomotivseite wird so gefahren, daß die rechte Treibachskurbel nach hinten und etwa 45 ° nach oben steht. Zusatzbremse und Tenderbremse müssen angezogen und die Kuppelachsen einer Lokomotivseite nach hinten und vorn mit Radkeilen festgelegt werden.

Die Steuerung legt man auf Mitte, den Druckausgleich in Fahrstellung (geschlossen), schließt die Zylinderventile und entfernt den unteren Bolzen der Voreilhebel. Die Voreilhebel werden senkrecht gestellt. Nun wird der Regler so weit geöffnet, daß ein Schieberkastendruck von etwa 5 at herrscht. Auf der nichtfestgekeilten Seite wird mit Hilfe eines Keiles das hintere Zylinderventil geöffnet und der Voreilhebel mittels Einsteckholzes nach vorn geschoben. Entweicht jetzt aus dem geöffneten Zylinderventil Dampf, so sind Kolben und Kolbenringe undicht. Zur Kontrolle werden das hintere Zylinderventil und der Regler wieder geschlossen, der Dampf aus dem Zylinder abgelassen und dann das vordere Zylinderventil geöffnet. Der Voreilhebel wird jetzt nach hinten geschoben. Bei Öffnung des Reglers tritt nun Dampf aus dem geöffneten Zylinderventil. Die Lokomotive muß zur Ausbesserung abgestellt werden.

Bei Erneuerung der Kolbenringe ist darauf zu achten, daß die Stöße der Ringe versetzt angeordnet und gegen Verdrehung gesichert sind und die Fugenbreite höchstens 3 mm beträgt.

Störungen an Kolbenstangen und Stopfbuchsen

Kolbenstangen sind riefig

Die Kolbenstangen werden entweder zentral von einer Schmierpumpe aus oder durch ein Dochtschmiergefäß geschmiert. Ist die Schmierung zu schwach eingestellt oder wurde nach längerer Abstellzeit die Schmierpumpe vor Fahrtantritt nicht von Hand durchgekurbelt, dann erhält die Kolbenstange zu wenig Öl und wird riefig. Derselbe Schaden kann eintreten, wenn die Dochte des Dochtschmiergefäßes zu dick sind.

Riefen in der Kolbenstange können aber auch entstehen, wenn das Ölrohr direkt auf der Stange aufliegt. Es ist deshalb darauf zu achten, daß stets ein Holzröhrchen auf die Rohrmündung aufgesetzt ist oder daß das Rohr auf dem besonderen, vor der Stopfbuchse sitzenden Filzring sitzt.

Geschwärzte Kolbenstangen sind ein Zeichen dafür, daß mit zu niedrigem Schieberkastendruck gefahren worden ist. Wenn mit Dampf gefahren wird, soll der Schieberkastendruck mindestens 5 at betragen.

Kolbenstange ist verbogen

Durch Wasserschlag kann sich die Kolbenstange verbiegen. Allerdings ist dieser Fall sehr selten, da bei derartig starkem Wasserschlag meist die Bruchplatte bricht oder der Zylinderdeckel zertrümmert wird. Außerdem lockert sich der Kolbenkeil, und die Kolbenstange oder der Kolbenstangenkegel brechen.

Behebung der Schäden

Wenn die Kolbenstangen verbogen oder riefig sind, dichten sie in den Stopfbuchsen nicht mehr einwandfrei ab. Verbogene Kolbenstangen müssen ersetzt, riefige nachgeschliffen werden. Die Auftragsschweißung beim Kolbenstangenkegel erfordert große Erfahrungen, besondere Behandlung und einwandfreie Elektroden. Es ist deshalb den Bahnbetriebswerken verboten, Kolbenstangenkegel durch Aufschweißen selbst zu verstärken.

Kolbenstangen oder -kegel gebrochen

Die Bilder 198 a und b zeigen Brüche von Kolbenstangenkegeln, die durch Auftragsschweißung verstärkt und nicht vorschriftsmäßig behandelt worden sind. Der alte Anbruch ging von der Schweißung aus nach dem Kern zu.

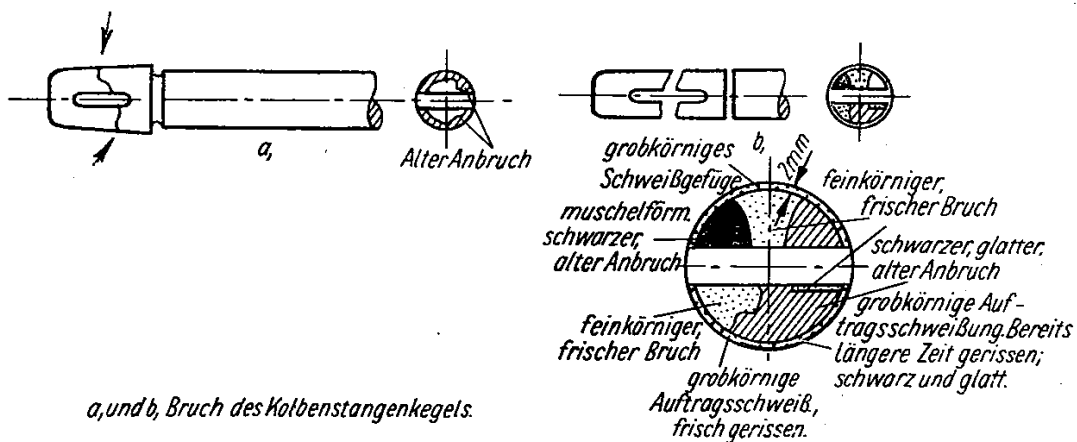


Bild 198. Bruch von Kolbenstangenkegeln
 a Alter Anbruch,
 b Durch grobkörnige Auftragsschweißung, Aufhärtung und teilweise alten Anbruch gerissen

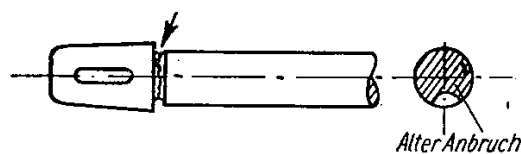


Bild 199. Bruch der Kolbenstange im Hals

Das Bild 199 zeigt den Bruch einer Kolbenstange im Hals. Die Bruchstelle zeigt 5/6 alten Anbruch. Der Anbruch kann bereits früher anlässlich eines Wasserschlages entstanden sein.

Kolbenstangenstopfbuchsen und -tragbuchsen undicht

Die Stopfbuchsen dichten die Kolbenstangen gegen den Zylinder ab. Seit den fünfziger Jahren werden fast ausschließlich Metallstopfbuchsen verwendet. In mehreren hintereinander angeordneten Kammern liegen je eine mehrteilige Dichtung und ein zweiteiliger Deckring aus weichem Gußeisen. Die Dichtringe setzen sich aus je zwei großen und zwei kleinen Segmenten zusammen, die durch eine Schlauchfeder auf die Kolbenstange gepreßt werden. In den einzelnen Kammern müssen die Dichtringe nach dem Zylinder zu, die Deckringe nach außen liegen. Wenn die Segmente zu stark abgenutzt sind oder die Schlauchfeder erlahmt oder gebrochen ist, wird die Stopfbuchse undicht. Die Ringe oder die Federn müssen ersetzt werden. Bei Kolben mit durchgehender Kolbenstange ruht die gesamte Kolbenlast allein auf dem Kreuzkopf und der vorderen Tragbuchse (Bild 200).

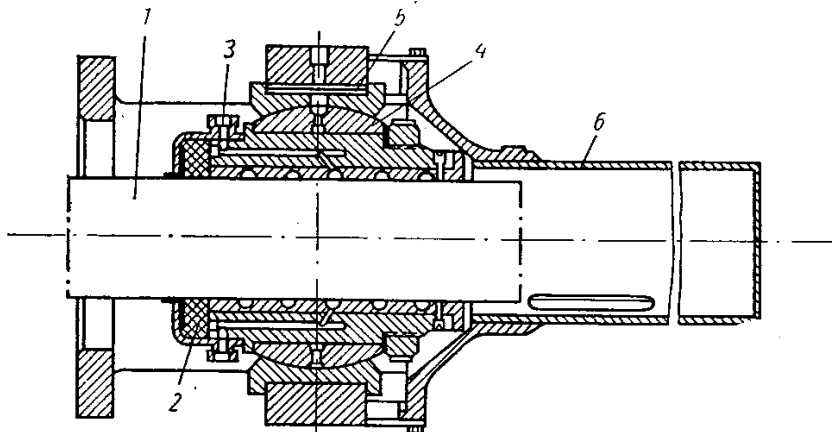


Bild 200. Kolbenstangentragbuchse

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1 Kolbenstange | 4 walzenförmiges Lager |
| 2 Filzring | 5 Blecheinlagen |
| 3 Stopfbuchsschmierung | 6 Schutzrohr |

Die Stopfbuchsen sollen also nur abdichten, aber nicht tragen. Die Tragbuchsen unterliegen deshalb einem schnelleren Verschleiß als die Stopfbuchsen.

Bei der Tragbuchse liegen über der Lagerschale, in der das walzenförmige Lager sitzt, Blechbeilagen. Ist die Tragbuchse 1 mm abgenutzt, so wird ein 1 mm dickes Stück der Blechbeilagen von oben unter die untere Schale gelegt.

Bei den neueren verstellbaren Kolbentragbuchsen geschieht das Nachstellen um das Maß des Verschleißes durch Drehen der äußeren Lagerdeckel. Die Stellungen der Lagerdeckel sind gekennzeichnet. Beide Deckel einer Tragbuchse müssen um das gleiche Maß nach vorn gedreht werden. Geschieht dies nicht oder werden die Deckel verwechselt, so steht die Tragbuchse in einem spitzen Winkel zur Kolbenstange.

Zylindersicherheitsventile und Bruchplatten

Zylindersicherheitsventil versagt beim Überreißen von Wasser

Hat die Lokomotive Wasser übergerissen oder hat sich beim Anfahren Niederschlagswasser angesammelt, weil die Zylinder nicht vorgewärmt wurden, dann steigt der Druck im Zylinder über den Kesseldruck. Bei Naßdampflokomotiven klappt der Flachschieber ab und gibt die Ausströmöffnung frei.

Der Kolbenschieber der Heißdampflokomotiven versperrt dem Wasser den Austritt aus den Zylindern. Um den Überdruck entgegen zu lassen und die Zerstörung des Zylinderdeckels und anderer Teile zu vermeiden, werden bei den Heißdampflokomotiven Zylindersicherheitsventile angebaut (Bild 195).

Die Feder des Zylindersicherheitsventils wird auf Kesseldruck eingestellt. Wird die Feder zu stark angespannt oder klemmt sich das Ventil fest, kann das Wasser nicht aus dem Zylinder entweichen. Es tritt Wasserschlag mit den verheerenden Folgen ein. Das Zylindersicherheitsventil müßte sofort ausgewechselt werden.

Zylindersicherheitsventil stark undicht

Wenn die Feder gebrochen oder erlahmt oder das Ventil undicht geworden ist, wird beim Fahren mit vollem Kesseldruck stets der Dampf aus dem Ventil entweichen. Der Wasser- und Kohlenverbrauch steigen an, die Leistung der Maschine wird herabgesetzt. Das Ventil müßte ebenfalls ausgewechselt werden.

Bruchplatten gebrochen

Bei einigen Lokomotivgattungen wurden leicht auswechselbare Bruchplatten als Sicherheitsvorrichtung an den Zylinderdeckeln angebracht. Die Bruchplatten sind kleine gußeiserne Platten von 3 mm Dicke, die sofort zerbrechen, sobald der Druck im Zylinder über den Kesseldruck steigt. Auf der Lokomotive müssen stets Ersatzbruchplatten mitgeführt werden. Auf keinen Fall dürfen als Ersatz Blechscheiben eingesetzt werden! Diese würden wegen ihrer viel höheren Festigkeit und Zähigkeit den Zweck verfehlen.

Bricht während der Fahrt eine Bruchplatte, ist sie auszuwechseln. Hierzu ist ein Steckschlüssel mit einer Maulweite von 32 mm mitzuführen.

Schäden an Schiebern und Schieberbuchsen

Undichtigkeiten der Schieber

Die Leistung der Dampfmaschine der Lokomotive läßt merklich nach, sobald Undichtigkeiten an den Kolbenschiebern vorliegen. Die Ursache zu Undichtigkeiten können stark abgenutzte oder gebrochene Schieberringe sein. Sind die Ringe stark abgenutzt, dann werden die Fugenbreiten zu groß, so daß der Dampf von der einen Seite des Schieberkolbenkörpers zur anderen strömen kann.

Der gleiche Nachteil tritt ein, wenn Teile der Schieberringe ausgebrochen sind.

Undichte Ölsperren führen zu übermäßiger Schmierung der Schieber und Kolben. Das überflüssige Öl setzt sich an den Schiebern und Kolben als harte Kruste fest. Die Schieberringe klemmen sich durch diese Ölkohle fest, federn nicht mehr gegen die Wandungen der Schieberbüchsen und lassen den Dampf ungehindert von einer Seite zur andern übertreten.

In allen Fällen müssen die Schieberringe ausgewechselt werden. Vor dem Ausbau ist das Schieberstichmaß nachzuprüfen (Bilder 201 und 202).

Die Fugen der eingebauten Ringe dürfen höchstens 1,5 mm betragen.

Schäden an Schiebern und Schieberstangen

Wenn ein Schieberkörper gebrochen ist, muß ein neuer Schieber eingesetzt werden.

Bei der aller sechs Wochen auszuführenden Schieberuntersuchung müssen die Schieberkörper nach gründlicher Reinigung auf Haarrisse, Anrisse oder Anbrüche sowie auf festen Sitz der Schieberkörper und Befestigungsmuttern untersucht werden.

Bei den Lokomotiven der BR 52 ist die Schieberstange hohl ausgeführt. Zur Aufnahme des Schieberstangenkreuzkopfes und der Stellmutter ist ein volles Gewindestück eingeschraubt. Ist dieses Ende der hohlen Schieberstange angerissen, dann hat das Gewinde keinen Halt mehr. Das eingesetzte Gewindestück wird herausgerissen. Dieser Teil der Schieberstange muß besonders auf Haarrisse und Anrisse untersucht werden.

Undichtigkeiten und Schäden der Schieberbüchsen

Undichte Kolbenschieberbüchsen zwingen fast stets zum Abstellen der Lokomotive.

Sind die Gleitschuhe der Schieberkreuzköpfe stark abgenutzt oder die Schiebertragbüchsen stark verbraucht, so laufen die Schieberkörper auf den Schieberbüchsen auf. Die Schieberbüchsen werden unrund, so daß der Dampf durch das ausgearbeitete Segment unter den Schieberringen durchströmt.

Wenn die Dichtflächen an den Schieberbüchsen und im Schieberkasten nicht je für sich, sondern unmittelbar im Schieberkasten aufeinander geschliffen werden, stehen die Dichtflächen der Büchse häufig nicht rechtwinklig zur Bohrungsachse des Schieberkastens. Die Dichtflächen sind oben bereits bis auf den Grund der Schleifrille abgeschliffen, während unten die Schleifrille noch bis zu 1,5 mm Tiefe vorhanden ist (Bild 203). Wird der Ausströmkasten angebaut, dann liegen die Dichtflächen der Schieberbüchsen im unteren Teil fest an, während sie sich oben gar nicht berühren (Abstand x in Bild 203). Diese Schieberbüchse ist stark undicht. Die Schieberbüchsen der Lokomotiven der BR 52 besitzen keine Schleifrillen und Anschlagleisten und können auch nicht durch den Ausströmkasten angepreßt werden. Diese Büchsen werden mit Untertemperatur und Drücken von etwa 300 at eingepreßt und mittels Feststellschraube befestigt. In der Mitte des Schieberkastens sitzt keine Mittelbüchse, sondern beide Schieberbüchsen müssen sich fast berühren (Toleranz 1,2 mm). Wenn die Schieberkörper auf-

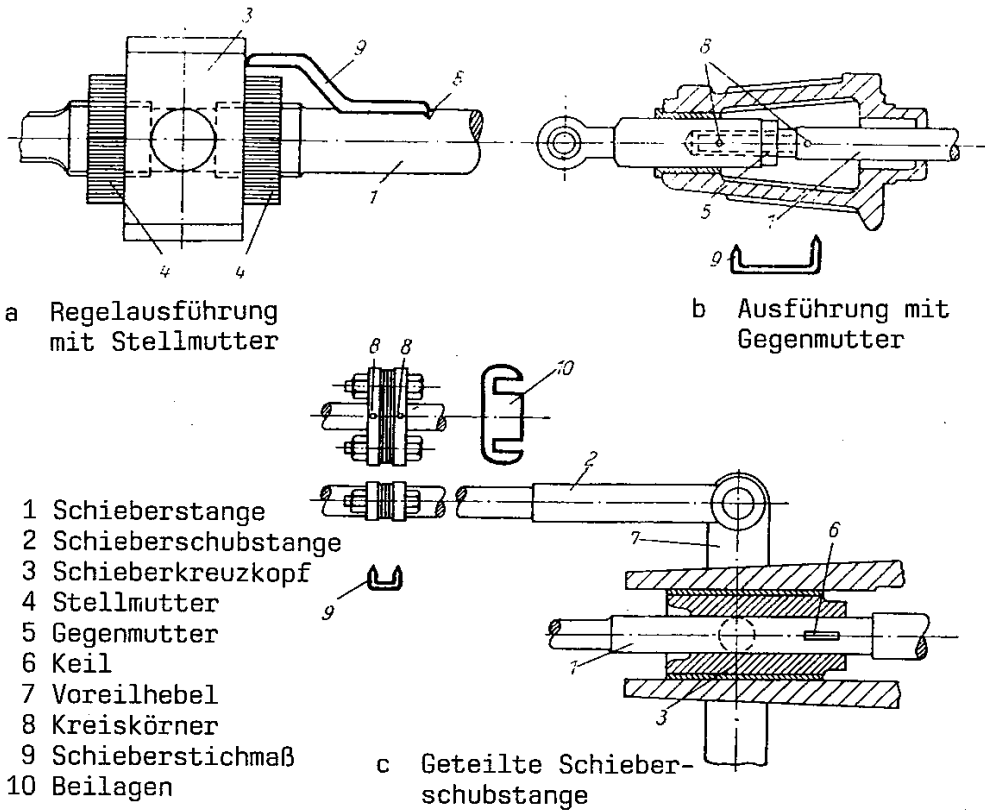


Bild 201. Schieberstichmaß - 3 verschiedene Arten -

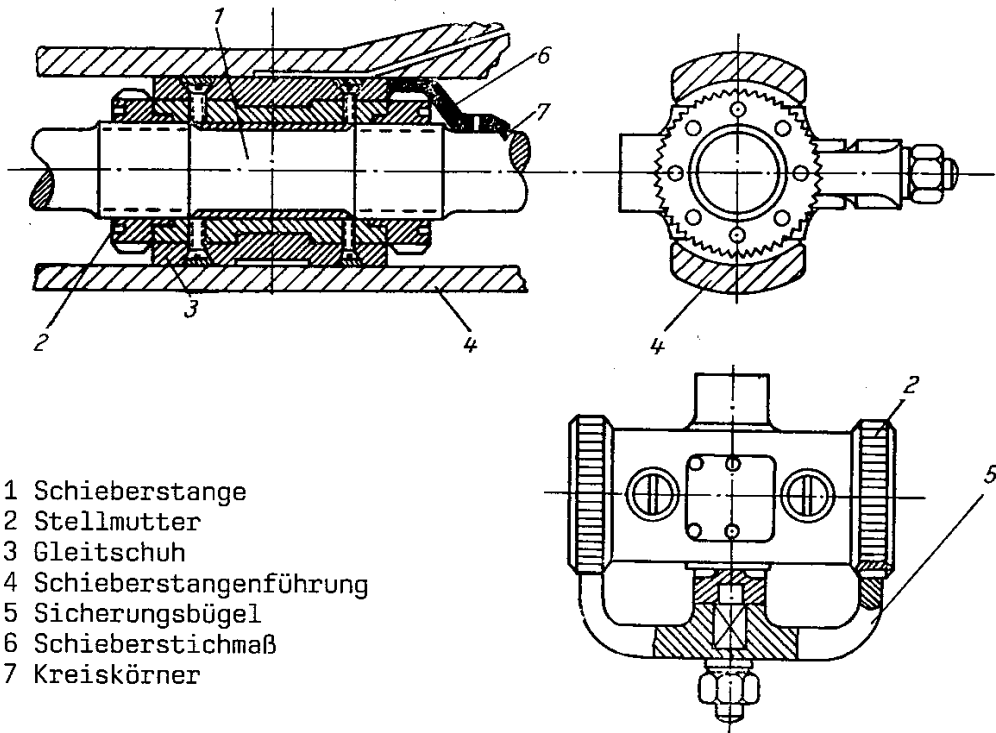


Bild 202. Schieberstangenkreuzkopf mit Schieberstangenführung und Schieberstichmaß

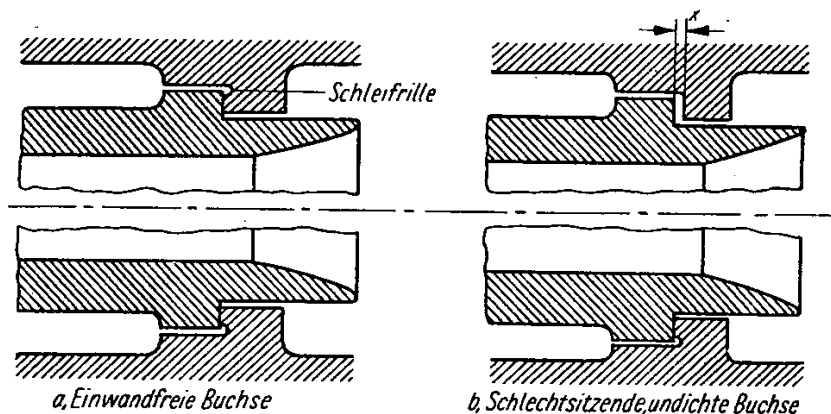


Bild 203. Schieberbuchse im Schieberkasten

laufen, entstehen Schubkräfte, welche die Schieberbuchsen hin und her zu bewegen versuchen. Die Buchsen lockern sich, die Feststellschraube reißt ab, und die Buchse verschiebt sich. Nun klappt zwischen beiden Buchsen ein Spalt. Es treten jetzt die gleichen Unregelmäßigkeiten auf wie bei undichten Kolbenschieberbuchsen der allgemeinen Bauart (Bild 203).

Beim Ausbau der Schieberkörper aus den verschobenen Schieberbuchsen kann es vorkommen, daß ein Schieberring in den Spalt gelangt, sich entspannt und der Schieber festsetzt. Das tritt vor allem dann ein, wenn der Spalt zwischen beiden Buchsen 6 mm und größer geworden ist, also Ringbreite erreicht hat. Haben diese Lokomotiven undichte Schieberbuchsen, so sind sie auf jeden Fall dem Raw zuzuführen.

Feststellung der Schäden

Während bei undichten Überhitzerelementen ein gleichmäßiges Rauschen oder Durchheulen der Lokomotive bei geöffneter Feuer-tür zu hören ist, heult die Lokomotive bei Undichtigkeiten an Schiebern, Schieberringen oder Schieberbuchsen stoßweise durch. Durch das Standprüfverfahren können die Schäden festgestellt werden. Undichtigkeiten der Schieberbuchsen ermittelt man günstiger durch eine Wasserdruckprobe mit eingesetztem Gummikolben.

Durch Ölmangel beginnen die Flachschieber zu fressen, Schieber und Schieberrost werden riefig und lassen Dampf von der Einströmseite zum Ausströmkanal durchfließen. Schieberrost und Schieber müssen neu gerichtet und tuschiert werden.

Bei jeder Schieberuntersuchung (aller 6 Wochen bei Kolbenschiebern und aller 4 Monate bei Flachschiebern) müssen die Bohrungen für die Ölzufuhr und die Schmiernuten auf den Schiebergrundflächen geprüft und gereinigt werden.

Regulieren der Lokomotive

Regulieren nach Gehör

Hat die Lokomotive nach Abstellung aller sichtbaren Schäden und nach Durchführung der Schieberuntersuchung noch sehr ungleiche Schläge, so muß sie neu reguliert werden.

Man verstellt den Schieber nach der Seite, wo sich der Kreuzkopf befand, als der harte Schlag hörbar wurde. Wenn der Kreuzkopf beim Auftreten des harten Schlages nach vorn steht, muß der Schieber so weit nach vorn verstellt werden, bis die ungleichen Schläge aufgehoben worden sind. Hat die Lokomotive äußere Einströmung, so muß man den Schieber nach hinten verstellen.

Steht beim Ertönen des harten Schlages der Kreuzkopf am hinteren Totpunkt, so wird der Schieber bei innerer Einströmung nach hinten, bei äußerer Einströmung nach vorn verstellt.

Regulieren mit Hilfe der Schauluken

Das Regulieren der Lokomotive nach Gehör verlangt Erfahrung und gilt auch nur als Behelfsmaßnahme im Betrieb. Genauere Ergebnisse werden erzielt, wenn die Lokomotive in kaltem Zustand reguliert wird.

Hierzu sind bei alten Heißdampflokomotiven die Schauluken am Schieberkasten abzunehmen.

Ein großer Teil der Neubaulokomotiven ist allerdings nicht mehr mit Schauluken ausgestattet, so daß das Regulieren in kaltem Zustand nur bei den älteren und einem Teil der neueren Lokomotivgattungen möglich ist.

Bei der Baureihe 52 können zum Regulieren die Druckausgleicher abgenommen werden.

Die zu regulierende Lokomotive wird nacheinander vorn und hinten auf beiden Seiten in genaue Totpunktlage bewegt. In diesen Stellungen ist mittels Fühllehre oder besonders hergestellter einfacher Lehre die lineare Voreilung (v) zu prüfen. Bei der Heusinger-Steuerung ist die lineare Voreilung in allen Füllungsgraden gleich.

Der Weg des Schiebers aus seiner Mittelstellung ist in den Kolbentotpunktlagen gleich der linearen Voreilung plus der Einströmüberdeckung (e). Weichen das lineare Voreilen bzw. die Schieberwege vorn und hinten voneinander ab, dann ist der Schieber zu verstellen (Bild 204).

Haben sich durch das Regulieren Abweichungen vom Stichmaß ergeben, so ist der Kontrollkörper auf der Schieberstange nach Beseitigung des alten Körners neu anzubringen. Keinesfalls darf das Stichmaß geändert werden.

Indizieren der Lokomotive

Führen das Regulieren nach Gehör oder in kaltem Zustande mit Hilfe der Schauluken nicht zum gewünschten Erfolg, dann muß die Lokomotive einem Ausbesserungswerk zum Indizieren zugeführt werden.

2.5.2. Störungen an den Druckausgleichsvorrichtungen

Druckausgleicher alter Bauart

Druckausgleicher heult durch

Schließt ein Druckausgleicher der alten Bauart nicht, dann heult er durch, das heißt, der einströmende Dampf gelangt über den Druckausgleicher sofort zur anderen Kolbenseite und dann ins Freie. Die Leistung dieser Maschinenseite ist aufgehoben.

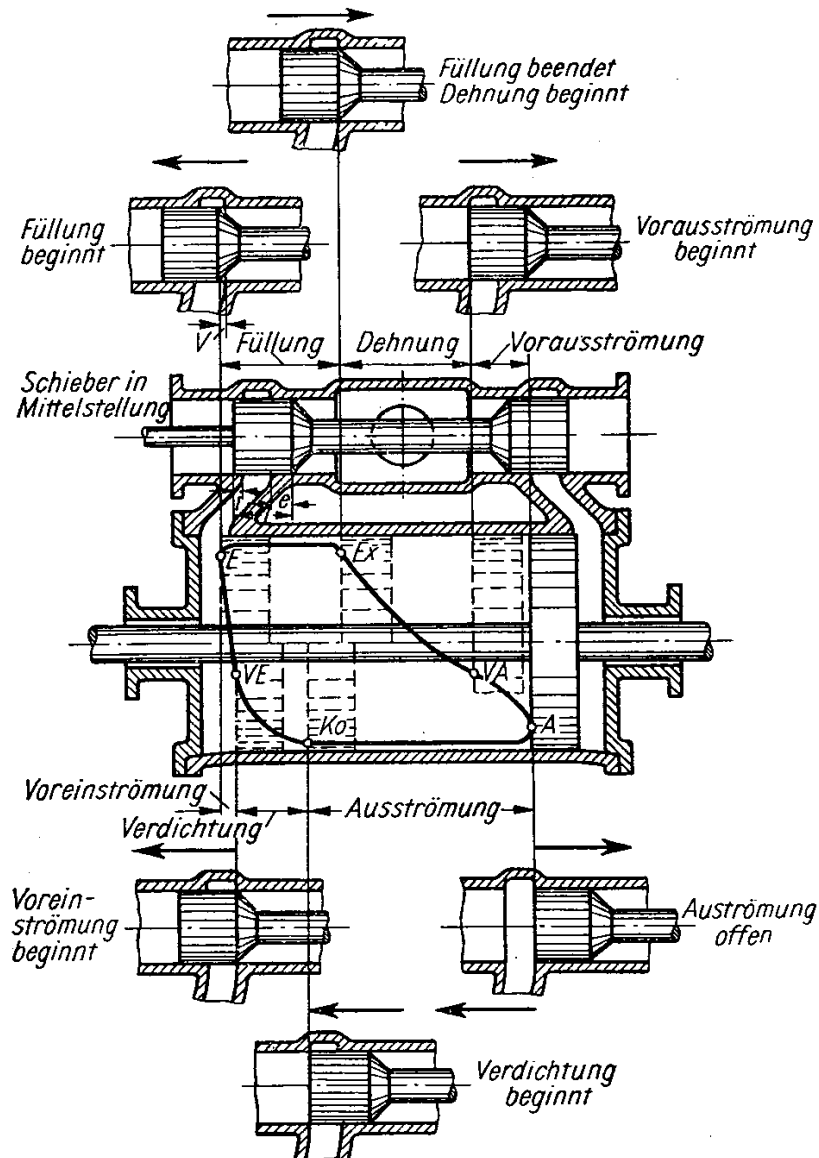


Bild 204. Dampfdruckschaubild mit Schieberstellungen

Ursachen des Durchheulens und Behebung der Schäden

Ursachen des Durchheulens und Behebung der Schäden

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
<p>1. Die obere Mutter am Ventilschaft hat sich gelöst. Sie bewegt sich aufwärts und verhindert das Schließen des Druckausgleichers (Bild 207).</p>	<p>Die Überwurfmutter am Luftanschluß (1) wird gelöst, die Kapselmutter (2) abgeschraubt und der Steuerkolben (Luftkolben) (3) herausgezogen. Nun können die Mutter auf dem Ventilschaft (4) festgezogen und versplintet und die Kapselmutter und Überwurfmutter für den Luftanschluß wieder aufgeschraubt werden.</p>

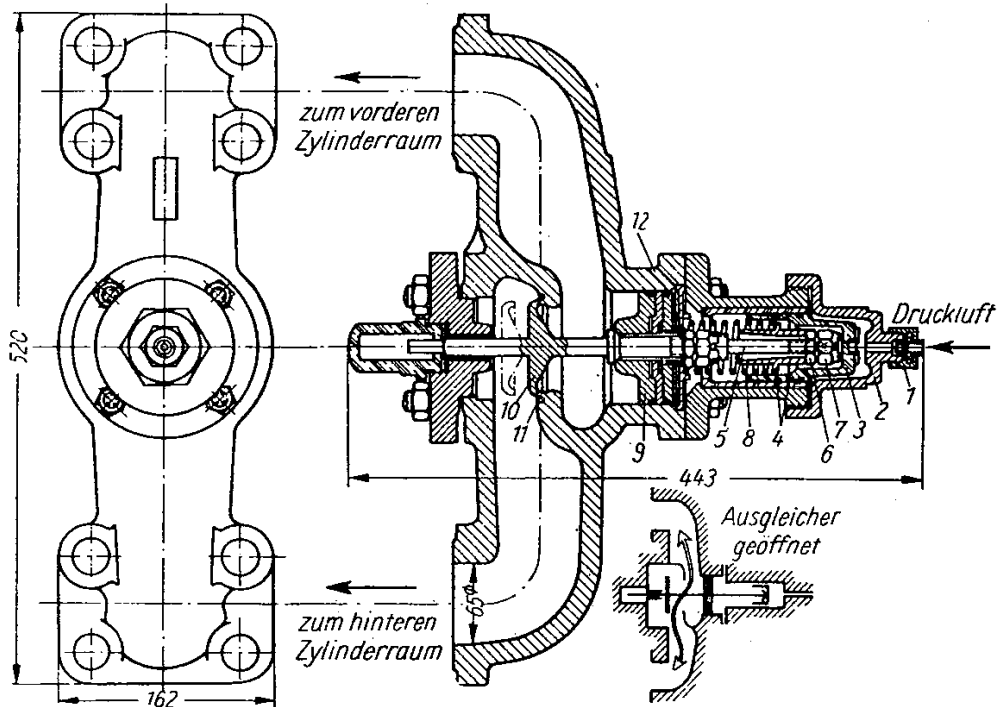


Bild 205. Druckausgleicher mit Druckluftsteuerung

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 Überwurfmutter mit Luftanschluß | 7 Gegenmutter mit Splint |
| 2 Kapselmutter | 8 Schließfeder (Rückstellfeder) |
| 3 Steuerkolben (Luftkolben) | 9 Gegenkolben (Dampfkolben) |
| 4 Dichtringe des Steuerkolbens | 10 Ventilteller |
| 5 Ventilschaft | 11 Ventilsitz |
| 6 Mutter des Ventilschaftes | 12 Entwässerungsbohrung |

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
2. Ist die Schließfeder (Rückstellfeder) gebrochen , dann kann der Druckausgleicher ebenfalls nicht wieder geschlossen werden. Die Schließfeder stellt die Kraft dar, welche die Ventilstange mit Gegenkolben und Ventilteller nach Wegnahme der Druckluft wieder nach oben drücken und schließen soll.	Die Feder muß im Bahnbetriebswerk ersetzt werden.
3. Wird der Anstellhahn umgelegt, solange der Druck im Zylinder noch mehr als 1 atü beträgt, so wird der Ventilteller so schnell und stark aufgeschlagen, daß Ventilteller oder Ventilsitz anbrechen oder ausplatzen können. Der Druckausgleicher würde ebenfalls durchheulen.	Der Druckausgleicher muß im Bahnbetriebswerk ausgewechselt werden.
4. Wenn die ins Freie führende Bohrung im Anstellhahn verstopft ist, kann die über dem Ventilkolben des Druckausgleichers und des Luftaugeventils eingeschlossene Luft nicht entweichen. Die Ventile bleiben bei Fahrt mit Dampf offen oder werden nach einiger Zeit mit starkem Schlag plötzlich durch den Dampfdruck geschlossen.	Die Bohrung muß mittels Drahtes geöffnet werden.

Druckausgleicher öffnet nicht

Schlägt nach dem Schließen des Reglers die Lokomotive auf einer Seite stark und nimmt die Geschwindigkeit schnell ab, dann hat der Druckausgleicher sich nicht geöffnet.

Ursachen des Nichtöffnens und Abhilfe

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Die Ursache für das Nichtöffnen kann eine Verstopfung der Druckluftleitung zum Druckausgleicher sein.	Die Überwurfmutter des Druckluftanschlusses wird gelöst und der Anstellhahn nochmals in Leerlaufstellung gelegt. Tritt jetzt keine Luft aus dem gelösten Luftleitungsrohr, dann muß versucht werden, das verstopfte Rohr durchzustößen oder durchzublasen. Gelingt es nicht, muß im nächsten Bw das Rohr abgenommen, gründlich gereinigt und erforderlichenfalls ausgeglüht werden. Bis dahin darf aber der Regler während der Fahrt nie völlig geschlossen werden; im Gefälle ist etwa 5 atü Schmierdampf zu geben, da andernfalls der Kolben Luft und Ruß durch das Blasrohr aus der Rauchkammer in Schieberkasten und Zylinder saugt.
2. Wenn die Luftleitung frei war, kann die Bohrung am Anschluß des Druckausgleichers verstopft sein.	Sie muß durchgestoßen werden.
3. Ist das Luftrohr gerissen , so tritt die Luft an der Bruchstelle aus. Der Druckausgleicher wird nicht geöffnet.	Bei günstiger Lage der Bruchstelle kann sie unterwegs notdürftig durch eine Schelle geschlossen werden. Im Bw ist das Rohr zu löten.

Der Druckausgleicher sitzt fest

Ursachen des Festsitzens und behelfsmäßige sowie endgültige Wiederherstellung

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
Heult die Lokomotive beim Fahren mit Dampf durch oder schlägt sie auf einer Seite sehr stark und verliert an Geschwindigkeit, dann kann der Druckausgleicher festsitzen. Läßt sich der Druckausgleicher nicht öffnen oder schließt er nicht, dann können Ringe des Steuerkolbens oder des Gegenkolbens gebrochen sein oder festsitzen.	Der Steuerkolben wird ausgebaut, und die Reste der gebrochenen Ringe werden entfernt. Der Druckausgleicher wird dadurch wieder notdürftig betriebsfähig. Im Bw müssen die fehlenden Ringe ersetzt werden.

Der Druckausgleicher heult nur leicht durch, oder er flattert

Aus der Entwässerungsbohrung oberhalb des Gegenkolbens (Dampfkolbens) dürfen weder Dampf noch Luft austreten.

Ursachen der Störung und Behebung der Schäden

Ursache der Störung	Behebung der Schäden
1. Tritt bei geschlossenem Druckausgleicher Dampf aus der Bohrung, so sind die Ringe des Gegenkolbens abgenutzt oder gebrochen , oder sie sitzen fest. Der Dampf tritt über den Gegenkolben, die Schließkraft wird verringert. Der Druckausgleicher heult durch.	Die Undichtigkeit ist im Bw zu beseitigen (Ringe ersetzen).
2. Wenn aus der Entwässerungsbohrung bei geöffnetem Druckausgleicher Luft austritt, ist der Steuerkolben undicht . Da jetzt ein Teil der Druckluft verlorengeht, beginnt das Ventil zu flattern.	Im Bw sind die Ringe des Steuerkolbens zu erneuern.

Störungen am Luftsaugeventil

Bei hohen Geschwindigkeiten reichen die Querschnitte des Druckausgleichers älterer Bauart nicht aus, um Unterdrücke im Zylinder zu vermeiden. Um diesen Mangel zu beheben, werden an den Dampfeinströmröhren Luftsaugeventile angebaut (Bild 206).

Ursachen der Störung und deren Behebung

Als Ursachen kommen ähnliche Störungen wie beim Druckausgleicher älterer Bauart in Betracht.

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Haben sich die Muttern des Ventilschaftes gelöst , stoßen sie an der inneren Stirnfläche des Steuerkolbens an. Der Hub der Ventilstange wird dadurch zu kurz, das Ventil kann nicht schließen.	Dieser Schaden kann vom Lokomotivpersonal behoben werden. Die Überwurfmutter des Luftanschlusses wird gelöst, die Kapselmutter abgeschraubt und der Luft- oder Steuerkolben herausgezogen. Dann sind die beiden Muttern des Ventilschaftes wieder anzuziehen und zu versplinteln.
2. Wenn der Lokomotivführer den Druckausgleicher zu früh öffnet, werden die Ventile der Druckausgleicher und der Luftsaugeventile durch den hohen Dampfdruck mit hartem Schlag geöffnet. Der Dampf strömt mit lautem Knall aus den Luftsaugeventilen. Wiederholen sich solche Schläge, so können die Ventilsitze und Ventilteller beschädigt werden.	Der Zug kann meist noch bis zum Ziel befördert werden. Im Bahnbetriebswerk ist das Luftsaugeventil auszuwechseln.
3. Wenn die ins Freie führende Bohrung des Anstellhahnes verstopft ist, schließt das Ventil nicht.	Die Bohrung ist zu öffnen.
4. Wenn das Luftsaugeventil trotz geringstem Dampfdruck im Zylinder sich mit lautem Knall öffnet oder beim Dampfgeben zunächst Dampf ins Freie entweichen läßt und sich dann plötzlich und geräuschvoll schließt, so ist die Schließfeder erlahmt oder gebrochen .	Sie muß ausgewechselt werden.

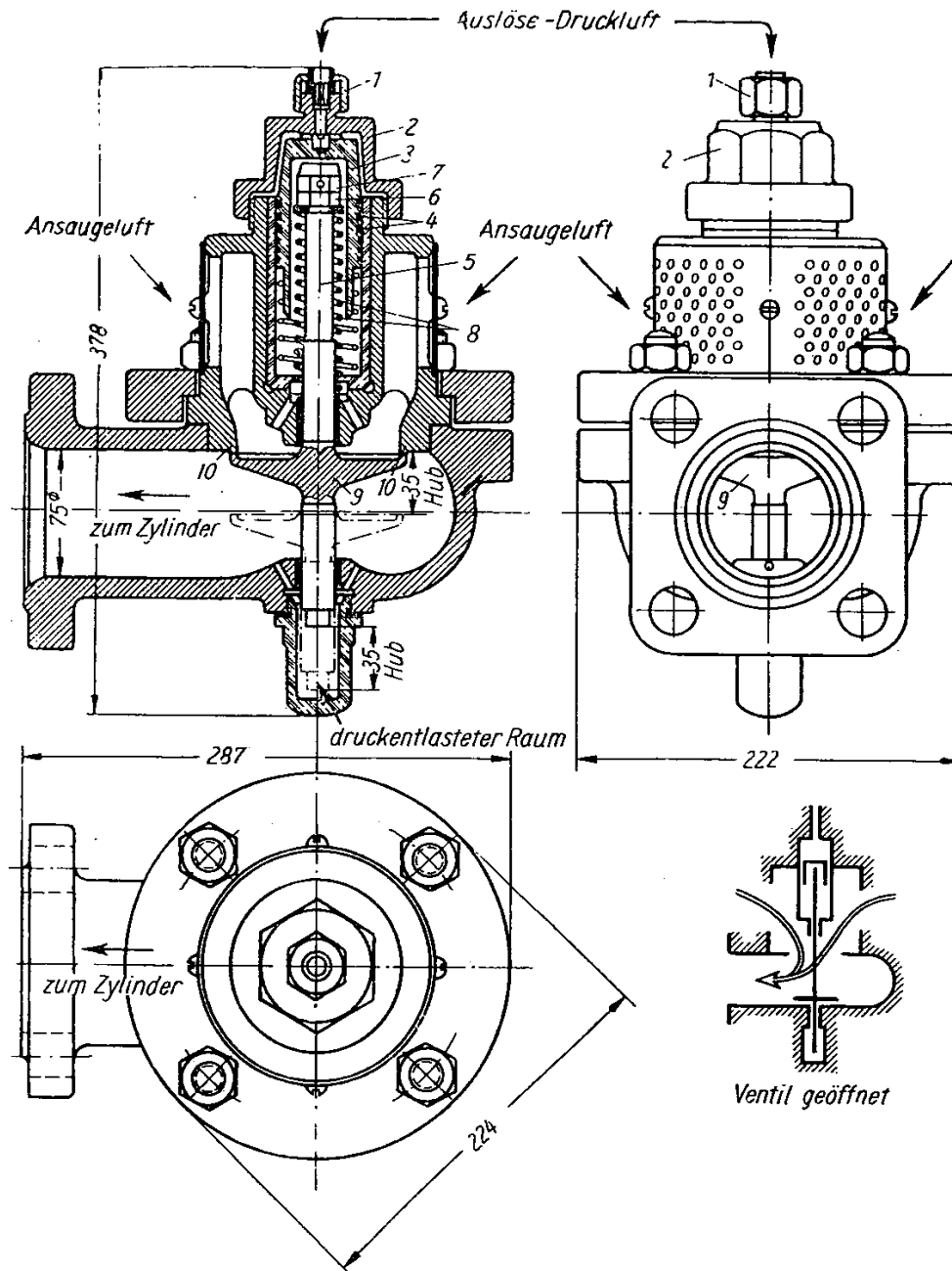


Bild 206. Luftsaugeventil

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 Überwurfmutter des Luftanschlusses | 6 Mutter des Ventil- |
| 2 Kapselmutter | schalters |
| 3 Steuerkolben (Luftkolben) | 7 Gegenmutter mit Splint |
| 4 Dichtringe des Steuerkolbens | 8 Schließfeder |
| 5 Ventilschaft | 9 Ventilteller |
| | 10 Ventilsitz |

Luftsaugventil sitzt fest

Öffnet das Luftsaugventil sich nicht, läuft die Lokomotive im Leerlauf unruhig; schließt es sich nicht, so strömt Dampf mit starkem Geräusch unausgenutzt ins Freie.

Ursachen des Festsitzens und Behebung der Schäden

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Bleibt das Ventil in geöffneter oder geschlossener Stellung hängen, so sind die Ringe des Steuerkolbens gebrochen.	Der Steuerkolben ist auszuwechseln, die Reste der Ringe sind zu entfernen und das Ventil wieder zusammenzubauen. Diese Arbeiten können unterwegs vom Lokomotivpersonal erledigt werden. Im Bw sind dann die fehlenden Ringe zu ersetzen.
2. Wie beim Druckausgleicher, so kann auch beim Luftsaugventil die Druckluftleitung verstopft oder gerissen sein.	Es muß versucht werden, die Luftleitung oder die Bohrung im Ventil durchzustößen oder auszublasen bzw. die gerissene Leitung notdürftig abzudichten. Gelingt dies nicht, so ist die Luftleitung abzuschließen. Beim Leerlauf müssen dann die Zylinderventile geöffnet werden.

Druckausgleicher mit Eckventilen

Druckausgleicher heult durch

Heult bei einem Druckausgleicher mit Eckventilen (Bild 207) ein Eckventil durch, gilt es zunächst festzustellen, welches Ventil schadhaft ist.

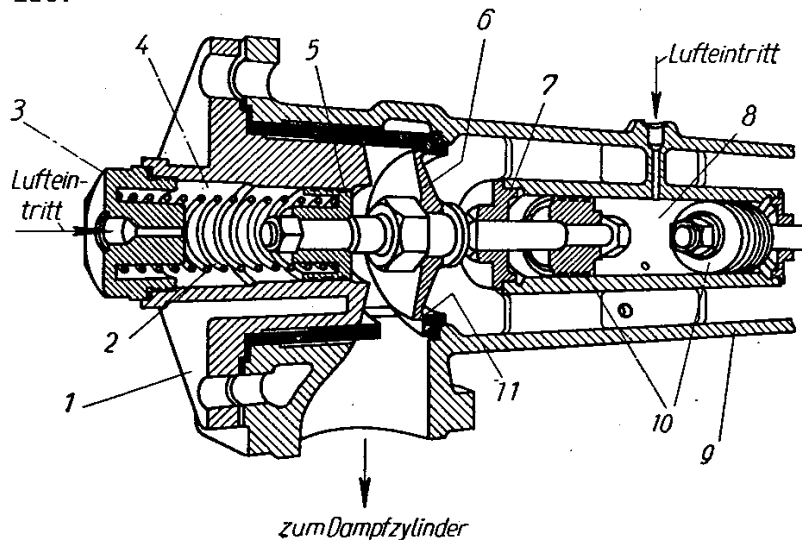


Bild 207. Druckausgleicher mit Eckventilen

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1 Deckel | 7 Stopfbuchse |
| 2 Spannfeder | 8 innere Steuerkammer |
| 3 Verschlußstücke | 9 Gehäuse |
| 4 äußere Steuerkammer | 10 Luftkolben (innere) |
| 5 Luftkolben (äußere) | 11 Ventilsitz |
| 6 Umlaufventil | |

Man stellt den Hebel des Anstellhahnes zum Druckausgleicher in Stellung II „Fahrt unter Dampf“. Der Hebel muß senkrecht stehen. Nun wird die Lokomotive langsam vorwärts gefahren und der Lauf des Kolbens beobachtet. Läuft der Kolben von hinten nach vorn, und der Druckausgleicher heult durch, so ist das hintere Ventil schadhaft.

Wenn beim Lauf des Kolbens von vorn nach hinten der Druckausgleicher durchheult, so ist das vordere Eckventil schadhaft.

Es ist also stets das Eckventil schadhaft, aus dessen Richtung der Kolben kommt, wenn der Druckausgleicher durchheult (Bild 208).

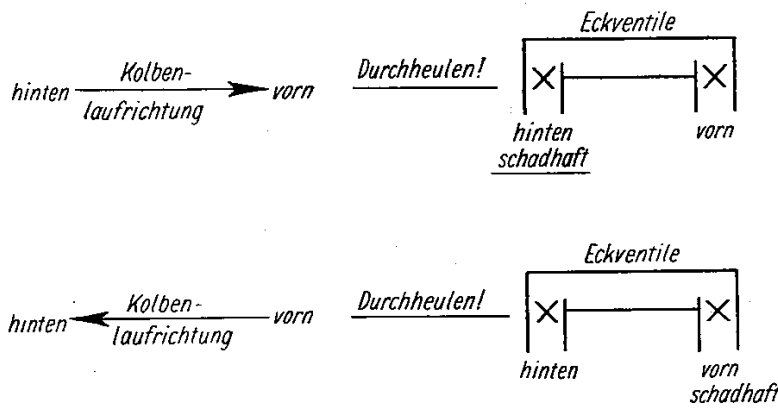


Bild 208. Kolbenlaufrichtung und schadhaftes Eckventil

Wurde festgestellt, welches Eckventil schadhaft ist, dann muß der Grund des Durchheulens ermittelt werden.

Grund des Durchheulens und Abstellung der Schäden

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Häufig hat sich die Stopfbuchse (innere Führungsbuchse) in der inneren Steuerkammer zwischen Luftkolben und Umlaufventil gelöst . Dadurch berührt der Ventilteller die Führungsbuchse und wird am Schließen gehindert.	Man öffnet die betreffende Schauluke und zieht die Führungsbuchse wieder fest.
2. Ist ein Umlaufventil (Ventilteller) gebrochen , sitzen Kolbenringe fest oder sind zerbrochen, oder ist die Spannfeder in der äußeren Steuerkammer schadhaft , dann ist der Druckausgleicher außer Betrieb zu setzen.	Der mittlere Lufteintritt (Öffnungsluft) wird blind verflanscht und der dem schadhaften gegenüberliegende Luftkolben festgelegt. Zu diesem Zwecke öffnet man die Schauluke und schlägt einen Holzkeil zwischen den äußeren Luftkolben und das Umlaufventil. Man kann aber auch das Verschlußstück der äußeren Steuerkammer abnehmen und in die Feder ein Stück Holz einführen, das sich zwischen die Führungsstange des äußeren Luftkolbens und das Verschlußstück klemmt. Beim Schließen des Verschlußstückes wird das Umlaufventil durch das festgeklemmte Holzstück auf seinen Sitz gedrückt.
3. Das Schließen des Druckausgleichers wird auch verhindert, wenn die Luftleitung zur äußeren Steuerkammer oder die Bohrung im Anschluß verstopft oder undicht sind.	Die Luftleitung muß durchgestoßen oder ausgeblasen bzw. gedichtet werden; die Bohrung im Anschluß ist zu öffnen.

Druckausgleicher öffnet sich nicht, Lokomotive läuft unruhig

Läuft die Lokomotive im Leerlauf unruhig, dann hat sich der Druckausgleicher nicht geöffnet.

Ursache des Festsitzens und Abhilfe

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Ursache kann die Verstopfung der Luftleitung zu den Luftkolben sein.	Die Luftleitung wird gelöst und durchgestoßen oder durchgeblasen.
2. Die Ringe der Luftkolben sind gebrochen oder stark abgenutzt.	Die Ringe müssen erneuert werden.
3. Die Ringe der Luftkolben sitzen fest .	Es genügt das Einspritzen von Öl, um sie wieder gangbar zu machen. Hierzu sind lediglich die Verschluskkappen zu lösen.
4. Wenn die Ausblasöffnung im Anstellhahn verstopft ist, kann die Luft aus der äußeren Steuerkammer nicht entweichen. Der Druckausgleicher öffnet sich nicht.	Die Bohrung muß mittels Drahtes gereinigt werden.

Druckausgleicher Bauart Winterthur

Der selbsttätige Druckausgleicher Bauart Winterthur ist, wie die Druckausgleicher mit Eckventilen, auf die Schieberkästen aufgesetzt. Er wird selbsttätig durch den Dampfdruck im Schieberkasten geschlossen.

Wird beim Übergehen von Leerfahrt in Dampffahrt der Regler langsam geöffnet, so wird der Schließkolben oder Ventilteller nicht völlig geschlossen und beginnt zu flattern. Man muß deshalb den Regler zunächst gleich kräftig öffnen, also einen Dampfstoß geben, und darauf wieder einziehen; dann schlägt auch der Teller sofort zu.

Druckausgleich-Kolbenschieber Bauarten Karl-Schulz, Müller und Trofimow

Verhaltensmaßnahmen zur Vermeidung von Beschädigungen

Bei allen drei Bauarten der Druckausgleichkolbenschieber darf beim Übergang der Lokomotive vom Leerlauf auf Lastfahrt der Regler erst wieder geöffnet werden, nachdem die Steuerung auf Mitte gelegt wurde. Bei einem Schieberkastendruck von 5 at wird die Steuerung auf den gewünschten Füllungsgrad ausgelegt. Wird während der Fahrt bei vollausgelegter Steuerung Dampf gegeben, so schlagen die inneren Schieberkörper mit starkem Schlag auf die äußeren Kolbenkörper auf, und die Dichtflächen oder die Schieber können zerschlagen werden.

Der beste Ausgleich der Drücke beim Leerlauf wird bei den Karl-Schulz- und den Müller-Schiebern erreicht, wenn die Steuerung nicht voll-, sondern nur auf 60 % ausgelegt wird.

Beim Trofimow-Schieber wird im Leerlauf die Steuerung auf 10 % Füllung in der Fahrtrichtung gelegt. Dadurch wird der Verschleiß der Lager in den Tragbuchsen stark vermindert, und das Gewerk wird geschont. Der Ausgleich der Drücke ist vollkommen. Beim Anfahren einer Lokomotive mit Druckausgleichkolbenschiebern ist der Regler sehr langsam zu öffnen, damit die Schieber ohne Schlag zusammenklappen können. Bei geringer Leistung wird der Regler eingezogen, jedoch darf der Schieberkastendruck nicht unter 5 at sinken, da sonst die Schieber auseinanderklappen können.

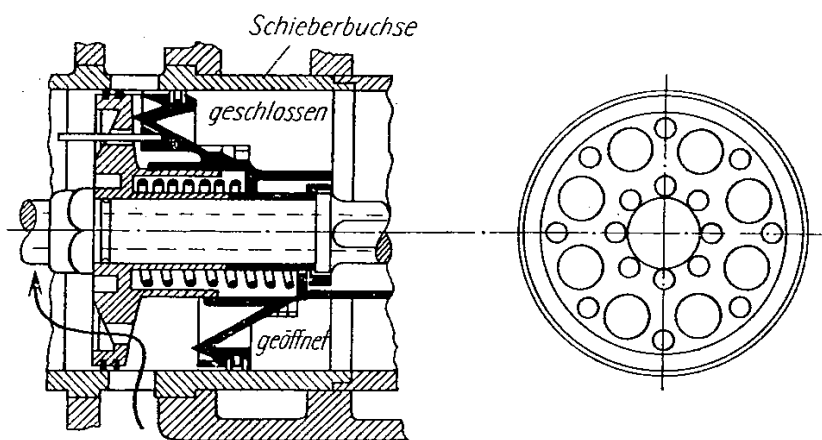


Bild 209. Karl-Schulz-Druckausgleich-Kolbenschieber

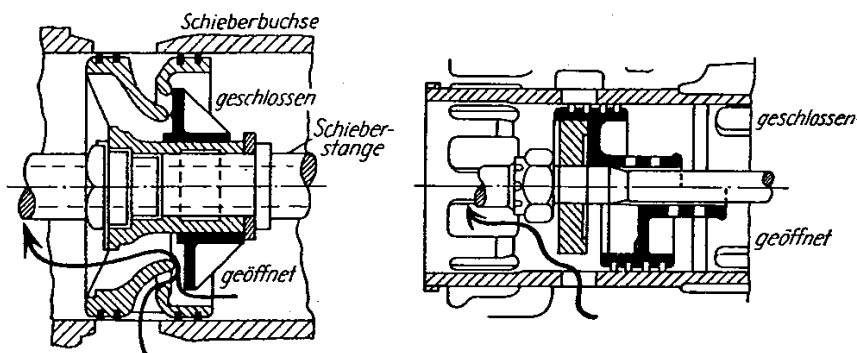


Bild 210.
Druckausgleicher
Bauart Müller

Bild 211.
Verschiebarer Schieber
Bauart Trofimow

Beim Übergang auf Leerlauf läuft die Lokomotive mit Karl-Schulz-Schiebern sehr unruhig

Läuft eine mit Druckausgleich-Kolbenschieber Bauart Karl-Schulz ausgerüstete Lokomotive sehr unruhig, so öffnet sich ein Schieber nicht; der Druck wird nicht ausgeglichen.

Ursachen des Nichtöffnens eines Schiebers und Behebung des Mangels

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Eine gebrochene Schraubenfeder kann die Ursache für das Nichtöffnen des Schiebers sein.	Die Feder ist auszuwechseln.
2. Zu starke Schmierung und zu langer Leerlauf ohne Schmierdampf kann zu Verkrustung führen, wodurch die Schieberkörper am Gleiten gehindert werden und sich nicht öffnen.	Die Schieber müssen durch die Werkstatt gründlich gereinigt werden.

Lokomotive mit Karl-Schulz- oder Müller-Schiebern heult stark durch

Wenn die Schieberkörper nicht völlig dicht aneinandergedreht werden, strömt der Dampf von einer Zylinderhälfte zur anderen und entweicht ungenutzt ins Freie. Diese Lokomotivseite heult stark durch. Schon durch den kleinsten Spalt zwischen den Dichtflächen treten beträchtliche Leistungsverluste der Lokomotive ein.

Ursachen des Klaffens der Schieber und Abhilfsmaßnahmen

Ursache der Störung	Behebung des Schadens
1. Durch Ölverkrustungen an den Dichtflächen wird ein einwandfreies Abdichten verhindert. Bei einem Spalt von $\frac{1}{2}$ mm bei nur einem Schieber tritt ein Dampfverlust von 2% ein. Da von Verkrustungen meist alle 4 Schieber gleichzeitig betroffen werden, würde bei nur $\frac{1}{2}$ mm der Dampfverlust der Lokomotive bereits 8% betragen. Bei einem Spalt eines Schiebers von $3\frac{1}{2}$ mm tritt bereits ein Dampfverlust bis zu 17% ein; bei einem Spalt von 5 mm ist die Lokomotive nicht mehr betriebsfähig. Durch Ölkohle kann sogar das Schließen eines Schieberkörpers völlig verhindert werden.	Die Schieber müssen ausgebaut und gründlich gereinigt werden.
2. Ist eine Schraubenfeder gebrochen , dann können sich Bruchstücke zwischen die Dichtflächen setzen, so daß die Schieber ebenfalls klaffen. Da ein Teil der Müller-Schieber noch mit Federn ausgerüstet ist, kann bei diesen der gleiche Schaden eintreten.	Die Feder muß erneuert werden. Die Dichtflächen sind eingehend zu untersuchen.
3. Durch zu starkes Aufeinanderschlagen können die Schieber oder die Dichtflächen ausgebrochen sein.	Die Schieber müssen ausgetauscht werden.

Ermittlung eines gebrochenen Schieberkörpers

Um festzustellen, welcher Schieberkörper gebrochen ist, muß das Standprüfverfahren eingeleitet werden. Beim Bewegen des Voreilhebels fühlt man, auf welcher Seite ein Schieberkörper gebrochen ist.

Der Schieber, der sich nach vorwärts und nach rückwärts gleichmäßig schwer bewegen läßt, ist in Ordnung.

Ist ein Schieberkörper gebrochen, dann läßt sich dieser Schieber nach der dem gebrochenen Körper entgegengesetzten Seite sehr leicht und ohne jeden Widerstand bewegen, weil der Dampf von der Seite des gebrochenen Körpers her die Bewegung unterstützt.

2.5.3. Brüche an äußeren Steuerungsteilen

Eine häufig anzutreffende Unsitte ist es, nach dem Schließen des Reglers die Steuerung auszuklinken und vorschnellen zu lassen. Durch diese plötzliche Veränderung der Lage aller Teile kann es natürlich sehr leicht zu Brüchen von Steuerungsteilen kommen. Deshalb ist die Steuerung stets langsam vorzudrehen.

Bei Lokomotiven mit Karl-Schulz- und Müller-Schiebern darf die Steuerung bei Leerfahrt nur bis zu 60 % Füllung ausgelegt werden.

Bei den mit Trofimow-Schiebern ausgerüsteten Neubaulokomotiven der BR 23.10 ist die Steuerung nur bis auf 55 % auszulegen und danach auf 10 % in Fahrtrichtung zurückzulegen.

Die Schmierung der Schieber muß allgemein gut und regelmäßig, jedoch nie zu stark sein. Besonders wichtig ist die Schmierung der Schieber von Lokomotiven der BR 52.

Wird bei dieser Gattung der Ölfilm zu gering oder findet eine zu starke Ölung statt, so daß sich eine Kruste von Ölkohle bildet, dann treten Hemmungen im Lauf des Schieber ein.

Dadurch werden die Schieberbuchsen gelockert oder die Schieberstangen kurz hinter dem Schieberkreuzkopf abgerissen.

Häufig sind Zuglaufstörungen durch Brüche der Lenkeransatzbolzen. Die Ursache ist in den meisten Fällen eine ungünstige Ausführungsform der Bolzen. Als Gründe für die Bolzenbrüche wurden festgestellt:

1. mangelhafte Anlage des Bolzenbundes am Kreuzkopf,
2. zu loser Bolzensitz,
3. ungenügende Abrundungsradien und
4. Auftragsschweißung abgenutzter Bolzen.

Für den ruhigen Gang der Lokomotive ist die Einhaltung der vom Ausbesserungswerk eingestellten Schieberstichmaße (Bilder 201 und 202) wichtig. Werden die Maße verändert, so verändern sich die Öffnungszeiten für Ein- und Ausströmung. Die Arbeit des Dampfes im Zylinder ergibt ein völlig verlagertes Diagramm. Die Folgen würden sein:

- ungleichmäßige Auspuffschläge beim Fahren mit Dampf,
- Stößen der Lokomotive bei geringeren Füllungen und schließlich
- erhöhter Kohlen- und Wasserverbrauch.

2.5.4. Störungen am Triebwerk

Brüche von Treib- und Kuppelstangen

Durch Schleudern der Lokomotive, Sanden während des Schleuderns oder durch Wasserschlag können Treib- und Kuppelstangen verbogen werden oder die Stangenschlösser aufreißen.

Eine einwandfreie Fahr- und Feuerungstechnik, völlige Beherrschung der theoretischen Grundlagen des Lokomotivdienstes und gute Streckenkenntnis sind erforderlich, um diese Schäden zu vermeiden.

Zu lose Lager, Spannungen in den Stangenschlössern und Fehler im Stichmaß der Achsen und Stangen führen ebenfalls häufig zu Stangenbrüchen.

Sobald die Lager auf dem Zapfen zuviel Spiel haben, schlagen bei jedem Hubwechsel die Rücken der Lagerhälften gegen den Stangenkopf. Dadurch werden die Lagerschalen sowie die Stangenköpfe beschädigt.

Die Beilagen müssen rechtzeitig durch schwächere ersetzt werden.

Zur Einhaltung des Stangenstichmaßes ist es notwendig, bei sämtlichen Kuppelstangenlagern einer Seite gleichzeitig alle Beilagen durch gleich starke zu ersetzen. Das Lager mit der größten Abnutzung ist für die Beilagenstärke maßgebend.

Die anderen Lager sind so weit nachzuschaben, bis dieselbe Beilagendicke paßt. Um das Stichmaß nicht zu verändern, sind beide Schalenhälften nachzuschrauben. Beilagen wegzulassen oder gar den Lagerstoß abzufilen, ist verboten.

Wird die Lokomotive mit zu kleiner Füllung gefahren, so läuft sie unruhig, weil durch das zu frühe Abschließen der Ausströmung der Kompressionsdruck über den Einströmdruck steigen kann. Diese hohen Spitzendrücke beanspruchen die Lager außerordentlich stark. Es kommt nicht nur zum Ausschlagen der Lagerausgüsse, sondern auch die Stangenköpfe werden zeitweise über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht, so daß feine Haarrisse und Anrisse entstehen können, die später zu Brüchen führen.

Häufig stellt man beim Bruch von Treib- oder Kuppelstangen einen mehr oder weniger großen alten Anbruch fest. Das ist ein Zeichen dafür, daß die Stange bzw. der Stangenkopf bereits längere Zeit vorher bei einer Überbeanspruchung einen Anriß erlitten hat. Durch erneute Überbeanspruchung bricht die Stange an der geschwächten Stelle.

Stark ausgeschlagene Gelenkbolzen und Gelenkbolzengabeln verursachen seitliches Schlagen, wodurch wiederum eine übermäßige Beanspruchung des Gestänges eintritt.

Durch Einlegen von keilförmigen, nach hinten dickeren Blechbeilagen wird das unerwünschte Schlagen behoben (Bild 212).

Keinesfalls dürfen jedoch diese Blechbeilagen im Stangenkopf angeschweißt werden, wie es Bild 213 zeigt.

An den Schweißstellen finden Aufhärtungen statt, von denen aus sich zunächst feine Haarrisse bilden, die dann zum Bruch der Stange führen. Jegliches Schweißen an Stangen und Stangenköpfen im Bahnbetriebswerk ist verboten.

Bei größeren Ausbesserungsarbeiten, die den Abbau der Stangen erforderlich machen, spätestens jedoch aller 3 Monate sind die Stangen auf Anrisse zu untersuchen. Es wird das Schlammkreideverfahren angewandt.

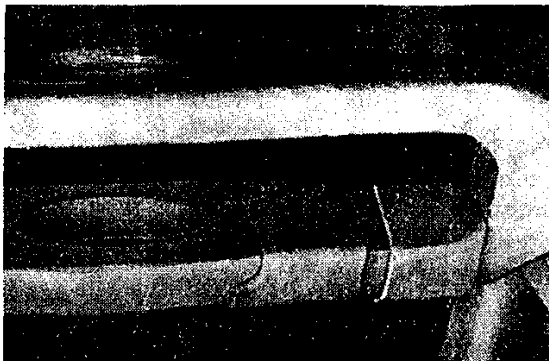


Bild 212.
Gelenkbolzensgabel
mit Blechbeilagen

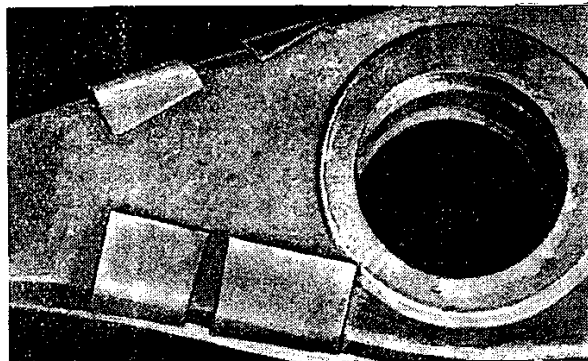


Bild 213.
Verbotswidrig angeschweißte
Blechbeilagen am Kopf der
Gelenkbolzensgabel

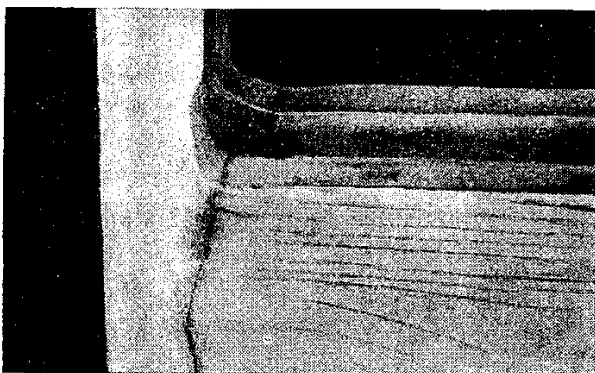


Bild 214. Durch Schlämmkreideverfahren sichtbar gemachte
Anrisse in einem Stangenkopf

Bild 214 zeigt deutlich in beiden Wangen eines Stangenkopfes die von den Ecken ausgehenden Anrisse.

Die Schmiergefäße sind anschließend mit Dampf oder Heißwasser gründlich zu reinigen; die Schmiergefäßdeckel müssen mit geöltem Zeichenpapier wieder abgedichtet werden.

Sind Treib- oder Kuppelstangen gebrochen, dann muß die Lokomotive lahmgelegt werden (siehe Abschnitt 2.9.2). Zu beachten ist, daß beim Verbiegen oder Bruch einer Kuppelstange stets auch die Kuppelstange der gegenüberliegenden Seite abgenommen werden muß.

Ausbrechen und Heißlaufen von Stangenlagern

Der Heißlauf eines Stangenlagers führt stets zur Betriebsunfähigkeit der Lokomotive. Das Lokomotivpersonal muß zur Vermeidung dieser Störung die Gründe kennen, die zu Schäden an Stangenlagern führen können.

Wärmen sich Treib- oder Kuppelstangenlager an, dann ist zunächst festzustellen, ob sie in den Totpunktstellungen der Lokomotive zu lose oder zu fest sitzen. Zu lose Lager schlagen sich warm, bei zu fest angezogenen Lagern wird durch die große

Reibung der Ölfilm auf dem Zapfen zerstört, wodurch das Lager warm läuft. Lose Lager müssen deshalb angezogen, feste Lager so weit nachgelassen werden, bis sie sich auf dem Zapfen leicht bewegen lassen.

Werden zu lose Lager auch nach dem Anziehen nicht fest genug, dann müssen die Beilagen gewechselt werden.

Hat eine Lagerschale so viel Spiel im Stangenschloß, daß sie Eigenbewegungen ausführen kann, so bricht der Lagerausguß aus, oder das Lager schlägt sich warm. Lagerschale und Stangenkopf können stark beschädigt werden.

Beträgt das Spiel im Schloß nicht mehr als 0,2 mm, dann können die Lagerschalen aufgebogen werden; sie sind über einem runden Eisenkern entsprechenden Durchmessers zu weiten. Bei größerem Spiel werden entweder Blechbeilagen zwischen die waagerechten Sitzflächen gelegt, oder die Lagerschalen werden durch Aufschweißen verstärkt.

Wenn Buchsenlager zuviel Spiel haben, d. h., wenn die Lagerschale nicht mindestens 0,2 mm Übermaß gegenüber der Bohrung des Stangenkopfes hat, so wird kein genügend großer Preßsitz erzielt. Das Buchsenlager ist zu erneuern.

Ein weiterer Grund für das Warmlaufen von Stangenlagern ist Öl-mangel.

Die Ölfase am Führungsstift des Schmierkegels der älteren Bauart (Bild 215 a) ist zu klein, oder die Schmiernadel der neueren Nadelschmiergefäße (Bild 215 b) sitzt fest, ist verschmutzt oder zu stark. In diesen Fällen werden zu geringe Mengen des gegen den Stift bzw. die Nadel geschleuderten Öles an die Lagerstellen geleitet. Es treten Öl-mangel und Warmlauf ein.

Bei zu großer Ölfase bzw. zu schwacher Nadel fließen zu große Öl-mengen auf einmal ab; das Öl tropft unnötigerweise ab. Die Füllung des Ölgefäßes reicht nicht für die ganze Fahrt aus. Beim Durchfahren größerer Strecken ohne Halt tritt ebenfalls Öl-mangel ein.

Die Schmiergefäße älterer Bauart dürfen nicht zu voll gefüllt werden, da sonst das Öl weder geschleudert wird noch ablaufen kann.

Weitere Ursachen können Verunreinigungen des Öles sein, oder es wurde kein der Jahreszeit angepaßtes Öl verwendet (Sommeröl und Winteröl).

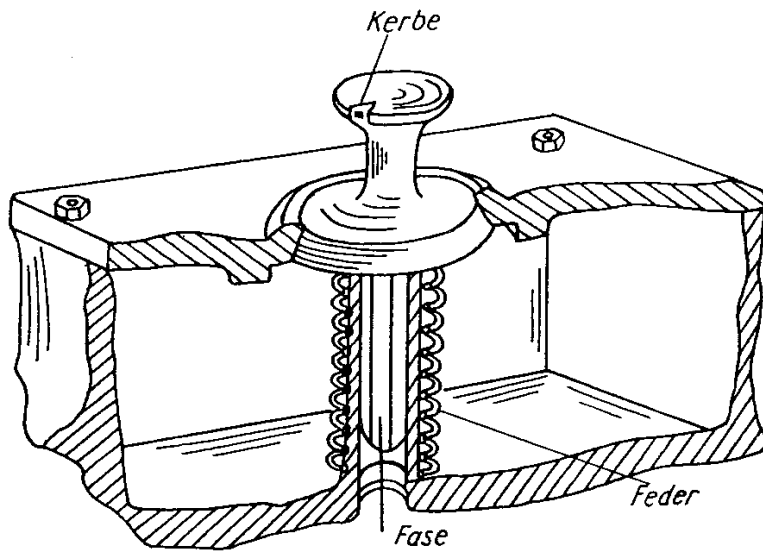
Das Sommeröl hat eine Zähflüssigkeit (Viskosität) von 8 bis 10° Engler bei 50 °C, das Winteröl eine solche von 5,5 bis 8° Engler. In neuerer Zeit wird häufig ein Einheitsöl mit einer mittleren Viskosität von 8° Engler verwendet.

Wenn der Lagereinguß bereits so weit abgenutzt (verschlissen) ist, daß die Lagerschale auf dem Notlauf läuft, dann ist, besonders bei Stahlgußschalen, ein Warmlaufen kaum zu vermeiden.

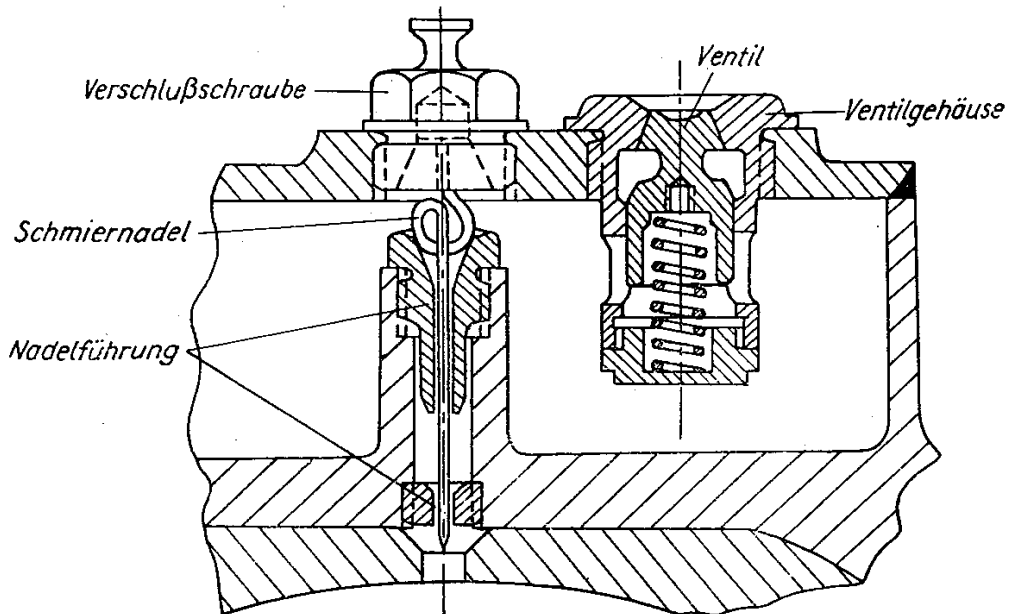
Ausgeschlagene Achslager, nachlässig behandelte Achsstellkeile, falsches Achsstichmaß, Schleifstellen in den Radreifen oder schlechte Regulierung der Dampfmaschine können das Anwärmen von Stangenlagern verursachen.

Laufen Stangenlager trotz richtigen Lagerspiels, fester Beilagen und vorschriftsmäßiger Schmierung warm, dann ist das Stichmaß falsch. Voraussetzung für guten Lauf der Stangenlager sind richtige Achs- und Stangenstichmaße.

Die Lokomotive ist zu vermessen, die Stichmaße sind zu berichtigen. Bereits durch falsche Behandlung der Lager beim Ausgießen wird der Grund für das spätere Ausbrechen des Lageraus-



a Ältere Bauart



b Neuere Nadelschmierung

Bild 215. Stangenlagerschmiergefäß

gusses und für den Heißlauf der Lager gelegt. Die Lagerschalen müssen mit Verklammerungsnuten versehen sein. Um eine gute Bindung zwischen der Rotgußschale und dem WM-Ausguß zu erzielen, sind die Schalen vor dem Ausguß zu verzinnen. Ist die Verzinnung ungenügend, so bricht der Ausguß vorzeitig aus. Die Gießtemperatur muß genau eingehalten werden; ist sie zu niedrig, so können Risse im Metall entstehen; wird sie zu hoch, so bilden sich Lunker und Blasen im Lagerausguß.

Behandlung angewärmter Lager

Ein angewärmtes Treib- und Kuppelstangenlager bedeutet noch keine Betriebsstörung. Das Lager muß nun aber besonders auf-

merksam beobachtet werden. Es ist entweder zu lösen oder nachzuziehen, je nachdem ob sein Sitz zu fest oder zu lose war. An den Stoß des Lagers wird reichlich Heißdampföl gegeben. Am besten wird hierzu Öl mit Zusatz von kolloidalem Graphit verwendet. Die spezifische Lagerbelastung verringert man, indem mit größerer Füllung und geringerem Schieberkastendruck gefahren wird. Kühlt sich das Lager nicht ab, sondern erwärmt sich weiter, muß eine Ersatzlokomotive angefordert werden.

Schäden an Kreuzkopf und Gleitbahnen

Kreuzkopf läuft heiß, Stopfbuchsen werden undicht, Tragbuchsen nutzen sich stark ab

Beim Kreuzkopf mit einschieniger Gleitbahn (Bild 216), wie er heute die Regel bildet, nutzt sich bei ständiger Vorwärtsfahrt hauptsächlich die untere Gleitplatte ab. Das Spiel zwischen Gleitbahn und Gleitplatte soll aber möglichst gering sein, weil sonst der Kreuzkopf horizontale und vertikale Bewegungen ausführt und die Kolbenstange auf Biegung beansprucht. Der Kreuzkopf wärmt sich an; die Kolbenstange kann durch die vielen wechselnden Biegungsbeanspruchungen brechen.

Wenn die Kreuzkopfgleitplatte 1 mm abgenutzt ist, müssen Blechbeilagen untergelegt werden. Dabei muß man nicht nur die obere oder die untere Gleitplatte, sondern beide unterlegen. Maßgebend ist der Abstand der Kolbenstangenmitte von der waagerechten Kreuzkopfmittlebene (Maß a in Bild 216) bei einschieniger Gleitbahn.

Beim Kreuzkopf mit doppelter Gleitbahn ist der Abstand der Kolbenstangenmitte von der Oberkante und Unterkante der Gleitbahn maßgebend (Maß b in Bild 217).

Wird der Kreuzkopf nur oben oder unten unterlegt, dann ändert sich die Kolbenstangenmittelachse. Als Folge werden die Stopfbuchsen ständig undicht, und die Tragbuchsen nutzen sich stärker ab. Die Kolben laufen auf den Zylinderwandungen auf.

Die Beilagen müssen stets aus einem Stück bestehen.

Die Kreuzkopfgleitplatte darf nicht schwächer werden als 8 mm. Die Knaggen und der Mittelzapfen müssen mindestens noch 3 mm über die Blechbeilagen herausragen.

Sind die Beilagen dicker, dann gleitet die Platte heraus und geht verloren. In diesem Falle muß der Kolben ausgebaut werden; denn durch Auflaufen ist der Zylinder riefig und unrund geworden.

Sind Kreuzkopfgleitplatten ausgewechselt oder unterlegt worden, muß der Kreuzkopf unbedingt in beide Endstellungen durchgedrückt werden. Die Gleitbahn wird in der Mitte am stärksten abgenutzt. Wenn der Kreuzkopf gut passend in der Mitte angebaut, die Gangbarkeit an den Enden aber nicht festgestellt wird, so frißt er sich bei der ersten Fahrt vorn oder hinten oder sogar vorn und hinten fest und läuft heiß.

Beim Unterlegen der Blechplatten als Beilagen unter die Kreuzkopfgleitplatten muß darauf geachtet werden, daß die Ölrohre wieder in die Gleitplatte hineinragen. Das ursprüngliche Ölrohr ist um die Dicke der Beilage zu kurz. Es muß verlängert werden, damit das Öl nicht zwischen Gleitplatte und Beilage läuft. Ein Heißlauf wäre sonst die Folge.

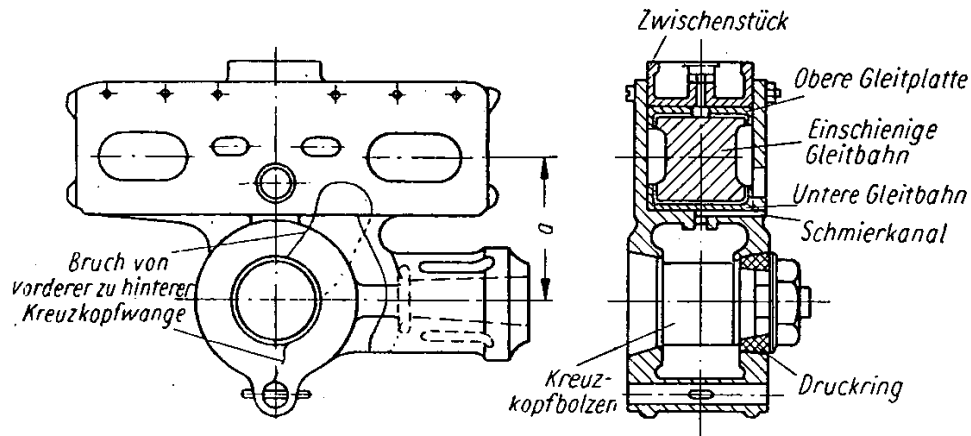


Bild 216. Einschieniger Kreuzkopf mit Anrissen und Brüchen

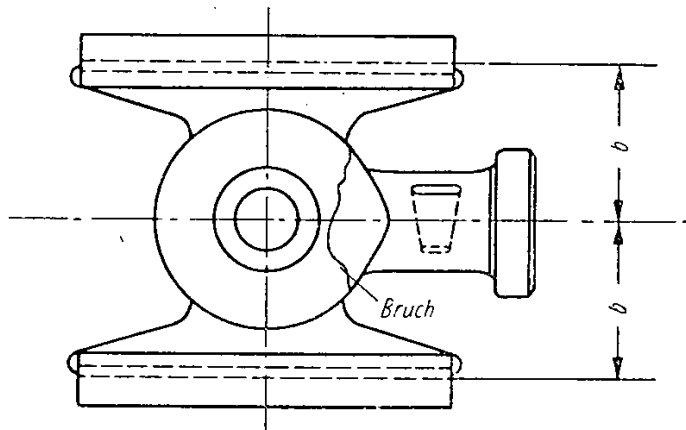


Bild 217. Bruch eines Kreuzkopfes mit doppelter Gleitbahn

Bruch des Kreuzkopfes

Durch Wasserschläge, falsche Mittellage der Kolbenstange oder ausgeschmolzenes hinteres oder heißgelaufenes vorderes Treibstangenlager können Anrisse und Brüche des Kreuzkopfes entstehen. Bild 216 zeigt einen Bruch, der von der vorderen zur hinteren Kreuzkopfwange durchgeht. Es kommt auch vor, daß der Kreuzkopfhals vorn hinter dem Keilloch oder auch durch das Keilloch durchgehend bricht oder das Kreuzkopfauge aufreißt. Ist der Kreuzkopfbolzen lose, so muß entweder ein neuer eingesetzt oder das vordere Treibstangenlager nachgearbeitet werden. Bei ausgeschlagenem Kreuzkopfauge oder loseem oder ausgeschlagenem Druckring (Sprengring) kommt nur ein Nacharbeiten oder ggf. neues Ausbohren im Raw in Betracht. Keinesfalls sind Schweißarbeiten am Kreuzkopf im Bahnbetriebswerk vorzunehmen.

Schäden an der Gleitbahn

Häufig ist eine abnorme schnelle Abnutzung oder ein Hohl- oder Balliglaufen der Gleitbahn festzustellen. Das ist ein Zeichen dafür, daß sie zu weich sind.

Die Gleitbahn muß im Raw neu gehärtet und geschliffen werden.

Durch das Verchromen der Gleitbahnen versuchte man, eine genügend harte Oberfläche zu erhalten.

Die Gleitbahnen erhalten einen farbigen Längsstrich, an dem die Art der Härtung zu erkennen ist.

Ein braun und gelber Längsstrich bedeutet: flammengehärtet. Härte bis 6 mm Tiefe.

Ein schwarzer Längsstrich bedeutet: im Einsatz gehärtet. Härte etwa 0,5 mm tief.

Ein gelber Längsstrich bedeutet: hartverchromt.

Gelangen harte Fremdkörper zwischen Gleitbahn und die Kreuzkopfgleitplatte (Sandkörnchen), so wird die Gleitbahn riefig. Es kann ebenfalls zum Heißlaufen des Kreuzkopfes kommen.

Die Senkkopfschrauben der Kreuzkopfgleitplatten können Anlaß zum Riefigwerden der Gleitbahn und Heißlauf des Kreuzkopfes geben, wenn das Gewinde für die Senkkopfschrauben nicht einwandfrei ist. Stecken die Schrauben schon bei der Aufarbeitung nur lose in den Löchern, so verfehlen sie ihren Zweck. Die Senkschraubenlöcher sind mit Weißmetall auszugießen.

Wenn die Gleitbahnschrauben am hinteren Gleitbahnträger lose sind, werden durch die starken und schnellen Bewegungen die Schrauben und die Schraubenlöcher in der Gleitbahn so stark beansprucht, daß sowohl die Schrauben als auch die Gleitbahnflansch abbrechen können. Deshalb ist bei der Untersuchung der Lokomotive stets auf festen Sitz der Gleitbahnschrauben zu achten.

Verlust von Bauteilen der Lokomotive

Abgesehen von einigen schwer erkennbaren Materialschäden, die bei der Untersuchung der Lokomotive übersehen werden können, ist das Verlieren ganzer Bauteile meistens auf nachlässige Untersuchung der Lokomotive vor der Fahrt zurückzuführen.

Stangenlagerschalen können verlorengehen, wenn das Gewinde der Keilschraube stark abgenutzt ist, so daß der Keil nach unten gleitet.

Fehlt der Splint im Bolzen der Schwingenstange, dann geht während der Fahrt der Bolzen verloren, und die Schwingenstange fällt herunter.

Der Kreuzkopfkeil ist bei jeder Untersuchung nicht nur auf festen Sitz zu überprüfen, sondern auch daraufhin, ob er noch durch einen Splint gesichert ist. Geschieht diese Kontrolle nicht, so kann der Keil während der Fahrt herausspringen. Bruch des Zylinderdeckels und Verbiegung der Kolbenstange würden die Folge sein.

Selbst Zughaken gingen schon verloren, weil sich die Zughakenmutter oder die Mutter der Federspannschraube gelöst und der Splint abgeschert hatten.

Achslagerunterteile, Stellkeile des Mangoldlagers, Hülsen der vorderen Kolbenstangen, Bremsgestänge, Gleitschuhe des Kreuzkopfes oder selbst Stoßpuffer gingen während der Fahrt verloren; auch Lichtmaschinen sind schon herabgefallen.

Diese Beispiele sollten jeden Lokomotivführer mahnen, die Untersuchung seiner Lokomotive äußerst gewissenhaft vorzunehmen.

2.6. Schäden am Fahrgestell

2.6.1. Rahmen und Zubehör

Rahmenbrüche und Rahmenverbiegungen

Der Rahmen bildet das Fundament für den Kessel. Rahmenausschnitte dienen zur Aufnahme und Führung der Achsen. An diesen Ausschnitten können sich bei falscher Behandlung der Lokomotive Verbiegungen und Risse bilden.

Wird beim Umsetzen einer Lokomotive, bei der eine oder mehrere Achsen ausgebaut wurden, versäumt, die Achsgabelstege einzusetzen, so kann dies Verwerfungen des Rahmens und Risse am Rahmenausschnitt verursachen. Die gesamte Last des Kessels und des Rahmens selbst ruht in diesem Falle auf dem unverankerten Rahmenausschnitt. Dadurch wird die Elastizitätsgrenze des Rahmenbaustoffes überschritten, und eine Verbiegung oder ein Bruch sind die Folge.

Unsachgemäßes Anheben und Aufbocken der Lokomotive ohne Achsen, z. B. beim Radsatzwechsel oder Räderdrehen, kann zu schweren Verwerfungen des Rahmens führen. In jedem Falle müssen sämtliche Achsgabelstege eingebaut werden. Beim Aufbocken schwerer Lokomotiven mit mehr als 16 t Achsdruck genügt es nicht, den Rahmen vorn und hinten abzufangen; es muß möglichst in der Mitte des Rahmens noch ein Auflager aus Schwellen oder Bohlen geschaffen werden.

Wenn Federung und Ausgleich bearbeitet worden sind und sämtliche Achsen ausgebaut waren, können sich die Lasten ungleichmäßig verteilen, d. h., einige Achsen sind entlastet, die anderen dagegen überlastet. Diese Verschiebung der Kräfte zieht eine Verwerfung und sogar Brüche des Rahmens und natürlich auch Entgleisungen nach sich. Waagen zur genauen Feststellung der einzelnen Achsdrücke (Schenksche Waage) stehen in den seltensten Fällen zur Verfügung.

Bestehen aber doch Zweifel über die Gewichtsverteilung, dann kann man sich auf einfachste Weise folgendermaßen helfen. Unter jedes Rad wird ein Stück 4 mm dicker Eisendraht gelegt. Die Lokomotive ist so weit zu verfahren, daß gerade das Stück Draht überrollt, von der nächsten Achse aber noch nicht erfaßt wurde. Nun mißt man mit einer Schublehre oder besser einer Mikrometerschraube die entstandenen Abflachungen der Drahtstücke. Die Achse, deren Draht am wenigsten abgeflacht (zerdrückt) wurde, ist zu stark entlastet, die Achse mit den größten Druckstellen des Drahtes ist überbelastet. Man kann nun die Federn entweder anspannen oder nachlassen und damit die Achsbelastung ausgleichen.

Steht ein völlig waagerechtes Gleis zur Verfügung, dann prüft man die Achsbelastung auf einfachere Weise nach. Die Ausgleichhebel müssen gleichmäßige Lage haben; die Abstände zwischen Achslager Oberkante und Unterkante des Rahmenausschnittes müssen gleich groß sein. Werden Unterschiede festgestellt, dann ist die Belastung der Achsen verschieden; die Federn sind nun so weit zu spannen bzw. zu entspannen, bis die Abstände der Achslagergehäuse vom Rahmenausschnitt gleich sind.

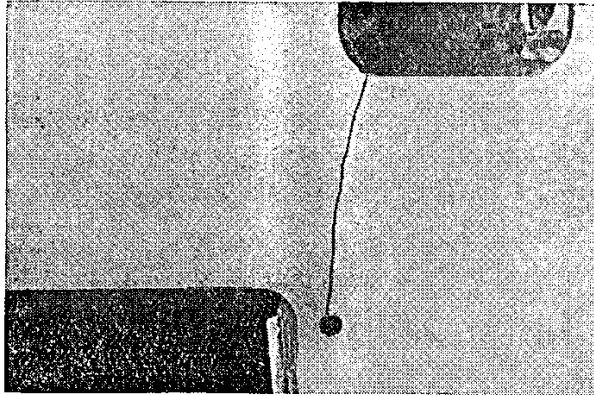


Bild 218. Rahmenbruch einer Tenderlokomotive

Lose Achsstellkeile und lose Achsgabelstege sind häufig die Ursache für Rahmenverbiegungen oder Rahmenbrüche (Bilder 218 und 231).

Der Rahmenbruch im Bild 218 wurde an einer Lokomotive festgestellt, deren Achsstellkeile und Achsgabelstege lose saßen. Einige Zeit vorher war die Lokomotive auf einen Prellbock aufgefahren und entgleist. Die Untersuchung nach der Entgleisung zeigte zwar weder eine Verbiegung noch einen Anbruch; doch ist anzunehmen, daß der Rahmen bereits einen noch nicht sichtbaren Schaden erlitten hatte. Die Überbeanspruchung des Rahmenausschnittes durch die losen Achsstellkeile und Achsgabelstege führte dann zum Bruch des Rahmens.

Nach einer schweren Entgleisung muß eine Lokomotive, und zwar besonders die Achsen und der Rahmen, genau untersucht werden. Die Lokomotive ist darauf einem Raw zum Vermessen zuzuführen.

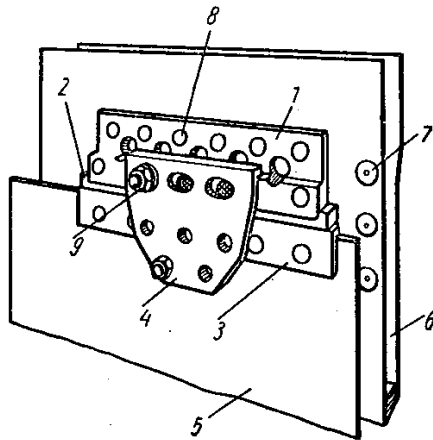
Unruhige Lage des Kessels durch lose Pendelbleche

Wenn der Kessel während der Fahrt unruhig liegt, sind häufig die Befestigungsschrauben der Pendelbleche lose geworden. Besonders bei Lokomotiven der BR 38.10-40 lockern sich von Zeit zu Zeit die Paßschrauben des Pendelbleches unter der Mitte des Langkessels. Die losen Schrauben oder Bolzen arbeiten nun die Bohrungen (Löcher der Paßschrauben) stark aus; der Kessel schlingert auf seiner ganzen Länge. Schlingerstück und Stehkesselträger werden stark abgenutzt. Die Paßschrauben der Pendelbleche müssen deshalb ständig kontrolliert und bei beginnendem Losewerden sofort wieder angezogen werden.

Einige Lokomotivgattungen (z. B. BR 52 und 58) sind nicht mit Schlingerstücken, sondern mit einem hinteren Pendelblech ausgestattet. Dieses Blech ist unten am Rahmen und der Rahmenquerverbindung und oben am Bodenring befestigt. Ist dieses Blech stark verbogen und steht es im kalten Zustand der Lokomotive nicht wieder einwandfrei senkrecht, dann ist durch die vielen Längsbewegungen eine Ermüdung des Materials und eine Überschreitung der Elastizitätsgrenze eingetreten. Das Blech muß ausgewechselt werden.

Störungen an den Stehkesselträgern

Bild 219 zeigt einen Stehkesselträger für schmale Stehkessel bei Lokomotiven mit Blechrahmen.



- 1 Stehkesselträger
- 2 Gleitschiene
- 3 Zwischenstück
- 4 Trägerbügel
- 5 Rahmenwange
- 6 Hinterkessel
- 7 Stehbolzenköpfe
- 8 Nietköpfe
- 9 Schrauben

Bild 219. Stehkesselträger

Die Stehkesselträger müssen stets gut gepflegt und geschmiert werden, so daß ein störungs- und reibungsfreies Gleiten möglich ist. Bei mangelhafter Schmierung frißt sich die Gleitschiene fest. Durch die große Reibung kann sich der Kessel beim Erwärmen nicht strecken, erhält große Spannungen und krümmt sich. Erst wenn der Kessel seine größte Ausdehnung und somit seine größte Spannung erreicht hat, wird die festgefressene Gleitschiene von der Zwischenlage losgerissen. Der Kessel schnell mit lautem Knall zurück. Die Folgen sind undichte und gerissene Stehbolzen und undichte Bodenringe.

Störungen am Schlingerstück

Das Schlingerstück (Bild 220) soll die Seitenbewegungen des Kessels verhindern, darf aber die Längsausdehnung nicht beeinträchtigen. Es muß ebenfalls gut geschmiert werden. Beim Kaltstellen der Lokomotive wird es gelöst und darf erst nach dem Anheizen wieder angezogen werden.

Wird die Lokomotive angeheizt, deren Schlingerstück fest angezogen ist, oder sitzt ein Schlingerstück wegen schlechter Pflege und fehlender Schmierung fest, so sind die Folgen die gleichen wie beim festgefressenen Stehkesselträger; Stehbolzen werden undicht oder brechen, und der Bodenring wird undicht.

Während der Fahrt nutzen sich die Gleitbacken ab; es entsteht ein seitlicher Spielraum. Der Kessel beginnt bei höheren Geschwindigkeiten, hinten zu schlingern. Die Stellkeile zum Nachstellen der Gleitbacken müssen deshalb von Zeit zu Zeit nachgezogen werden.

Schäden an der Kupplung zwischen Lokomotive und Tender

Die Stoßpuffer müssen entsprechend ihrer starken Beanspruchung pfleglich behandelt werden. Wenn der Kuppelkasten mit Kohlen angefüllt, die Dochtschmiergefäße verschmutzt und die Ölleitungen zum Kuppelkasten verstopft sind, werden die Bolzen, Anschläge und Nasen stark abgenutzt. Anschläge und Nasen können abbrechen. Es entsteht Entgleisungsgefahr.

- 1 Schlingerstück
- 2 Gleitbacken
- 3 Gleitplatte
- 4 Tragschuh
- 5 Gleitschuh
- 6 Nachstellvorrichtung
- 7 Stehkesselträger
- 8 Rahmenwange
- 9 Stehkessel

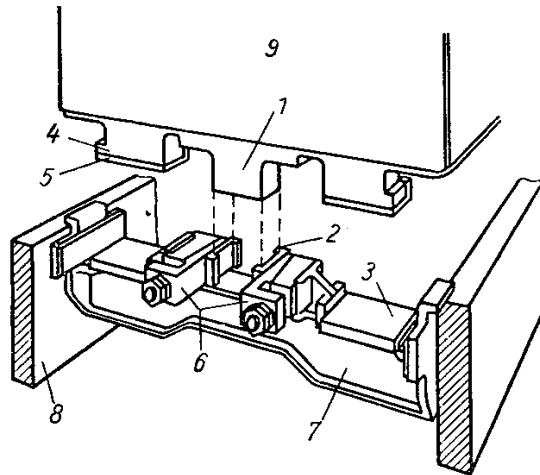
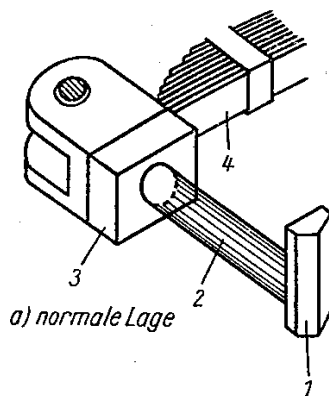


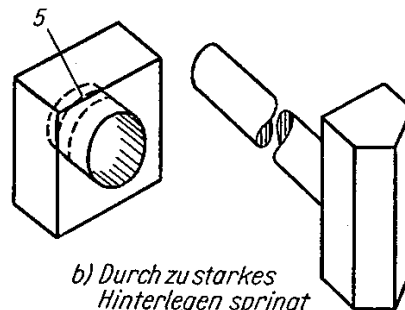
Bild 220. Schlingerstück



a) normale Lage



c) Verstärkungspitz an Stelle von Hinterlegungsblechen



b) Durch zu starkes Hinterlegen springt der Stoßpuffer in der Kurve aus dem hinteren Führungsstück

- 1 Stoßpuffer
- 2 Stoßpufferstange
- 3 hinteres Führungsstück
- 4 Stoßpufferfeder
- 5 Hinterlegungsblech

Bild 221. Stoßpuffer mit hinterem Führungsstück

Wird die durch die Tenderbrücke in den Kuppelkasten fallende Kohle nicht beseitigt, dann setzt sie sich während der Fahrt, besonders beim Durchfahren von Kurven, zwischen Stoßpufferfeder und Tenderkasten. Die Stoßpuffer werden in ihrer Federung behindert, die Lokomotive klemmt und entgleist.

Wenn der Stoßpuffer nachgehobelt wurde oder die Stoßpufferfeder schlaff geworden ist, dann wird zur Herstellung der ursprünglichen Spannung eine Beilage in das hintere Führungsstück gelegt (Bild 221 b).

Geschieht das Hinterlegen zu oft und zu stark, so hat die Stoßpufferstange zuwenig Führung und springt in der Kurve heraus. Bleibt dabei die Stoßpufferstange neben der Führung auf dem Führungsstück sitzen, dann wird auf dieser Seite die Stoß-

pufferfeder zu stark belastet. Gleitet dagegen der Stoßpuffer neben der Feder ab oder fällt das Führungsstück heraus, so wird die Feder auf dieser Seite völlig entlastet. Die Folge muß in jedem Falle eine Entgleisung sein.

Durch starkes Auffahren der Lokomotive auf Wagengruppen kann die Stoßfeder brechen oder überbogen werden, so daß ihre Spannkraft verlorenght. Die Feder muß wegen Entgleisungsgefahr ausgewechselt werden.

Bei einem solchen starken Auffahren kann der Hauptkuppelbolzen brechen und dabei die Lagerung des Hauptkuppelbolzens verbogen werden. Selbst das Hauptkuppelleisen bei Lokomotiven der BR 52 ist durch derartig starke Beanspruchung gebrochen. Die Folge war die Trennung zwischen Lokomotive und Tender.

2.6.2. Laufwerk

Schäden an Radreifen und Radkästen

Schäden und Fehler an den Radreifen

Scharflaufen des Spurkranzes und Ansatz von Grat

Beim Befahren kurvenreicher Strecken wird besonders der Spurkranz der führenden Achse stark abgenutzt, und zwar am stärksten von der Wurzel her. Dadurch wird nicht nur der Spurkranz geschwächt, sondern auch der Neigungswinkel verändert.

Wird der Spurkranz zu schmal, dann wird das Spiel des Radsatzes zwischen den Schienenköpfen zu groß; die Achse schlingert sehr stark und kann entgleisen.

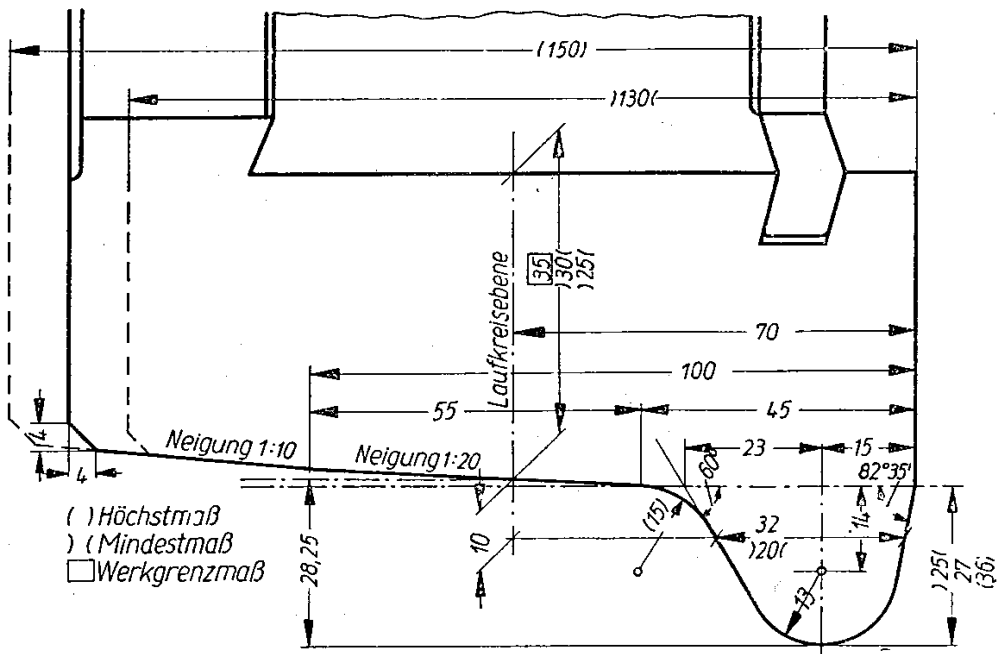


Bild 222. Radreifenabmessungen

Da sich durch Veränderung des Flankenwinkels bis zu 80° und mehr das Profil des Kranzes wesentlich ändert, muß beim Nachdrehen des Radreifens ein Span abgenommen werden, der die doppelte Dicke der Abnutzung mißt. Bei 7 mm Spurkranzabnutzung muß also zur Wiederherstellung des Profils ein Span von 14 mm Dicke abgehoben werden (Bild 223).

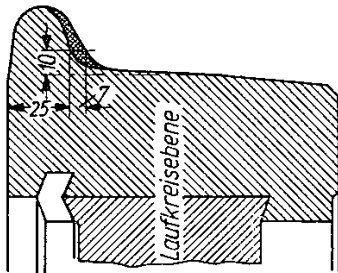


Bild 223. Scharfgelaufener Radreifen

Hierdurch wird in vielen Fällen das Werkgrenzmaß für die Dicke der Reifen in der Laufkreisebene (35 mm) unterschritten, und der Radsatz müßte neu bereift werden. Es ist deshalb zu empfehlen, die Reifen bereits zu überdrehen, wenn der Einlauf des Spurkranzes 5 mm (seine Dicke also noch 27 mm) beträgt.

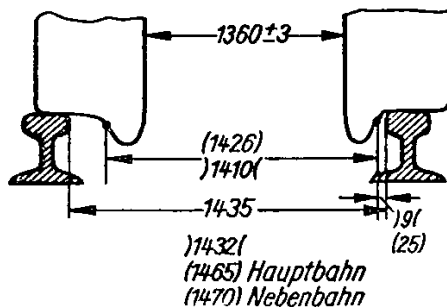


Bild 224. Lichte Maße zwischen zwei Rädern einer Achse

Nutzt sich bei einem Radsatz der eine Spurkranz stärker ab als der andere, dann können Kuppel-, Lauf- und Tenderradsätze um 180° gewendet werden. Dabei dürfen aber die Achslagergehäuse nicht mit umgewechselt werden, da sich sonst das Achsstichmaß ändern würde. Treibradsätze sind nicht schwenkbar. Bei einigen Lokomotivgattungen, z. B. BR 57.10-40 und 94.5-18, können der 1. und der 4. Kuppelradsatz gewechselt werden. Wie Bild 224 zeigt, beträgt der Abstand der Meßpunkte (Anlaufstellen) beider Spurkränze einer Achse ursprünglich 1426 mm. Dieses Maß darf 1410 mm nicht unterschreiten, da sonst das

Spiel der Achsen im Gleis zu groß würde. Sie würden stark schlingern, und es drohte Entgleisungsgefahr. Beim Abnutzen des Radreifens bildet sich am Spurkranz häufig eine scharfe Kante, ein scharfer Grat. Keinesfalls darf eine Lokomotive mit scharfem Grat am Spurkranz im Dienst verbleiben. Durch den Grat können die Radsätze aufklettern oder Weichenzungen aufdrücken und damit Entgleisungen verursachen. Ein Radreifen mit Gratansatz muß noch nicht unbedingt überdreht werden. Wenn Spurkranzdicke und Einlauf der Lauffläche sowie die Abrundung des Scheitels des Spurkranzes noch in zulässigen Grenzen liegen, wird der Grat mittels Handschleifmaschinen oder besonders dafür entwickelter Vorrichtungen abgeschliffen.

Abnutzung der Lauffläche

Eine Entgleisung kann auch erfolgen, wenn die Lauffläche zu stark eingelaufen und dadurch der Spurkranz zu hoch geworden ist. Die zulässige Einlauftiefe der Lauffläche in der Laufkreisebene beträgt 7,5 mm. Wird der Einlauf größer, dann läuft das Rad in den Weichen und den Spurrinnen nicht mehr auf der Lauffläche, sondern auf dem Spurkranz. Der Radsatz muß überdreht werden.

Durch starkes Schleudern der Lokomotive und durch Besanden während des Schleuderns oder durch zu weiches Reifen- und zu hartes Schienenmaterial kann sich der Reifen direkt in der Lauffläche stark abnutzen, er läuft hohl. Dabei entsteht der sogenannte falsche Spurkranz. Wenn der Hohllauf mehr als 2 mm beträgt, müssen die Radreifen ebenfalls überdreht werden, da Entgleisungsgefahr besteht.

Wird die Lokomotivbremse so stark angezogen, daß die Räder blockiert werden, dann erhalten die Laufflächen flache Stellen. Durch diese Schleifflächen werden bei jeder Umdrehung sämtliche Lager schlagartig beansprucht, so daß die Lokomotive sehr unruhig läuft und in kurzer Zeit nicht mehr betriebsfähig ist. Die starken Schläge der flachen Stellen wirken sich auch sehr ungünstig auf den Oberbau aus und führen zu Schienenbrüchen. Sobald solche flachen Stellen tiefer als 2 mm sind, müssen die Radreifen nachgedreht werden.

Ist die Dicke der Radreifen bereits nahe am Betriebsgrenzmaß, so daß sie nicht mehr nachgedreht werden können, dann darf die Pfeilhöhe bei Schlaglöchern, Flachstellen oder Hohllauf an Güterzug- und Rangierlokomotiven 3 mm betragen.

Radreifenbrüche

Brüche von Radreifen können verschiedene Ursachen haben.

1. Beim Aufschweißen von Spurkränzen und Laufflächen können Aufhärtungen des hochwertigen Stahles entstehen und dadurch Brüche von Radreifen eintreten. Das Aufschweißen von Lokomotivradreifen ist deshalb bei der Reichsbahn verboten.
2. War das Untermaß beim Aufschumpfen des Reifens zu groß, so kann die Spannung zum Zerspringen des Reifens führen.
3. Wird scharf gebremst, wärmen sich Bremsklötze und Radreifen stark an. Im Winter, bei sehr strenger Kälte, kühlen dann die Radreifen wieder sehr schnell ab und schrumpfen. Hierbei können die Radreifen zerspringen.

Das Zerspringen der Radreifen verursacht einen starken Knall. Häufig fliegen dabei Stücke von 250 bis 500 mm Länge heraus.

Sofern das Herausfliegen der Radreifenbruchstücke die Lokomotive nicht überhaupt bewegungsunfähig gemacht hat, ist sie lahmzulegen, die Lokomotivbremse auszuschalten und nach Möglichkeit die schadhafte Achse durch Unterlegen von Keilen zwischen Achsgabelsteg und Achslagergehäuse zu entlasten.

Die Lokomotive muß dann abgeschleppt werden.

Loswerden der Radreifen

Erreicht die Dicke der Radreifen das Betriebsgrenzmaß von 30 bzw. 25 mm, so sind die Radsätze neu zu bereifen, da sie sonst sehr schnell lose werden. Das erste Anzeichen des Loswerdens ist das Klirren des Reifens beim Anschlagen mit dem Hammer. Nun ist er ständig zu beobachten. Als nächstes Anzeichen sieht man Roststaub oder Eisenspäne zwischen Unterreifen und Radreifen heraustreten. Um feststellen zu können, ob sich der Reifen verdreht, ist an fast allen Rädern am Radreifen und Unterreifen je ein Körner eingeschlagen.

Beim Fehlen dieses Zeichens werden Körner, Meißelhiebe oder Kreidestriche zur Beobachtung angebracht. Stellt man eine Verdrehung des Radreifens fest, dann muß die Lokomotive zum Neubereifen abgestellt werden.

Ein lose gewordener oder ausgebrochener Sprengring kann das seitliche Herunterfallen des Radreifens vom Unterreifen verursachen. Beim Bremsen wird der Reifen festgehalten und vom Unterreifen abgedreht. Bei der Untersuchung der Lokomotive ist stets auf den Zustand der Sprengringe zu achten.

Schäden und Mängel an den Rädern und Radsätzen

Speichen- und Unterreifenbrüche

Die Speichen neigen an den Enden der Gegengewichte sowie in der Nähe des Treibzapfens zum Brechen.

Seltener zeigen sich Brüche von Unterreifen (Felgen), ebenfalls meist in der Nähe des Gegengewichtes oder des Treibzapfens.

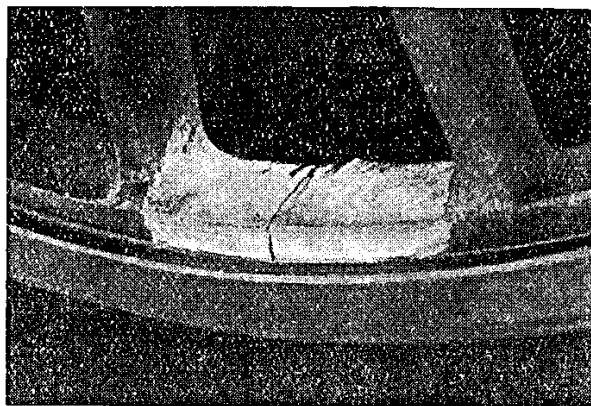


Bild 225. Geplatzter Unterreifen

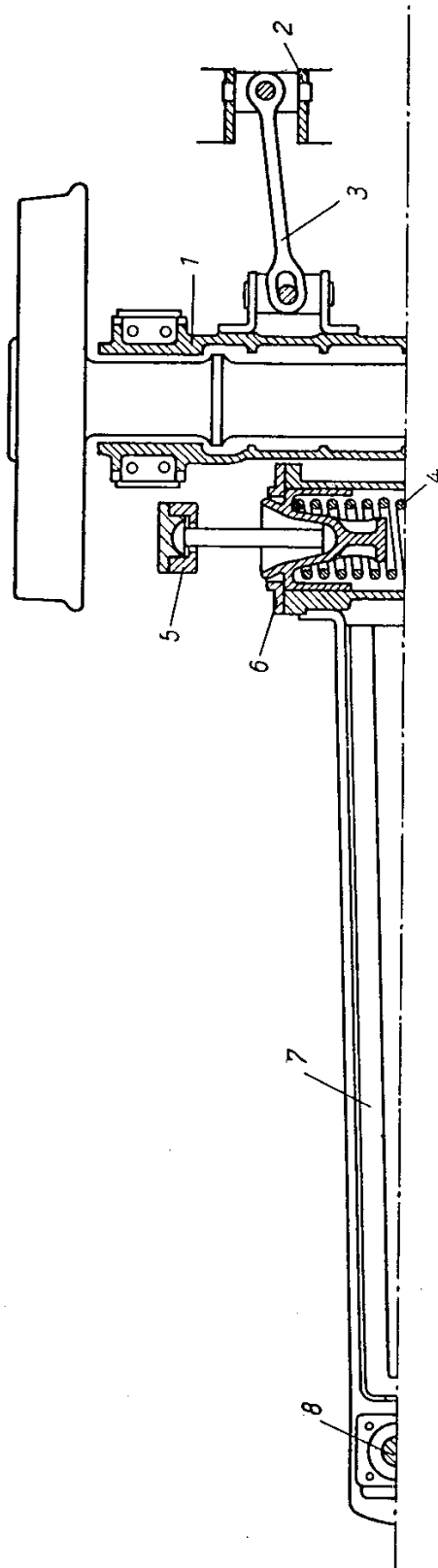


Bild 226. Lenkgestell mit Federrückstelleinrichtung
(Bisselachse)

- | | | | |
|---|------------------|---|----------------------|
| 1 | Achslagergehäuse | 5 | Lager am Rahmen |
| 2 | Lager am Rahmen | 6 | Rückstellvorrichtung |
| 3 | Pendelstange | 7 | Deichsel |
| 4 | Rückstellfeder | 8 | Drehzapfen am Rahmen |

Bild 225 zeigt einen geplatzten Unterreifen (Felge). Angebrochene Speichen und Unterreifen zwingen stets zum sofortigen Abstellen der Lokomotive.

Lenkgestellachsen laufen einseitig an

Bei Lenkgestellachsen (Bild 226) kann ein Spurkranz einseitig stärker anlaufen, wenn die Mittelachse des kugeligen Drehzapfenlagers nicht mit der Achse des Drehzapfens übereinstimmt, d. h., wenn dieses einseitig bearbeitet ist.

Ist eine Rückstellfeder erlahmt oder besitzen die Pendelstangen verschiedene Längen, dann stellt sich die Achse ebenfalls schräg, so daß sich ein Spurkranz stärker abnutzen kann als der andere.

Sind die Fehlerglieder zu groß, so besteht bei großen Geschwindigkeiten in Krümmungen mit verhältnismäßig kleinem Halbmesser Entgleisungsgefahr.

Nachmessen entgleister Achsen

Entgleiste Achsen sind sofort nach der Aufgleisung nachzumessen, um eine erneute Entgleisung wegen verbogener Achsen zu vermeiden. Mit einem Radsatz-Stichmaß mit Nonius für den Meßbereich von 1355 bis 1365 mm wird an jeder entgleisten Achse die Entfernung der inneren Radreifenstirnflächen an 4 Stellen gemessen (Bild 227).

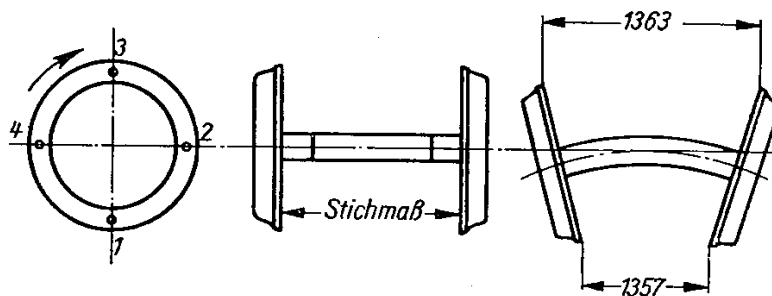


Bild 227. Vermessen einer entgleisten Achse

Um stets die gleichen Last- und Durchbiegungsverhältnisse zu bekommen, werden alle 4 Messungen unten, senkrecht unter der Mittelachse des Rades in Höhe der Schienenoberkante vorgenommen. Nach jeder Messung muß die Lokomotive eine Viertelumdrehung weitergefahren werden.

Werden hierbei große Abweichungen festgestellt, dann ist die Achse verbogen, oder die Radkörper haben sich verworfen und stehen jetzt spitzwinklig zueinander (Bild 227, rechte Skizze). Als noch lauffähig kann ein Fahrzeug betrachtet werden, wenn Abweichungen von höchstens + 0,8 mm auf 1 m Raddurchmesser an den 4 Meßstellen festgestellt werden. Mißt also der Laufkreisdurchmesser der entgleisten Achse 1400 mm, dann darf der größte zulässige Seitenschlag $0,8 \cdot 1,4 = 1,12$ mm betragen.

Zu geringe Kurvenläufigkeit als Ursache von Entgleisungen

Jede Lokomotivgattung verfügt über eine bestimmte Kurvenläufigkeit. Der kleinste von ihr gefahrlos zu befahrende Kurvenhalbmesser ist abhängig von dem festen Achsstand, der Achsanordnung, der Spurkranzschwächung einzelner Achsen, der Seitenverschiebbarkeit der führenden Achsen und der Anordnung von Laufachsen oder Drehgestellen. Durchfährt eine Lokomotive einen kleineren als für sie vorgesehenen Kurvenradius, kann sie entgleisen.

Unterschiede in den Raddurchmessern führen zu Stangenbrüchen

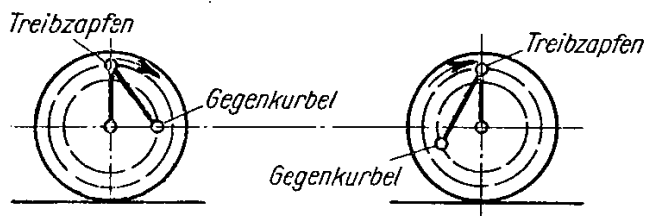
Unterschiede in den Durchmessern der Laufkreise der Achsen einer Radsatzgruppe führen zum Heißlauf von Stangenlagern und zum Bruch von Stangenköpfen und Stangen.

Um Unterschiede in der Abnutzung der einzelnen Achsen rechtzeitig festzustellen, müssen monatlich einmal am Planausbesse- rungstag die Durchmesser der Radsatzgruppe jeder Lokomotive nachgemessen werden. Bei Unterschieden von mehr als 2 mm in der Abnutzung der Laufflächen innerhalb einer Radsatzgruppe müssen die Radreifen nachgedreht werden.

Unterbauen einer Treibachse

Nach dem Auswechseln einer Treibachse fährt hin und wieder die Lokomotive in eine der Lage der Steuerung entgegengesetzte Richtung. Sie durchfährt dann häufig Schuppentore, Schuppenwände oder gleitet in die Drehscheibengrube ab. Die Ursache ist falscher Einbau der Treibachse.

Soll eine Treibachse untergebaut werden, von der man nicht einwandfrei weiß, in welcher Richtung sie steht, dann stellt man sie auf ihrer rechten Seite mit dem Treibzapfen nach oben. Steht jetzt der Zapfen der Gegenkurbel vor der senkrechten Mittelachse durch Treibzapfen und Radmitte, so läuft die Gegenkurbel dem Treibzapfen voraus (Voreilung) (Bild 228 a).



a Mit Voreilung

b Mit Nacheilung

Bild 228. Treibachse

Wenn der Zapfen der Gegenkurbel hinter der senkrechten Mittelachse steht (Bild 228 b), hat die Steuerung Nacheilung. Nun muß festgestellt werden, ob die Dampfmaschine der Lokomotive, unter welcher die Treibachse ausgewechselt werden soll, Voreilung oder Nacheilung besitzt.

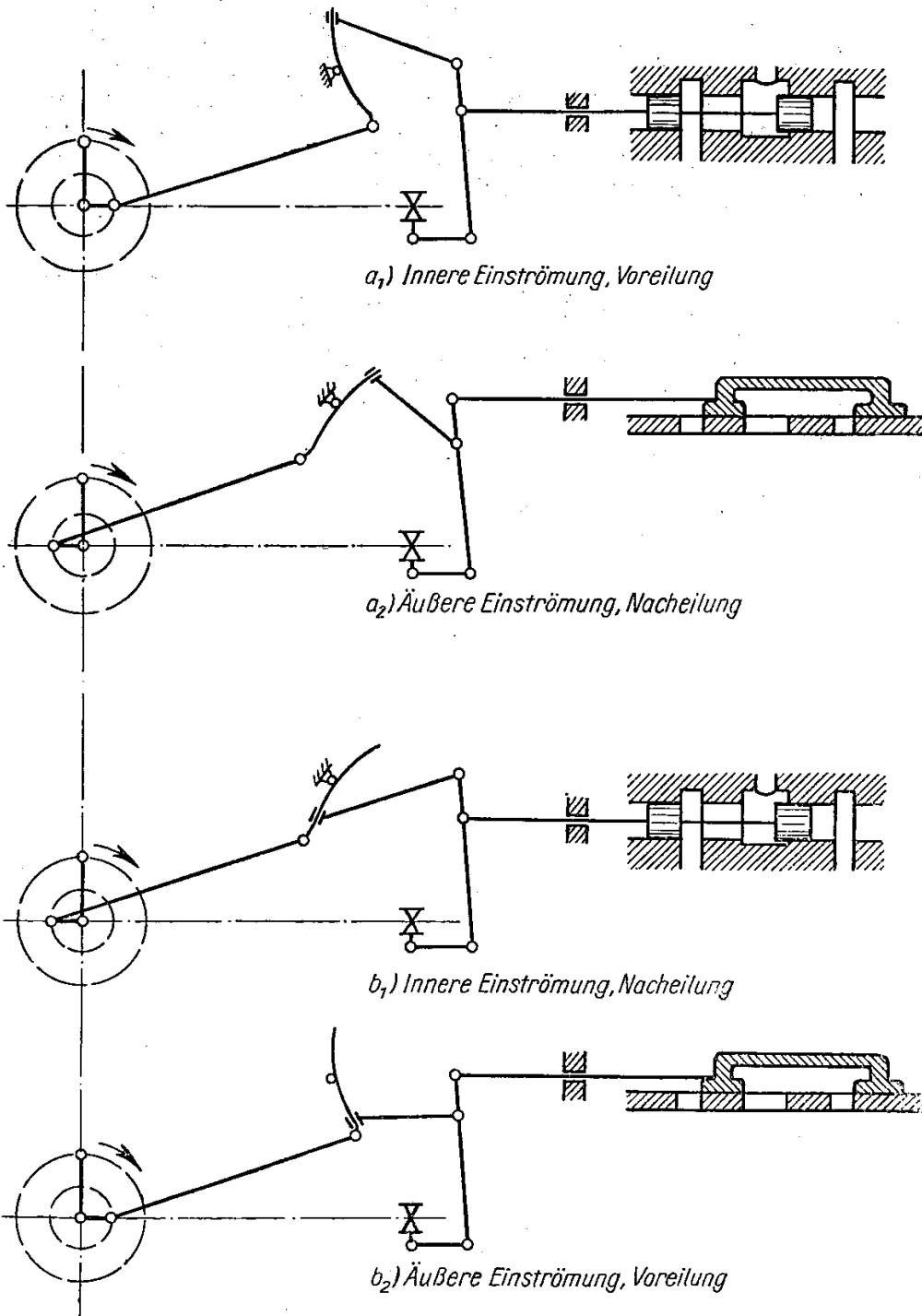


Bild 229. Steuerungsschema der Lokomotive

Die Steuerung wird ganz nach vorn gelegt; es ergeben sich nun folgende Fälle:

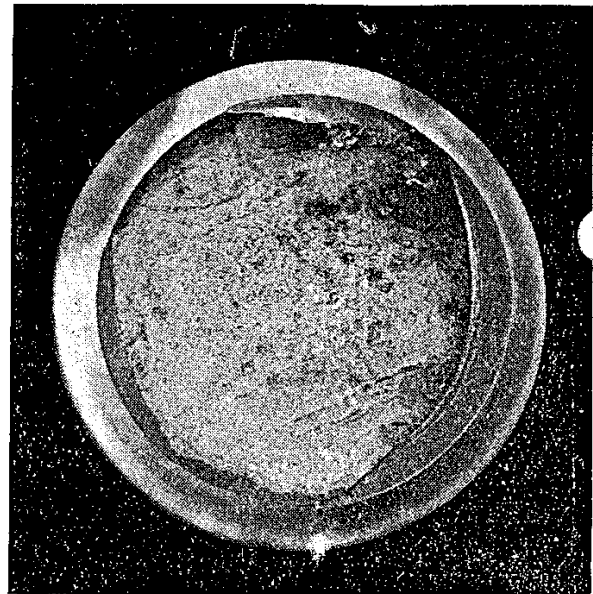
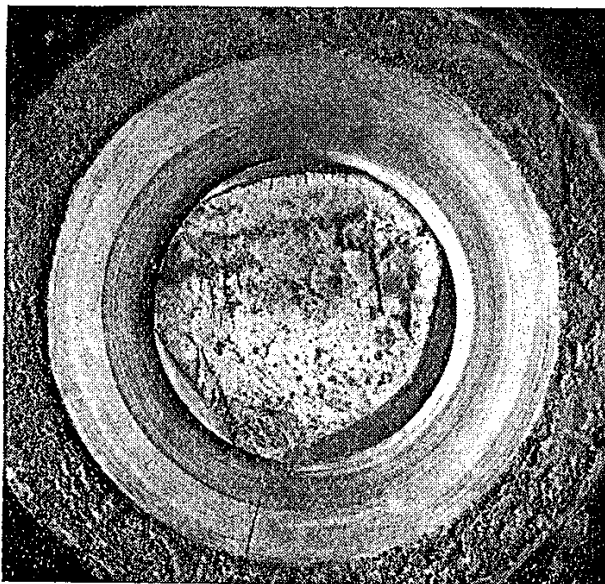
1. Der Schwingenstein liegt in der oberen Schwingenhälfte.
 Hat die Lokomotive Inneneinströmung (Kolbenschieber), dann erhält der Schieber Voreilung (Bild 229 a1).
 Hat die Lokomotive Außeneinströmung (Flachschieber), dann besitzt sie Nacheilung (Bild 229 a2).
2. Der Schwingenstein liegt bei Vorwärtslage der Steuerung in der unteren Schwingenhälfte.
 Die Lokomotive mit Inneneinströmung (Kolbenschieber) hat Nacheilung (Bild 229 b1).
 Die Lokomotive mit Außeneinströmung (Flachschieber) hat Voreilung (Bild 229 b2).

Bei den Lokomotiven nach 1. a1 bzw. 2. b2 (Lokomotiven mit Voreilung) muß die Treibachse beim Unterbauen also die Stellung nach Bild 228 a zeigen; steht die Achse anders, ist sie zu schwenken.

Natürlich gibt es auch Lokomotiven mit Außeneinströmung bei Kolbenschiebern (z. B. BR 18.3 und 19.0 in den Niederdruckzylindern). An der Konstruktion des Voreilhebels ist erkennbar, ob die Lokomotive mit äußerer oder innerer Einströmung arbeitet. Bei äußerer Einströmung liegt der Angriffspunkt der Schieberstange am Voreilhebel oberhalb des Drehpunktes der Schieberschubstange, bei innerer Einströmung liegt er unterhalb.

Achsbrüche

Verhältnismäßig selten, dafür aber meist um so folgenschwerer sind Unfälle durch Achsbrüche. Eine Achswelle bricht mitunter in der Mitte; häufiger jedoch bricht die Achse innerhalb der Radnabe. Das durch Materialfehler oder unvorschriftsmäßige Bearbeitung der Achse beim Abdrehen, Fräsen der Keilnut oder



a Blick auf die Radnabe des gebrochenen Schenkels b Blick auf den gebrochenen Achsschenkel

Bild 230. Gebrochener Achsschenkel

beim Aufpressen des Radsternes auf den Achsschenkel gestörte Gefüge der Achse hält den Biegungsbeanspruchungen nicht stand. Den letzten Anlaß zum endgültigen Achsbruch gibt aber gewöhnlich ein heißgelaufenes Achslager.

Bild 230 zeigt einen gebrochenen rechten Achsschenkel der hinteren Kuppelachse einer dreiachsigen Lokomotive. Der alte Anbruch am Beginn der Hohlkehle zum Nabenansatz deutet darauf hin, daß der Schenkel schon früher durch Wassersschlag der Lokomotive, durch Heißlauf oder durch Besandung während des Schleuderns überbeansprucht wurde. Durch Umstellung einer Weiche unter der fahrenden Lokomotive brach der Achsschenkel.

Schäden und Störungen an den Achslagern

Anwärmen und Heißlaufen von Achslagern

Die Ursachen für den Heißlauf von Achslagern können verschiedener Art sein. Im folgenden werden die möglichen Ursachen für Heißläufer und die Abhilfsmaßnahmen zusammengefaßt:

Ursachen:

1. Mangelhaftes oder unterlassenes Abschmieren der Achsen.
2. Verstopfte Öldurchlässe im Achslager.
3. Verfilzte Dochte.
4. Erlahmte oder gebrochene Schmierpolsterfedern
5. Das Schmierpolster ist verharzt oder verfilzt und besitzt keine Saugfähigkeit mehr.
6. Beim Auswaschen der Lokomotive oder Abspritzen des Fahrgestells wurde das Öl vom Achsschenkel weggespült. Achslagergehäuse und -unterkasten sind mit Wasser gefüllt.
7. Das verwendete Öl war durch Staub, Flugasche oder Sand verschmutzt.
8. Das verwendete Öl war zu dünnflüssig.

Abhilfe:

1. Vorschriftsmäßiges Untersuchen und Abölen der Lokomotive während der Vorbereitungszeit.
2. Wie vorstehend und erforderlichenfalls die Öldurchlässe reinigen.
3. Dochte mit Benzin oder Petroleum auswaschen oder ggf. durch neue ersetzen.
4. **Unterwegs** sind die Federn aufzubiegen oder ein Holzkeil unter das Schmierpolster zu legen, damit es wieder an den Schenkel angepreßt wird.
Im **Bahnbetriebswerk** ist das Polster zu erneuern.
5. **Unterwegs** ist das Polster aufzurauen und mit Öl zu tränken.
Im **Bahnbetriebswerk** wird ein neues Schmierpolster eingesetzt.
6. Nach dem Auswaschen oder Abspritzen muß mit der Ölspritze festgestellt werden, ob sich Öl oder Wasser in den Achslagern befindet. Dabei den Zustand der Dochte und der Schmierpolster feststellen.
Wird erst **unterwegs** nach Anwärmen eines Lagers Wasser in der Oberschmierung festgestellt, dann absaugen, Dochte herausziehen und ausdrücken, Dochte erforderlichenfalls erneuern. Wasser aus dem Unterkasten durch Entfernen der Entleerungsschraube ablassen und frisches Öl (ggf. mit Graphitzusatz) bis zur Ölmarke nachgießen.
7. Durch peinlichste Ordnung und Sauberkeit im Ölkasten und einwandfreien Zustand der Ölkannen werden Ölverschmutzungen vermieden (Luninmethode).
8. Es ist stets ein der Jahreszeit angepaßtes Öl zu verwenden (Sommeröl oder Winteröl).

Ursachen:

9. Falsch bearbeitete Laufflächen der Lager; stark abgenutzter, verbrauchter oder ausgebrochener Weißmetallausguß; zerdrückte Schmiernuten.

10. Das Seitenspiel des Achslagers ist zu gering. Das Lager reibt am Bund (Stirnfläche).

11. Das Spiel der Achslagergehäuse in den Achslagerführungen ist zu groß.

12. Das Achsstichmaß ist falsch. Hierdurch wärmen sich nicht nur die Achslager, sondern auch die Stangenlager an. Stangenbrüche können die Folge sein.

13. Das Stangenstichmaß ist falsch.

14. Ungleiche Laufkreisdurchmesser der Räder.

15. Ungleiche Belastung der Achsen.

16. Die Radreifen haben Flachstellen.

Abhilfe:

9. Stark verbrauchte Lager sind neu auszugießen.

Durch das Standprüfverfahren ist das Spiel der Lager auf dem Achsschenkel zu ermitteln.

10. **Unterwegs** wird Heißdampföl an den Bund (Stirnfläche) des Lagers gegeben. Am besten wird ein mit kolloidalem Graphit vermisches Öl verwendet. Um den Bund ständig unter Öl zu halten, werden zu beiden Seiten der Achsbuchse einige Dochte der Oberschmierung nach außen geleitet. Ggf. ist durch größere Füllung und geringeren Schieberkastendruck die spezifische Lagerbelastung zu verringern. Das Lager ständig beobachten! Erwärmt es sich weiter, Ersatzlokomotive anfordern!

Im **Bahnbetriebswerk** sind durch die Werkstatt die Hohlkehlen und die Stirnflächen des Lagers nachzuarbeiten.

11. Die Stellkeile sind nachzustellen.

Bei zu großer Abnutzung müssen die Achslagergleitplatten hinterlegt werden. Zum Hinterlegen darf nur ein Blech bis zu 3 mm Dicke verwendet werden. Ggf. müssen die Gleitplatten erneuert werden.

12. Das Achsstichmaß muß berichtigt werden.

13. Das Stangenstichmaß ist zu berichtigen. Durch Fehler beim Beilagenwechsel sind die Stangen außer Stichmaß gekommen.

14. Die Radreifen müssen nachgedreht werden, wenn Unterschiede von mehr als 2 mm in der Abnutzung der Laufflächen innerhalb einer Radsatzgruppe vorliegen.

15. Die Lokomotive ist auf ein völlig waagrechtes Gleis zu stellen. Hier müssen die Ausgleichhebel gleichmäßige, waagerechte Lage haben. Die Abstände der Achslagergehäuse-Oberkanten von den Rahmenausschnitten müssen gleich groß sein. Ist dies nicht der Fall, sind die Federn zu spannen bzw. zu entspannen.

16. Sind die Flachstellen tiefer als 2 mm, so müssen die Radreifen nachgedreht werden.

Der Lokomotivführer hat nach dem Anwärmen bzw. Heißlaufen eines Achslagers zu entscheiden, ob er den Zug mit verminderter Geschwindigkeit weiterbefördern kann. Das erwärmte Lager muß aber jetzt ständig beobachtet werden. Wärmt es sich weiter an, dann besteht die Gefahr des Heißlaufens; der Metallausguß würde ausschmelzen und der Achsschenkel riefig werden und sich sogar festfressen.

Wird ein angewärmtes Lager heißer, ist eine Ersatzlokomotive anzufordern und der Zug abzugeben.

Auf keinen Fall darf ein heißgelaufenes Lager durch Wasser oder größere Ölmengen schnell abgekühlt werden. Es würden sich in dem Achsschenkel Risse bilden, die zum Achsbruch führen können.

Im Bahnbetriebswerk ist die heißgelaufene Achse auszubauen, der Achsschenkel genau auf Haarrisse zu untersuchen sowie erforderlichenfalls nachzuschleifen, das Achslager neu auszugießen und aufzupassen.

Störungen an den Achslagerführungen und Achsstellkeilen

Bei einer aufgearbeiteten Lokomotive haben die Achslagerstellkeile gleichmäßigen Abstand von den Achsausschnitten. Die Achsmitten werden durch Körner am Rahmen gekennzeichnet.

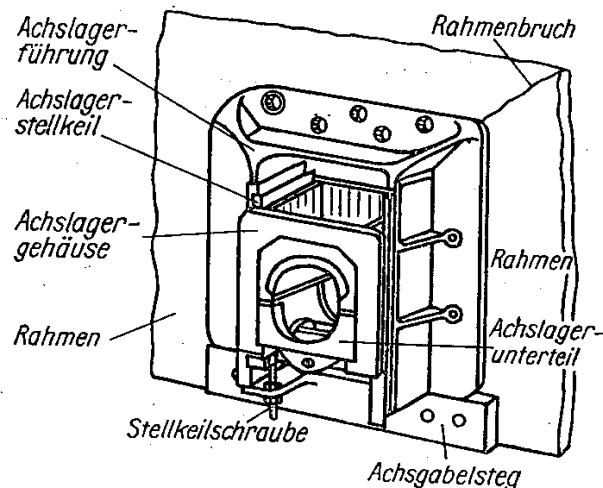


Bild 231. Achslagerführung mit Achslager und Stellkeil

Warmlaufen der Achslager durch zu lose oder zu feste Achsstellkeile

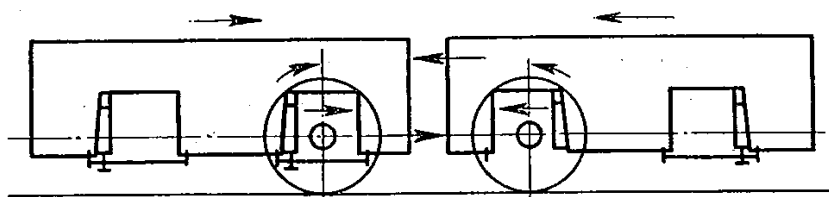
Im Laufe des Betriebes nutzen sich die Achslagerführungen und die Stellkeile ab. Die Achslagerstellkeile werden lose, und die Achslagergehäuse erhalten zuviel Spiel. Während der Fahrt schlagen dann die Achslagergehäuse stark in der Führung, wodurch sich die Achslager anwärmen können.

Während des Vorbereitungsdienstes und vor dem Abstellen der Lokomotive muß der Lokomotivführer stets den Sitz der Stellkeile nachprüfen.

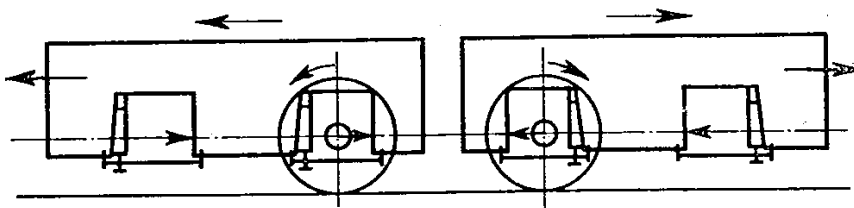
Beim Nachstellen der Achsstellkeile treten häufig Fehler auf. Werden die beiden Stellkeile einer Achse ungleichmäßig angezogen, so steht diese Achse nicht mehr rechtwinklig zur Längsachse des Fahrzeugs. Dadurch laufen die Spurkränze scharf. Wenn sämtliche Stellkeile zu straff angezogen werden, wird die Federung behindert; die Lokomotive läuft sehr hart. Die Stöße übertragen sich auf alle Teile der Lokomotive, Niet- und Schraubenverbindungen des Rahmens. Die Achslagerführungen wer-

den locker, und die Achslager können sich warmschlagen. Um die Achsstellkeile nachzustellen, müssen sie zunächst völlig entlastet werden. Die Lokomotive wird in Richtung der festen Achslagerführung gefahren. Bei der größten Anzahl der Lokomotiven sind die Achslagerstellkeile hinten angeordnet; diese Lokomotiven werden also vorwärts gefahren. Stehen die Stellkeile vorn, so wird sie rückwärts gefahren. Die Achse drückt dadurch die Achsbuchse gegen die feste Achslagerführung (Bild 232 a). Sollen die Achslagerstellkeile einer kalten Lokomotive nachgestellt werden, dann muß die Lokomotive mit fremder Kraft bewegt werden (Bild 232 b). Infolge des Beharrungsvermögens drückt jetzt der Rahmen mit der Achslagerführung gegen Achslagergehäuse und Achsen. Die Lokomotive muß in diesem Falle also in Richtung der Achsstellkeile verfahren werden.

Alsdann sind sämtliche Muttern der Stellkeile sowie die Stellkeile selbst zu lösen und gut zu schmieren. Die Stellkeile werden nun so weit hochgeschlagen, daß Achslagergleitplatte und Achslagerführung ganz fest aneinander liegen. Danach sind die Keile durch Zurückdrehen der Stellkeilmuttern um 3 bis 4 mm gleichmäßig auf beiden Seiten wieder zu senken. Jetzt haben die Stellkeile den richtigen Sitz.



a Unter Dampf



b Mit fremder Kraft

Bild 232. Verfahren einer Lokomotive zum Nachstellen des Achsstellkeile

Entgleisungen durch Festfressen der Achsstellkeile

Werden Stellkeile nicht oder nur selten geschmiert, so gleiten sie schwer und behindern das Federspiel. Die Lokomotive läuft ebenso hart, als wären die Keile zu fest angezogen. Die ungenügend geschmierten Gleitplatten nutzen sich ungleichmäßig ab, so daß das Stichmaß der Achsen verändert wird.

Mehrfache Entgleisungen entstanden durch festgefressene Stellkeile, weil beim Befahren eines Schienenstoßes die Achse hochfedert und wegen der großen Reibung der trockenen Gleitflächen in der Hochlage hängenbleibt.

Durchfährt die Lokomotive anschließend eine Kurve oder Weiche, so fällt durch die Erschütterungen die Achse wieder herunter. Da sie sich nicht auf den Krümmungsradius einstellen konnte, entgleiste sie.

Störungen an den Obergethmann- und Mangoldlagern

Bild 233 zeigt das Obergethmannlager. Zwischen der oberen Achslagerschale und den unteren Lagerschalen liegen Blechbeilagen oder Paßstücke von verschiedenen Stärken.

Wenn die unteren Lagerschalen abgenutzt (verschlissen) sind, wird ein Teil der Beilagen herausgenommen, so daß die unteren Lagerschalen wieder fest an die Achsschenkel gedrückt werden. Die Beilagen müssen vorn und hinten die gleiche Stärke besitzen. Beim Nachstellen sind gleichmäßige Stärken herauszunehmen.

Treibachse mit Obergethmannlager läuft heiß

Sind die Beilagen ungleichmäßig, so sitzt das Lager schräg. Die Kräfteverteilung wird dadurch ungleichmäßig, die Treibachse läuft warm.

- 1 Achslagergehäuse
- 2 Achslagergleitplatte
- 3 obere Achslagerschale
- 4 untere Achslagerschale
- 5 Achslager-Unterkasten
- 6 Metalleinguß
- 7 Beilagen
- 8 Achslagerschrauben

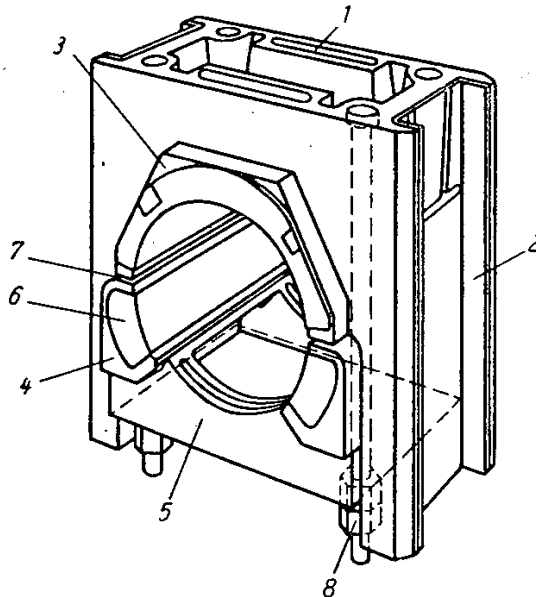


Bild 233. Treibachslager Bauart Obergethmann

Geschieht das Nachstellen zu spät, beginnt das Lager zu schlagen und kann sich ebenfalls erwärmen.

Wird der Achslagerunterkasten lose, so lockern sich auch die unteren Lagerschalen, tragen nicht mehr und der spezifische Flächendruck wird zu groß. Das Lager läuft warm.

Das Nachstellen des Obergethmannlagers ist schwierig und kann wegen der darunterliegenden Tragfeder in der Regel nur durch die Werkstatt vorgenommen werden.

Treibachse mit Mangoldlager läuft heiß

Das verbesserte Treibachslager ist das der Bauart Mangold (Bild 234). Bei diesem Lager sind die unteren Lagerschalen von der Seite nachzustellen.

Werden die Kanten der unteren Lagerschalen nicht abgerundet, dann streifen die scharfen Kanten das Öl vom Achsschenkel ab, und es tritt trotz genügender Ölung ein Heißlauf wegen Ölman-gels ein.

Auf den festen Sitz der Keilsicherung ist zu achten, um nicht Gefahr zu laufen, unterwegs Keilsicherung, Keil und die ganze untere Lagerschale zu verlieren (Bild 234). Ein Heißlaufen würde die Folge sein.

Gehäuse des Treibachslagers gebrochen

Die Achslagergehäuse der Treibachsen brechen des öfteren an den oberen und unteren Kanten der Keilführung, also an den schwächsten Stellen. Ein gebrochenes Achslagergehäuse wird geschweißt oder bei zu starker Abnutzung ausgewechselt (Bild 234).

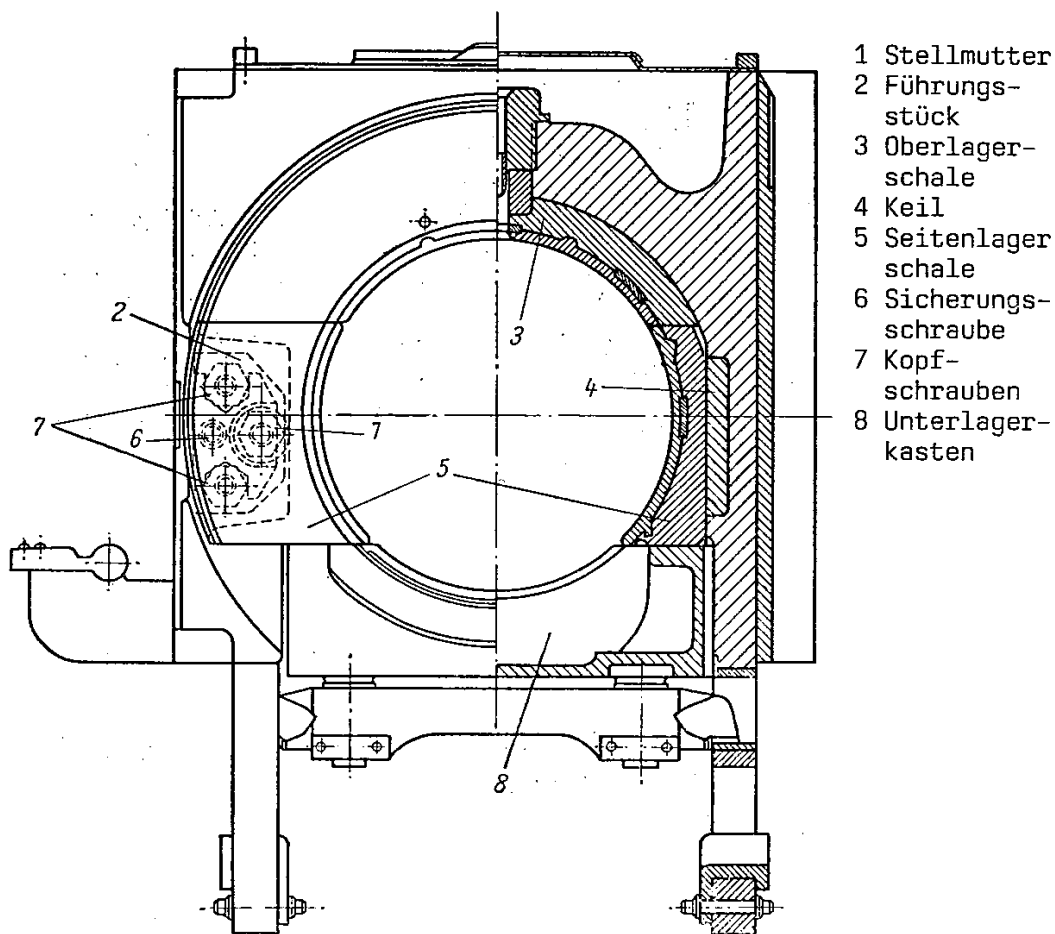


Bild 234. Treibachslager Bauart Mangold

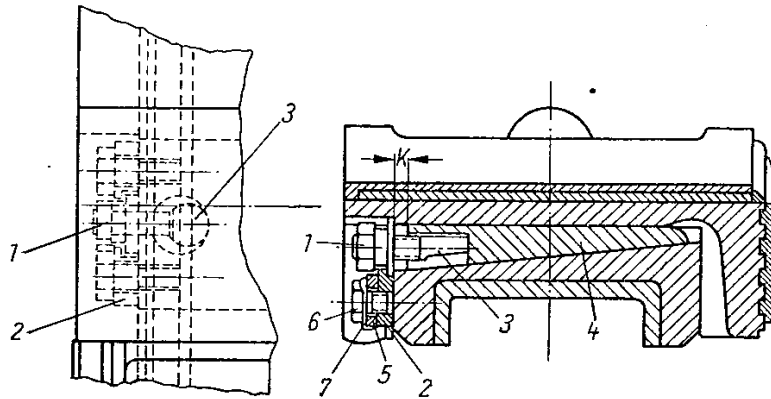


Bild 235. Nachstellvorrichtung des Mangoldlagers

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1 Stellmutter | 5 Sicherungsstück |
| 2 Führungsstück | 6 Sicherungsschraube |
| 3 Schleppkeilschraube | 7 Sicherungsblech |
| 4 Keil | |

Schäden an Federung und Ausgleich

Ungleichmäßige Auslastung der Lokomotive, Überladen des Tenders und schlechte Gleislage können zum Bruch von Tragfedern und anderen Teilen der Federung und des Ausgleichs führen.

Gebrochene Federn oder Federstützen bilden stets eine Betriebsgefahr. Bei einer gebrochenen Hauptfederlage ist die Feder nicht mehr in der Lage, die gesamte, auf dem Rad ruhende Last aufzunehmen. Dieses Rad wird entlastet und kann durch Schlingerbewegungen der Lokomotive oder Anlaufen des Rades in der Kurve aufsteigen und entgleisen.

Durch Bruch einer Federstütze wird das Rad völlig entlastet, und die Entgleisungsgefahr ist noch größer.

Bricht eine Federspannschraube oder ist ihr Gewinde überdreht, so daß sich die Muttern abstreifen, dann kann die Last des Rahmens nicht mehr auf die Federn übertragen werden, bzw. der betreffende Ausgleichhebel wird an dem einen Hebelarm plötzlich völlig entlastet. Es findet kein Ausgleich der Lasten mehr statt.

Diese Unregelmäßigkeiten an der Federung und dem Ausgleich machen sich durch harten Schlag oder durch Schwankungen im Lauf der Lokomotive bemerkbar. Die Lokomotive ist sofort anzuhalten. Gebrochene Federspannschrauben, Ausgleichhebel oder Ausgleichhebelbolzen machen die Lokomotive launfähig.

Sind eine Hauptfederlage oder eine oder zwei Nebefederlagen gebrochen, kann die Lokomotive vorsichtig mit verminderter Geschwindigkeit bis zum nächsten Bahnhof fahren. Dort ist der Zug durch eine Ersatzlokomotive zu übernehmen.

Alle Bolzen und Buchsen des Ausgleiches und der Federung müssen große Kräfte übertragen. Sie verlangen deshalb stets gute Pflege und Schmierung. Die versenkten Schmierbohrungen oberhalb der tragenden Bolzen müssen stets offen und in sauberem Zustand bleiben. Fehlen Pflege und Schmierung, so sind die Bolzen und Buchsen nach kurzer Zeit so stark abgenutzt, wie es Bild 236 zeigt.

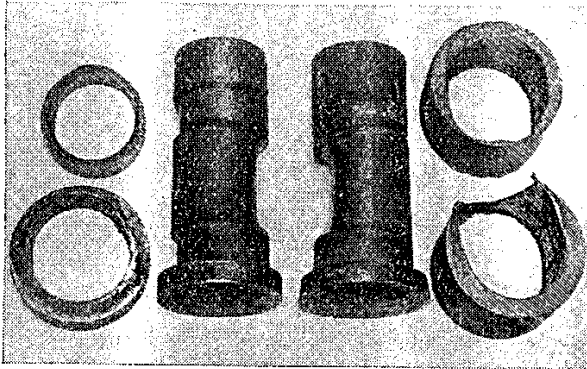


Bild 236. Stark abgenutzte Bolzen und Buchsen der Ausgleichsmechanik einer Lokomotive

Diese Ausgleichvorrichtung konnte bei plötzlicher Belastung nur noch außerordentlich schwer einen Ausgleich herbeiführen. Federbrüche und Entgleisungen waren die Folge.

Nach Entgleisungen oder Achsarbeiten müssen unbedingt die zum Abfangen der Lokomotive zwischen Achsbuchse und Rahmenausschnitt bzw. zwischen Achsbuchse und Achsgabelsteg gelegten Beilagen (Eisenstücke) wieder entfernt werden. Geschieht dies nicht, dann wird die Federung behindert. Die Lokomotive entgleist.

2.7. Sonstige Schäden an den allgemeinen Einrichtungen der Lokomotive

2.7.1. Störungen an der elektrischen Beleuchtung

Lichtmaschine springt nicht an oder kommt nicht auf volle Spannung und Drehzahl

Die Lokomotiven sind in der Regel mit einem Turbogenerator von 0,5 kW Leistung ausgerüstet. Ein Drosselschieber steuert unmittelbar den Dampfeintritt in die Dampfturbine.

Läuft die Lichtmaschine nicht an oder brennen die Lampen dunkel und unruhig, ist dies ein Zeichen dafür, daß die Turbine trotz gleichbleibenden Kesseldruckes nicht genügend beaufschlagt wird, somit nicht auf volle Drehzahl kommt und auch nicht die volle Spannung erzeugt.

Die Ursache hierfür ist gewöhnlich eine Hemmung der Bewegung des Drosselschiebers. Er ist verschmutzt oder hat Kesselstein angesetzt.

Jetzt ist das Anlaßventil zur Lichtmaschine zu schließen und danach langsam wieder zu öffnen. Gegebenenfalls wird das Öffnen und Schließen nochmals wiederholt. Der Drosselschieber macht dadurch mehrfach einen vollen Hub, und der Schmutz kann fortgeschwemmt werden. Läuft die Maschine an, aber die Lampen brennen noch immer dunkler als üblich, so kann sich auch die Kohlscheibe um mehr als 5 mm abgenutzt haben. Die Umdrehungszahl des Turbogenerators hat sich dadurch um etwa 100 U/min erniedrigt; sie beträgt dann nur noch 3500 statt 3600 U/min.

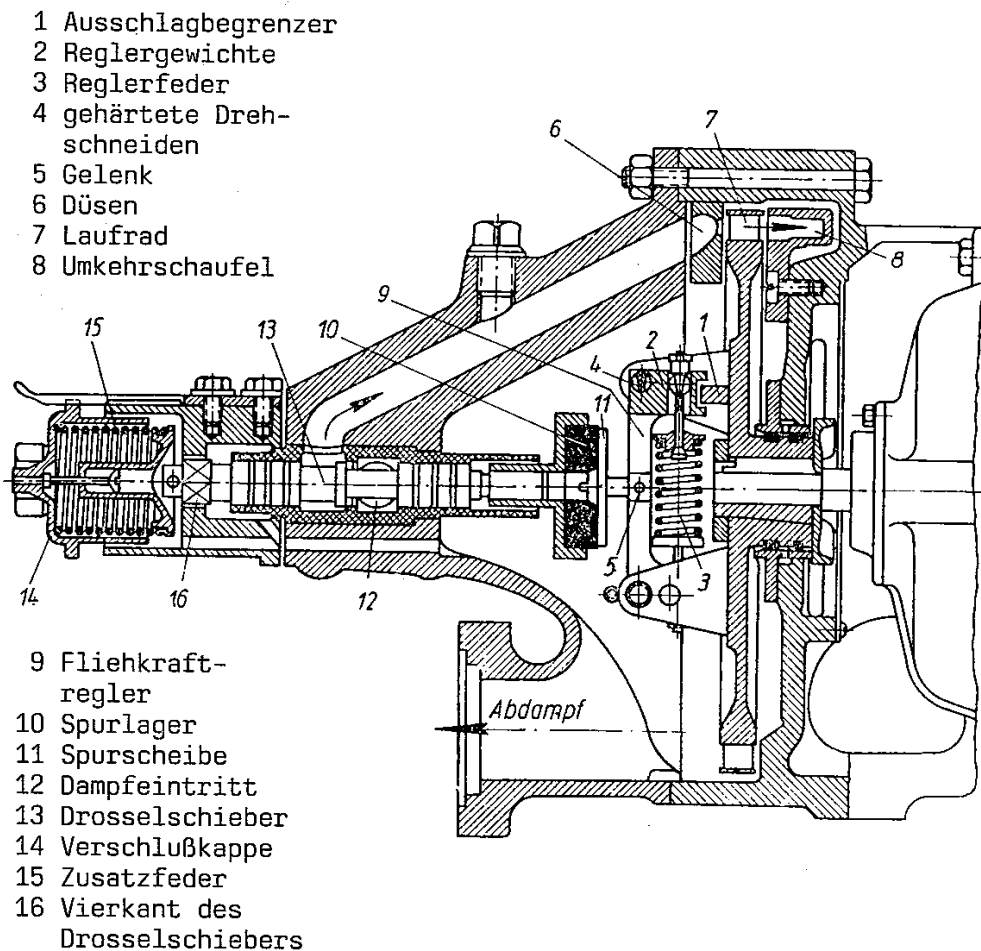


Bild 237. Schnittzeichnung des Reglers und der Dampfturbine des 0,5 kW-Turbogenerators

Das Bw kann durch Nachstellen des Drosselschiebers (Bild 237) die Umdrehungszahl wieder erhöhen. Eine halbe Schieberdrehung nach links erhöht die Drehzahl um 100 U/min; bei einer halben Umdrehung nach rechts würde die Drehzahl um 100 U/min erniedrigt.

Nach jeder Regulierung der Drehzahl muß geprüft werden, ob die Maschine im Leerlauf nicht durchgeht.

Leuchten die Lampen überhaupt nicht, müssen die Stromkreise ausgeschaltet und die Sicherungen ausgewechselt werden. Brennen die Sicherungen erneut durch, so wird dadurch der fehlerhafte Stromkreis angezeigt.

Bei Fehlern in der Hauptstromleitung ist die Lichtmaschine abzustellen und Notbeleuchtung zu verwenden.

Wenn das Anlaßventil zur Lichtmaschine stark undicht ist und gleichzeitig das Entwässerungsventil festsetzt, sammelt sich Wasser in der Rohrleitung und im Turbinengehäuse an. Beim Öffnen des Anlaßventils springt die Lichtmaschine jetzt ebenfalls nicht an.

Man muß das Entwässerungsventil herausnehmen und reinigen und nach Entwässerung von Gehäuse und Rohrleitung wieder einsetzen. Im Heimat-Bw ist außerdem das Anlaßventil zu dichten und im Entwässerungsventil ggf. eine neue Feder einzusetzen.

Durchgehen oder Aussetzen der Lichtmaschine

Brennen die Lampen plötzlich immer heller, so ist die Drehzahl der Lichtmaschine zu hoch gestiegen. Die Ursachen können sein: gebrochene Reglerfeder des Fliehkraftreglers oder falsche Einstellung des Drehzahlreglers. Da die Gefahr besteht, daß die Lichtmaschine durchgeht und zerstört wird, muß zunächst die Dampfzufuhr abgesperrt werden. Nach dem Ausschalten sämtlicher Lampen wird das Anlaßventil wieder langsam geöffnet. Die Drehzahl der Lichtmaschine muß nun von Hand durch Drosselung des Anlaßventils reguliert werden. Die Lampen werden nacheinander wieder eingeschaltet und ihre Leuchtkraft beobachtet; diese darf nicht stärker als normal sein.

Wenn der Wasserstand im Kessel zu hoch gehalten wird, besteht die Gefahr des Überreißens von Wasser in die Dampfturbine. Die Lichtmaschine setzt dadurch aus. Sobald alles Wasser verdampft ist, läuft sie wieder an.

Spannung trotz normaler Drehzahl zu gering

Sind die Kohlenbürsten und der Kollektor stark verschmutzt, dann gibt die Lichtmaschine trotz normaler Drehzahl keine oder nur wenig Spannung.

Der Kollektor ist von Zeit zu Zeit mit einem sauberen Lappen zu reinigen. Ist die Verschmutzung sehr stark, so kann der Lappen mit etwas Benzin getränkt werden.

Eine raue und verschmutzte Kollektoroberfläche kann während des Laufens mittels abgenutzter, feinsten Schmirgelleinwand und eines schmalen Stückes Holz gereinigt werden. Das Holz muß dem Radius des Kollektors angepaßt sein. Nach dem Schleifen muß der Kollektor nochmals mit einem sauberen Lappen von Kupfer- und Glasstaub gereinigt werden.

Dieses Glätten des Kollektors wird am besten von eingearbeiteten Fachkräften der Werkstatt ausgeführt.

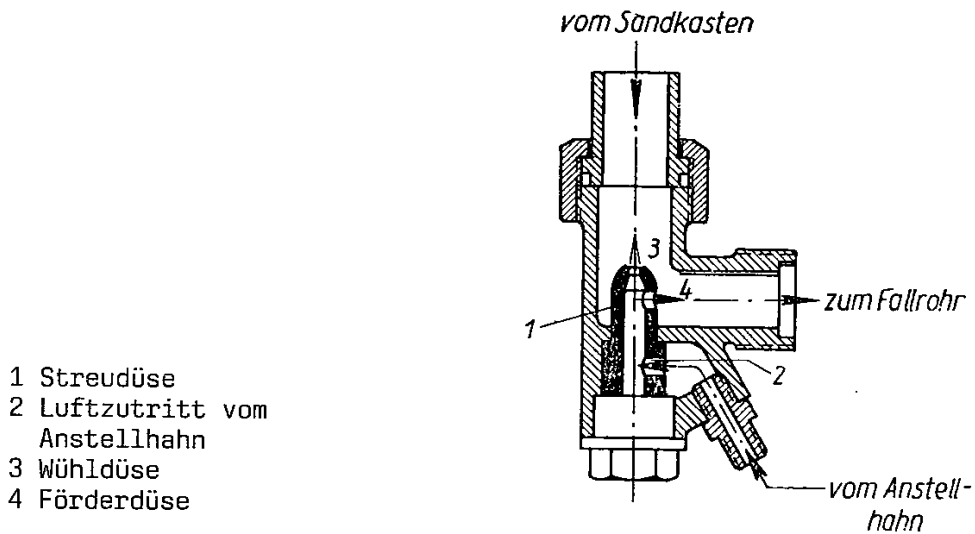
Ein weiterer Grund für zu geringe Spannung trotz normaler Drehzahl kann das unsachgemäße Verstellen der Bürstenbrille sein.

Sie ist durch die Werkstatt richtig einzustellen.

2.7.2. Schäden und Störungen am Sandstreuer

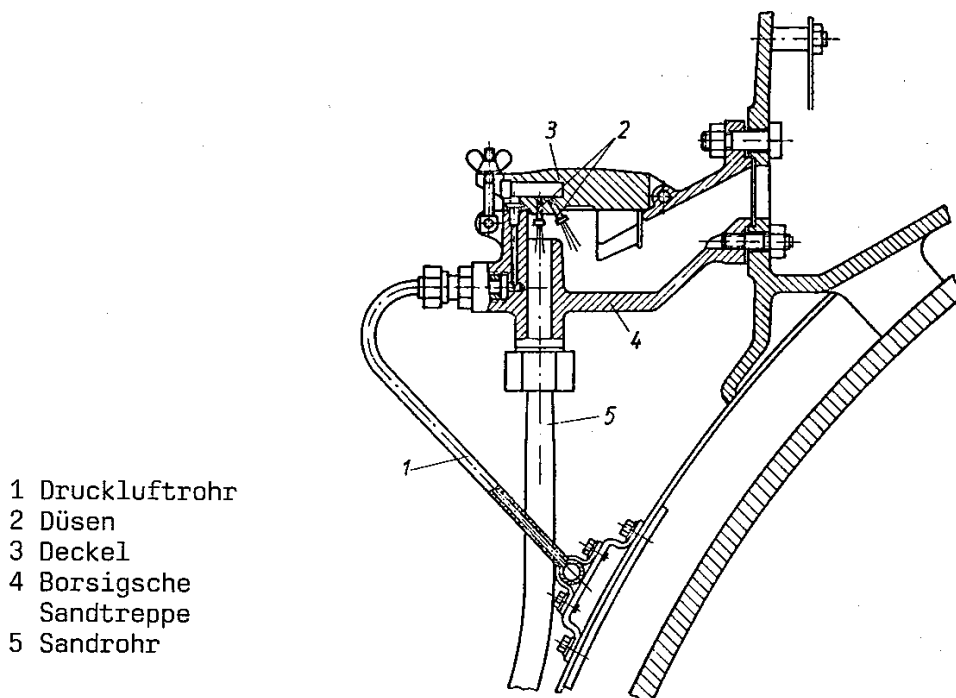
Die Sandstreueinrichtung muß zu jeder Zeit betriebsbereit sein. Feuchter, grobkörniger Sand kann durch die Wühldüse (Bild 238) nicht aufgewirbelt werden, fließt nicht durch das Sandsieb und verstopft die Sanddüsen. Bedingung ist deshalb trockener, feinkörniger Sand. Das Sieb darf nur Löcher von 2 mm \varnothing besitzen.

Sind die Sandfallrohre mit zuwenig Gefälle und zu starken Knicken verlegt, dann fließt der Sand schlecht ab und staut sich im Rohr. Die Mündungen der Sandrohre müssen genau auf den Schienenkopf führen und dürfen nicht zu hoch über Schienenoberkante liegen, da andernfalls der Sand neben die Schienen fließt bzw. vom Winde verweht werden kann. Sie dürfen laut höchstens bis auf 65 mm über SO herabreichen. Sandrohre vor seitlich nicht verschiebbaren Achsen dürfen bis auf 55 mm über SO reichen. Durch Feuchtigkeit können sich die Mündungen der Sandrohre verstopfen. Leichte Schläge mit dem Hammer gegen das Rohr lassen den Sand wieder abfließen.



- 1 Streudüse
- 2 Luftzutritt vom Anstellhahn
- 3 Wühldüse
- 4 Förderdüse

Bild 238. Wühldüse und Förderdüse des Knorr-Sandstreuers



- 1 Druckluftrohr
- 2 Düsen
- 3 Deckel
- 4 Borsigsche Sandtreppe
- 5 Sandrohr

Bild 239. Sandstreuereinrichtung am Sandkasten mit Sandtreppe

Wird der Hauptluftbehälter längere Zeit nicht entwässert, so reißt die Preßluft beim Anstellen des Sandstreuers viel Feuchtigkeit durch die Wühldüse in den Sandkasten. Der Sand wird feucht, die Düsen verstopfen.

Ist das Luftrohr vom Anstellhahn zur Sanddüse gerissen oder sind die Flansche an den Sandrohren oder der Deckel des Düsengehäuses undicht, dann geht ein großer Teil der Luft verloren. Die Besandung wird mangelhaft oder sogar aufgehoben (Bild 239).

Beim Dienstbeginn und beim letzten Halt vor einer längeren Steigungsstrecke ist die Wirkungsweise des Sandstreuers zu prüfen.

2.7.3. Schäden an den Schmiervorrichtungen

Allgemeine Störungen an den Schmierpumpen

Die unter Dampf laufenden Teile der Dampfmaschine erhalten das Öl durch Schmierpumpen. Die Ölmengen sind für die einzelnen Schmierstellen genau einzustellen.

Erhalten Schieber und Zylinder zuwenig Öl, so laufen sie trocken. Dadurch unterliegen die Schieber- und Kolbenringe sowie die Schieberbuchsen und Zylinderlaufflächen einem sehr großen Verschleiß.

Zu stark eingestellte Schmierung hat den Ansatz von Ölkohle im Schieberkasten und im Zylinder sowie an Kolben und Schiebern zur Folge. Durch die starken Verkrustungen setzen sich die Ringe der Schieber und Kolben fest und dichten nicht mehr ab. Der Dampf tritt nun von einer Schieber- oder Kolbenseite auf die andere. (Hoher Brennstoffverbrauch; Nachlassen der Leistung.) Die Ölkohle verstopft die Zylinderventile, verkleinert die schädlichen Räume und verengt den Blasrohrquerschnitt. Die Vorwärmung geht zurück, da die Oberflächen der Vorwärmerrohre durch den stark gefetteten Abdampf mit einer Ölschicht überzogen werden.

Der Antrieb der Ölpumpe erfolgt von der letzten Kuppelachse aus. Wird dieser Antrieb schadhaf, können die Pumpen von Hand durchgekurbelt werden.

Schmierpumpen älterer Bauart (Michalk, Dicker und Werneburg)

Um eine genaue Einstellung der zu fördernden Ölmengen zu erhalten, sind die Pumpen mit Einstellskalen versehen. Fehlt diese Skala oder ist sie unleserlich geworden, dann wird der Ölverbrauch am Ölbehälter abgelesen. Die Entfernung der Eichstriche beträgt 10 mm, die Ölmenge zwischen 2 Eichstrichen genau 40 g.

Sind die von der Pumpe geförderten Ölmengen zu gering, können die Ölsiebe zugesetzt oder die Pumpenelemente (Verteiler) undicht sein.

Zur Vermeidung von Siebverstopfungen müssen die Siebe aller 3 Monate aus den Ölgläsern ausgebaut und gereinigt werden.

Fördern die Pumpenelemente nicht mehr oder nur noch mangelhaft, weil die konischen Verteiler undicht geworden sind, ist die Pumpe auszuwechseln.

Einheitsschmierpumpe Bauart Bosch

Die Verbrauchsmengen werden am Einstellzeiger (16) der Boschpumpen eingestellt.

Eine Anzahl der Lokomotiven der BR 52 ist mit Boschpumpen ohne Einstellzeiger ausgestattet. Bei diesen Pumpen entsprechen die Schlitzschraubenköpfe im Innern den Zeigern der Normalausführung.

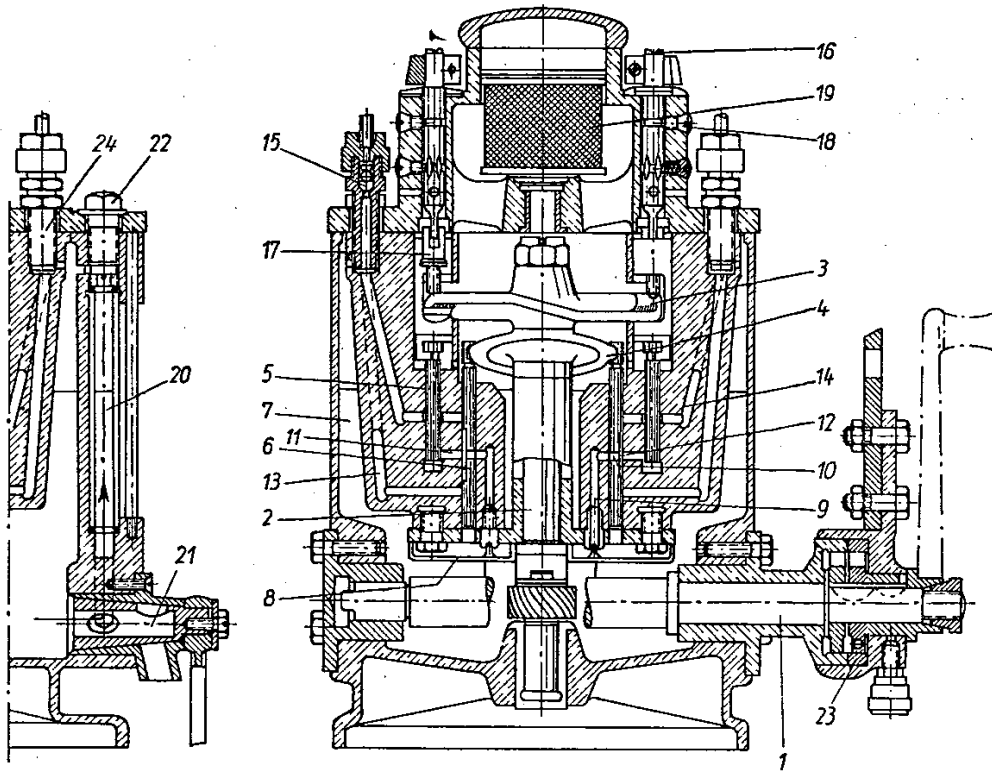


Bild 240. Hochdruckschmierpumpe Bauart Bosch

- | | |
|------------------------------------|---|
| a Ölstandsglas und Dreiwegehahn | b Pumpe in Saugstellung |
| 1 Schmierpumpenwelle | 15 Rückschlagventil
im Ölauslaß |
| 2 Getriebewelle | 16 Einstellknebel,
Zeiger |
| 3 Arbeitshubrad | 17 Regulierzapfen |
| 4 Steuerhubrad | 18 Sicherungsschraube |
| 5 Arbeitskolben
in Saugstellung | 19 Einfüllsieb |
| 6 Steuerkolben | 20 Ölstandsglas |
| 7 Behälter | 21 Dreiwegehahn |
| 8 Sieb | 22 Verschußschraube
zum Ölstandsglas |
| 9 Ansaugleitung | 23 Rollenschaltwerk |
| 10 Bohrung im Steuerkolben | 24 Rohrstützen |
| 11 Saug- und Druckkanal | |
| 12 Verbindungsmuschel | |
| 13 Druckleitung | |
| 14 Druckleitung | |

Fördert eine Bosch-Ölschmierpumpe nicht mehr, dann liegt es meistens am Versagen des Rollenschaltwerkes (23). Die Walzen des Schaltwerkes sind ausgearbeitet und greißen nicht mehr. Das Walzenlager muß im Bw nachgearbeitet werden.

Bricht das Ölstandsglas (20) des Boschölers, so ist der am Boden befindliche Dreiwegehahn (21) abzusperrern. Durch Heraus-schrauben der oberen Verschußschraube (22) kann nun das schadhafte Glas herausgenommen und durch ein neues ersetzt werden. Bei Bruch einer Ölleitung oder starkem Undichtwerden einer Rohrverbindungsstelle während des Betriebes darf die Förderung

des betreffenden Pumpenelementes nicht abgestellt werden. Der dazugehörige Rohrstutzen (24) auf der Pumpe muß entfernt und durch eine besondere, kurze Verschußschraube ersetzt werden. Diese Verschußschraube läßt in der oberen Bohrung des Pumpenelementes eine seitliche Bohrung offen, durch die das geförderte Öl in den Behälter (7) zurückläuft.

Auf keinen Fall darf die schadhafte Ölleitung blind verflanscht werden, weil dadurch die Ölschmierpumpe beschädigt wird. Sollte die oben erwähnte kurze Verschußschraube nicht vorhanden sein, dann genügt es, den betreffenden Rohrstutzen um 2 Umdrehungen herauszuschrauben und dann mit der Gegenmutter wieder am Deckel zu befestigen.

Fördert die Pumpe überhaupt kein Öl, dann können der Schneckenradantrieb oder das Arbeits- (3) bzw. Steuerhubrad (4) schadhafft sein. Die Ölförderung hört auch auf, wenn die Führungsköpfe der Arbeitskolben (5) oder der Steuerkolben (6) ausgebrochen sind.

Die Schmierpumpe muß ausgewechselt werden.

Michalk-Hochleistungs-Ölschmierpumpe Typ JM

An Stelle eines Boschölers erhalten die Neubaulokomotiven und die rekonstruierten älteren Lokomotivgattungen Hochleistungs-Ölschmierpumpen Typ JM von Michalk (Bild 241).

Hinter einem Fenster über einem Ansaugkanal sammelt sich Öl

Das aus der Tropfdüse austretende Öl muß ständig von dem Druckkolben aus dem Ansaugkanal entnommen und in die Ölleitung gedrückt werden. Sammelt sich über dem Ansaugkanal Öl an und verschmutzt das Fenster, so hat sich das Öl in der Ölleitung gestaut. Es ist entweder Luft in die Ölleitung gelangt, oder die an diesem Anschluß liegende Ölsperre oder der Schmierleitungsverteiler (Bild 242) sind schadhafft.

Zunächst ist der Anschluß am Schmierleitungsverteiler (7) abzunehmen, welcher in der vom schadhafte Pumpenelement kommenden Ölleitung liegt. Tritt beim Durchkurbeln der Pumpe Öl aus der Leitung aus, dann kann eines der Elemente des Ölverteilers festsitzen.

Nach Befestigung der Anschlußleitung am Verteiler ist einer der nach den Schmierstellen führenden Anschlüsse (1 und 6) zu lösen. Sitzt ein Element fest, dann kann keins der zwangsgesteuerten Elemente fördern, es würde am gelösten Anschluß kein Öl austreten. Nun muß eine der Schrauben (8) eines Verteilerzylinders (9) geöffnet und der betreffende Verteilerkolben in seine Endlage verschoben werden. Läßt sich der Kolben nicht verschieben oder tritt nach dem Schließen der Schraube (8) beim Durchkurbeln noch kein Öl aus, dann sind sämtliche Verteilerkolben nacheinander auszubauen und mit einem sauberen Lappen zu reinigen. Größte Sauberkeit ist notwendig, da die feinste Stofffaser die Kolben in ihrem Lauf behindern kann. Die Kolben dürfen nicht verwechselt werden.

Schließlich müssen noch die Prüfschrauben der Ölsperren an den vom Verteiler ausgehenden Ölleitungen geöffnet werden. Die Pumpe ist so lange durchzukurbeln, bis an jeder Prüfschraube Öl austritt.

Eine von der Ölschmierpumpe Typ JM ausgehende Ölleitung ist gebrochen

Die Ölleitung muß stillgelegt werden. Keinesfalls darf der Rohranschluß an der Pumpe blind verflanscht werden. An dem Anschluß wird eine Reserveölleitung nach der Einfüllöffnung des Ölbehälters der Pumpe angebracht.

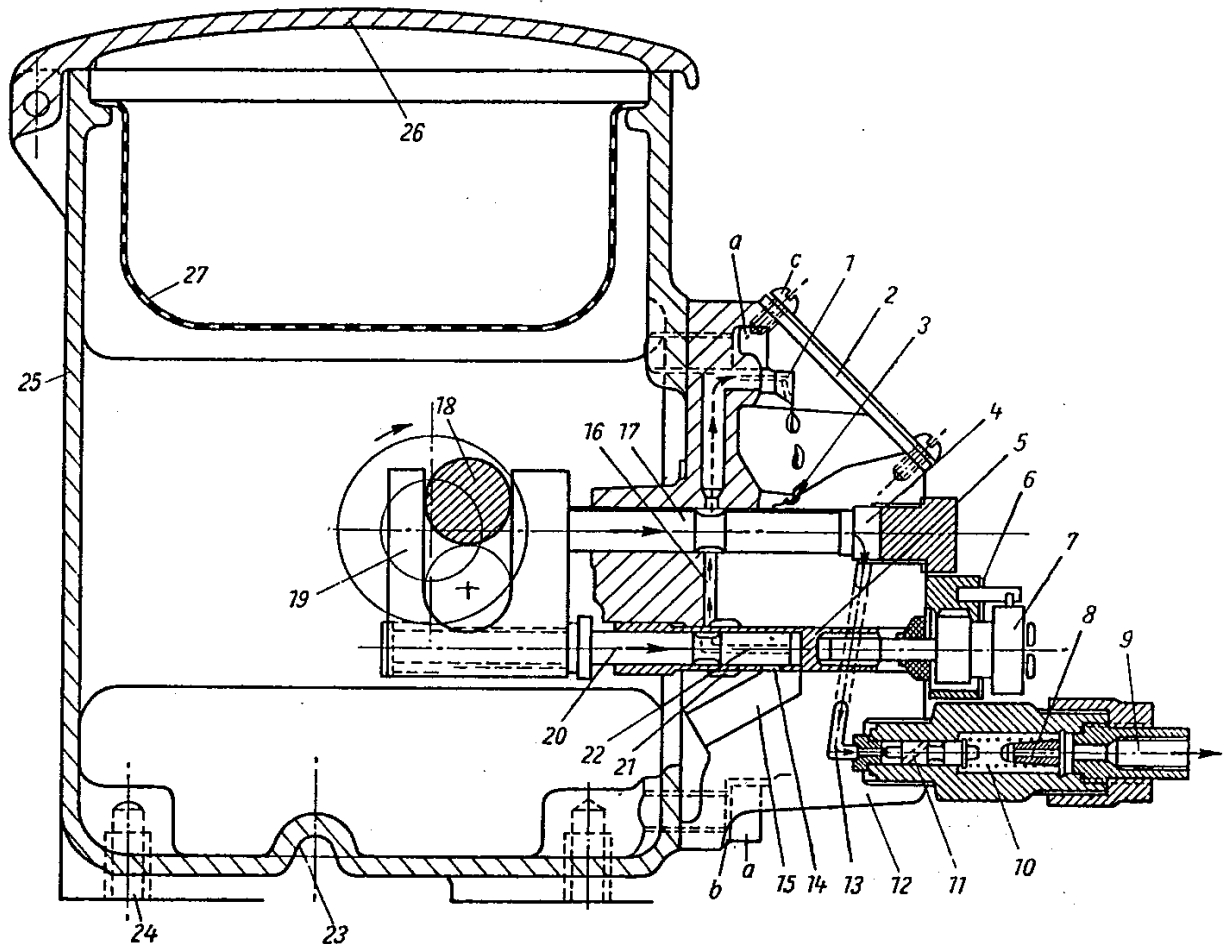


Bild 241. Michalk-Hochleistungs-
Ölschmierpumpe Typ JM

- | | |
|--|--|
| 1 Tropfdüse | 15 Ansaugkanal zwischen Ölbehälter und Zubringerkolbenbüchse |
| 2 Fenster | 16 Steigkanal zur Tropfdüse |
| 3 Ansaugkanal des Druckkolbens | 17 Druckkolben |
| 4 Zylinderraum | 18 Exzenterwelle |
| 5 Zubringerkolbenbüchse | 19 Gabel |
| 6 Skala mit Einteilung von 0 bis 8 | 20 Zubringerkolben |
| 7 Stellschraube, von 0 bis 8 einstellbar | 21 Ringnut |
| 8 Kanal zum Rohranschluß | 22 Kanal im Zubringerkolben |
| 9 Rohranschluß | 23 Aussparung für Heizrohr |
| 10 Feder | 24 Befestigungsbohrung |
| 11 Ventil | 25 Ölbehälter |
| 12 gesamtes auswechselbares Element | 26 Einfülldeckel |
| 13 Kanal zwischen Druckzylinder und Ölventil | 27 Siebeinsatz |
| 14 Kanal in der Zubringerkolbenbüchse | a Elementenbefestigungsschraube |
| | b Dichtung |
| | c Halbrundschrabe |

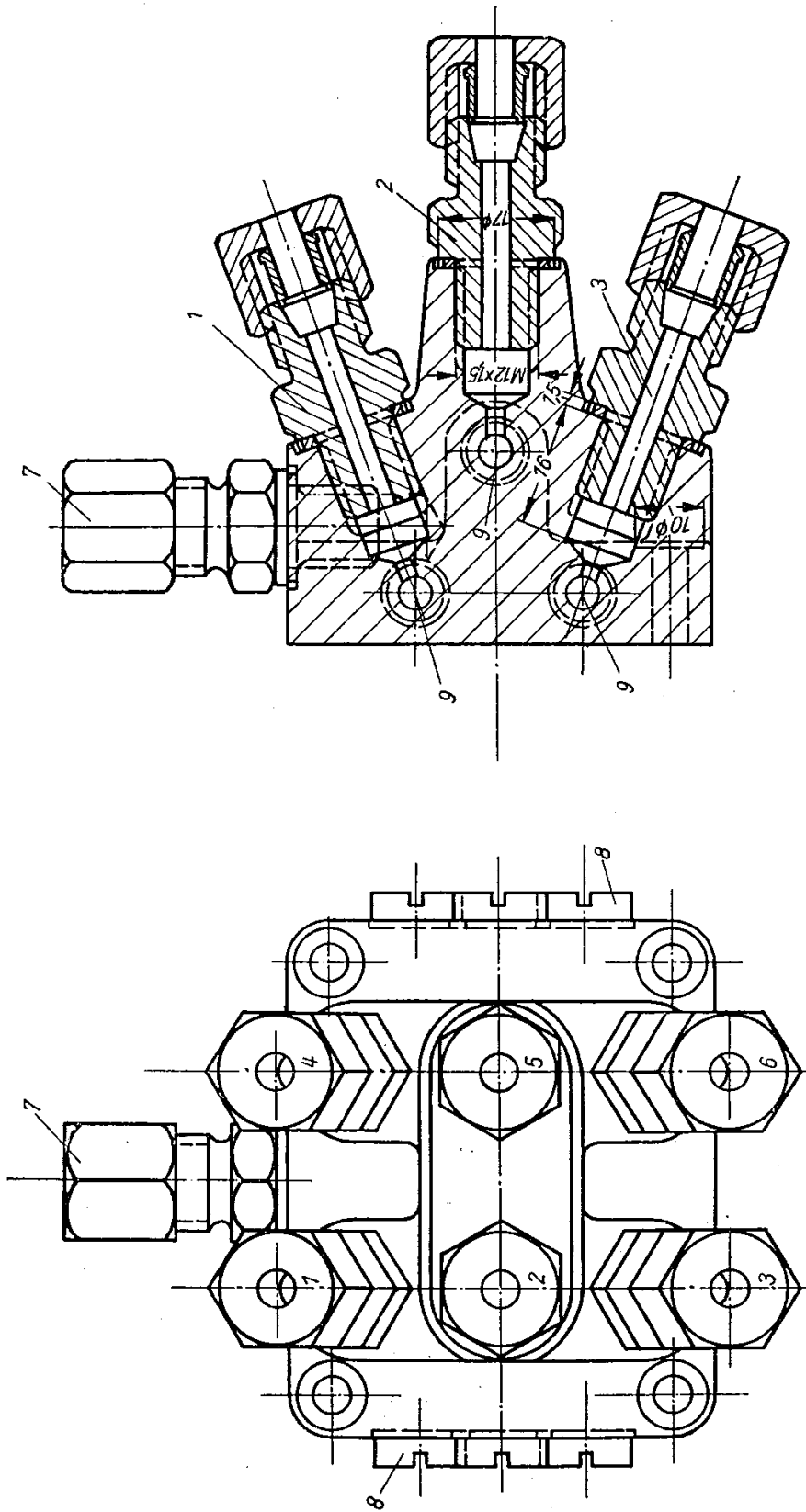


Bild 242. Schmierleitungsverteiler

- 1...6 Anschlüsse von den Verteiler- 8 Abdichtungsschrauben an
 elementen zur Schmierstelle den Verteilerelementen
 7 Öleintrittsanschluß von der 9 Verteilerkolbenbohrung
 Schmierpumpe

DK-Schmierpumpen

Die Fördermengen sind an den Einstellschrauben auf dem Pumpendeckel einzustellen.

Bei den entfeinerten DK-Schmierpumpen wird durch Verstellen der Federhülse das Hubspiel begrenzt und somit der Gesamtverbrauch geregelt.

Bei den DK-Schmierpumpen wird häufig ein Verschleiß der Kolben festgestellt. Die Förderung der Pumpe läßt dann stark nach; sie muß ausgewechselt werden.

Die Hubstößel oder Hubspindeln nutzen sich des öfteren am Umfang und an der unteren Angriffsfläche ab. Die Spindel dichtet dann nicht mehr einwandfrei gegen das Innere des Dampfzylinders der Pumpe ab. Die Hubspindeln können von Schlossern ausgewechselt werden.

Müssen DK-Schmierpumpen ausgewechselt werden, so treten an ihre Stelle heute gewöhnlich die neueren Michalk-Ölschmierpumpen der Typen JMK 2, JMK 3 oder JMK 5.

Ölsperren

Am Ende der Ölleitungen sind Ölsperren angebracht, die durch den Druck der Schmierpumpe geöffnet werden und das Öl zu den Schmierstellen gelangen lassen (Bild 243).

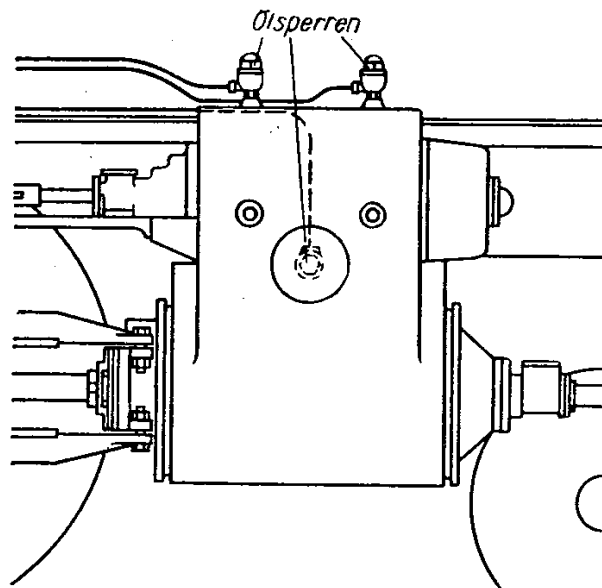


Bild 243. Ölleitung mit Ölsperren am Dampfzylinder

Schieber, Kolben und Blasrohr stark verkurstet oder Zylinder riefig; die Leistung der Lokomotive läßt nach

Wenn die Ölsperren undicht sind, entleeren sich im Stillstand der Lokomotive die Ölleitungen; das Öl fließt durch die undichten Ölsperren in die Schieberkästen und Zylinder. Während des Leerlaufes der Lokomotive wird das Öl durch die undichten Sperren aus den Leitungen gesaugt. Schieber und Kolben erhalten dadurch zu Beginn des Leerlaufes zu reichlich Öl; das über-

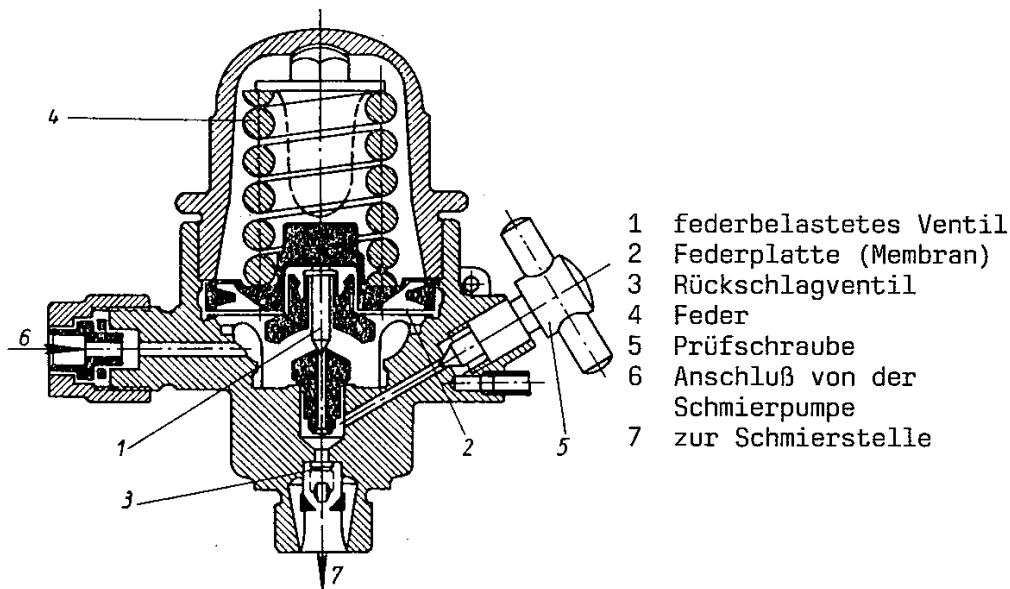


Bild 244. Olva-Membran-Ölsperre

schüssige Öl setzt sich an den Schiebern und Kolben, den Zylinderdeckeln und am Blasrohr fest und verkrustet.

Beim Anfahren der Lokomotive nach längerem Stillstand werden die Zylinderventile geöffnet.

Dabei reißen das Kondensat und der Dampf das angesammelte Öl mit ins Freie, und Schieber und Kolben laufen ohne Öl, bis die Leitungen von der Schmierpumpe bis zur Ölsperre wieder gefüllt sind. Wiederholt sich dieses Trockenlaufen mehrfach, so werden Schieber- und Kolbenringe stark abgenutzt und die Zylinderwandungen riefig und unrund.

Der Kohleverbrauch steigt, und die Leistungsfähigkeit der Lokomotive läßt nach.

Wenn nach dem Leerlauf der Lokomotive der Regler wieder geöffnet wird, laufen Kolben und Schieber ebenfalls trocken, bis die Ölleitungen wieder gefüllt sind. Die während des Leerlaufes eingetretenen Verkrustungen und der folgende Ölmangel führen wiederum zu hohem Verschleiß.

Undichte und schadhafte Ölsperrentile müssen baldigst durch aufgearbeitete oder neue ersetzt werden.

Störungen an der Woerner-Ölsperre

Die älteren Lokomotivgattungen und ein großer Teil der Lokomotiven der Anschlußbahnen mit eigener Betriebsführung sind noch mit der Woerner-Ölsperre mit Nadelventil ausgerüstet. Beim Erlahmen der Spiralfeder des Absperrventils drückt der Dampf in die Ölsperre. Wird das Nadelventil durch den Öldruck geöffnet oder ist auch dessen Feder erlahmt, dann tritt der Dampf in die Ölleitung und von hier in die Ölpumpe. Im Stillstand und während des Leerlaufes wird die Ölleitung entleert.

Die Sperre ist auszuwechseln.

Ist die Nadelspitze abgenutzt, abgezehrt oder durch Ölrückstände verkrustet, so wird die Ölsperre ebenfalls undicht und unbrauchbar.

Schadhafte Olva-Ölsperren

Bei der Olva-Ölsperre (Bild 244) kann nach längerer Betriebszeit ebenfalls die Federkraft des oberen Ventils (1) oder des Rückschlagventils (3) nachlassen. Auch die Federplatte (Membran) (2) kann eine bleibende Formveränderung erleiden.

Tritt beim Lüften der Prüfschraube bei arbeitender Ölpumpe aus der Tülle kein Öl aus, so erhält die Schmierstelle kein Öl. Die Ölsperre ist auszuwechseln.

Tritt aus der Tülle Dampf, ist zu prüfen, ob aus dem Anschluß der Ölleitung ebenfalls schon Dampf austritt.

Ist dies der Fall, muß die Ölsperre auch ausgewechselt werden. Wird in den Schmierpumpen Wasser festgestellt, dann kann es ebenfalls nur durch undichtes Rückschlagventil der Ölsperre nach dort gelangt sein.

Ölsperre und Rückschlagventil müßten in diesem Falle ausgewechselt werden.

Das Michalk-Ölsperrrventil

Die gleichen Störungen wie bei der Olva-Ölsperre können auch beim Ölabsperrrventil Bauart Michalk auftreten (Bild 245).

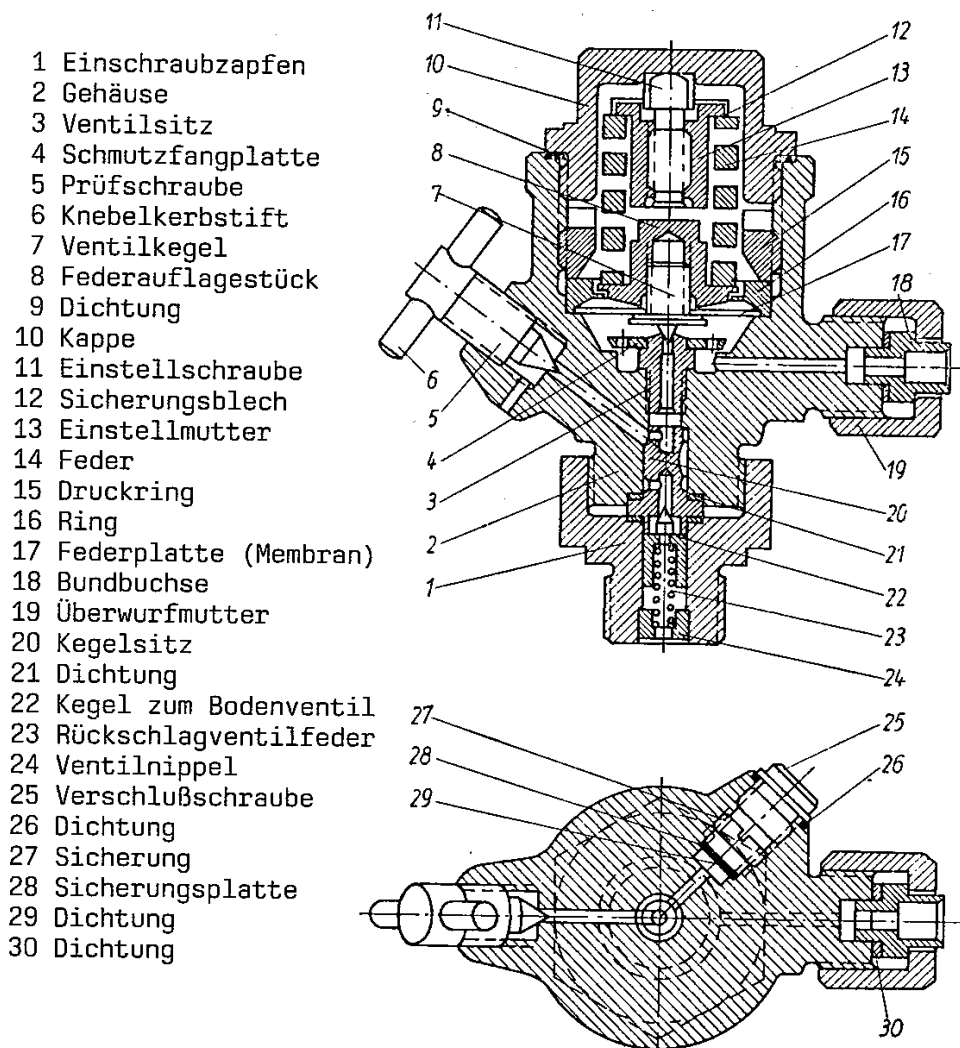


Bild 245. Öl-Absperrventil Bauart Michalk

Dieses Ventil enthält aber noch eine Sicherung gegen Störungen durch Schadhafwerden der Federplatte.

Um zu erreichen, daß die Schmierstelle auch dann noch mit Öl versorgt wird, wenn die Federplatte (Membran) (17) durch Werkstoffehler oder dergleichen versagt, ist noch eine Sicherungsplatte (28) eingebaut. Da der Ventilkegel (7) jetzt nicht von der Federplatte angehoben werden kann, steigt der Öldruck stark an. Dadurch bricht die Sicherungsplatte (28), und das Öl tritt durch den Kegelsitz (20) und den Kegel (22) zur Schmierstelle. Zum Prüfen der Betriebsfähigkeit der Ölsperren haben sich zahlreiche Bahnbetriebswerke einen einfachen Prüfstand geschaffen. Die Ölsperren sollen bei 18 bis 20 at öffnen.

2.8. Störungen am Tender

2.8.1. Heißlaufen der Tenderachslager

Die Ursachen für das Anwärmen und Heißlaufen von Tenderachslagern (Bild 246) sind in der Regel die gleichen wie für Lokachsen. Die Möglichkeit eines Heißläufers ist allerdings größer als bei den Achslagern der Lokomotive.

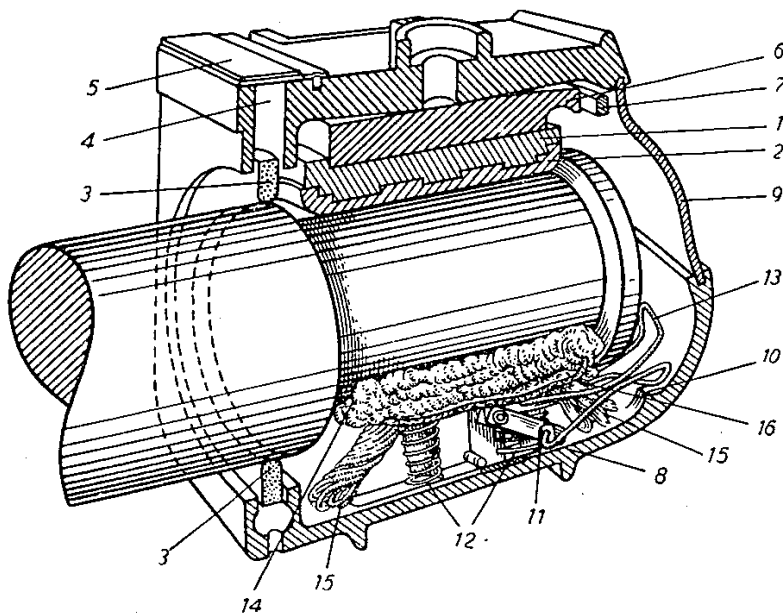


Bild 246. Tenderachslager

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1 Achslagerschale | 9 Achslagergehäusedeckel |
| 2 Weißmetallausguß | 10 Ölmarke |
| 3 Staubring | 11 Schmiergestell |
| 4 Staubringtasche | 12 Federn |
| 5 Verschluß der Staubringtasche | 13 Einsatzbügel |
| 6 Keilzwischenstück | 14 Schmierpolster |
| 7 Keilsicherung | 15 Saugdochte |
| 8 Achslagergehäuse | 16 Filzplatte |

Die Gefahr der Verschmutzung des Öles und des Eindringens von Wasser in das Öl ist durch undichte oder offenstehende Achslagerdeckel sowie durch undichte Staubringe besonders groß.

Erlahmte oder gebrochene Federn des Schmierpolsters verhindern das Andrücken des Polsters an den Achsschenkel. Dadurch reißt der Ölfilm ab, das Lager wärmt sich an.

Die Federn sind aufzubiegen oder ein Holzkeil unter das Schmierpolster zu legen, damit es wieder an den Schenkel gepreßt wird. Im Bw ist das Polster zu erneuern.

Ein verharztes oder verfilztes Schmierpolster hat keine Saugfähigkeit mehr und führt zum Warmlaufen des Lagers. Das Polster ist aufzurauhen und mit Öl zu tränken. Im Bw wird ein neues Schmierpolster eingesetzt.

Wenn der Heißlauf schon so weit vorgeschritten ist, daß das Schmierpolster angesengt ist, dann muß festgestellt werden, ob der Achsschenkel bereits riefig geworden ist. Ist dies der Fall, kann die Fahrt nur noch mit verminderter Geschwindigkeit bis zum nächsten Überholungsbahnhof fortgesetzt und von dort eine Ersatzlokomotive angefordert werden.

2.8.2. Schlingern und unruhiger Lauf des Tenders

Wenn die Stoßpufferfedern erlahmt oder gebrochen sind, dann bilden Lokomotive und Tender keine zusammenhängende Masse mehr. Der Tender beginnt zu schlingern und unruhig zu laufen.

Lose Schrauben der Achslagergleitplatten des Tenders können zu Entgleisungen führen. Die losen Schrauben oder Teile eines Schraubenkopfes geraten zwischen Achslagergleitplatte und Achslagerführung und können beim Befahren von Schienenstößen die Achse in der Hochlage festhalten.

Wie bei den Gleitplatten der Lokomotivachslager und der Kreuzköpfe, müssen auch beim Tenderachslager die Senkkopfschrauben festen Sitz haben und mit Weißmetall vergossen werden.

Ungleiche Tragfedern können die Entgleisung wesentlich begünstigen, da eine Rad stärker als das andere belastet wird. Die Stärke der Federblätter und die Anzahl der Federlagen müssen bei allen Rädern übereinstimmen.

2.8.3. Störungen am Wasserkasten

Undichtigkeiten am Boden und den Seitennähten des Wasserkastens können den Ölfilm vom Drehzapfenlager und den Kugelstützapfenlagern wegspülen und die Bewegungsfähigkeit der Drehgestelle beeinträchtigen. Das Wasser kann außerdem in die Tenderachslage eindringen und Heißlauf verursachen.

Der Wasserkasten muß gedichtet werden.

Die Störungen, die durch Anfrieren der Wassereinlaufdeckel, durch Einfrieren der Wasserschläuche, Versagen der Tenderabsperrentile und Anwärmen des Tenderwassers eintreten, wurden bereits behandelt.

Wird der Wasserstand im Tender nicht richtig angezeigt, dann liegen Mängel an der Schwimmereinrichtung vor. Es wird festgestellt, ob sich der Schwimmer frei bewegen läßt. Es kann möglich sein, daß die Schwimmereinrichtung in der Stoßbuchse klemmt; sie müßte etwas gelöst werden. Wenn der Schwimmer trotzdem nicht an die Oberfläche des Wassers steigt, ist er schadhaft und hat sich mit Wasser gefüllt.

Bis zum Erreichen der Heimatdienststelle muß der Wasserstand von der Wassereinlauföffnung aus beobachtet werden. Im Bw ist der Schwimmer zu entleeren und zu dichten.

2.9. Behandlung entgleister oder wegen Schäden liegengebliebener Lokomotiven

2.9.1. Behandlung entgleister Lokomotiven und Tender

Bei jeder Entgleisung werden die Achsen, Federn und Lager sowie der Rahmen und die Stangen stark überbeansprucht. Bei allen Teilen können Verbiegungen oder Brüche eintreten. Nach jeder Entgleisung ist deshalb eine eingehende Untersuchung vorzunehmen.

Werden nach einer nur leichten Entgleisung bei der Untersuchung der Lokomotive keinerlei Verbiegungen oder Brüche und keine Behinderung von Federung und Ausgleich festgestellt, so kann die Lokomotive vorsichtig bis zum Bahnbetriebswerk fahren. Dort ist sie über einer Untersuchungsgrube nochmals genauestens zu untersuchen. In erster Linie müssen die Achsen je an 4 Stellen vermessen werden. Werden dabei Schäden ermittelt, die im Bw nicht ordnungsgemäß behoben werden können, ist die Lokomotive einem Raw zuzuführen. Ergeben die Untersuchungen der Lokomotive und die Vermessung der Achsen keine Schäden, dann ist durch eine Probefahrt festzustellen, ob alle sich bewegenden Teile kalt laufen. Verläuft die Probefahrt ohne Anstände, kann die Lokomotive wieder in Betrieb gestellt werden.

Diese einfache Nachprüfung ist nur bei leichten Entgleisungen zulässig. Unter einer leichten Entgleisung versteht man eine solche, die bei höchstens 15 km/h vor sich gegangen ist und bei der man nach der Lage der entgleisten Lokomotive und nach der Ursache der Entgleisung mit Bestimmtheit annehmen kann, daß weder Rahmen noch Achsen Schaden erlitten haben können.

Alle anderen Entgleisungen sind als schwere Entgleisungen zu betrachten. Eine schwer entgleiste Lokomotive muß in jedem Falle einem Raw zugeführt werden.

Eine schwer entgleiste Lokomotive darf von der Unfallstelle bis zum untersuchenden Bw höchstens mit 15 km/h Geschwindigkeit gefahren werden, wenn nicht von der technischen Aufsicht des Gerätezuges eine noch geringere Geschwindigkeit angeordnet ist.

2.9.2. Lahmlegen von Lokomotiven

Zwillingslokomotiven

Wenn während der Fahrt Schäden am Triebwerk auftreten, muß der Lokomotivführer zunächst beurteilen, ob eine Ersatzlokomotive angefordert werden muß oder ob nach Lahmlegen einer Maschinenseite die Fahrt fortgesetzt werden kann. Die Leistung der Lokomotive wird aber beträchtlich geringer. Außerdem kann eine Zwillingslokomotive nicht wieder anfahren, wenn die noch betriebsfähige Maschinenseite im Totpunkt oder nahe dem Totpunkt zum Halten kommt.

Schleudern, Sandstreuen während des Schleuderns oder Wasserschlag führen häufig zum Verbiegen oder zum Bruch einer Treibstange. Die Treibstange muß abgebaut werden. Der Kreuzkopf ist in die hintere Totlage zu drücken und durch ein Spreizholz festzulegen. Spreizhölzer müssen stets auf der Lokomotive mitgeführt werden.

Besonderheiten der betreffenden Lokomotivgattung, die entweder auf einem Schild am Kreuzkopf vermerkt sind oder die sich aus der Bauart der Lokomotive ergeben, sind beim lahmlegen genauestens zu beachten, um weitere Zerstörungen zu vermeiden. Bei Lokomotiven der Gattung 57.10-40 und 94.5-18 ist am Kreuzkopf ein Schild angebracht, nach dem beim Lehmlegen der Lokomotive der Kreuzkopf 20 mm von der hinteren Kante der Gleitbahn entfernt sein muß, da sonst der Kuppelzapfen der vorderen Kuppelachse und der vordere Gelenkbolzen an den Kreuzkopf schlagen. Die Dampfkanäle, die zu dem lahmzulegenden Zylinder führen, müssen abgeschlossen werden. Der Antrieb des Schiebers wird durch Abnehmen der Lenkerstange und der Schwingenstange aufgehoben (Bild 247).

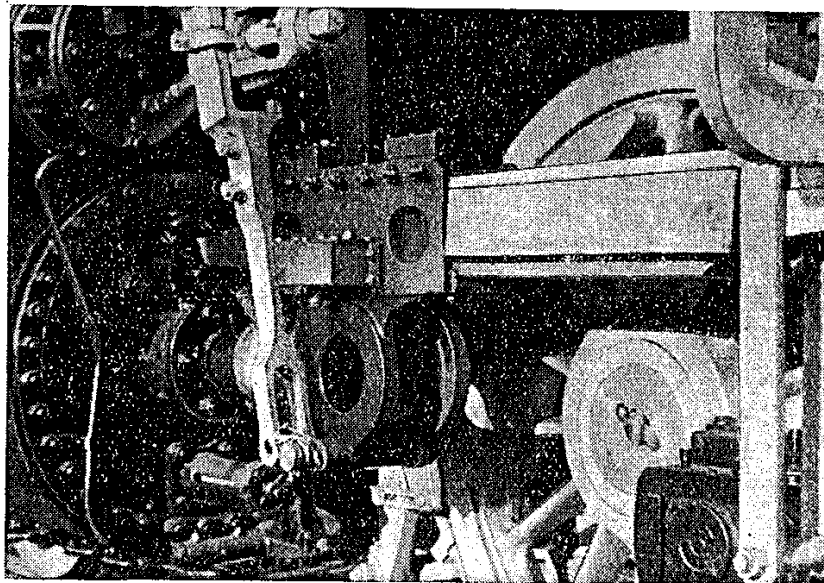


Bild 247. Lahmgelegte Lokomotive der BR 43

Dann ist der Schieber der beschädigten Lokomotivseite in Mittelstellung festzulegen. Die Steuerung wird auf Mitte gelegt und der Voreilhebel der lahmzulegenden Seite senkrecht gestellt. Nun steht der Schieber genau in Mittelstellung. Bei den Lokomotiven mit Kolbenschiebern ist am hinteren, quadratischen Führungsende der Schieberstangen ein Körner angebracht. Wenn die Mitte der für die Feststellschraube vorgesehene Bohrung in der hinteren Schieberstangenführung mit der Körnermitte auf der Schieberstange zusammenfällt, befindet sich der Schieber in Mittellage. Durch Anziehen der Feststellschraube wird der Schieber in dieser Stellung festgelegt. Die Zylinderventile der lahmgelegten Seite sind offenzuhalten. Die Nockenstange wird deshalb vom Ventilzug abgekuppelt und in geöffneter Stellung festgelegt.

Beim Flachschieber zieht man zum Festlegen des Schiebers lediglich die Schieberstangenkopfbüchse einseitig an.

Da die Lokomotiven der Baureihe 42 und 52 keine Schiebergradführung, sondern eine Pendelaufhängung besitzen, wird zum Festlegen des Schiebers in Mittelstellung ein besonderer Feststellwinkel in den Werkzeugen und Geräten mitgeführt.

Die Verbindung der Schieberschubstange mit dem Aufwerfhebel oder dem Hängeeisen muß durch Entfernen des Bolzens gelöst und die Schwingenstange abgenommen werden.

Schwinge, Schieberschubstange und Voreilhebel müssen nun an geeigneter Stelle mit Draht festgebunden werden.

Muß eine gebrochene oder verbogene Kuppelstange abgenommen werden, dann ist stets auch die gleiche Kuppelstange auf der anderen Lokomotivseite abzunehmen.

Werden an einer Lokomotive, bei der das Hauptkuppellager und das hintere Treibstangenlager auf einem Zapfen ohne Bund sitzen, die Kuppelstangen oder die Treibstange abgebaut, dann muß zur Vermeidung seitlicher Verschiebungen das alte Lager oder als Ersatz eine Lage Holz um den freien Zapfen gelegt werden (Bild 248).

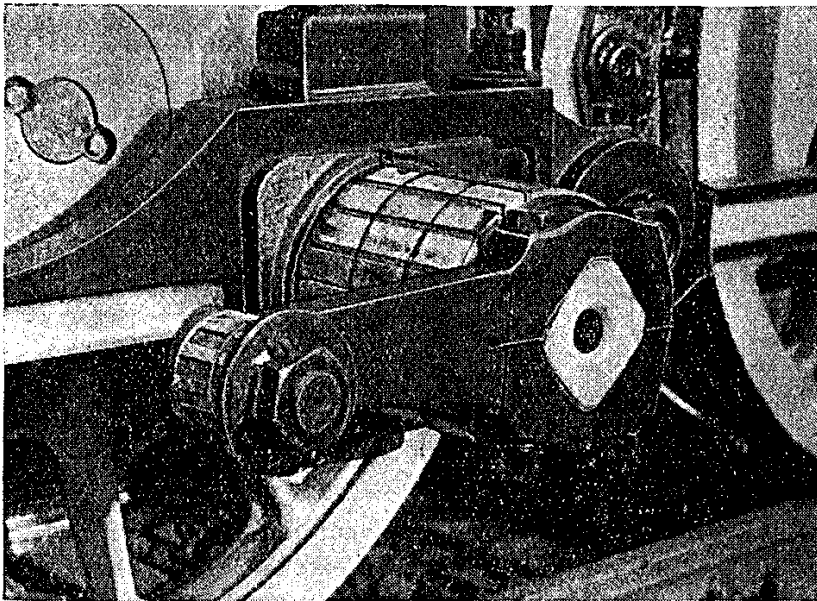


Bild 248. Holzlage auf dem Treibzapfen zur Vermeidung der Verschiebung des Kuppellagers und zum Schutz des Treibzapfens

Bei der Lokomotivreihe 57.20-40 (G 10) sind die hinteren und vorderen Kuppelstangen austauschbar.

Wenn bei einer 3fach gekuppelten Lokomotive (z. B. Baureihe 38.10-40) eine vordere Kuppelstange bricht, müssen sämtliche Kuppelstangen rechts und links abgenommen werden. Die vordere Kuppelstange ist die Hauptkuppelstange, die den Gelenkbolzen für die 2. Kuppelstange trägt. Das Reibungsgewicht einer Lokomotive wird durch den Abbau von Kuppelstangen wesentlich verringert. Dadurch werden das Anfahren und das Befördern schwerer Züge auf Steigungen stark erschwert.

Abgebaute Treibstangen müssen unfallsicher mit Hilfe von Unterlaghölzern und Holzkeilen auf dem Umlauf gelagert werden (Bild 249).

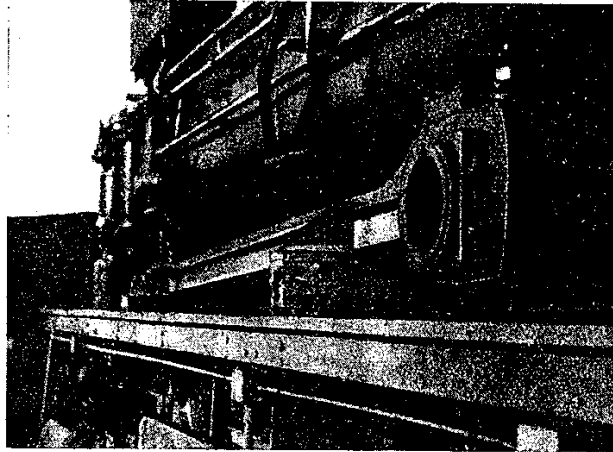


Bild 249. Vorschriftsmäßig auf dem Umlauf gelagerte Treibstange

Treten Schäden an der Steuerung auf, z. B. Brechen des Lenkeransatzes oder Lenkeransatzbolzens, der Schwingenkurbel oder der Gegenkurbel, dann muß die Steuerung in der gleichen Weise lahmgelegt werden, wie es vorstehend geschildert wurde. Die Treibstange braucht jetzt allerdings nicht abgebaut zu werden; der Kolben läuft leer mit.

Um die Pumpwirkung des Kolbens auf dieser Seite herabzumindern, wird der Druckausgleicher offengehalten. Auf der anderen, unbeschädigten Maschinenseite sind die Luftleitungen zum Druckausgleicher blind abzuf lanschen; er wird nun durch die Feder ständig geschlossen gehalten. Der Anstellhahn ist in Leerlaufstellung zu legen. Um zu vermeiden, daß Ruß und Lösche aus der Rauchkammer angesaugt werden, ist immer mit Dampf zu fahren. Wird zur Zugbeförderung ein Fahren mit Dampf nicht notwendig, dann ist wenigstens mit 5 at Schmierdampf zu fahren.

Handgesteuerte Druckausgleicher werden auf der beschädigten Lokomotive Seite in geöffneter Stellung abgekuppelt. Da nun bei dieser Lokomotivgattung die Druckausgleicher auf beiden Seiten offengehalten werden können, kann man diese Lokomotiven auch ohne Dampf fahren.

Bei Lokomotiven mit Winterthur-Druckausgleichern müssen die Zylinderbruchplatten (Baureihe 52) bzw. Zylindersicherheitsventile auf der lahmgelegten Seite ausgebaut werden. Die Zylinderventile sind auf der lahmgelegten Seite durch Festlegen der Nockenstange offenzuhalten.

Ist die Lokomotive mit Trofimow-Schiebern ausgerüstet, so muß vor dem Feststellen mittels Feststellschraube der Voreilhebel je einmal ganz nach vorn und nach hinten bewegt werden. Durch den Anpreßdruck der Schieberringe an die Schieberwandungen und durch den fehlenden inneren Überdruck bleiben die losen Schieberkörper nahe der Zylindermitte stehen. In allen Stellungen wird jetzt ein vollkommener Druckausgleich erzielt.

Hat die Lokomotive Karl-Schulz- oder Müller-Schieber oder sind Kolben, Zylinder oder neben der Steuerung auch Treib- oder Kuppelstangen beschädigt, so muß auch der Dampfkolben festgelegt und die Treibstange abgenommen werden.

Dreizylinderlokomotiven

Jeder der drei Zylinder einer Drillingslokomotive ist mit einem besonderen Dampfschieber ausgerüstet. Ein Teil dieser Lokomotiven besitzt aber für den Innenzylinder keine besondere äußere Steuerung (z. B. BR 58.10-21 und 18.0). Die Bewegungen des inneren Schiebers werden von den Steuerungsantrieben der beiden Außenzylinder abgeleitet (Bild 250).

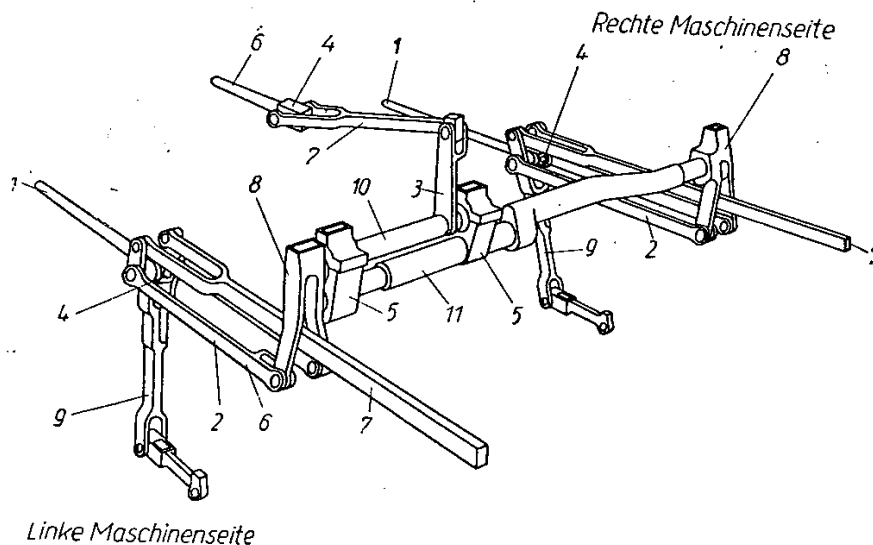


Bild 250. Steuerung der Dreizylinderlokomotive der Baureihe 58.10-21

- | | |
|--|------------------------|
| 1 Schieberstangen | 7 Schieberschubstangen |
| 2 Übertragungsstange | 8 Übertragungshebel |
| 3 Schwinghebel | 9 Voreilhebel |
| 4 Schieberstangenköpfe | 10 Schwingwelle |
| 5 Schwingenwellenlager | 11 Übertragungswelle |
| 6 Schieberstange des mittleren Zylinders | |

Soll bei einer solchen Dreizylinderlokomotive der Innenzylinder lahmgelegt werden, dann ist die Verbindung des Schiebers von den Steuerungen der Außenzylinder zu lösen. Rechts und links müssen je beide Übertragungsstangen (2) abgebaut werden. Der Schieber wird in Mittelstellung festgelegt, die Zylinderventile werden offengehalten und die Zylindersicherheitsventile abgebaut, da der Druck sich nicht ausgleicht.

Muß bei dieser Drillingsmaschine, bei der die Steuerung des innenliegenden Zylinders von der Steuerung eines Außenzylinders abgeleitet wird, ein Außenzylinder lahmgelegt werden, so muß das gleiche mit dem Innenzylinder geschehen. Die Verbindungen des Schiebers des Innenzylinders sind von den Steuerungen der Außenzylinder zu lösen. Lenkerstange und Schwingenstange müssen auf der schadhafte Seite abgebaut und der vordere Bolzen des Aufwerfhebels herausgenommen werden. Auf beiden Seiten sind die

Übertragungsstangen abzunehmen und beide Schieber in Mittelstellung festzulegen. Die Zylinderventile der lahmgelegten Zylinder müssen offengehalten werden.

Bei den Drillingsmaschinen, bei denen jeder Zylinder eine eigene Steuerung hat, kann man jede Maschine für sich lahmlegen. Die Druckausgleicher werden hierbei wie die der Zwillingsmaschine behandelt (z. B. BR 03.10, 39.0-2, 44, 61, 84 und 85). Die Dampfkolben laufen in allen diesen Fällen leer mit. Ist jedoch auch der Dampfkolben beschädigt oder liegen Brüche anderer Triebwerksteile vor, die ein Mitlaufen des Kolbens nicht gestatten, so muß die betreffende Treibstange abgenommen und der Kolben nach vorn festgelegt werden.

Vierzylinder-Verbundlokomotiven

Bei der Deutschen Reichsbahn sind nur noch vereinzelt Vierzylinderverbundlokomotiven der BR 17.10-12, 18.3, 19.0, 44 und 79.0 in Betrieb.

Bei diesen Lokomotivgattungen erfordert das Ausschalten eines Hochdruckzylinders stets auch die Ausschaltung des dazu gehörigen Niederdruckzylinders. Die beiden zusammengehörigen Schieber (Hochdruck und Niederdruck) müssen in Mittelstellung festgelegt werden. Die Anfahrvorrichtung der lahmgelegten Seite muß geschlossen werden.

Lenker- und Schwingenstange sind abzubauen und die Verbindung der Schieberschubstange mit dem Aufwerfhebel zu lösen. Schieberschubstange, Voreilhebel und Schwinge werden mit Draht an geeigneter Stelle festgebunden. Wie üblich, müssen auch hier die Zylinderventile der beiden lahmgelegten Zylinder in geöffneter Stellung festgehalten werden. Die Zylindersicherheitsventile des Hochdruckzylinders sind abzubauen. Sind Kolben und andere Triebwerksteile nicht beschädigt, können beide Dampfkolben leer mitlaufen.

Wenn ein Niederdruckzylinder der BR 17.10-12 lahmzulegen ist, wird nur das Gelenkstück zwischen Übertragungswelle und Schieberstange abgebaut und der Niederdruckschieber auf Durchblasen, bei Inneneinströmung nach vorn und bei Außeneinströmung nach hinten, gestellt.

Der aus dem Hochdruckzylinder kommende Dampf strömt dann ohne weitere Arbeitsleistung direkt zum Blasrohr. In diesem Falle muß stets auch der zugehörige Niederdruckkolben festgelegt werden. Der Kolben wird ganz nach vorn geschoben und mit einem zwischen Kreuzkopf und Gleitbahnträger befestigten Spreizholz festgelegt.

Bei den Vierzylinder-Verbund-Lokomotiven, deren Niederdruckzylinder einen gemeinsamen Verbinderraum besitzen, arbeiten beim Ausschalten eines Niederdruckzylinders beide Hochdruckzylinder in Zwillingswirkung. Der Verbinderraum steht mit dem Auspuff in Verbindung, sobald ein Niederdruckschieber auf Durchblasen eingestellt ist, Kolben und Schieber des unbeschädigten Niederdruckzylinders laufen leer mit.

Die Lokomotiven der BR 18.3 und 19.0 haben außenliegende Niederdruckzylinder. Wird bei dieser Lokomotivgattung ein Niederdruckzylinder schadhaft, muß gleichzeitig auch der Hochdruckzylinder lahmgelegt werden. Der Steuerungsantrieb des innenliegenden Hochdruckzylinders wird von der Steuerung des Niederdruckzylinders abgeleitet.

Beförderung von Lokomotiven nach Abbau der Stangen

Mußten bei einer Lokomotive alle Treib- und Kuppelstangen abgenommen werden oder genügte es, die Lokomotive durch Abnahme beider Treibstangen und Festlegen der Kolben lahmzulegen, dann sind wegen des gestörten Massenausgleiches für die Beförderung der Lokomotive nur noch bestimmte Höchstgeschwindigkeiten zugelassen. In der Regel dürfen Lokomotiven mit abgenommenen Treib- und Kuppelstangen nicht mehr als 25 km/h und solche, bei denen nur die Treibstangen abgenommen wurden, nicht mehr als 30 km/h fahren. Kleinere Tenderlokomotiven, Lokalbahn- und Werkbahnlokomotiven dürfen in jedem Falle nur mit 25 km/h befördert werden.

Bei der Beförderung von Lokomotiven mit abgenommenen Stangen in Lok- oder Güterzügen ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf Tafeln beiderseits der Lokomotive dauerhaft anzuschreiben. Bei Lokzügen aus mehreren Baureihen ist die Lokomotive mit der geringsten Geschwindigkeit für die zulässige Geschwindigkeit des Zuges maßgebend.

2.10. Sonstige Unregelmäßigkeiten im Lokomotivbetrieb

2.10.1. Dampfangel

Ein großer Teil aller Zuglaufstörungen im Lokomotivbetrieb ist auf Dampfangel zurückzuführen: Dampfangel kann verschiedene Ursachen haben, deren genaue Kenntnis und Beachtung den größten Teil dieser Störungen ausschalten könnten. Im folgenden werden die zu Dampfangel führenden Ursachen kurz zusammengefaßt.

Dampfangel durch fehlerhafte Bedienung und Behandlung der Lokomotive

Mangelhafte Streckenkenntnis

Sowohl Lokomotivführer als auch Lokomotivheizer müssen eine ausreichende Streckenkenntnis besitzen, da sie nur dann jeden Neigungswechsel wirtschaftlich auswerten können. Streckenunkundiges Personal wird auf längeren Steigungsstrecken unter Dampfangel leiden und bei Talfahrten große Mengen an Dampf und Kohle durch das Abblasen der Ventile zusetzen. Blasen die Ackermannsicherheitsventile nur 1 Minute, so bedeutet das einen Dampfverlust von 159 kg oder einen Kohlenmehrverbrauch von 22 kg Steinkohle (= 3 Schaufeln). Die Anlage 2a gibt für alle 4 Bauarten der Sicherheitsventile den Mehrverbrauch an Dampf und Kohle beim Abblasen an. Bei Dampfangel auf der Steigung muß die Steuerung weiter ausgelegt werden, um die erforderliche Leistung zu entwickeln. Dadurch steigt aber der Dampfverbrauch wiederum beträchtlich, so daß schließlich der Dampfangel den Lokomotivführer zum Halten zwingt. Die Anlage 2b zeigt die Abhängigkeit des Dampfmeerverbrauches vom Schieberkastendruck.

Schlechte Feuerungstechnik

Besitzt der Lokomotivheizer Streckenkenntnis, beherrscht aber die Feuerungstechnik nur ungenügend, so wird sein ausgelasteter Zug ebenfalls wegen Dampfmangel häufig liegenbleiben.

Mangelhafte Feuerungstechnik führt häufig zu starkem Qualmen der Lokomotive. Aus dem frisch aufgeworfenen Brennstoff entweichen die gasförmigen Kohlenwasserstoff-Verbindungen als Teernebel. Würde die ganze Rostfläche zugeworfen, so daß Luftmangel eintritt und außerdem die Temperatur in der Feuerbüchse zu niedrig wird, dann entweichen die Kohlenwasserstoff-Verbindungen als Rauch und Qualm. Es tritt eine unvollkommene Verbrennung mit beträchtlichen Wärmeverlusten ein. Qualmt eine Lokomotive im Stillstand, gehen im Durchschnitt in jeder Minute 14,3 kg Steinkohle verloren. Die Verluste durch Qualmen beim Stillstand wurden für die wichtigsten Lokomotivgattungen ermittelt. Die Anlage 3 gibt einen Überblick über die in Kohlenmehrerverbrauch und in Geldwerten ausgedrückten Verluste.

Außer den großen Schornsteinverlusten bei unvollkommener Verbrennung entstehen weitere Wärmeverluste durch Ruß.

Die als Rauch und Qualm entweichenden Teernebel schlagen sich an den Feuerbüchswandungen und in den Heiz- und Rauchrohren sowie auf den Überhitzereinheiten als Ruß nieder und behindern den Wärmedurchgang. Eine nur 1 mm dicke Rußschicht bietet dem Wärmedurchgang einen größeren Widerstand als eine 5 mm dicke Kesselsteinschicht. Der durch Rußablagerungen und durch Kesselstein hervorgerufene Kohlenmehrerverbrauch zeigt Anlage 4.

Nach zu starker Beschickung des Feuers auf der Steigung und starkem Abblasen der Sicherheitsventile nach Erreichung des Scheitelpunktes der Steigung wird gewöhnlich der Kessel intensiv gespeist. Das kalte Wasser sammelt sich besonders im unteren Teil des Stehkessels und kühlt die Feuerbüchswände stark ab. Hierdurch treten Spannungen und Zerrungen in den Wänden und Stehbolzen ein, die zu Undichtigkeiten und Ribbildungen führen können.

Durch das übermäßige Zuspeisen von Wasser wird oftmals das Wasserstandsglas bis zur oberen Mutter gefüllt. Die Wasseroberfläche wird dadurch zu klein und rückt zu nahe an den Regler. Beim Durchtritt des normal entwickelten Dampfes durch die verkleinerte Oberfläche wird Wasser mitgerissen und gelangt in die Überhitzer und die Dampfzylinder. Der Regler muß zeitweise geschlossen werden. Bis ein mittlerer Wasserstand erreicht ist, kann der Regler, ohne Wasser überzureißen, überhaupt nicht ganz geöffnet werden. Die Lokomotive kann nicht ihre volle Zugkraft entwickeln und setzt Fahrzeit zu.

Das Wasserüberreißen wird durch die starke Beunruhigung der Wasseroberfläche während des Abblasens der Sicherheitsventile sowie beim Schleudern der Lokomotive noch stark gefördert.

Zu schnelles Öffnen des Reglers hat ein Aufreißen der Wasseroberfläche und damit ein Überreißen von Wasser zur Folge.

Wird zur Herabsetzung der Dampfentwicklung noch die Aschkastenklappe geschlossen, so tritt Sauerstoffmangel ein, und das Feuer verschlackt vorzeitig. Zu langes Offenhalten der Feuer-tür, Löcher in der Brennstoffsicht und völliges Abdecken des Rostes mit frischem Brennstoff führen nicht nur zur Abkühlung der Feuerbüchse und zu unvollkommener Verbrennung, sondern meist auch zum Undichtwerden der Rohre. Stärkeres Rohrlaufen hat meist Dampfmangel zur Folge.

Feste Bremsen und große Überlast

Durchmangelhafte Bremsbedienung können einzelne oder auch alle Bremsen des Zuges mehr oder weniger anziehen. Werden die festen Bremsen nicht durch Einstellung des Leitungsdruckreglers gelöst, dann erhöht sich der Laufwiderstand des Zuges ganz beträchtlich. Absinken des Kesseldruckes, Vergrößerung der Füllung und Überschreitung der Kesselleistungsgrenze führen dann häufig zu Dampfangel.

Vor der Übernahme eines Schwerlastzuges muß der Lokomotivführer seine Zustimmung geben. Auf Grund seiner Betriebserfahrung, seiner Streckenkenntnis und des Zustands seiner Lokomotive sowie auch der praktischen Erfahrung seines Heizers muß der Lokomotivführer verantwortungsvoll entscheiden, ob eine zeitweilige Auslastung der Lokomotive bis zur Grenzleistung des Kessels anstandslos vorgenommen werden kann. Wird eine Fehlentscheidung getroffen, d. h., entspricht der Zustand der Lokomotive nicht den höheren Anforderungen, die an sie gestellt werden, dann wird Dampfangel wegen Überlast eintreten.

Dampfangel durch mangelhafte Pflege der Lokomotive

Zugesetzte Heiz- und Rauchrohre

Die Rohre der Betriebslokomotive müssen täglich geblasen werden. Berührt eine Lokomotive während ihres Umlaufes innerhalb 24 Stunden die Heimatdienststelle nicht, müssen die Rohre in einem Wendebahnbetriebswerk geblasen werden.

Wird der Rohrreinigung zu geringe Bedeutung beigemessen, so kann die Dampferzeugung stark beeinträchtigt werden. Der Rußansatz an den Wandungen (siehe Anlage 4) und der Ansatz von Asche- und Schlackenkrusten an den Rohrbördeln (Schwalbennester) setzen den Wärmedurchgang stark herab. Die Ablagerung von Flugasche in den Heiz- und Rauchrohren drosselt den Durchfluß der Heizgase, verringert die Heizfläche, beeinträchtigt die Feueranfangung und setzt außerdem die Überhitzungstemperatur herab. An den Umkehrenden der Überhitzereinheiten bilden sich Flugaschezapfen, die oftmals eine Länge von 150 mm erreichen. Trotz guter Feuerungstechnik und hochwertiger Brennstoffe können Überhitzungstemperatur und Dampfspannung so stark nachlassen, daß Dampfangel eintritt.

Um den Ansatz von Flugascheverkrustungen an den Rohrbördeln und den Umkehrenden der Überhitzereinheiten zu vermeiden, ist das OM-Salz-Verfahren regelmäßig anzuwenden.

Starker Kesselsteinansatz

Der Widerstand gegen den Wärmedurchfluß ist beim Kesselstein sehr groß; er ist allerdings von der Art und der Zusammensetzung des Kesselsteins abhängig. Ein siliziumhaltiger Kesselstein bietet dem Wärmedurchfluß im Durchschnitt einen 2800mal so großen Widerstand wie das Kupfer und einen etwa 350mal so großen wie der Stahl.

Bei einem kalkreichen Kesselstein sind die entsprechenden Werte 530 und 66 und bei einem gipsreichen 175 und 22.

Da der Kesselstein sich meist aus allen drei Stoffen zusammensetzt, geht man nicht fehl, wenn man den Widerstand gegen den Wärmedurchfluß im Mittel als 1600mal so groß wie beim Kupfer und 200mal so groß wie beim Stahl annimmt. Sehr dicke Ansätze von Kesselstein können den Wärmedurchgang so stark behindern, daß der Kessel nicht mehr in der Lage ist, die erforderliche Menge Dampf zu erzeugen (Anlage 4).

Auf regelmäßiges Auswaschen der Lokomotive ist größter Wert zu legen. Durch innere Aufbereitung des Kesselwassers kann die Kesselsteinbildung wesentlich vermindert werden. Dabei bereichert sich aber das Wasser ständig mit Salzen.

Wird es versäumt, den Kessel regelmäßig abzuschlammern (aller 1/2 bis 1 Stunde) oder ist die Lokomotive nicht mit automatischer Abschlammvorrichtung (Gestra) ausgerüstet, dann werden die Konzentration des Salzes und die Schlammansammlung zu groß. In 1 l Kesselwasser dürfen nicht mehr als 3,5 g Salz enthalten sein, d. h., die Dichte darf nicht größer werden als 0,35° Bé. Wird die Dichte größer oder sammeln sich größere Mengen Schlamm an, dann schäumt das Wasser stark; der Regler kann nicht mehr voll geöffnet werden, ohne Wasser überzureißen. Wird außerdem die Frist für das Auswaschen und damit für die völlige Erneuerung des Kesselwassers noch überschritten, dann kann sich das Wasser so stark mit Salz anreichern, daß ein vollausgelasteter Zug nicht mehr planmäßig befördert werden kann.

Das Verfahren zur inneren Wasseraufbereitung enthält Chemikalien, die das Schäumen des laugen- oder salzhaltigen Wassers verhindern. Bei diesem "Antischäummittel" werden die durch die Enthärtung gebildeten Kalzium- und Magnesiumsalze in gestaltloser, kolloidartiger Form ausgeschieden und entweichen mit dem Kesselschlamm beim Öffnen des Schlammabscheiders (Diskro- und Skiantan-Verfahren).

Dampfmangel durch Lokomotivschäden

In den einzelnen Abschnitten über Lokomotivschäden wurde an den diesbezüglichen Stellen auf Dampfmangel als Folge des Schadens hingewiesen. Es wird deshalb nur noch eine Zusammenfassung aller zu Dampfmangel führenden Lokomotivschäden gegeben:

schadhafte Dichtungen der Überhitzerelemente,
undichte Linse des Dampfsammelkastens,
undichte Umkehrenden der Überhitzereinheiten,
undichte Heiz- und Rauchrohre,
Undichtigkeiten in der Rauchkammer,
fehlerhafte Saugzugverhältnisse,
lose oder undichte Verschlussschrauben an der Entlastungskammer des Heißdampfreglers,
schafthafte oder undichtes Entwässerungsrohr der Entlastungskammer des Heißdampfreglers,
Abdampflinse zum Vorwärmer zu groß,
eingestürzter Feuerschirm,
undichte Kolben und Schieber.

Dampfmangel durch Fehler und Mängel im Betriebsdienst

Ein großer Teil der Unregelmäßigkeiten durch Dampfmangel ist auf Fehler und Mängel im Betriebsdienst zurückzuführen. Warten am Zuge, Abstoppen vor gesperrten Signalen, Halten vor Signalen

und Warten in Überholungsgleisen sind die Ursachen für sehr hohen Kohlenverbrauch, Verrußen der Feuerbüchsen- und Rohrwandungen, Verschlacken des Feuers und schließlich für Dampfangel.

Beim Warten der Lokomotive am Zuge werden bei einer Lokomotive der BR 52 in jeder Stunde 163,7 kg Steinkohlen verbraucht. Braunkohlenbriketts oder Brennstoffgemisch erfordern einen entsprechenden Mehrverbrauch. Aus Anlage 5 ist für eine größere Anzahl von Lokomotivgattungen der Steinkohlenverbrauch in kg für eine Stunde Stillstand der Lokomotive am Zuge zu ersehen.

Aus Anlage 6 ist zu entnehmen, daß für ein einmaliges Halten vor einem Hf 0 bzw. Wiederbeschleunigen eines Durchgangsgüterzuges mit 1200 t Last in einer Steigung 1 : 200 ein Kohlenmehrverbrauch von 90 kg entsteht.

Einen wesentlichen Einfluß auf den Kohlenmehrverbrauch und Überanstrengung der Lokomotive üben die Langsamfahrstellen aus. Wie aus der Anlage 7c zu entnehmen ist, kostet einem Durchgangsgüterzug das Abstoppen der Geschwindigkeit von 55 km/h auf 10 km/h auf einer 250 m langen Langsamfahrstelle 51,8 kg Steinkohle.

Lange Ausbleibezeiten, die durch derartige Fehler bzw. Mängel im Betriebe und durch Fehldispositionen hervorgerufen werden, führen häufig zur Verschlackung des Feuers, zum Zusetzen der Rohre, Mehrverbrauch an Kohle und Dampf und schließlich zum Dampfangel.

Dampfangel durch ungeeignete Kohle

Jede Kohle enthält einen mehr oder weniger hohen Prozentsatz an nichtbrennbaren Bestandteilen, wie Sand, Tonerde, Kalk, Schwefel und Eisen. Diese Beimengungen bleiben bei der Verbrennung als Asche zurück, die in der Hitze flüssig werden und an den kühlen Roststäben zu Schlacken erstarren können. Hoher Eisen- und Schwefelgehalt setzen den Schmelzpunkt der Schlacke stark herab, während Sand- und Tongehalt den Schlackenschmelzpunkt heraufsetzen.

Es kann vorkommen, daß eine Kohlenlieferung stark stein-, schiefer- und fetthaltige Steinkohle oder sand-, eisen- oder schwefelhaltige Rohbraunkohle oder Briketts enthält. Diese Kohlen führen dann leicht zum Verschlacken des Feuers und zu Dampfangel. Die reichlichen mineralischen und erdigen Bestandteile füllen außerdem die Feuerbüchse sehr bald so stark an, daß unterwegs das Feuer gereinigt und der Aschekasten entleert werden muß.

2.10.2. Belästigung der Umgebung

Brände durch Funkenflug

Bei großer Hitze und anhaltender Dürre können Wald- und Grasbrände durch Funkenflug aus der Lokomotive entstehen, wenn die funkenflugverhütenden Einrichtungen nicht einwandfrei in Ordnung sind.

Schadhafter oder nicht völlig dicht abschließender Funkenfänger, fehlende oder abgezehrte Prallbleche, abgerissenes Rauchkammerspritzrohr und zu trockener Kohlenabrieb auf dem

Tender können die Ursache von Funkenflug aus dem Schornstein werden.

Sind die Aschkastenbodenklappen undicht, der Aschkasten und die Luftklappen ausgeglüht und verzogen, die Funkengitter oder die Aschkastennäbvorrichtung schadhaft, so können glühende Kohlenstücken aus dem Aschkasten fallen und Brände verursachen.

Fährt die Lokomotive ohne Feuerschirm, vergrößert sich die Gefahr des Funkenfluges stark.

Alle Schäden und Mängel an diesen Einrichtungen sind sofort abzustellen.

Das "Tote Feuerbett" trägt stark zur Verringerung des Funkenfluges bei.

Die in der Fahrtrichtung hintere Aschkastenklappe muß normalerweise geschlossen gehalten werden (Ausnahme bei Schneeverwehungen).

Besonders gefährdete Streckenabschnitte werden durch eine Brandfackeltafel (So 10) gekennzeichnet. An diesen Stellen darf das Feuer nicht beschickt werden, der Regler ist stark einziehen und die vordere Aschkastenklappe vorübergehend zu schließen.

Da bei größeren und schnell um sich greifenden Bränden auch Lokomotiven zum Löschen herangezogen werden können, müssen Feuerlöschstutzen und Übergangsstück stets vorhanden und einsatzbereit sein.

Beschmutzung der Reisenden

Sobald der Zug in den Bahnhof einfährt, ist der Hilfsbläser zu schließen. Während des Bremsens strömt im Kessel das Wasser nach vorn und wird bis zur Dampfleitung des Hilfsbläfers geschleudert. Bei geöffnetem Bläser würde der Dampf das Wasser mitreißen. An der Schornsteinwand vermischen sich Wasser und Dampf mit Ruß und fallen auf den Bahnsteig.

Wird während des Stillstandes am Bahnsteig der Hilfsbläser angestellt, dann werden das in der Leitung angesammelte Wasser sowie das durch die anfängliche Abkühlung des Dampfes entstehende Kondensat mitgerissen und, ebenfalls mit Ruß vermischt, auf den Bahnsteig geschleudert.

Ist das Anstellventil zum Hilfsbläser undicht, strömt ständig Dampf in die Bläserleitung und schlägt zu Wasser nieder, das beim Anstellen zunächst mitgerissen wird.

Durch eine nicht völlig dicht abschließende Rauchkammertür wird bei zu reichlichem Einspritzen der Rauchkammer Wasser auf das vordere Laufblech der Lokomotive fließen.

Vor dem Halten auf einem Bahnhof darf deshalb die Rauchkammerspritze nicht oder nur kurze Zeit angestellt werden.

Beim Wassernehmen ergießt sich häufig eine gewisse Menge Wasser auf den Tenderumlauf.

Durch den Fahrwind wird das Wasser vom vorderen Laufblech der Lokomotive oder vom Tenderumlauf heruntergespritzt und kann am Bahnsteig die Reisenden beschmutzen.

Beim Wassernehmen am Bahnsteig ist ein Überlaufen auf den Tenderumlauf zu vermeiden.

Die Zylinderventile dürfen am Bahnsteig nicht geöffnet werden, da Beschmutzungen und sogar Unfälle durch Erschrecken die Folge sein können.

Ist es unbedingt erforderlich, am Bahnsteig die Dampfstrahlpumpe anzustellen, so muß darauf geachtet werden, daß sich niemand in der Nähe der Lokomotive aufhält. Erforderlichenfalls müßten die Reisenden zum Zurücktreten aufgefordert werden. Beim Anfahren ist der Regler vorsichtig zu öffnen, um das Überreißen von Wasser zu vermeiden.

Sonstige Belästigungen der Umgebung

Die Feuerbeschickung muß stets so eingerichtet werden, daß sich in Bahnhöfen, an Bahnsteigen, unter Brücken und zwischen Häusern kein stärkerer Rauch (Qualm) entwickelt. Das Reinigen der Rohre durch OM-Salz ist überall dort zu unterlassen, wo Menschen belästigt werden können, also auf Bahnhöfen, in Tunnels, unter Brücken und in Geländeeinschnitten. Obwohl der Heizer ständig bemüht sein muß, das Abblasen der Sicherheitsventile zu verhüten, so ist es doch auf alle Fälle beim Halten auf Bahnhöfen oder in unmittelbarer Nähe von Wohnungen zu unterbinden. Nachts wirken die Geräusche der Hochhub-Sicherheitsventile (Coale u. Ackermann) unangenehm und störend.

2.10.3. Störungen und Unregelmäßigkeiten an Kohlenstaublokomotiven

Störungen während des Betriebes der Kohlenstaublokomotive

Der größte Teil der bisher behandelten Störungen und Unregelmäßigkeiten trifft im gleichen Maße auch für die Kohlenstaublokomotiven zu. Im folgenden wird noch kurz auf die Störungen eingegangen, die nur bei dieser besonderen Konstruktion auftreten können.

Um eine Erschöpfung des Staubvorrates während der Fahrt zu vermeiden, muß sich während der Vorbereitungszeit das Lokomotivpersonal davon überzeugen, ob sich genügend Staubvorrat im Tender befindet. Zu diesem Zwecke muß zunächst festgestellt werden, ob der Kohlenstaubbehälter drucklos ist; dann wird die Verschraubung vom Deckel des Kohlenstaubbehälters abgenommen und die Staubhöhe mit einer Holzmeßplatte nachgeprüft. Vor jeder Fahrt muß außerdem das Sicherheitsventil am Staubbehälter durch Anlüften auf einwandfreies Arbeiten geprüft werden.

Da im Staubbehälter höchstens ein Druck von 0,5 at vorhanden sein darf, soll das Sicherheitsventil bei 0,5 at ansprechen. Beim Anstellen der Feuerung ist der Bläser zu öffnen, eine Lunte durch das Schauloch der Feuertür einzuführen und ein Staubschieber wenig zu öffnen (Bild 251). Beim Anbrennen einer kalten Lokomotive ist es vorteilhafter, ein hellbrennendes Holzfeuer im Feuerraum anzulegen und den Staubschieber langsam zu öffnen. Es darf jetzt nur so viel Kohlenstaub gegeben werden, daß die Flamme ohne Verpuffung zündet. Bleibt die Zündung aus und der Staubschieber wird nicht geschlossen, so lagert sich Staub im Feuerraum ab, solange der Staubschieber geöffnet ist. Würde dann wieder eine Zündflamme eingeführt, könnte es zu Verpuffungen kommen.

Beim Ausbleiben der Zündung ist deshalb der Staub sofort abzustellen und die Lunte wieder herauszunehmen.

- 1 Anstellhebel zum rechten vorderen Staubschieber
- 2 Anstellhebel zum rechten hinteren Staubschieber
- 3 Hebel zu den linken Staubschiebern
- 4 Vorstecker zum Sichern der Staubschieberhebel
- 5 Hebel zur Luftklappe des rechten Luftsaugerohres (geöffnet)
- 6 Hebel zur Luftklappe des linken Luftsaugerohres
- 7 Vorstecker zum Sichern der Luftklappen

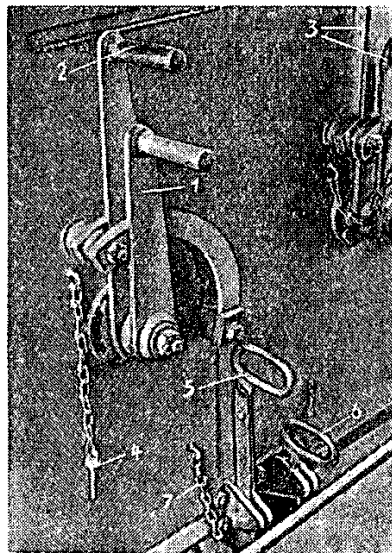


Bild 251. Staubschieber- und Luftklappenhebel

Bevor erneut eine Anheizlunte eingeführt oder Holzfeuer angelegt wird, muß der jetzt in der Feuerbüchse schwebende Staub durch Anstellen des Blägers abgesaugt werden.

Wird während der Fahrt die Flamme vorübergehend abgestellt, dann erfolgt beim Wiederanstellen des Staubschiebers die Zündung an den noch glühenden Kammerwänden, wenn die Pause nicht mehr als 8 bis 10 Minuten betrug.

War die Flamme noch länger ausgeschaltet, dann wird vor dem erneuten Anstellen des Staubschiebers ein Stück Holz in den Feuerraum geworfen, das zunächst nur kohlt, beim stärkeren Anstellen des Blägers aber sofort eine helle Flamme gibt.

Beim Anheizen einer Lokomotive könnte sich das Luftsaugrohr mit Kohlenstaub verstopfen, wenn der Kesseldruck unter 5 at liegt und der Bläser noch nicht die volle Wirkung hat. Um eine solche Verstopfung zu vermeiden, ist nach Zündung der Flamme die Luftdüse zum Ausblasen des Rohres, an dem der geöffnete Schieber liegt, leicht zu öffnen und etwas Schiebeluft zuzugeben. Die Schiebeluft vermeidet Ablagerungen von Kohlenstaub im Luftsaugrohr. Sie strömt durch kleine Zusatzdüsen in das Luftsaugerohr und wirbelt den abgesetzten Staub auf.

Bei eingeschalteter Flamme darf keinesfalls die Feuertür geöffnet werden (Unfallgefahr).

Für gründliches Reinigen der Heiz- und Rauchrohre im Heimat-Bw ist Sorge zu tragen, da sonst unterwegs durch den geringen Unterdruck in der Rauchkammer Dampfangel eintreten kann.

Beim Blasen der Rohre der Kohlenstaublokomotive ist es wichtig, die Rauchrohre von der Rauchkammer aus unter den Überhitzereinheiten besonders gründlich zu reinigen. Hier lagert sich bei diesen Lokomotiven nicht nur Asche, sondern vor allen Dingen auch Sand ab. Es ist zu vermeiden, die Rauchrohre von der Feuerbüchse aus zu blasen. Die Überhitzereinheiten der Kohlenstaublokomotive sind um $\frac{3}{4}$ m gekürzt. Wenn jetzt von der Feuerbüchse her geblasen wird, dann stauen sich Asche und Sand an den Umkehrenden und Abstandhaltern der Überhitzer, und die Rauchrohre verstopfen sich vollständig.

In der Rauchkammer wird während der Fahrt ein Vakuum von etwa 160 mm Wassersäule erzeugt; Auspuff und Bläser zusammen schaffen also einen Unterdruck von 160 mm Wassersäule (WS). Der Bläser allein muß in der Rauchkammer ein Vakuum von 75 mm WS erzeugen, damit im Feuerraum eine Luftgeschwindigkeit von mindestens 18 m/s entwickelt wird.

Wird die Luftgeschwindigkeit kleiner, dann ist der Verpuffungsdruck höher als der Luftzug, und die Verpuffung wirkt sich zurück in die Staubrohre aus.

Außer der durch das Vakuum entwickelten Feueranfischung wird gleichzeitig den Brennern die zur Verbrennung benötigte Frischluft bei geöffneten Luftklappen durch Luftsaugrohre und Gummiverbindungsrohre zugeführt. Die zugeführte Frischluft kühlt gleichzeitig die Brenner und Wirbeleinsätze.

Zwischen Heizleitung und Bläserflansch wurde ein Zwischenrohr mit Umschalhahn eingebaut, damit man den Bläser einer kalten Lokomotive durch eine andere Lokomotive oder eine stationäre Heizanlage betätigen kann.

Das Bläserventil bleibt während der Fahrt bis zu einem Schieberkastendruck von 10 at leicht geöffnet, um bei leichtem Fahren oder beim Schließen des Reglers stets ein genügend großes Vakuum in der Rauchkammer und somit die erforderliche Luftgeschwindigkeit zu behalten. Bei schwerer Fahrt mit einem Schieberkastendruck über 10 at wird der Bläser abgestellt.

Wenn das Bläserrohr in der Rauchkammer schadhaft wird, verringert sich das Vakuum in der Rauchkammer stark und wird ggf. sogar völlig aufgehoben. Die Lokomotive kann dann nicht mehr weiterlaufen, weil beim Fahren ohne Unterdruck in der Rauchkammer sofort Staubablagerungen im Staubrohr stattfinden. In kürzester Zeit würde das Rohr verstopft sein. Dadurch können Verpuffungen eintreten.

Die Luftsaugrohre müssen freigeblasen werden, wenn der Bläser angestellt ist, weil sonst der Staub nicht abgesaugt wird. Bei schwerer Fahrt mit einem Schieberkastendruck über 10 at geschieht das Absaugen des Staubes auch ohne Bläser. Jetzt kann auch kontrolliert werden, ob die Luftsaugrohre frei sind; denn solange die Flamme noch brennt, ist noch Staub im Rohr. Ist der Staub restlos verbraucht, so erlischt die Flamme. Jetzt ist es besonders wichtig, die Saugrohre auszublasen.

Eine große Rolle spielen Feuerschirm und Seitenmauerwerk. Der Feuerschirm ist bis auf 1,60 m bis 1,80 m verlängert, besteht aus hochwertigen feuerfesten Hartschmottesteinen und muß vorn an der Rohrwand dicht abgeschlossen sein. Der Aschkasten wurde umgebaut und dient als Feuerraum. Er ist luftdicht abgeschlossen und innen mit Schamottesteinen ausgemauert. Am Boden trägt er 1 bis 2 Reinigungsclappen.

Sollten während der Fahrt die hintere erste oder erste und zweite Reihe der Feuerschirmsteine einfallen, kann die Fahrt noch ohne Bedenken fortgesetzt werden. Wenn aber der vordere Teil des Feuerschirmes einstürzt oder das Mauerwerk der Vorderwand schadhaft wird, muß die Lokomotive kaltgestellt und der Schaden behoben werden. Die Feuergase, die bei der hohen Geschwindigkeit von 13 bis 21 m/s nur etwa 1/4 s Zeit zur Verbrennung haben, müssen auf ihrem Wege um den Feuerschirm vollständig verbrennen. Ist der vordere Teil des Feuerschirmes eingestürzt, bleibt die Verbrennung unvollkommen, die glühenden Staubteilchen setzen sich an der Rohrwand fest, werden teigig, verkleben die Rohrwand und setzen die Rauch- und Heizrohre zu.

Ist das Seitenmauerwerk zu stark abgezehrt oder ausgebrochen, kann es zum Ausglühen des Aschkastens kommen. Wird dies während der Fahrt festgestellt, muß man versuchen, noch das nächste Bw zu erreichen. Hier müssen die schadhafte Stellen mit Schamottemörtel verschmiert werden. Im Heimat-Bw ist der abgezehrte Teil zu erneuern.

Die Ascherückstände, die sich auf dem Feuerschirm abgelagert haben, müssen nach der Fahrt mit einer Kratze entfernt werden. Auf keinen Fall darf das Mauerwerk beim Auswaschen abgespritzt werden, da die Schamottesteine die Feuchtigkeit aufsaugen und dann beim Anheizen zerspringen.

Besondere Vorsicht ist beim Reinigen des Feuerraumes geboten. Staubrückstände können sich im Feuerraum angesammelt haben, die beim Öffnen der Reinigungsklappen aufgewirbelt werden, sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden und nun plötzlich mit einer Stichflamme verbrennen.

Eine Verpuffung kann schon eintreten, wenn nur 40 g Kohlenstaub in 1 m³ Luft in aufgewirbelter Form enthalten sind. Ein Zündfunke kann den Staub zur Entzündung bringen.

Vor der Behandlung der Lokomotive auf dem Ausschlackkanal müssen deshalb die Rohrwand, die Feuerbüchseseitenwände und der Feuerschirm mit dem Blasrohr durch die Schauluke in der Feuer-tür abgeblasen werden. Verbrennungsrückstände im Aschkasten sind durch das Blasrohr aufzuwirbeln, damit etwaiger unverbrannter Kohlenstaub noch zur Entzündung gebracht wird.

Erst nach dem Verlöschen der Flamme können die Reinigungsklappen vorsichtig geöffnet und der Feuerraum mit einer Kratze von Feuerungsrückständen gereinigt werden.

Die Ausschlacker müssen zum Reinigen des Feuerraumes und der Rauchkammer Flammenschutzkleidung tragen.

Der Lokomotivführer ist für die betriebssichere Durchführung der Reinigungsarbeiten verantwortlich.

Werden die Vorsichtsmaßnahmen nicht beachtet und die Klappe sofort geöffnet, ohne daß vorher der Staub aufgewirbelt und verbrannt wird, so kann der Staub mit einer Stichflamme verpuffen und den in der Nähe befindlichen Ausschlacker im Gesicht oder an den Händen verbrennen.

Eine vor allem in der ersten Entwicklungszeit häufiger beobachtete Störung an der Kohlenstaublokomotive ist das Verbrennen des Gummiverbindungsrohres. Die Gummiverbindungsrohre sind am Anschlußstutzen des äußeren Endes der Brenner befestigt und stellen eine elastische Verbindung zwischen Lokomotive und Tender dar (Bild 252).

Wenn der Heizer in der Bedienung der Staubschieber sehr nachlässig ist, kann sich ein Luftsaugerohr verstopfen. Die Flamme reißt ab, der Staub läuft aber weiter und füllt das Luftsaugerohr an.

In das Rohr bis zum Verbrennungsraum angefüllt, beginnt der Staub zu glimmen. Die Glut schwellt allmählich weiter und verschmort das Gummiverbindungsrohr. Eine Verpuffung kann das Anglimmen des angesammelten Staubes begünstigen; gibt man Schiebeluft, würde sich das Verbrennen des Gummiverbindungs-schlauches beschleunigen.

Wie bereits eingangs gesagt wurde, müssen Staubablagerungen und Verpuffungen unbedingt vermieden werden!

Stellt der Heizer fest, daß das Luftsaugerohr angefüllt ist und der Staub bereits begonnen hat zu glimmen, dann darf er keinesfalls mehr Schiebeluft geben. Die durch die Zusatzdüse

strömende Schiebeluft würde jetzt wie ein Schweißbrenner wirken und sofort ein Loch in den Gummiverbindungsschlauch brennen. Man muß also in diesem Falle den Staub bei stehender Lokomotive durch den Bläser und bei fahrender Lokomotive durch hohen

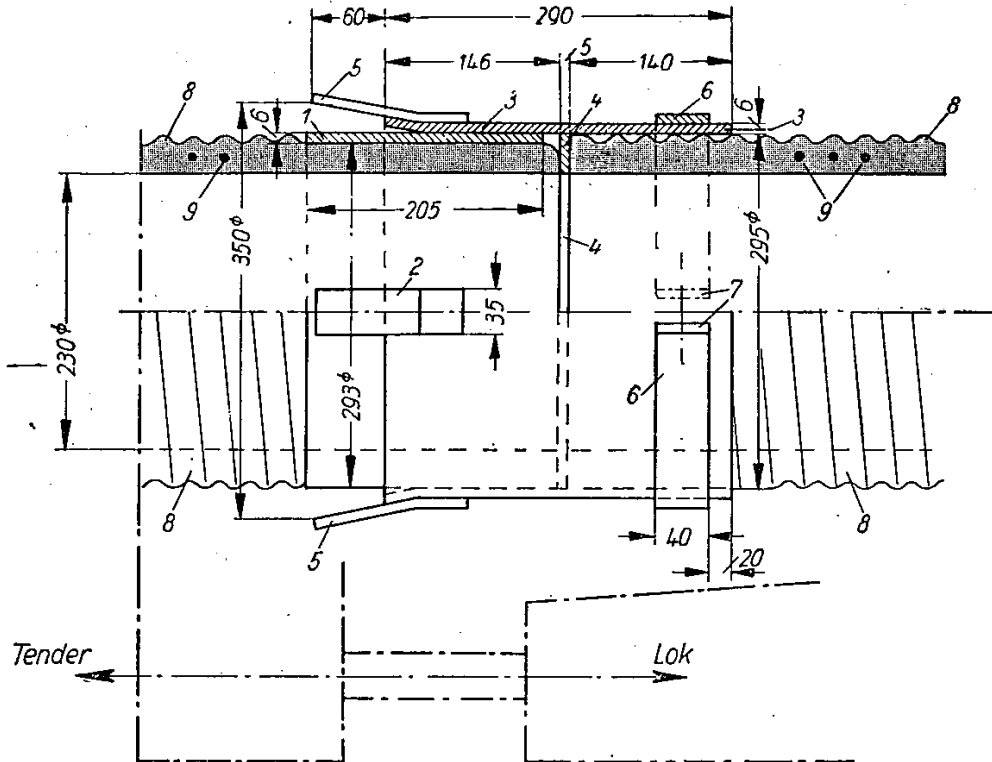


Bild 252. Schlauchkupplung und Gummiverbindungsrohr

- | | |
|--------------------------|---|
| 1 Spannmuffe | 6 Spannring |
| 2 Spannmuffe | 7 Spannstück |
| 3 Führungsrohr aus Blech | 8 Gummiverbindungsrohr mit 6facher
Leineneinlage und 7-mm-Stahldraht-
einlage |
| 4 Stoßring | 9 Stahldrahteinlage |
| 5 Einführtrichter | |

Schieberkastendruck allmählich absaugen lassen und den Staubschieber bis zum Freiwerden des Rohres geschlossen halten. Wird bei Dienstbeginn festgestellt, daß ein Luftsaugerrohr verstopft ist und der Staub im Rohr bereits glimmt, dann muß der Staub zunächst durch den normalen Unterdruck der Rauchkammer abgesaugt werden. Es ist nicht zulässig, die Reinigungsklappe unterhalb der Brenner zu öffnen und das verstopfte Luftsaugerrohr mit Wasser auszuspritzen, weil hierdurch das Mauerwerk zerstört würde.

Ist während der Fahrt ein verstopftes Luftsaugerrohr wieder freigesaugt worden, der Gummischlauch aber angeschmort oder durchgebrannt, so kann die Brandstelle mit Plattengummi oder mit nassen Tüchern abgedichtet und die Fahrt fortgesetzt werden. Wird der Brand nicht rechtzeitig gelöscht, muß die Lokomotive ausspannen.

Bemerkt ein Heizer, daß ein Luftsaugerrohr durch zu starke Staubzufuhr verstopft ist, ohne daß bislang eine Verpuffung

stattgefunden hätte, muß er den Schieber des verstopften Rohres sofort schließen. Nun ist zu versuchen, durch Schiebeluft mit den Zusatzdüsen im Staubrohr das Rohr freizublasen. Wenn dies nicht gelingt, müssen auch am zweiten Luftsaugerrohr Staubschieber und Luftklappe geschlossen werden. Das Rohr ist durch hohen Schieberkastendruck frei zu fahren. Sobald der verstopfte Schieber wieder zündet, kann nach Öffnen der Luftklappe der zweite Schieber wieder eingeschaltet werden. Das Verbrennen des Gummiverbindungsschlauches wird somit vermieden.

Enthält der Staub zuviel Feuchtigkeit (über 20 %), so kann die Flamme abreißen und die Staubschieberöffnung am Staubbehälter sich verstopfen.

Bei zu hohem Sandgehalt des Kohlenstaubes kann ebenfalls die Flamme abreißen und Verstopfung eintreten. Der glühende Sand fällt zum Teil in den Feuerraum, zum Teil lagert er sich auf dem Feuerschirm ab oder setzt sich an der Rohrwand fest, bildet Schlacken und verstopft die Heiz- und Rauchrohre.

Die Folge minderwertigen Staubes mit hohem Prozentsatz unverbrennbarer Beimengungen ist meist Dampfangel.

Die Ventile der beiden Luftpumpen einer Kohlenstaublokomotive sind gewöhnlich schneller verschmutzt und verkrustet als die einer anderen Lokomotive. Aus diesem Grunde sind die Saug-, Überström- und Druckventile der Kohlenstaublokomotiven mindestens jeden 5. Tag zu reinigen, einzuschleifen und auf Dichtigkeit zu prüfen.

Anlage 1

Übersicht der schädlichen Räume der wichtigsten Lokgattungen

Lokgattung	Schädlicher Raum	
	vorn in mm	hinten in mm
1	2	3
01 ⁰¹ Zyl Ø 600	16	12
01 ¹⁰ Zyl Ø 650	10	10
03 ⁰¹	12	10
03 ¹⁰	16	12
	18	12
17 ⁰¹⁻⁰²	10	15
17 ¹⁰⁻¹²	17	31
24	16	12
38 ²⁻³	16	20
38 ¹⁰⁻¹²	13	32
38 ¹³⁻⁴⁰	13	27
39	14,5	15
41	13	10
42	16	12
43	11,7	14,1
44	16	12
	18	12
50 u. 52	16	12
55 ¹⁶⁻²²	10	21
55 ²⁵⁻⁵⁶	26	35
56 ¹	19	21
56 ²⁰⁻³⁰	16	21
57 ¹⁰⁻⁴⁰	12	29
58	16	21
64 bis 444	15	15
64 ab 445	16	12
74 ⁰⁻³	11	9
74 ^{4-13 alt}	24	27
74 ^{4-13 neu}	15	20
75 ^{5 (511-517)}	12	8
75 ^{5 (518-588)}	20	16
78 ⁰⁻⁵	10	24
86	16	12
89	6	10
91 ³⁻¹⁸	12	8
92 ⁵⁻¹⁰	10	10
93 ⁰⁻¹¹	15	32
94 ²⁻¹⁸	12	32
94 ²⁰⁻²¹	10	14
95 ⁰	10	15
98	10	6

Anlagen 2a/b

Anmerkung zu den Anlagen 2 bis 7:

Der Errechnung der Kohlenverbrauchswerte in den Anlagen 2 bis 7 wurde polnische Steinkohle zugrunde gelegt. Werden andere Kohlsorten oder Gemische verfeuert, dann müssen diese Werte mit den entsprechenden Wertzahlen umgerechnet werden.

Anlage 2a

Dampf- und Kohleverbrauch beim Abblasen beider Sicherheitsventile

Ramsbottom	140 kg Dampf/min	19 kg Kohle/min
Coale	180 kg Dampf/min	25 kg Kohle/min
Ackermann 45 mm Ø	159 kg Dampf/min	22 kg Kohle/min
Ackermann 60 mm Ø	300 kg Dampf/min	40 kg Kohle/min

Anlage 2b

Abhängigkeit des Dampfverbrauches vom Schieberkastendruck bei voller Lokanstrengung

Kesseldruck	Schieberkastendruck	Dampf-Mehrverbrauch
14 atü	10 atü	10 %
14 atü	8 atü	15 %

Beachte deshalb folgenden Grundsatz:

Füllung so klein, wie es der ruhige Lauf der Lokomotive zuläßt, und hohen Schieberkastendruck anwenden!

Anlage 3

Kohlenmehrverbrauch in kg/min durch Qualmen beim Stillstand
der Lokomotive

Lokbaureihe	01	17	38	39	41	43	44
kg/min Kohle	16,5	11,5	9,5	14,4	14,8	16,9	17,0

Lokbaureihe	50/52	550-22	5525-56	58	64	74	75
kg/min Kohle	14	8,6	9,6	13,5	7,4	6,2	8,3

Lokbaureihe	89	91	92	93	94
kg/min Kohle	4,9	5,8	6,3	9,5	8,3

Anlage 4

Kohlenmehrverbrauch durch Rußablagerungen an den Wandungen und
in den Heiz- und Rauchrohren sowie durch Kesselsteinablagerungen

Rußschicht in mm	Kohlen- mehrverbrauch in %	Stärke der Kesselsteinschicht in mm	Kohlen- mehrverbrauch in %
0,2	0,5	1	0,5
0,4	1,3	2	1,2
0,6	2,4	3	2,3
0,8	3,7	4	3,6
1,0	5,2	5	5,0

Anlage 5

Kohlenverbrauch in kg bei 1 Std. Stillstand einer Lok vor dem Zuge

Lokgattung	01 ¹⁰	17	38	39	41
Kohlenverbrauch kg	181,6	133,5	110,8	168,0	171,8

Lokgattung	43	44	50/52	55	58
Kohlenverbrauch kg	197,3	197,2	163,7	105,0	137,8

Lokgattung	64	74	75	93	94
Kohlenverbrauch kg	86,0	72,6	96,5	107,5	96,5

Anlage 6a

Kohlenverbrauch für **außerplanmäßiges Halten** in einer Steigung
von 1:200 = 5‰

Zuggattung	D-Zug	P-Zug	Dg-Zug
Lokbaureihe	01	38	44
Last t	445	240	755
Geschwindigkeit km/h	90	80	60
Kohlenverbrauch kg	110	55	90

Bem.: In stärkeren Steigungen und in Krümmungen mit kleinen Halbmessern liegen die Werte entsprechend höher.

Anlage 6b

Kohlenverbrauch für **aufserplanmäßiges Halten** in einer Steigung
von $1 : 500 = 2\text{‰}$

Zuggattung	E-Zug	P-Zug	Dg-Zug
Lokbaureihe	17 ¹⁰⁻¹²	38 ¹⁰⁻⁴⁰	52
Last t	500	300	1150
Geschwindigkeit km/h	80	75	55
Kohlenverbrauch kg	61,5	30	51

Bem.: In stärkeren Steigungen und in Krümmungen mit kleinen
Halbmessern liegen die Werte entsprechend höher.

Anlage 7a

Kohlenverbrauch für das Befahren einer **La-Stelle von 30 km/h** und einer
Länge von 250 m, anschließend Wiederbeschleunigung auf die ursprüng-
liche Geschwindigkeit bei einer Steigung von $1 : 200 = 5\text{‰}$

Zuggattung	D-Zug	P-Zug	Dg-Zug
Lokbaureihe	01	38	44
Last t	445	240	755
Geschwindigkeit km/h	90	80	60
Kohlenverbrauch kg	85	35	55

Bem.: In stärkeren Steigungen und in Krümmungen mit kleinen
Halbmessern liegen die Werte entsprechend höher.

Anlage 7b

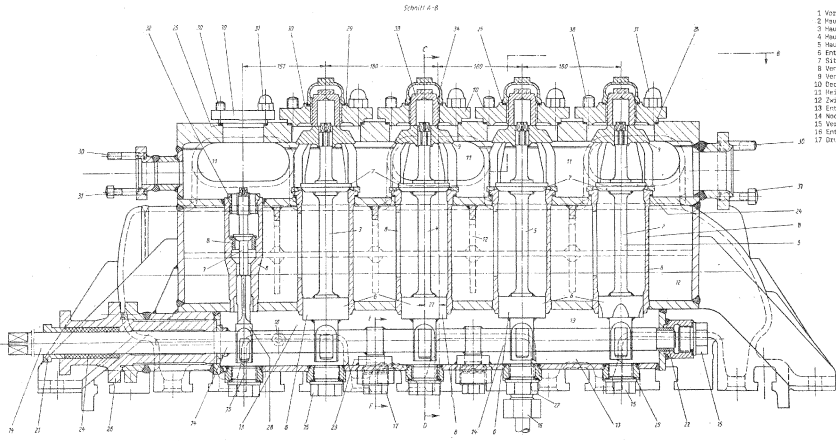
Kohlenverbrauch für das Befahren einer **La-Stelle von 30 km/h** und einer Länge von 250 m, anschließend Wiederbeschleunigung auf die ursprüngliche Geschwindigkeit bei einer Steigung von $1 : 500 = 2\text{‰}$.

Zuggattung	E-Zug	P-Zug	Dg-Zug
Lokbaureihe	17 ¹⁰⁻¹²	38 ¹⁰⁻⁴⁰	52
Last t	500	300	1150
Geschwindigkeit km/h	80	75	55
Kohlenverbrauch kg	54,4	26	33,8

Anlage 7c

Kohlenverbrauch für das Befahren einer **La-Stelle von 10 km/h** und einer Länge von 250 m, anschließend Wiederbeschleunigung auf die ursprüngliche Geschwindigkeit bei einer Steigung von $1 : 500 = 2\text{‰}$.

Zuggattung	E-Zug	P-Zug	Dg-Zug
Lokbaureihe	17 ¹⁰⁻¹²	38 ¹⁰⁻⁴⁰	52
Last t	500	300	1150
Geschwindigkeit km/h	80	75	55
Kohlenverbrauch kg	61,7	30	51,8



- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1 Vorventil | 18 Ansaugventil |
| 2 Hauptventil in der Reihenfolge | 19 Ventilkammer |
| 3 Hauptventil der entlichen | 20 Dampfzylinder |
| 4 Hauptventil Öffnung nummeriert | 21 Dampfventile |
| 5 Hauptventil | 22 Buchse |
| 6 Entlastungsventil der Hauptventile | 23 Dichtung |
| 7 Sitz der Hauptventile | 24 Ventilschnecke |
| 8 Ventilschnecke | 25 Ventilschnecke |
| 9 Ventilschnecke | 26 Ventilschnecke |
| 10 Dichtung | 27 Ventilschnecke |
| 11 Ventilkammer | 28 Ventilschnecke |
| 12 Ventilkammer | 29 Ventilschnecke |
| 13 Ventilkammer | 30 Ventilschnecke |
| 14 Ventilkammer | 31 Ventilschnecke |
| 15 Ventilschnecke | 32 Ventilschnecke |
| 16 Ventilschnecke | 33 Ventilschnecke |
| 17 Druckkammer | 34 Ventilschnecke |

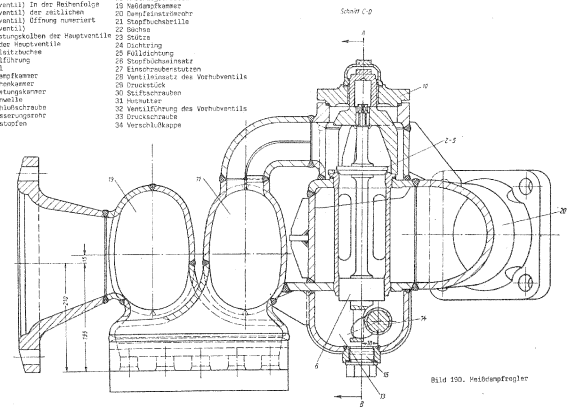


Bild 150. Hebelventiltrieb