

**Die selbstfätige
Einkammer-Druckluft-Bremse
für langsamfahrende Lokomotiven**

Bauart Knorr

Kbr/Ksbr



KNORR-BREMSE A-G BERLIN

Die selbstfätige Einkammer-Druckluft-Bremse für langsamfahrende Lokomotiven

Bauart Knorr

Kbr/Ksbr



Druckschrift 101
Auflage 1940

Digitalreprint 2004

<http://www.bremsenbude.de>

Olav Kettner, Hamburg

mit freundlicher Genehmigung der Knorr-Bremse AG, München

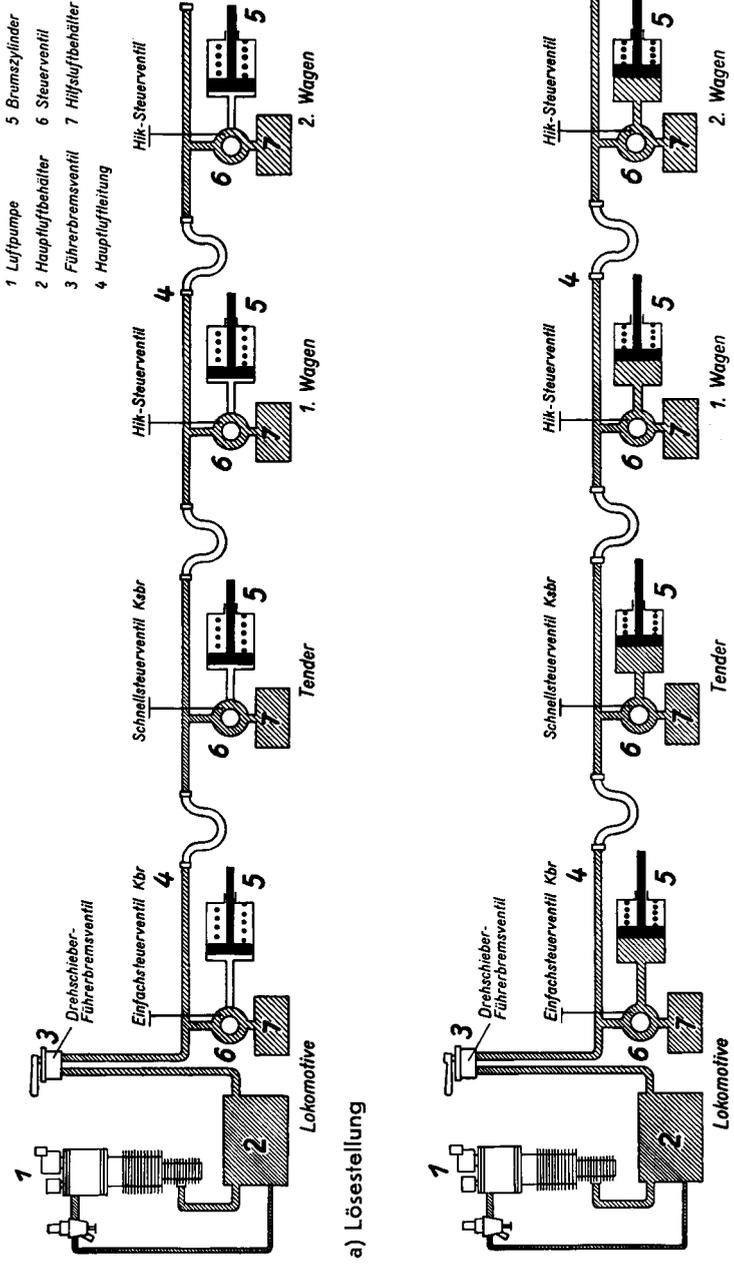
Bearbeitung
Bernhard David, Aachen

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

Die selbsttätige Knorr-Einkammer-Druckluftbremse für Züge und die Zusatzbremse für Lokomotive und Tender	1
Luftpumpen	9
Einstufige Luftpumpe mit Hohlventilen	10
Zweistufige Luftpumpe mit Hohlventilen	15
Zweistufige Luftpumpe mit P-Steuerung und Plattenventilen	18
Einstufige Knorr-DampfLuftpumpe mit P-Steuerung	27
Doppelverbund-Luftpumpe Bauart Nielebock-Knorr	29
Doppelverbund-Luftpumpe mit P-Steuerung und Plattenventilen	39
Pumpendruckregler	46
Motorluftpumpe	47
Druckschalter für die Motorluftpumpe	50
Hauptluftbehälter	52
Lokomotiv-Bremsausrüstung für langsamfahrende Güterzug- und Personenzug-Lokomotiven	53
Drehschieber-Führerbremsventil Nr. 8	54
Schnelldruckregler	61
Einfachsteuerventil der Kbr für Lokomotiven mit Umstelldrosselhahn	63
Hilfsluftbehälter	70
Löseventil	71
Zusatzbremse für Lokomotive und Tender	72
Schnellsteuerventil der Ksbr für Tender	75
G-P-Wechsel	81
Selbsttätige Tenderlastabbremung	82
Hauptluftleitung mit Zubehör	85
Tropfbecher	85
Zentrifugal-Staubfänger / Schleuderfilter	85
Luftabsperrhahn	86
Bremskupplungen	87
Kupplungsköpfe	88
Schlauchverbindungen	89
Bremszylinder	90
Zusammenstellung der normalen Stahlbremszylinder mit dazu- gehörigen Hilfsluftbehältern für Lokomotiven, Tender und Wagen	93
Aufschlagtafel: Bremsausrüstung Kbr/Ksbr an einer Lokomo- tive mit Tender	Anhang

KNORR-BREMSE A-G BERLIN

Abb. 1 Selbsttätige Einkammer-Druckluftbremse eines Zuges



a) Lösestellung

Die selbsttätige Knorr-Einkammer-Druckluftbremse für Züge und die Zusatzbremse für Lokomotive und Tender

Die grundsätzliche Ausrüstung eines Zuges mit einer selbsttätigen Einkammer-Druckluftbremse ist aus den nebenstehenden Schemabildern ersichtlich.

Auf der Lokomotive befindet sich eine Luftpumpe zur Erzeugung der für die Bremse benötigten Druckluft, ein Hauptluftbehälter zu ihrer Speicherung und ein Führerbremssventil zum Steuern dieser Druckluft. Die Hauptluftleitung geht durch den ganzen Zug vom Führerbremssventil über Lokomotive und Tender zu den einzelnen Wagen. Als Bremskupplungen zwischen den einzelnen Fahrzeugen dienen Schläuche. Die Bremsseinrichtungen an den Fahrzeugen bestehen jeweils aus Steuerventil, Hilfsluftbehälter und Einkammer-Bremszylinder. Die beiden Kammern des Bremszylinders werden durch den Kolben gebildet. Da nur in einer Kammer Druckluft arbeitet (also nur eine Arbeitskammer im Bremszylinder vorhanden ist), während in der anderen eine Feder lediglich zum Rückstellen des Kolbens wirkt, heißt die Bremse Einkammer-Druckluftbremse. Der Kolben des Bremszylinders wirkt mit seiner Kolbenstange über das Bremsgestänge auf die Bremsklötze an den Rädern. Die Luftpumpe speichert die Luft im Hauptluftbehälter mit einem Druck von $8,5 \text{ kg/cm}^2$. Ein am Führerbremssventil vorhandener Druckregler regelt den Druck in der Hauptluftleitung für den Lösezustand der Bremsen auf 5 kg/cm^2 (Regeldruck).

In Lösestellung (Abb. 1a) ist die Hauptluftleitung mit Druckluft von 5 kg/cm^2 gefüllt, ebenso stehen die Hilfsluftbehälter über das Steuerventil unter diesem Druck (geschrafft gezeichnet). Die Bremszylinder sind entlüftet. Beim Bremsen läßt der Lokomotivführer Druckluft aus der Hauptluftleitung über das Führerbremssventil ins Freie entweichen. Dann lassen die Steuerventile Druckluft aus dem Hilfsluftbehälter in die Bremszylinder überströmen, deren Kolbenstangen ausgestoßen werden (Schemabild 1b). Die Bremsen werden angezogen. Der höchste Bremszylinderdruck ist im allgemeinen erreicht, wenn der Druck in der Hauptluftleitung auf $3,5 \text{ kg/cm}^2$ gesunken ist.

Der Lokomotivführer kann also mit dem Führerbremssventil folgende Wirkungen erreichen; er kann:

- a) die Hauptluftleitung und die Hilfsluftbehälter erstmalig füllen, indem er Druckluft aus dem Hauptluftbehälter in die Hauptluftleitung strömen läßt,
- b) die Steuerventile an den Fahrzeugen in die Bremsstellung umsteuern, indem er Druckluft aus der Hauptluftleitung ins Freie strömen läßt und dadurch bremst,
- c) das Abströmenlassen von Druckluft ins Freie unterbrechen und damit eine Bremsstufe festhalten,
- d) die Steuerventile in die Lösestellung umsteuern, indem er wieder Druckluft aus dem Hauptluftbehälter in die Hauptluftleitung einströmen läßt. Die Bremsen werden dann wieder gelöst und sind betriebsbereit, sobald die Hilfsluftbehälter gefüllt sind.

Wird der Druck in der Hauptluftleitung langsam und mäßig vermindert, so entsteht eine geringe Bremswirkung (Betriebsbremsung). Der Lokführer kann mit kleinen Bremskräften anfangen und sie stufenweise bis zum Höchstwert steigern. Wird der Druck langsam, aber ohne Unterbrechung bis auf $3,5 \text{ kg/cm}^2$ vermindert, so erhält man ebenso langsam die volle Bremswirkung (Vollbremsung). Wird der Druck in der Hauptluftleitung mit Hilfe großer Querschnitte schnell gesenkt, so entsteht eine Vollbremsung in kürzester Zeit (Schnellbremsung).

Druckluft wird im allgemeinen aus der Hauptluftleitung mit Hilfe des Führerbremsventils vom Lokführer gelassen. Die Hauptluftleitung wird aber auch entlüftet, wenn in einem Fahrzeug die Notbremse gezogen wird; dadurch wird eine Schnellbremsung herbeigeführt. Und schließlich kann Luft noch entweichen, wenn der Zug sich trennt oder Bremskupplungen oder Leitungen beschädigt werden. In diesen Fällen wirkt die Bremse sofort selbsttätig, beide Zughälften werden gebremst ohne Eingreifen des Lokführers; sie heißt daher selbsttätige Einkammer-Druckluftbremse.

Während durch stufenweises Vermindern des Luftdrucks in der Hauptluftleitung stets stufenweise, allmählich steigernd gebremst werden kann, ist umgekehrt das stufenweise Lösen nicht in allen Fällen möglich. Manche Bremsbauarten lösen gleich vollständig, wenn einmal mit dem Lösen begonnen ist; sie heißen einlösiges Bremsen. Bei ihnen kann der Druck im Hilfsluftbehälter, wenn wiederholt gelöst und unmittelbar darauf gebremst wird, soweit sinken, daß er schließlich keine ausreichende Bremskraft mehr gibt. Diese Bremsen sind erschöpfbar.

Andere Brembauarten gestatten das stufenweise Lösen; sie heißen mehrlössige Bremsen. Bei ihnen ist die beim Bremsen aus dem Hilfsluftbehälter verbrauchte Luft ersetzt, wenn die Bremse vollständig gelöst ist; sie sind daher unerschöpfbar.

Ob eine Bremse einlössig oder mehrlössig ist, hängt von der Bauart des Steuerventils ab. Die Steuerventile von Lok und Tender sind zumeist noch von der einlössigen Bauart, wie das hier zur Beschreibung kommende Einfachsteuerventil der Kbr und das Schnellsteuerventil der Ksbr, die Wagen hingegen wurden in fast allen europäischen Ländern im Lauf der letzten Jahre mit mehrlössigen Bremsen ausgerüstet, von denen die Kunze-Knorr-Bremse Kkbr und später die vollkommeneren Hildebrand-Knorr-Bremse Hikbr die größte Verbreitung gefunden haben. Über diese Wagenbremsen unterrichten besondere Druckschriften.

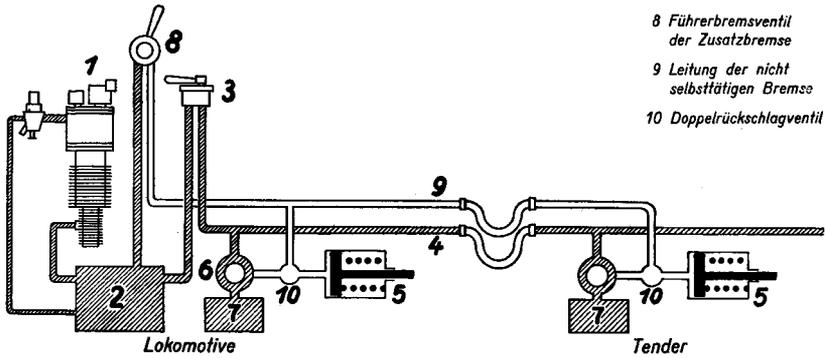
In den Schemabildern Abb. 1a und b sind für Lok und Tender die einlössigen Steuerventile Kbr und Ksbr angegeben, für die Wagen die mehrlössigen Hik-Steuerventile. Das würde bedeuten, daß zwar die Bremsen der Wagen stufenweise gelöst werden können, nicht aber die von Lok und Tender. Um aber auch für diese die Mehrlössigkeit der Bremse zu erreichen, werden Lok und Tender mit einer Sonderausrüstung versehen: der Zusatzbremse.

Die Zusatzbremse besteht aus einer besonderen Luftleitung, die vom Hauptluftbehälter über ein einfaches Führerbremssventil unmittelbar zu den Bremszylindern der Lok und des Tenders führt (Schemabild Abb. 2). Vor dem Bremszylinder sitzt ein Doppelschlagventil, das die Verbindung zur selbsttätigen Druckluftbremse absperrt, sobald von der nichtselbsttätigen Zusatzbremse Druckluft in den Bremszylinder strömt oder von einer der beiden Bremsen ein Druck kommt, der den der anderen übersteigt.

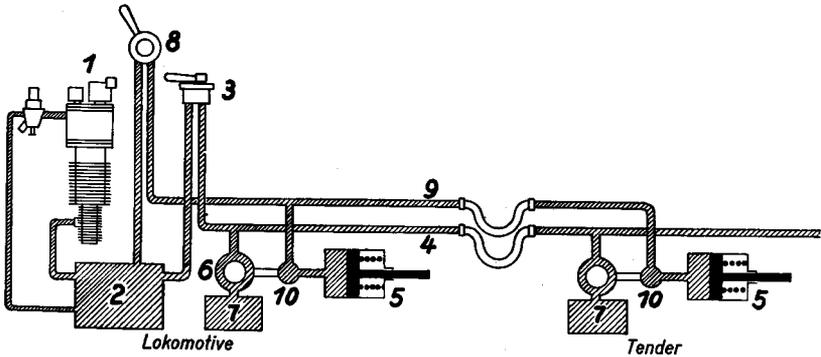
Der Lokführer kann mit dem einfachen Führerbremssventil der Zusatzbremse folgende Wirkungen erreichen; er kann:

- a) Druckluft aus dem Hauptluftbehälter über die Luftleitung der Zusatzbremse unmittelbar in die Bremszylinder einströmen lassen und somit bremsen,
- b) Druckluft aus der Zusatzbremssleitung und aus den Bremszylindern ins Freie auslassen und somit die Bremse lösen,

Abb. 2 Lokomotiv-Bremsausrüstung
 selbsttätige Einkammer-Druckluftbremse
 vereinigt mit nicht selbsttätiger Zusatzbremse



a) Lösestellung der Zusatzbremse
 und der selbsttätigen Druckluftbremse



b) Bremsstellung der Zusatzbremse,
 selbsttätige Druckluftbremse in Lösestellung

- c) die Bremszylinder-Be- und -Entlüftung absperren und so eine beliebig hohe Bremsung festhalten.

Um die mit der Zusatzbremse erreichbaren höheren Bremsklottedrucke gegenüber den 8 kg/cm^2 des Hauptluftbehälters zu begrenzen, ist außerdem in die Leitung zum Doppelrückschlagventil ein Sicherheitsventil eingebaut, das auf einen Druck eingestellt ist, der das Gleiten (Blockieren) der Räder noch vermeidet.

Der Lokführer kann die Zusatzbremse für Lok und Tender fast gleichzeitig mit der selbsttätigen Druckluftbremse des ganzen Zugs betätigen, also beide Führerbremseventile kurz nacheinander bedienen. Dadurch hat er nicht nur die Möglichkeit auch die Lok- und Tenderbremse stufenweise zu lösen, sondern kann darüber hinaus bei Gefahrbremsungen die Abbremsung der Lokomotive erhöhen. Von der Möglichkeit, die Lokomotive gesondert und stärker bremsen zu können, macht der Lokführer auch Gebrauch, wenn er einen Zug mit einlösen, also erschöpfbaren Bremsen im Gefälle fährt; er kann dann die Lokomotive so lange stärker bremsen, als die Bremsen der Wagen zum Wiederauffüllen ihrer Hilfsluftbehälter gelöst werden müssen. Wenn die Lokomotive allein fährt oder im Verschiebedienst arbeitet, wird sie nur mit der nichtselbsttätigen Zusatzbremse abgebremst und gelöst, wie es die Schema-bilder Abb. 2a und b zeigen, während die selbsttätige Bremse nicht betätigt wird, also gelöst ist.

Der Druck in Hauptluftbehälter, Hauptluftleitung und Bremszylinder wird dem Lokführer durch Luftdruckmesser im Führerhaus angezeigt.

Zur unmittelbaren Entlüftung der Bremszylinder an Lok und Tender sind besondere Löseventile vorgesehen, die das Lösen dieser Bremsen ohne Betätigung eines Führerbremseventils gestatten. Die Löseventile sind im Führerhaus in greifbarer Nähe des Lokführers; sie werden benutzt, um die Bremsung von Lok und Tender abzu-schwächen oder ganz aufzuheben, wenn beispielsweise Gefahr besteht, daß die Räder zum Gleiten kommen.

In der Hauptluftleitung der Lok befindet sich unter dem Führerhaus ein Tropfbecher, in dem sich Wasser ansammelt, das bei Abkühlung der verdichteten Luft abgeschieden wird.

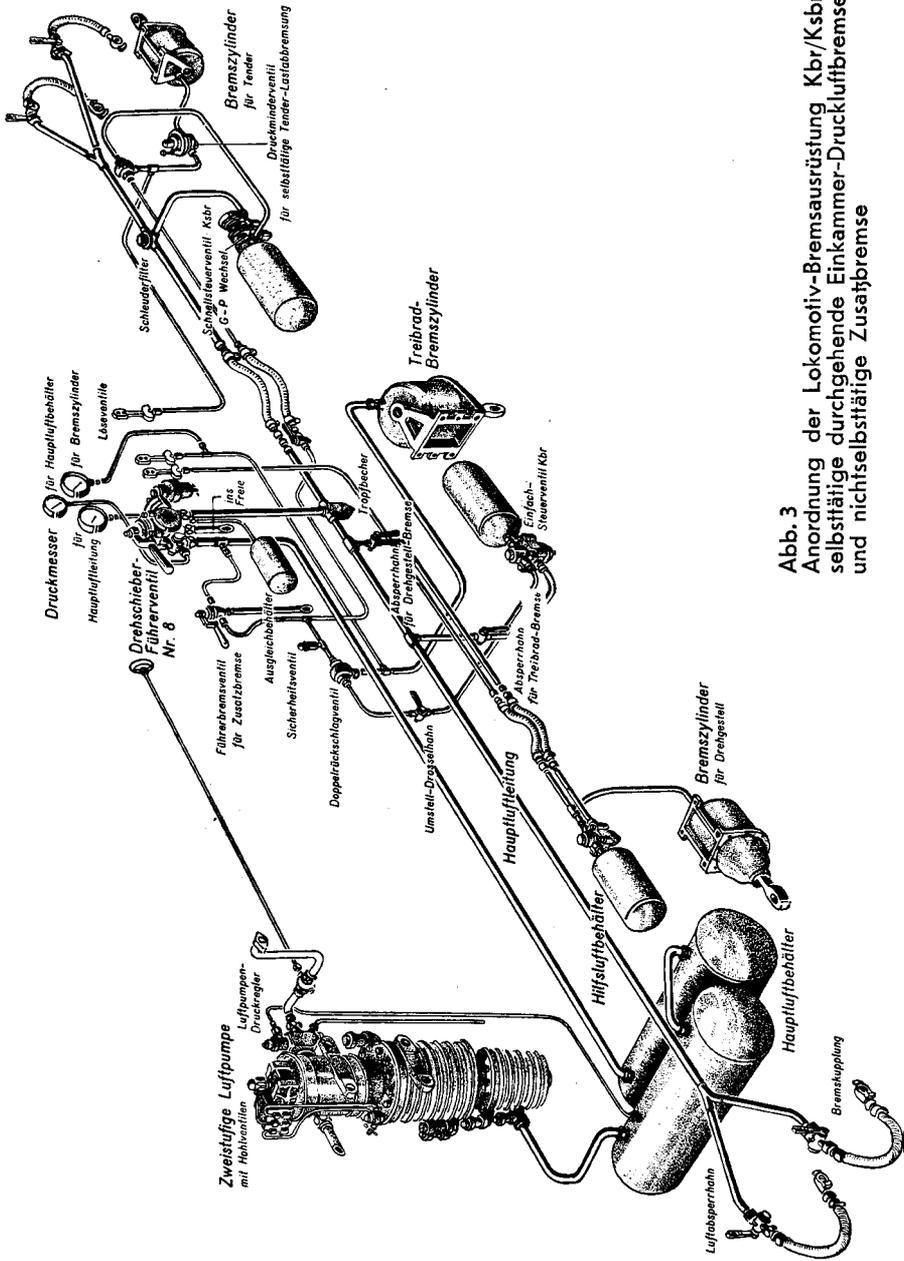


Abb. 3
Anordnung der Lokomotiv-Bremsausrüstung Kbr/Ksbr
selbsttätige durchgehende Einkammer-Druckluftbremse
und nichtselbsttätige Zusatzbremse

Staubfänger (Schleudfilter) reinigen die zu den Steuerventilen strömende Bremsluft.

In die von der Hauptluftleitung abzweigenden, zu den Steuerventilen führenden Leitungen sind Absperrhähne eingebaut, mit denen die Steuerventile abgeschaltet werden können.

Da die Wagen der Güterzüge Bremsen haben, die langsamer wirken als die der Personenwagen, wird in die Leitung vom Tender-Schnellsteuerventil Ksbr zum Bremszylinder ein G-P-Umstellhahn eingebaut, der in Stellung P die Luft weniger gedrosselt, in Stellung G durch eine engere Bohrung stärker gedrosselt in den Bremszylinder ein- und aus ihm ausströmen läßt.

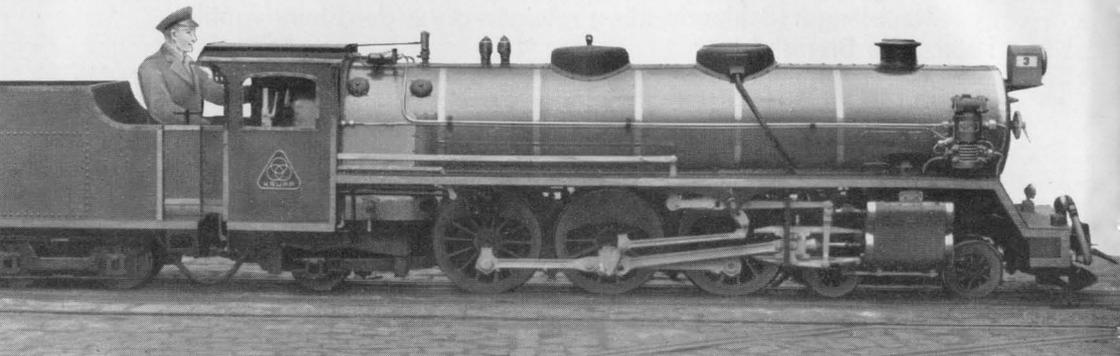
Die Bremszylinder für Lokomotive und Tender unterscheiden sich durch ihren Durchmesser und den Kolbenhub. Es werden Bremszylinder von 6 bis 20" verwendet, in neuester Ausführung Leichtbremszylinder aus Stahl.

Abbildung 3 zeigt die beschriebene Bremsanordnung auf Lokomotive und Tender mit allem Zubehör, also die selbsttätige Einkammerdruckluftbremse mit den Steuerventilen Kbr und Ksbr und die nichtselbsttätige Zusatzbremse.

Die Aufschlagtafel am Anhang zeigt die Einzelteile und Leitungsanordnung.

Dementsprechend werden in diesem Buch beschrieben:

- die Luftpumpen zur Erzeugung der Bremsdruckluft
einstufig / zweistufig / Doppelverbund
mit verschiedener Steuerung der Dampfkolben,
Motorluftpumpe für elektrische Lok
- die selbsttätige Einkammer-Druckluftbremse
für die Lokomotive mit Einfachsteuerventil Kbr
für den Tender mit Schnellsteuerventil Ksbr
dazu das Drehschieber-Führerbremsventil Nr. 8
mit Leitungsdruckregler (Schnelldruckregler)
- die nichtselbsttätige Zusatzbremse
dazu das einfache Drehschieber-Führerbremsventil
- Bremszylinder
- Haupt- und Hilfsluftbehälter
- G-P-Wechsel
- Tender-Lastabbremung



Kleinste einstufige Luftpumpe mit P-Steuerung an einer Liliput-Lokomotive

Luftpumpe		größte tatsächliche Fördermenge	Dampfverbrauch bei mittlerer Leistung je m ³ angesaugter Luft	Gewicht
einstufig	mit Knorr-Steuerung	800 l/min	12 kg je m ³	193 kg
zweistufig	mit Knorr-Steuerung	1500 l/min	5,3 kg je m ³	310 kg
	mit P-Steuerung	2000 l/min	5 kg je m ³	235 kg
Doppelverbund mit Nielebock-Steuerung mit P-Steuerung		3000 l/min 3000 l/min	3,8 kg je m ³ 3,8 kg je m ³	553 kg 553 kg
einstufig	mit P-Steuerung für Dampftriebwagen für Liliput-Lokomotiven	450 l/min	6,5 kg je m ³	110 kg 36 kg

Luftpumpenleistung und Dampfverbrauch
bei Verdichtung auf 8 kg/cm³

Luftpumpen

Die Luftpumpen erzeugen die für die Bremsen erforderliche Druckluft. Bei einfachen Verhältnissen werden Pumpen verwendet, deren Luftteil einstufig arbeitet, d. h. bei denen die Luft in nur einem Arbeitszylinder auf den Enddruck (8 kg/cm^2) verdichtet wird. Als Regelbauart werden zweistufige Pumpen benützt, bei denen die Luft in zwei Stufen verdichtet wird; sie wird zunächst in einem Niederdruckzylinder vorverdichtet, dann in einem Hochdruckzylinder auf den Enddruck verdichtet.

Auch die Dampfmaschine kann einstufig oder zweistufig d. h. im Verbund arbeiten, wobei der Dampf in einem Hochdruck- und einem Niederdruckzylinder ausgenützt wird. Bei der einstufigen Luftpumpe sind Dampfteil und Luftteil einstufig, bei der zweistufigen Luftpumpe arbeitet das Luftteil im Verbund, bei der Doppelverbundluftpumpe arbeiten sowohl Dampfteil als auch Luftteil im Verbund. In allen Fällen haben Dampf- und Luftzylinder eine gemeinsame Kolbenstange.

Bei der einstufigen und zweistufigen Luftpumpe alter Bauart ist die Knorr-Steuerung in Anwendung, eine rein mechanische Steuerung des Dampfteils, bei der der Hauptschieber sowohl aufwärts als auch abwärts durch eine Stange vom Dampfkolben aus bewegt wird. Bei der Nielebock-Steuerung dagegen handelt es sich um eine halbmechanische Steuerung, bei der der Hilfsschieber nur aufwärts mechanisch, abwärts jedoch durch Dampfdruck, d. h. kraftschlüssig bewegt wird. Aus Gründen der Vereinheitlichung und Austauschbarkeit sowie der geringen Ersatzteilhaltung wurde neuerdings die halbmechanische P-Steuerung geschaffen, mit der nicht nur zweistufige und Doppelverbundluftpumpen sondern auch einstufige Luftpumpen für Dampftriebwagen und selbst Zwergluftpumpen für Liliput-Lokomotiven ausgerüstet werden, darüber hinaus aber auch Kesselspeise-Verbundpumpen für Lokomotiv-Vorwärmanlagen.

Leistung und Dampfverbrauch der verschiedenen Luftpumpen sind nebenstehend zusammengestellt.

Für die Erzeugung der Bremsluft für elektrische Lokomotiven dienen Motorluftpumpen.

Bei den Luftventilen wurde von den älteren Hohlventilen ebenfalls zu einer neuen austauschbaren Plattenventilform übergegangen.

Einstufige Luftpumpe mit Hohlventilen

Bei den einstufigen Luftpumpen wird die Luft nur einstufig verdichtet. Diese Pumpen werden daher nur bei einfachen Verhältnissen gebraucht.

Die in Abb. 4 dargestellte Luftpumpe zeichnet sich vor den älteren Ausführungen durch Verwendung von Hohlventilen 30 als Saug- oder Druckventile an Stelle der früher üblichen Kegelventile aus. Diese Hohlventile sind geschlossene, dünnwandige Hohlzylinder, die sich infolge ihres geringen Gewichts selbst nach langjähriger Betriebszeit weder im Sitz noch in der Führung merklich abnutzen und daher wirtschaftlich den alten Kegelventilen sehr überlegen sind. Am Luftzylinder der Pumpe sind in Abb. 4 links die beiden Saugventile, rechts die Druckventile zu erkennen.

Arbeitsweise der Luftpumpe

Der dem Lokomotivkessel entnommene Dampf gelangt durch die Kanäle b und c in die Hauptsteuerkammer d. Diese steht mit der Umsteuerkammer r in Verbindung; die Kammern d und r enthalten somit Dampf gleicher Spannung.

Das Einströmen des Frischdampfs in den Zylinder 2 wie das Ausströmen des Abdampfs ins Freie regelt der Stufenkolbensatz 9. Er besteht aus zwei Kolben verschiedener Größe, deren gemeinsame Verbindungsstange den Schieber 12 mitnimmt. Im Raum d zwischen beiden Kolben herrscht stets Frischdampf. Auf die äußere Fläche des größeren der beiden Kolben wirkt der Dampf nur, wenn ihn der Umsteuerschieber 6 in die Kammer k einläßt. Den Raum l hinter dem kleinen Kolben verbindet eine Bohrung mit dem Ausströmkanal g, sodaß dort stets der Druck der Außenluft herrscht.

In der gezeichneten Stellung der Steuerung strömt Frischdampf aus der Steuerkammer d durch den Kanal f in den unteren Teil des Dampfzylinders und treibt den Hauptkolben 18 aufwärts. Gegen Ende des Kolbenhubs greift die Platte 21a unter den oberen Bund der Umsteuerstange 22 und hebt sie nebst dem damit verbundenen Umsteuerschieber 6 empor. Der Umsteuerschieber unterbricht die Verbindung des in die Kammer k mündenden Kanals n mit dem Auspuffkanal m und öffnet eine Bohrung o, durch die nun Frisch-

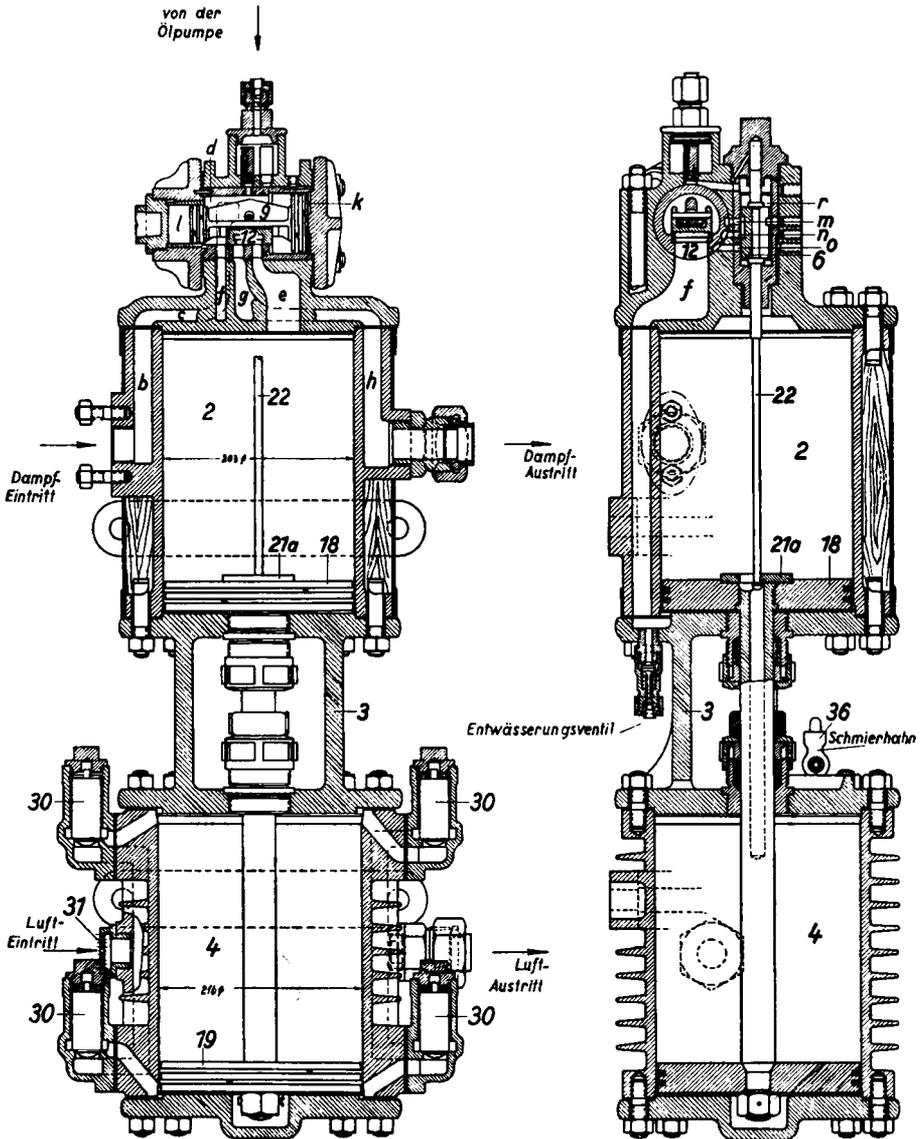


Abb. 4 Einstufige Luftpumpe mit Knorr-Steuerung und mit Hohlventilen

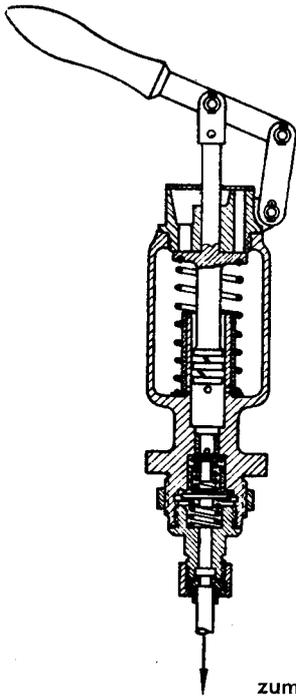
dampf aus r zur Kammer k überströmen kann. Dieser treibt den Schieber 12 nach links und öffnet damit den Kanal e, während die Schiebermuschel die Kanäle g und f miteinander verbindet. Der Dampf aus der Kammer d strömt jetzt durch e oben in den Zylinder ein und treibt den Dampfkolben 18 abwärts, während der Abdampf aus dem Zylinderraum unter diesem Kolben durch die Kanäle f, g und h ins Freie ausströmt.

Wenn der Dampfkolben 18 sich dem Ende des Abwärtshubs nähert, greift die Platte 21a den Knopf am unteren Ende der Umsteuerstange 22 und zieht diese mit dem Umsteuerschieber 6 wieder in die gezeichnete Stellung herab. Der Schieber 6 verbindet dann die Kanäle m und n und läßt dadurch den Dampf aus dem Raume k ins Freie entweichen. Auf die äußeren Flächen des Stufenkolbens 9 wirkt also jetzt kein Überdruck, während die inneren Flächen dem Druck des frischen Dampfs in der Kammer d ausgesetzt sind. Da der rechte Kolben des Stufenkolbens 9 im Durchmesser größer ist als der linke, wird die Steuerung nach rechts in die gezeichnete Stellung getrieben. Der Schieber 12 öffnet nun den Kanal f und verbindet die Durchgänge g und e, sodaß der Dampf aus dem oberen Teil des Zylinders 2 durch e, g und h ins Freie entweicht, während gleichzeitig aus der Kammer d Frischdampf durch f in den unteren Teil des Zylinders 2 einströmt und den Dampfkolben 18 wieder aufwärts treibt.

Der Luftkolben 19 bewegt sich stets mit dem Dampfkolben 18; bei jedem Aufwärtshub saugt er Außenluft durch die Öffnung 31 und das untere Saugventil 30 in den unteren Teil des Luftzylinders 4 ein und preßt gleichzeitig die Luft im oberen Teil des Zylinders durch das obere Druckventil 30 in den Hauptluftbehälter. Bei jedem Abwärtshub des Hauptkolbens findet die gleiche Wirkung in umgekehrter Richtung statt, indem er in den oberen Teil des Zylinders 4 wieder Außenluft durch die Öffnung 31 und das obere Saugventil 30 einsaugt, während er gleichzeitig die Luft auf der anderen Kolbenseite durch das untere Druckventil 30 in den Hauptluftbehälter preßt.

Zum Einführen der Schmiermittel in den Luftzylinder 4 ist ausschließlich der am Mittelteil 3 angeordnete Schmierhahn 36 zu benutzen.

Abb. 5 Ölpumpe



zum Dampfzylinderdeckel

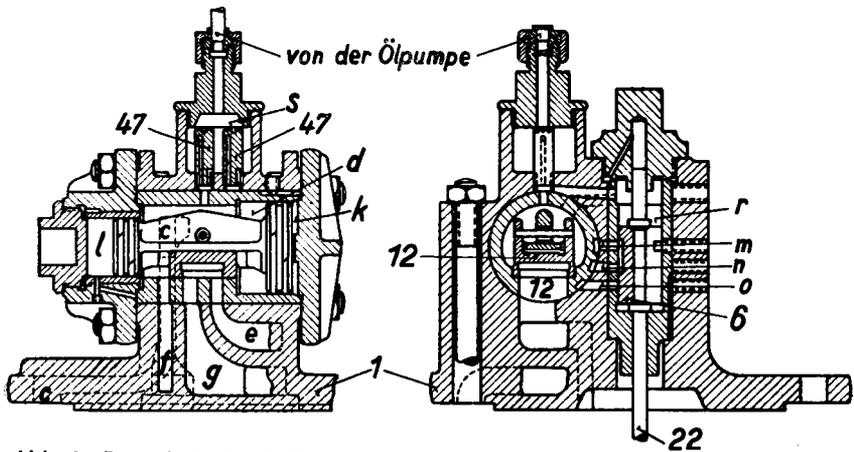


Abb. 6 Dampfzylinderdeckel der einstufigen Luftpumpe Bauart Knorr

Ölpumpe

Zum Schmieren der Dampfzylinder dient die in Abb.5 dargestellte Ölpumpe.

Vor dem Anlassen der Luftpumpe wird der Handhebel eingedrückt und der Behälter mit reinem Mineralöl gefüllt. Wird dann das Dampfventil geöffnet und der Hebel der Ölpumpe nochmals niedergedrückt, so gelangt das Öl durch das Verbindungsrohr nach dem Sammelbehälter s im Dampfzylinderdeckel 1 (Abb.6), wo es durch zwei Verteiler 47 unmittelbar den beiden Schieberkammern d, r und mit Hilfe des Dampfs auch dem Dampfzylinder 2 zugeführt wird. Durch mehrmaliges Niederdrücken des Hebels wird der Sammelbehälter s mit Öl gefüllt, dieses läuft anfangs durch die großen Bohrungen oben in den Verteilern 47 den Schiebern und dem Dampfzylinder zu und schmiert sie ausgiebig, während später durch die unteren kleinen Bohrungen nur ein tropfenweises Schmieren erfolgt.

Bei Verwendung geeigneter Schmiermittel genügt eine Füllung der Ölpumpe für 8 bis 10 Arbeitsstunden der Luftpumpe. Von Zeit zu Zeit sind die Verteiler durch Auskochen von den harzigen Niederschlägen der Schmiermittel zu reinigen und die Öffnungen mit Luft auszublasen.

Die einstufige Luftpumpe verdichtet bei 12 kg/cm^2 Dampf-Luft auf $6,5 \text{ kg/cm}^2$. Der Hub beträgt 262 mm. Die einstufige Luftpumpe wiegt 193 kg.

Zweistufige Luftpumpe mit Hohlventilen

Die zweistufige Luftpumpe trägt den gesteigerten Anforderungen des Betriebs an den Luftbedarf der Bremse bei der Beförderung langer und schwerer Züge Rechnung und bietet gleichzeitig den wirtschaftlichen Vorteil, trotz erhöhter Arbeitsleistung weniger Dampf zu verbrauchen. Bei einer mittleren Förderleistung von etwa 1500 l in der Minute beträgt der Dampfverbrauch 5,7 kg für 1 m³ geförderter Luft.

Die Dampfzylindersteuerung ist dieselbe wie bei der einstufigen Luftpumpe. Da auch der Durchmesser des Dampfzylinders bei beiden Pumpenbauarten gleich ist, sind die Dampfzylinderdeckel gegeneinander auswechselbar bis auf die Umsteuerstange, die infolge des ungleichen Kolbenhubs für beide Bauarten verschieden ist. Gleich sind bei beiden Pumpen auch die Lage und Abmessungen der Befestigungsflansche sowie des Dampfstützens, sodaß beim Auswechseln einer einstufigen Pumpe gegen eine zweistufige nur das Verbindungsrohr zwischen Hauptluftbehälter und Luftzylinder zu ändern ist.

Die Pumpe (Abb. 7) besitzt drei senkrecht und axial übereinander angeordnete Zylinder:

Dampfzylinder, Niederdruckluftzylinder, Hochdruckluftzylinder.

Der Hub beträgt 233 mm. Alle drei Zylinder sind doppelwirkend, ihre Kolben sitzen auf einer gemeinsamen Kolbenstange. Bewegt sich der Kolbensatz aufwärts, so saugt der große Luftkolben durch das Ventil v_1 und den Kanal t freie Luft in den unteren Raum Q des Niederdruckzylinders ein und drückt sie beim Abwärtsgang durch Kanal t , Ventil v_3 , Kanal t_1 , Ventil v_4 und Kanal u mit einem Überdruck von etwa 1,9 kg/cm² in den oberen Raum V des Hochdruckzylinders. Beim nächsten Aufwärtsgang verdichtet der Hochdruckkolben diese Luft bis zum Enddruck (8 kg/cm²) und drückt sie aus dem Raum V über das Ventil v_7 und den Kanal z in den Hauptluftbehälter. Beim Abwärtsgang saugt gleichzeitig der Niederdruckkolben freie Luft durch das Ventil v_2 und den Kanal x in den oberen

Raum S des Niederdruckzylinders. Beim Aufwärtsgang drückt der große Kolben diese Luft wieder mit $1,9 \text{ kg/cm}^2$ durch Kanal x, Ventil v_5 , Kanal y und Ventil v_6 in den unteren Raum W des Hochdruckzylinders. Beim folgenden Abwärtsgang setzt der Hochdruckkolben die Verdichtung wiederum bis zum Enddruck fort und drückt die Luft aus dem Raum W über Ventil v_8 und Kanal z in den Hauptluftbehälter.

Alle Luftventile sind als Hohlventile ausgebildet, am Niederdruckzylinder sind Saug- und Druckventil in einem Gehäuse vereinigt, wie Abb.7 zeigt.

Die Saugventile v_1 und v_2 haben 54 mm Durchmesser und 98 mm Bauhöhe, die Druckventile v_3 , v_4 , v_5 , v_6 , v_7 , v_8 einen Durchmesser von 32,5 mm.

Die Schmierung des Niederdruck- wie des Hochdruck-Luftzylinders erfolgt durch getrennte Schmierhähne, die der Kolbenstange zwischen den beiden Stopfbuchsen 112 durch einen zweiteiligen, mit Öl getränkten Schmierring 61.

Von besonderer Wichtigkeit ist der dichte Abschluß zwischen dem Hoch- und Niederdruckzylinder der Luftpumpe im Zwischenstück 181.

Die metallische Doppelringpackung verbürgt eine praktisch vollkommene Dichtung zwischen den beiden Luftzylindern.

Gegenüber der einstufigen Luftpumpe ist die zweistufige Pumpe in der Lage, 1 m^3 Luft schon mit 105 Einzelhüben in 43 Sekunden bei 12 kg/cm^2 Dampfspannung auf $6,5 \text{ kg/cm}^2$ zu verdichten.

Die zweistufige Luftpumpe wiegt 310 kg.

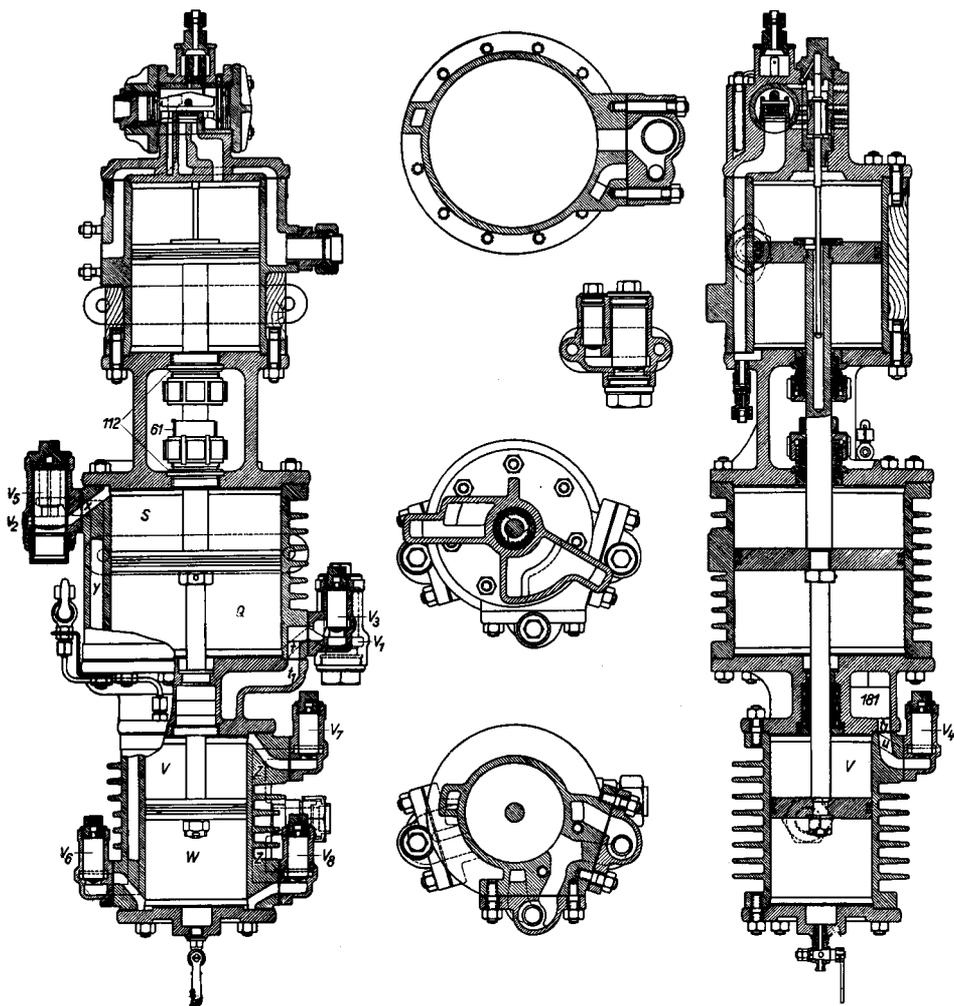


Abb. 7 Zweistufige Luftpumpe mit Knorr-Steuerung und mit Hohlventilen

Zweistufige Luftpumpe mit P-Steuerung und Plattenventilen

Der neuzeitliche Lokomotivbau fordert Luftpumpen, die bei geringem Gewicht mehr leisten, sparsam im Dampfverbrauch sind, eine unbedingt betriebssichere Steuerung haben und auch unter höheren Drucken arbeiten. Die neue zweistufige Knorr Dampflluftpumpe mit P-Steuerung und Plattenventilen erfüllt diese Forderung.

Die bauliche Grundanordnung der bekannten zweistufigen Luftpumpen ist geblieben: Dampfteil und Luftteil liegen senkrecht übereinander in einer Achse, Dampfkolben und Luftkolben haben eine gemeinsame ungeteilte Kolbenstange.

Das Dampfteil hat Volldruckantrieb. Am Dampfzylinder angegossen ist der Steuerungskopf, der den Haupt- und Hilfsschieber der neuartigen einfachen P-Steuerung (DRP) enthält. Frischdampfeintritt und Abdampfaustritt erfolgen seitlich am Dampfzylinder. Kanäle und Steuerbohrungen sind eingegossen, somit sind von Dampfkanälen durchbrochene Packungen, die insbesondere bei Hochdruck häufig reißen, vermieden. Die P-Steuerung ist unbedingt betriebssicher; sie springt unter allen Belastungen und Betriebsdrucken aus jeder Stellung sofort an. Das Dampfteil ist verwendbar für Drucke bis 30 kg/cm². Der Dampfzylinder ist außen mit einem Blechmantel verkleidet, der zum Schutz gegen Wärmeverlust mit Glaswolle gefüllt ist. Ein selbsttätiges Entwässerventil unten am Dampfzylinder läßt das Niederschlagwasser bei Stillstand der Pumpe ab.

Bei mittlerer Leistung arbeitet die Pumpe weich und geräuscharm mit 80 Doppelhüben je Minute, bei größerer Förderleistung wird die Hubzahl bis auf 130 Doppelhübe gesteigert. Der Arbeitskolbensatz wird im Dampfzylinder wirksam gedämpft, um hartes Aufsetzen der Kolben auf ihre Hubbegrenzung zu vermeiden, also um schlagfreien Hubwechsel zu sichern.

Der Pumpenabdampf wird meist weiter verwertet und, wenn eine Knorr-Vorwärmanlage an der Lokomotive ist, dem Oberflächenvorwärmer zugeleitet.

Das Luftteil arbeitet in Verbund. Für die Luftzylinder wurden neue Einheits-Plattenventile entwickelt, die sowohl als Saug-

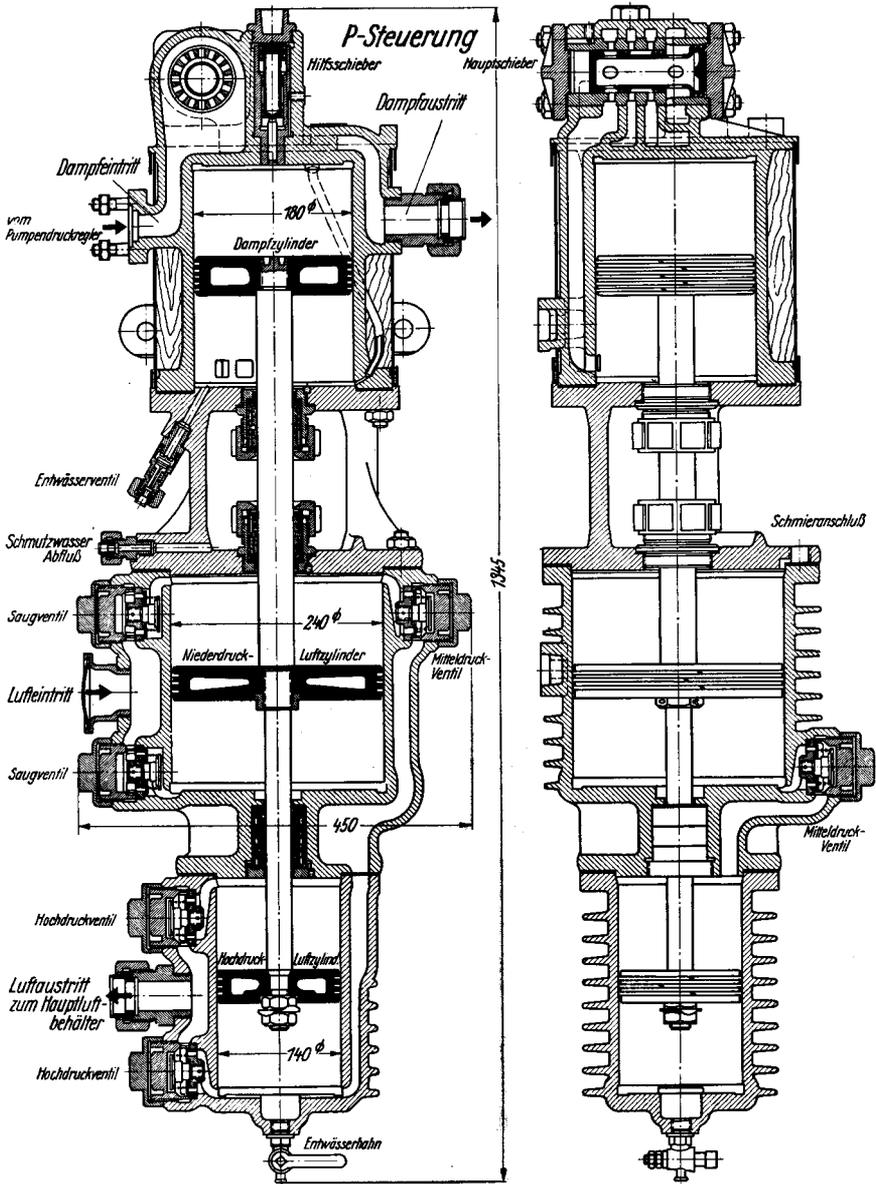


Abb. 8 Zweistufige Luftpumpe mit P-Steuerung

als auch Druckventile verwendet werden und zuverlässig arbeiten. Alle Ventile sind einzeln zugänglich. Das Luftteil verdichtet bis zu Betriebsdrucken von 10 kg/cm^2 .

Dampfteil und Luftteil werden mit selbsttätigen Deventerpackungen abgedichtet.

Eine Schmierpumpe mit Druckluftantrieb vom Niederdruckzylinder aus führt dem Verbrauch entsprechend drei Schmierstellen Öl zu: dem Dampfzylinder, dem Niederdruckzylinder und der Kolbenstange. Ölsperren verhindern das Eindringen von Dampf oder Druckluft in die Ölleitung und das Leersaugen der Ölleitung. Die Schmiereinstellung erfolgt durch Rändelschrauben mit Einstellmarken. Eine Handkurbel dient zum Durchdrehen beim gelegentlichen Prüfen des Ölstands in den Leitungen.

Die Luftleistung der zweistufigen Pumpe beträgt 2000 l/min entspannter Luft. Sie wird verdichtet auf 8 kg/cm^2 . Bei einer mittleren Leistung von 1200 l/min beträgt der Luftliefergrad etwa 80% und der Dampfverbrauch 5 kg je m^3 geförderter entspannter Luft.

Die zweistufige Luftpumpe mit P-Steuerung wiegt nur 235 kg und läßt sich bequem aufhängen. Sie wird entweder am Lokomotivkessel oder in einer Nische der Rauchkammer oder am Laufblech angebracht.

Das Anstellen der Pumpe erfolgt vom Führerstand aus durch Drehen am Handrad des Anstellventils. Während des Betriebs öffnet und drosselt ein vom Druck des Hauptluftbehälters beeinflusster Druckregler die Frischdampfzufuhr und regelt den Gang der Pumpe.

Wirkungsweise der zweistufigen Luftpumpe mit P-Steuerung

Die Bewegung des Arbeitskolbensatzes erfolgt durch Frischdampf, der über die P-Steuerung in den Dampfzylinder strömt und den Dampfkolben bald von unten, bald von oben beaufschlägt.

Die Luft wird zunächst über Saugventile in den großen Niederdruckluftzylinder gesaugt, dort vorverdichtet über Druckventile in den kleinen Hochdruckzylinder gedrückt und von da auf den Enddruck verdichtet in den Hauptluftbehälter gepreßt.

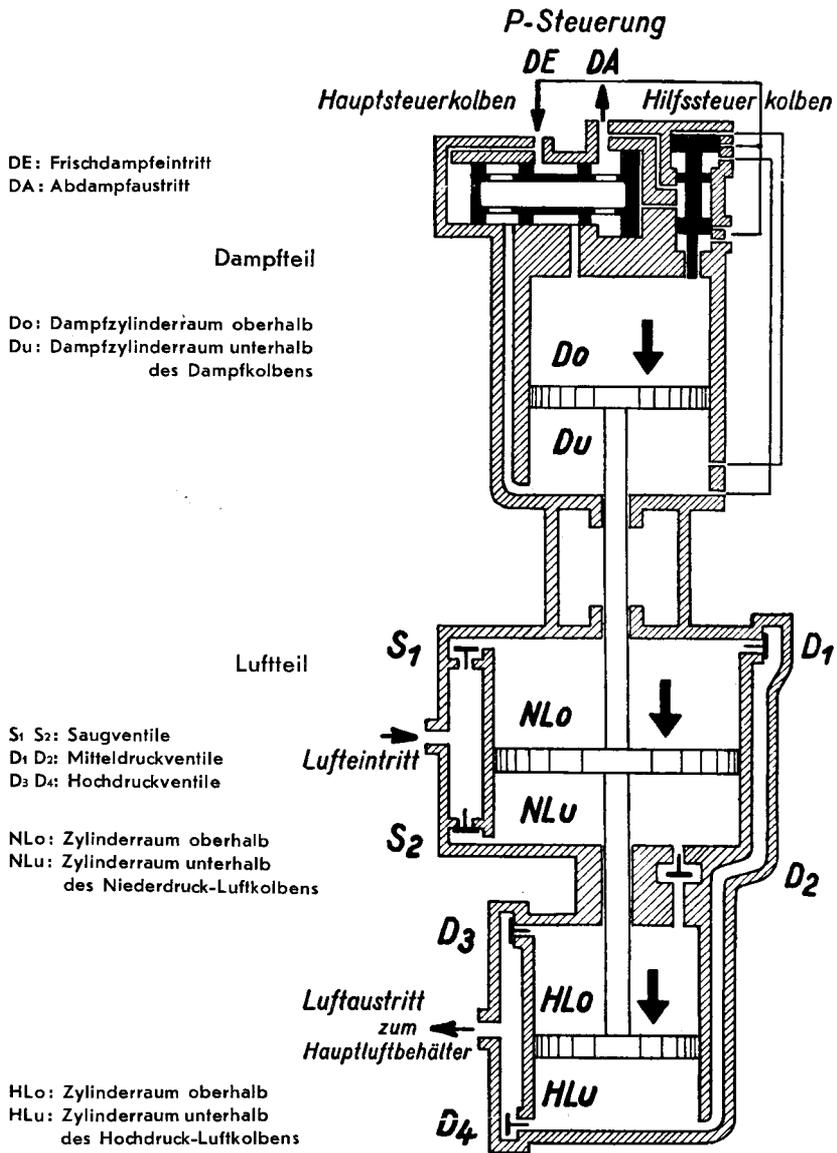


Abb. 9 Wirkungsweise der zweistufigen Luftpumpe mit P-Steuerung

Beim Abwärtsgang des Kolbensatzes (Abb. 9) saugt der Niederdruckluftkolben durch das Ventil S_1 freie Luft in den Zylinderraum NLo und drückt sie beim Aufwärtsgang durch Ventil D_1 verdichtet in den Zylinderraum HLu. Beim nächsten Abwärtsgang wird die Luft in HLu bis zum Enddruck verdichtet über Ventil D_4 in den Hauptluftbehälter gedrückt. Beim Aufwärtsgang des Kolbensatzes wird freie Luft durch Ventil S_2 nach NLu gesaugt und beim Abwärtsgang verdichtet über Ventil D_2 nach HLo gedrückt, von wo sie beim nächsten Aufwärtsgang über D_3 weiter verdichtet zum Hauptluftbehälter gelangt.

Sowohl beim Aufwärts- wie beim Abwärtsgang des Kolbensatzes wird also Luft gleichzeitig angesaugt und verdichtet, die Kolben arbeiten doppelwirkend.

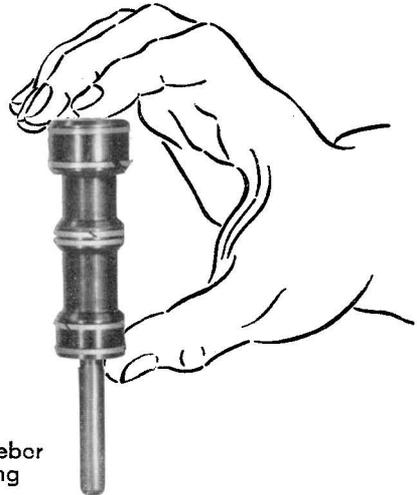


Abb. 10 Hilfssteuerschieber der P-Steuerung

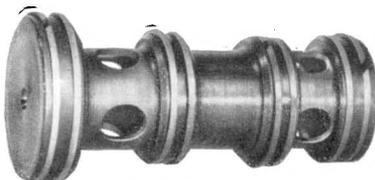


Abb. 11 Hauptsteuerschieber

P-Steuerung DRP für ein- und zweistufige Dampflluftpumpen

Die neuartige P-Steuerung ist äußerst einfach. Haupt- und Hilfsschieber sind hohle Kolbenschieber, bruchsicher und verschleißfest; sie laufen in einteiligen gußeisernen Buchsen, sind im Steuerungskopf übersichtlich angeordnet und bequem herauszunehmen. Die Kolbenringe sind aus Gußeisen. Besonderes Einstellen der Steuerung ist nicht erforderlich.

Der Hilfsschieber steht senkrecht in Richtung der Pumpenachse; er wird vom Dampfkolben bei dessen oberem Hubwechsel mitgenommen und aufwärts geschoben, beim unteren Hubwechsel mit Frischdampf beaufschlagt, abwärts gedrückt und gedämpft abgefangen.

Der waagrecht liegende Hauptschieber wird an den Stirnflächen mit Frischdampf beaufschlagt, seine Anlaufflächen liegen also außen, so daß der Schieber nur auf Druck beansprucht wird.

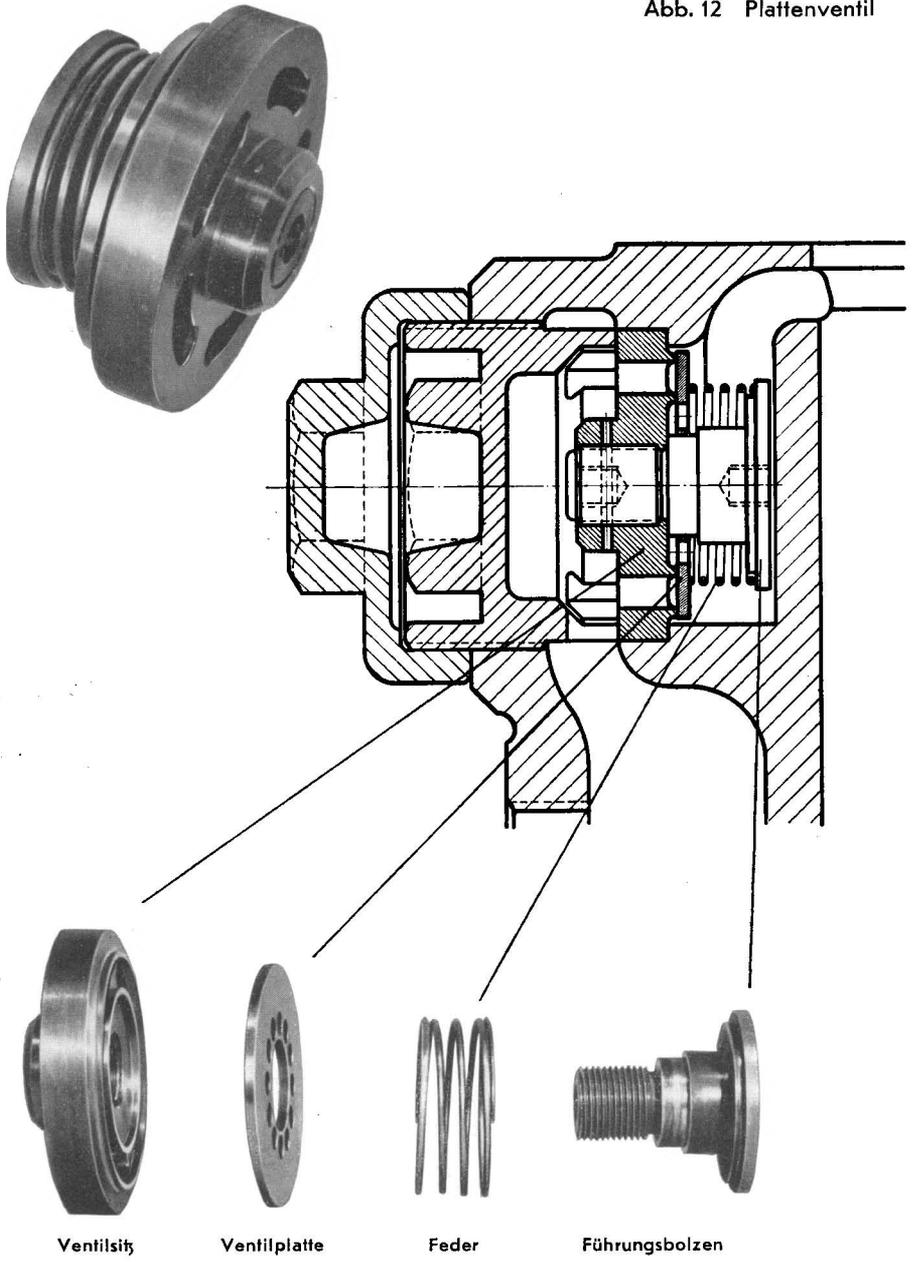
Die P-Steuerung ist bei einstufigen Luftpumpen für Doble-Dampftriebswagen bis zu einem Betriebsdruck im Dampfteil von 100 kg/cm^2 erprobt. Bei der zweistufigen Luftpumpe wird sie für Kesseldrucke bis 30 kg/cm^2 verwendet; sie arbeitet auch bei Heißdampf einwandfrei. Unter allen Belastungen und Betriebsdrucken springt sie zuverlässig augenblicklich an, folgt also aufs Feinste dem Spiel des Pumpendruckreglers und sichert auf diese Weise die Bremsluftbeschaffung.

Schaltbild P-Steuerung
am Ende des Buches

Plattenventile

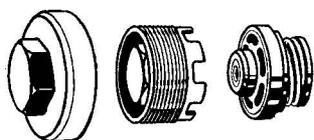
Ein einfaches Ventil, bestehend aus Ventilsitz, Ventilplatte, Feder und Führungsbolzen dient sowohl als Saug-, Mitteldruck- und Hochdruckventil. Es läßt sich leicht zusammenschrauben und wird als fertiges Ganzes eingesetzt. Dient es als Saugventil, dann wird es so eingesetzt, daß die Krone des Druckstücks auf die freie Seite des Ventilsitzes drückt, dient es als Druckventil, dann wird es umgekehrt eingesetzt, so daß das Druckstück die Ventil-

Abb. 12 Plattenventil

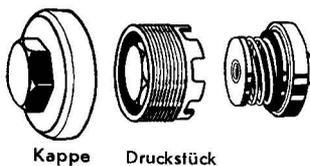


platte mit Feder und Führungsbolzen überdeckt, wie die beiden Bilder Abb. 13 zeigen. An jeder Ventilöffnung des Druckzylinders ist durch die Buchstaben S und D angezeigt, ob das Ventil als Saug- oder Druckventil einzusetzen ist. Eine Kappe dichtet das Ventil nach außen ab. Die Austauschbarkeit der Ventile verringert die Lagerhaltung für Ersatzteile wesentlich.

Abb. 13
Einbau eines Plattenventils
als Saugventil

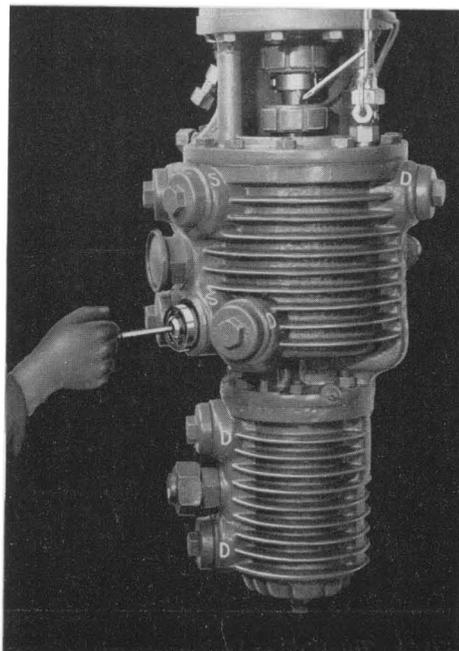


als Druckventil



Kappe

Druckstück



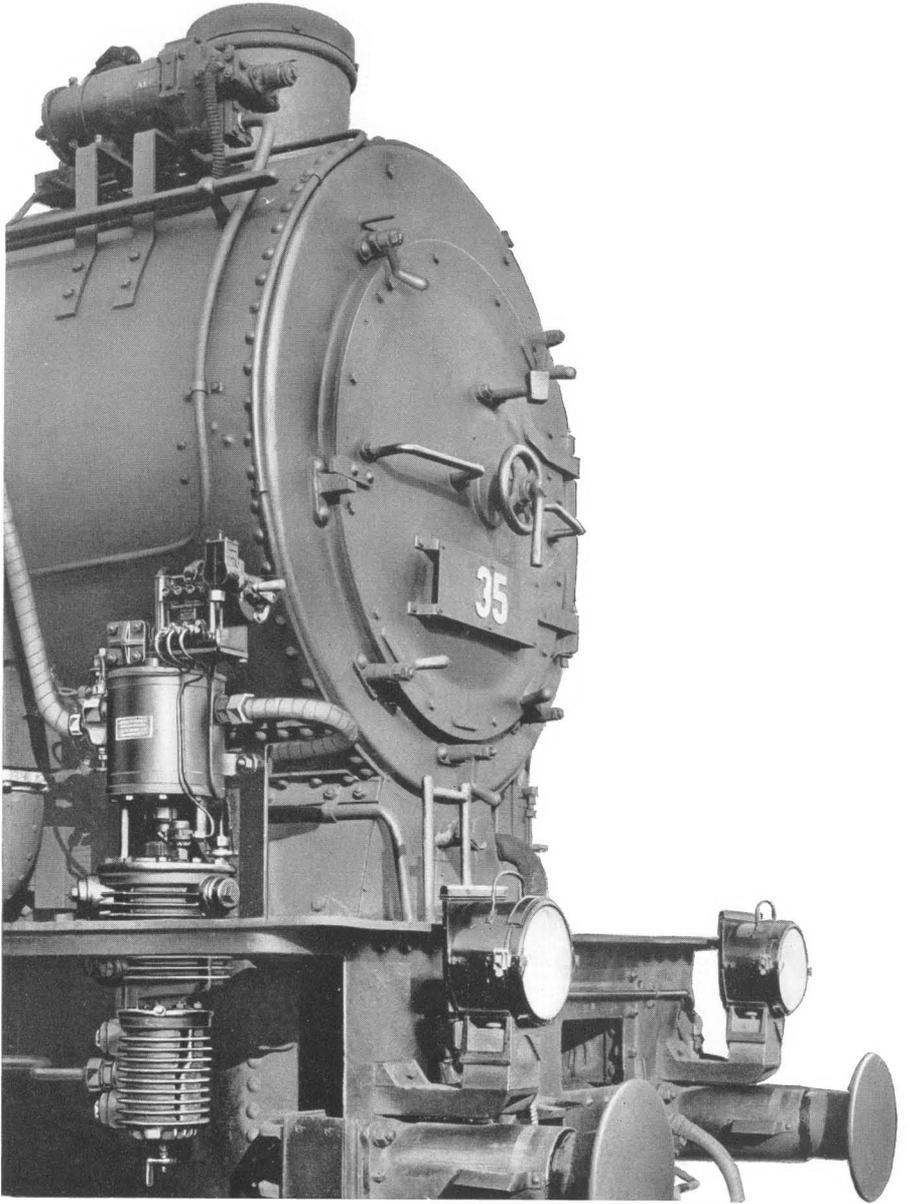


Bild 14 Zweistufige Luftpumpe mit P-Steuerung an einer Güterzuglokomotive

Bild 15



Einstufige Knorr-DampfLuftpumpe mit P-Steuerung für Dampftriebwagen

In gleicher Ausführung wie die beschriebene zweistufige Luftpumpe mit P-Steuerung und Plattenventilen wird auch eine einstufige Luftpumpe gebaut, die eigens für Dampftriebwagen entwickelt wurde. Die P-Steuerung ist für Drucke bis 100 kg/cm^2 erprobt, der Dampfzylinder arbeitet unter gleichen Kesseldrucken. Das Luftteil ist verwendbar zu Verdichtungen bis 10 kg/cm^2 .

Die Luftleistung der einstufigen Pumpe beträgt bis zu 680 l/min entspannter Luft. Sie wird verdichtet auf 8 kg/cm^2 . Bei einer mittleren Leistung von 450 l/min beträgt der Luftliefergrad etwa 70% und der Dampfverbrauch $6,5 \text{ kg je m}^3$ geförderter entspannter Luft, wenn die Dampftemperatur etwa 330° ist.

Die einstufige Luftpumpe ist 890 mm hoch und wiegt insgesamt nur 110 kg .

Außerdem wird eine etwas kleinere einstufige Luftpumpe gebaut für eine Leistung bis zu 200 l/min . Das Gewicht dieser Pumpe beträgt etwa 95 kg , die Bauhöhe 800 mm .

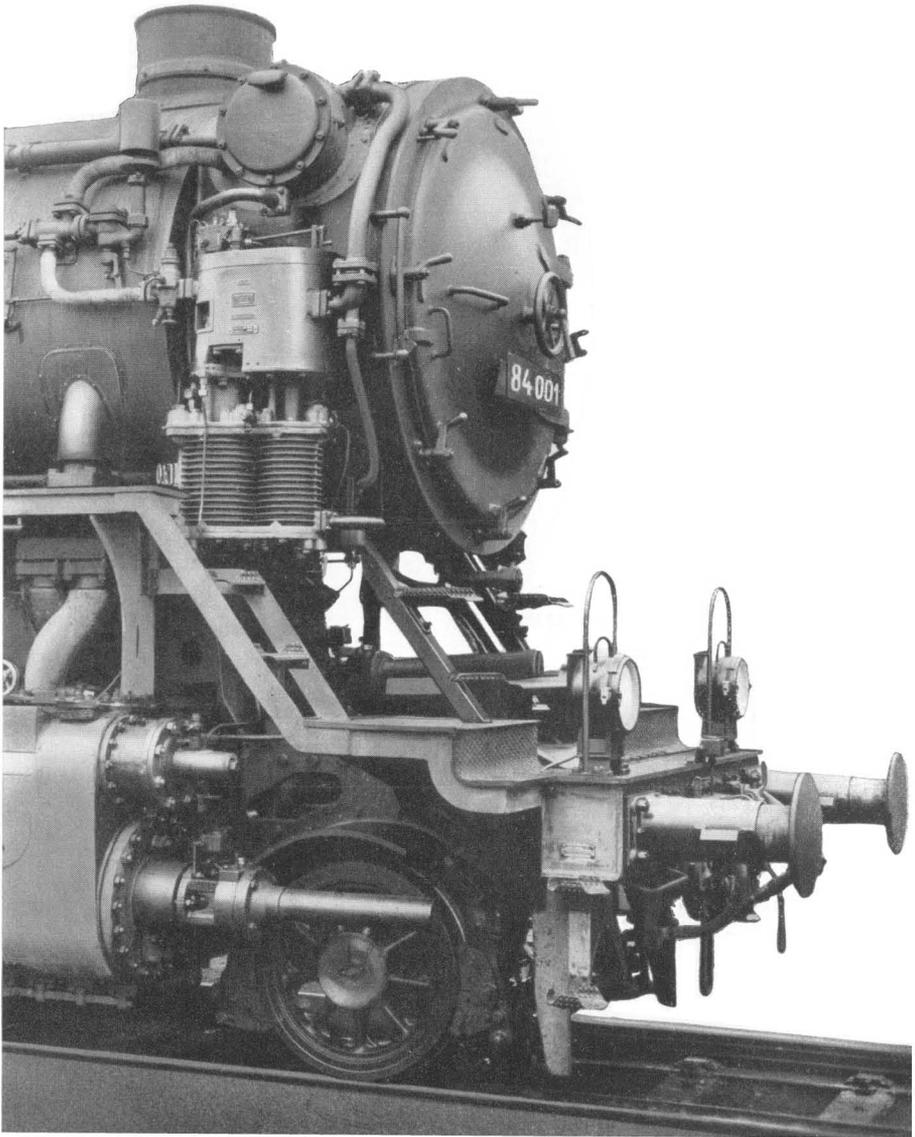


Abb. 16 Doppelverbund-Luftpumpe an einer Heißdampf-Tenderlokomotive

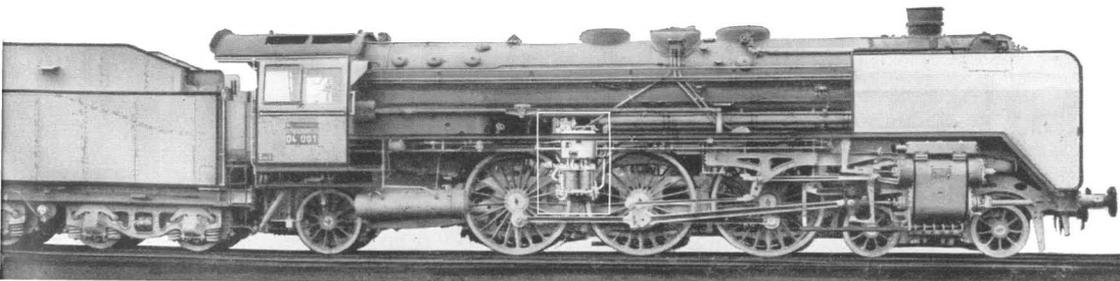
Doppelverbund-Luftpumpe

Bauart Nielebock-Knorr

Die seit 1924 bewährte Doppelverbund-Luftpumpe ist die leistungsfähigste der gebräuchlichen Lokomotiv-Luftpumpen. Sie verdichtet auf 8 kg/cm^2 Gegendruck auf der Luftseite bei 12 kg/cm^2 Dampfspannung und 90 Doppelhüben in der Minute etwa 3 m^3 geförderte entspannte Luft. Der Dampfverbrauch beträgt bei mittlerer Leistung etwa $3,5 \text{ kg}$ für 1 m^3 entspannter Luft. Die Pumpe kann auch noch bei 8 kg/cm^2 Dampfkesseldruck den Hauptluftbehälter mit Druckluft von 8 kg/cm^2 Spannung auffüllen.

„Doppelverbund“ besagt, daß sowohl Dampfteil als auch Luftteil dieser schwungradlosen Pumpe in Verbund arbeiten: der Triebdampf wird in einem Hochdruck- und in einem Niederdruck-Dampfzylinder ausgenützt, — die Luft wird in einem Niederdruck- und in einem Hochdruck-Luftzylinder verdichtet.

Die Doppelverbund-Luftpumpe ist gedungen gebaut; sie wird an der Führerseite der Lokomotive entweder am Langkessel oder am Lokomotivrahmen oder an der Rauchkammer aufgehängt. Die Pumpe wiegt 553 kg .



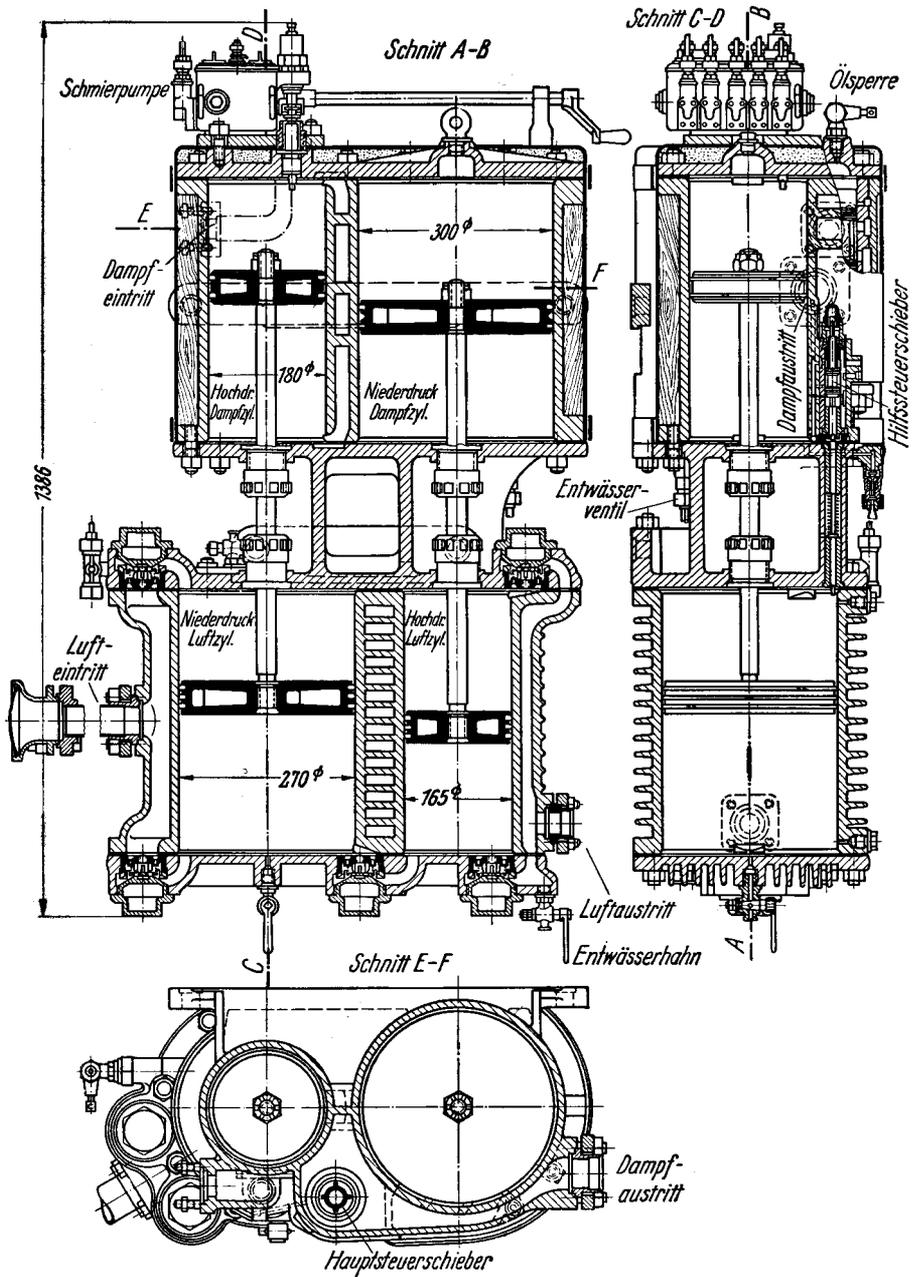


Abb. 17 Doppelverbund-Luftpumpe Bauart Nielebock-Knorr

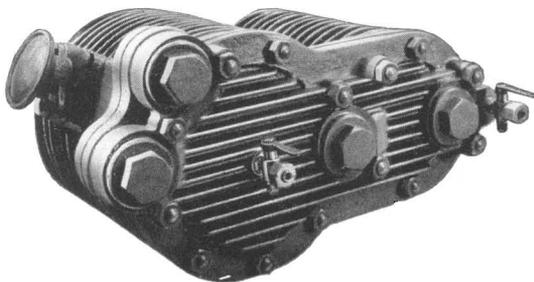
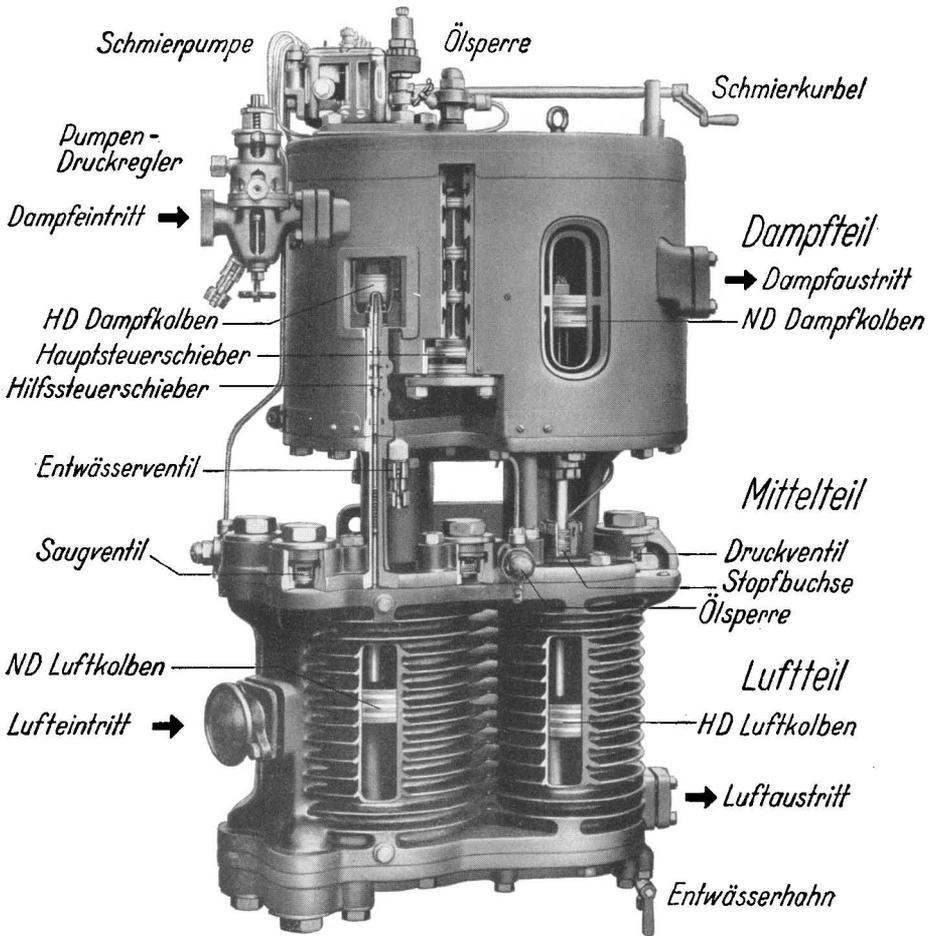


Abb. 18 Geschnittene Doppelverbund-Luftpumpe Bauart Nielebock-Knorr

Grundanordnung der Doppelverbund-Luftpumpe

Wie die Abbildungen auf Seite 30 und 31 zeigen, besteht die Doppelverbund-Luftpumpe aus drei Teilen:

Dampfteil — Mittelteil — Luftteil.

Das **Dampfteil** enthält in einem Gußstück die beiden nebeneinanderliegenden Dampfzylinder und ist außen zum Schutz gegen Wärmeverlust mit einem Blechmantel verkleidet, der mit Glaswolle oder Holz gefüllt ist.

Ein selbsttätiges Entwässerventil unten an jedem Dampfzylinder läßt das Niederschlagwasser beim Stillstand der Pumpe ab.

Zwischen den beiden Dampfzylindern ist der Hauptschieber der Nielebock-Steuerung, am Hochdruckzylinder der Hilfschieber senkrecht angeordnet.

Frischdampfeintritt und Abdampfaustritt erfolgen seitlich an den Dampfzylindern. Der Abdampf wird, wenn eine Knorr-Vorwärmanlage an der Lokomotive angebaut ist, dem Oberflächenvorwärmer zugeleitet.

Das Dampfteil ist verwendbar für Drucke bis 16 kg/cm^2 . Bei mittlerer Leistung arbeitet die Doppelverbund-Luftpumpe mit 40 bis 50 Doppelhüben je Minute, bei größerer Förderleistung wird die Hubzahl auf 90 bis 100 Doppelhübe gesteigert.

Das **Mittelteil** dient zur Führung der beiden Kolbenstangen. Gleichzeitig bildet es den Boden des Dampfteils und den Deckel des Luftteils. Als Stopfbuchsen werden sich selbsttätig nachstellende Metallpackungen verwendet, die gut dichten.

Im Mittelteil wird außerdem die Stößelstange des Hilfschiebers der Nielebock-Steuerung geführt, die vom Niederdruck-Luftkolben betätigt wird.

Im **Luftteil** sind Niederdruck- und Hochdruck-Luftzylinder in einem Gußstück vereint. Die Luftkanäle sind dank der gegenläufigen Kolbenbewegung einfach geführt. Die Luft wird durch einen mit Sieb versehenen Saugkopf angesaugt. Der Saugkopf ist abnehmbar und kann unter Zwischenschaltung eines Rohrstücks an eine staubgeschützte Stelle der Lokomotive verlegt werden.

Den unteren Abschluß des Luftteils bildet eine abnehmbare Bodenplatte. An ihr sind auch die Entwässerhähne unter dem Niederdruck- und Hochdruck-Luftzylinder angebracht zum Ablassen von Niederschlagwasser, wenn die Pumpe längere Zeit gestanden hat. Kühlrippen an den Luftzylinderwänden und an der Bodenplatte verhüten Heißwerden des Luftteils.

Die Saug- und Druckventile sind im Mittelteil und in der Bodenplatte untergebracht. Über ihre Ausführung und den Einbau unterrichtet Seite 36. Der Luftliefergrad des Luftteils beträgt 85% bei Verdichtung auf 8 kg/cm^2 und mittlerer Pumpenleistung. Das Luftteil ist für eine Endspannung von 10 kg/cm^2 gebaut.

Dampfteil und Luftteil sind mit dem Mittelteil verschraubt. Paßstifte sichern die genaue Führung der Kolbenstangen und Kolben in den Dampf- und Luftzylindern.

Zur Befestigung der Luftpumpe an der Lokomotive dienen waagrechte Leisten, die am Dampfteil und am Mittelteil angegossen sind.

Die Grundanordnung der Doppelverbund-Luftpumpe zeigt ferner die beiden nebeneinander liegenden Arbeitskolbensätze. Auf der linken Kolbenstange ist der Hochdruck-Dampfkolben und der Niederdruck-Luftkolben, auf der rechten Kolbenstange der Niederdruck-Dampfkolben und der Hochdruck-Luftkolben fest verschraubt.

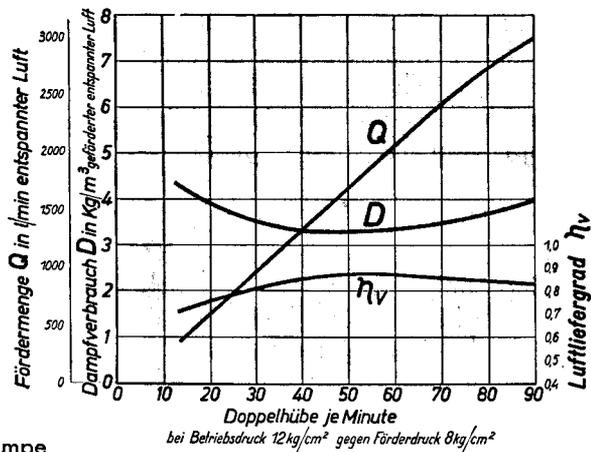


Abb. 19
Dampfverbrauch,
Förderleistung und
Luftliefergrad der
Doppelverbund-Luftpumpe

Schmierpumpe und Ölsperren

Eine Schmierpumpe (Bauart de Limon) mit Stößelantrieb vom Hochdruck-Dampfzylinder aus, führt dem Verbrauch entsprechend fünf Schmierstellen Öl zu: dem Hochdruck-Dampfzylinder (Frischdampfeintritt), den beiden Luftzylindern und den beiden Kolbenstangen. Die Schmierpumpe besteht aus 5, von einer gemeinsamen Welle angetriebenen kleinen Kolbenpumpen, die während des Gangs der Luftpumpe Öl zu den Schmierstellen drücken. Die Schmiermengeneinstellung erfolgt durch Rändelschrauben mit Einstellmarken. Eine Handkurbel dient zum sofortigen Füllen der Leitungen vor dem Anlassen der Luftpumpe. Der Ölbehälter der Schmierpumpe ist unterteilt für Dampfzylinder- und Luftzylinder-Öl.

Neuerdings gibt es auch Knorr-Schmierpumpen mit Druckluftantrieb, bei denen ein Druckluftstoß vom Niederdruckzylinder aus die Ölförderung dem Pumpengang entsprechend bewirkt (Beschreibung Nr. 1121).

Ölsperren in den Schmierleitungen zum Dampfzylinder und zu den beiden Luftzylindern verhindern das Eindringen von Dampf oder Druckluft in die Ölleitung und verhüten ihr Leersaugen. Handschrauben an den Ölsperren dienen zum gelegentlichen Prüfen des Ölstands in den Leitungen.

Nielebock-Steuerung

Die Nielebock-Steuerung gehört zu den halbmechanischen Steuerungen, weil die Hauptschieberbewegung vom Hilfschieber veranlaßt wird, der teils mechanisch vom Niederdruckluftkolben, teils durch Dampf vom Hochdruckzylinder betätigt wird.

Der Hauptsteuerschieber ist ein hohler, oben offener Stufenkolben, dessen Wulste 3 ringförmige Kammern im Schiebergehäuse bilden. Die Zylinderwand des Schieberkopfs ist mit mehreren Bohrungen versehen. Die gußeisernen Kolbenringe für den Schieberschaft haben 55 mm \varnothing , für den Schieberkopf 78 mm \varnothing .

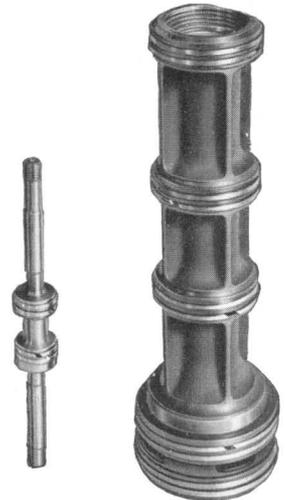


Abb. 20 Hilfs- und Hauptsteuerschieber

Abb. 21
Ausbau
des Hauptschiebers
der Nielebock-Steuerung



Der stählerne Hilfssteuerschieber ist ebenfalls ein Kolbenschieber mit zwei gleichgroßen Kolben; seine Kolbenringe aus Bronze haben 22 mm \varnothing . Die Kolbenschieberstange ist unten etwas dünner als oben. Die mechanische Hilfsschieberbewegung erfolgt durch einen Stößel, der im Pumpenmittelteil geführt wird. Eine Spiralfeder drückt den Stößel ständig abwärts, so daß er dem Niederdruck-Luftkolben bei dessen Abwärtsgang stets unmittelbar folgt. Ein ventilartig wirkender Bund an der Stößelstange verhindert Dampfeintritt in den Niederdruck-Luftzylinder, falls Dampf vom Hilfschieber in den Stößelführungsraum eingedrungen sein sollte.

Haupt- und Hilfschieber lassen sich ausbauen, wenn die Deckel abgenommen sind. Die wiedereingesetzten Kolbenschieber bedürfen keiner Einstellung.

Wirkungsweise der Doppelverbund-Luftpumpe Bauart Nielebock-Knorr

Die Nielebock-Steuerung besteht aus dem Hauptsteuerschieber zwischen den beiden Dampfzylindern und dem Hilfssteuerschieber am Hochdruckdampfzylinder (Abb. 18). Der Hauptschieber ist ein hohler, oben offener Stufenkolben; er bildet durch seine ringförmigen Wulste im Schiebergehäuse drei Verteilkammern. Der Hilfschieber ist ein Kolbenschieber mit zwei gleichgroßen Kolben; er bildet drei Überwachkammern.

Der Hauptsteuerschieber regelt den Fluß von Frischdampf, Verbinderdampf und Abdampf im Hochdruck- und Niederdruckzylinder und bewirkt das gegenläufige Spiel der beiden Arbeitskolbensätze. Entsprechend der Stellung des Hauptsteuerschiebers wird abwechselnd der Raum oberhalb oder unterhalb des Hochdruckkolbens mit Frischdampf beschickt, sind die Räume unterhalb oder oberhalb der Dampfkolben mit Verbinderdampf gefüllt, wird der Raum oberhalb oder unterhalb des Niederdruckkolbens mit dem Auspuff verbunden.

Der Hauptsteuerschieber seinerseits wird vom Hilfsschieber überwacht, der die untere Hauptsteuerkammer abwechselnd mit dem Auspuff verbindet oder mit Frischdampf beschickt und auf diese Weise im Kräftespiel mit dem ständig in die obere Hauptsteuerkammer einströmenden Frischdampf die Hauptschieberbewegung regelt.

Der Hilfssteuerschieber selbst wird vom Niederdruckluftkolben mechanisch in die obere Stellung geschoben und durch Frischdampf in die untere Stellung gedrückt, sobald der Hochdruckdampfkolben vor dem unteren Hubwechsel eine Bohrung überschleift.

Bei der Nielebock-Steuerung löst also der Hilfsschieber die Steuerbewegung des Hauptschiebers aus, der wiederum die Dampfverteilung in den Dampfzylindern regelt.

Auch das Luftteil arbeitet zweistufig: die im Niederdruckluftzylinder angesaugte Frischluft wird auf eine Stufe verdichtet in den Hochdruckzylinder gedrückt und dort weiter verdichtet zum Hauptluftbehälter geprefßt.

Luftventile

Bei der Doppelverbund-Luftpumpe werden gleiche Luftventile für Niederdruck, Mitteldruck und Hochdruck verwendet und auch in gleicher Weise eingebaut. Die Saug- oder Druckwirkung ein und desselben Ventils ergibt sich aus der Luftkanalführung. Die Ventile liegen einerseits in dem vom Mittelteil gebildeten Deckel, anderseits in der Bodenplatte des Luftteils.

Es gibt zwei Ventilausführungen, wie die Schnittbilder und Einzelteile Seite 37 zeigen.

Abb. 22
Luffventil, alte Ausführung
 bestehend aus Kappe mit Federhalter, Feder,
 Ventilplatte und Ventilsiß

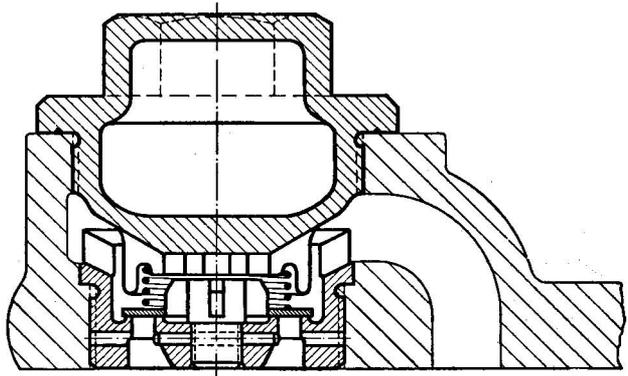
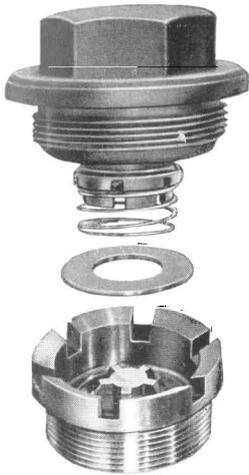
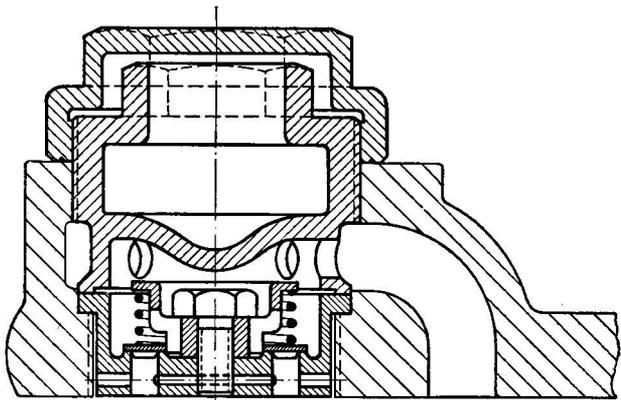
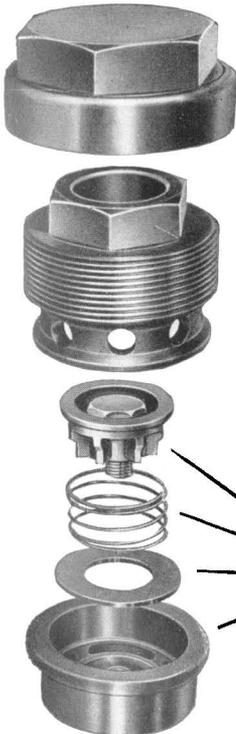


Abb. 23
Luffventil, neue Ausführung
 bestehend aus Kappe, Druckstück und zusammengebautem Ventil



Das aus Federhalter mit Schraube,
 Feder, Ventilplatte und Ventilsiß
 bestehende Ventil wird als fertiges
 Ganzes eingesetzt.

Beim älteren Ventil (Abb. 22) werden die Teile nacheinander eingelegt bzw. eingeschraubt: Ventilsitz (mit Gewinde), Ventilplatte, Feder, Kappe mit Federhalter. Beim Aufschrauben der Kappe muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß Feder und Platte richtig liegen, weil das Ventil sonst nicht einwandfrei arbeitet.

Beim neueren Ventil (Abb. 23) sind Ventilsitz, Ventilplatte, Feder und Federhalter mit Schraube schon vor dem Einbau zu einem fertigen Ganzen zusammengefügt, sodaß das eigentliche Ventil in dieser Form mühlos eingelegt werden kann und keine Betriebsstörungen durch unsachgemäßen Einbau ergibt. Ein besonderes Druckstück, das eingeschraubt wird, hält das Ventil fest, die aufgeschraubte Kappe dichtet nach außen ab.

Neue Ventile können ohne weiteres statt der alten eingesetzt werden; die alten Ventilsitzgewinde im Gehäuse brauchen nicht entfernt werden, sie stören nicht.

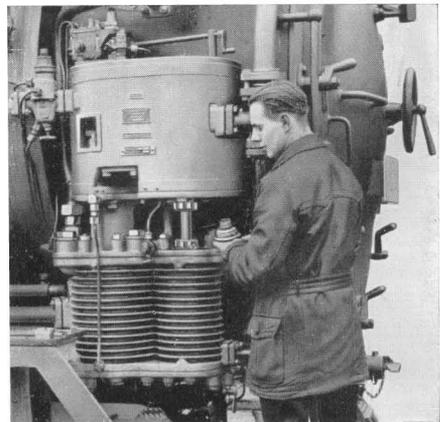


Abb. 24
Einbau eines neuen Luftventils

Doppelverbund-Luftpumpe Bauart Knorr mit P-Steuerung und Plattenventilen

Die Grundanordnung der Knorr Doppelverbund-Luftpumpe ist die gleiche wie die der vorher beschriebenen Doppel-Verbund-luftpumpe Bauart Nielebock-Knorr.

Zwischen den beiden Dampfzylindern ist der Hauptschieber der P-Steuerung senkrecht angeordnet. Der Hilfsschieber ist im Steuerungskopf auf dem Dampfzylinderdeckel untergebracht. Beide Schieber sind leicht zugänglich. Die einfache gestänge- und gelenklose P-Steuerung arbeitet unbedingt betriebssicher.

Wirkungsweise der Doppelverbund-Luftpumpe mit P-Steuerung

Die Wirkungsweise der Doppelverbund-Luftpumpe beruht auf dem gegenläufigen Spiel der beiden nebeneinander liegenden Arbeitskolbensätze.

Der Frischdampf strömt über die P-Steuerung in den Hochdruck-Dampfzylinder und beaufschlagt den Dampfkolben bald von oben, bald von unten. Dann wird der Frischdampf zum Niederdruck-Dampfzylinder weitergeleitet, entspannt sich und verrichtet darin die gleiche kolbentreibende Arbeit, bis er schließlich als Abdampf über die P-Steuerung aus der Pumpe entweicht.

Die Luft wird zunächst über Saugventile in den großen Niederdruck-Luftzylinder gesaugt, dort vorverdichtet über Druckventile in den kleineren Hochdruckzylinder gedrückt und von da auf den Enddruck verdichtet in den Hauptluftbehälter gepreßt. Die einzelnen Stufen der Luftverdichtung zeigt Abb. 25.

Beim Aufwärtsgang des Kolbensatzes I saugt der Niederdruck-luftkolben freie Luft in den Zylinderraum LNu und drückt die zuvor

in LNo eingesaugte Luft verdichtet nach LHo, während gleichzeitig beim Abwärtsgang des Kolbensatzes II die vorverdichtete Luft in LHu vom Hochdruckluftkolben auf den Enddruck verdichtet in den Hauptluftbehälter gepreßt wird.

Beim Abwärtsgang des Kolbensatzes I und Aufwärtsgang des Kolbensatzes II ist die Verdichtung entsprechend, jedoch in umgekehrter Folge.

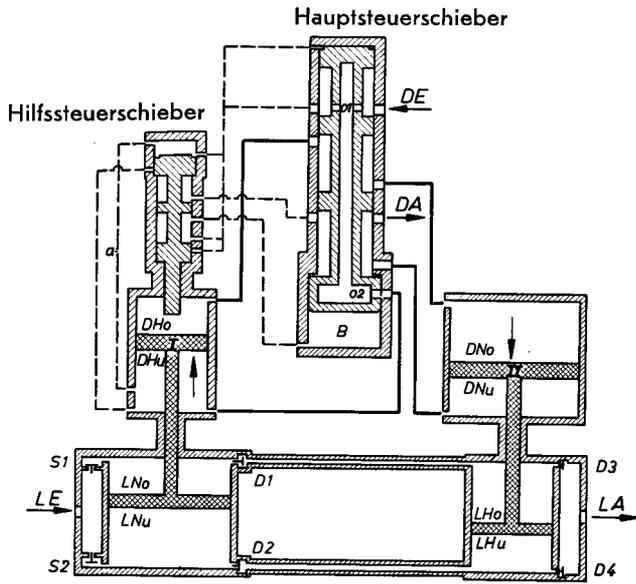
Sowohl beim Aufwärts- wie beim Abwärtsgang jedes Kolbensatzes wird also Luft gleichzeitig angesaugt und verdichtet. Das Luftteil arbeitet also zweistufig: die im Niederdruckluftzylinder angesaugte Frischluft wird auf eine Stufe verdichtet in den Hochdruckzylinder gedrückt und von dort weiter verdichtet zum Hauptluftbehälter gepreßt.

Wirkungsweise der P-Steuerung für Doppelverbund-Luftpumpe

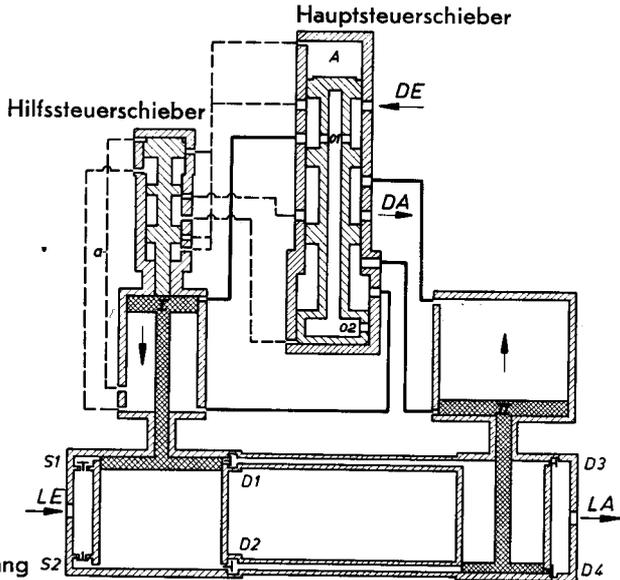
Die P-Steuerung besteht aus getrennt angeordnetem Haupt- und Hilfsschieber. Beides sind Kolbenschieber, an deren Mantel durch ringförmige Wulste Verteilkammern gebildet werden. In das Innere des Hauptschiebers führen die Bohrungen $\sigma 1$ und $\sigma 2$. Die zylindrischen Räume an den Stirnenden der Gehäuse sind die Steuerkammern.

Beim Aufwärtsgang schiebt der Hochdruckdampfkolben I den Hilfsschieber nach oben, unterbricht dadurch die über den Hilfsschieber gehende Frischdampfzufuhr zur unteren Hauptsteuerkammer, der Hauptschieber steuert um und ändert die Dampfverteilung für den oberen Hubwechsel des Hochdruckdampfkolbens und den unteren Hubwechsel des Niederdruckdampfkolbens II.

Beim Abwärtsgang überschleift der Hochdruckdampfkolben eine Steuerleitung a, wodurch der Hilfsschieber mit Frischdampf beaufschlagt wird, nach unten steuert, die Dampfzufuhr zum Hauptschieber ändert, der umsteuert und die Dampfverteilung für den unteren Hubwechsel des Hochdruckdampfkolbens und den oberen Hubwechsel des Niederdruckdampfkolbens vollzieht.



Kolbensatz I
beim Aufwärtsgang



Kolbensatz I
beim Abwärtsgang

Abb. 25 Wirkweise der Doppelverbund-Luftpumpe mit P-Steuerung

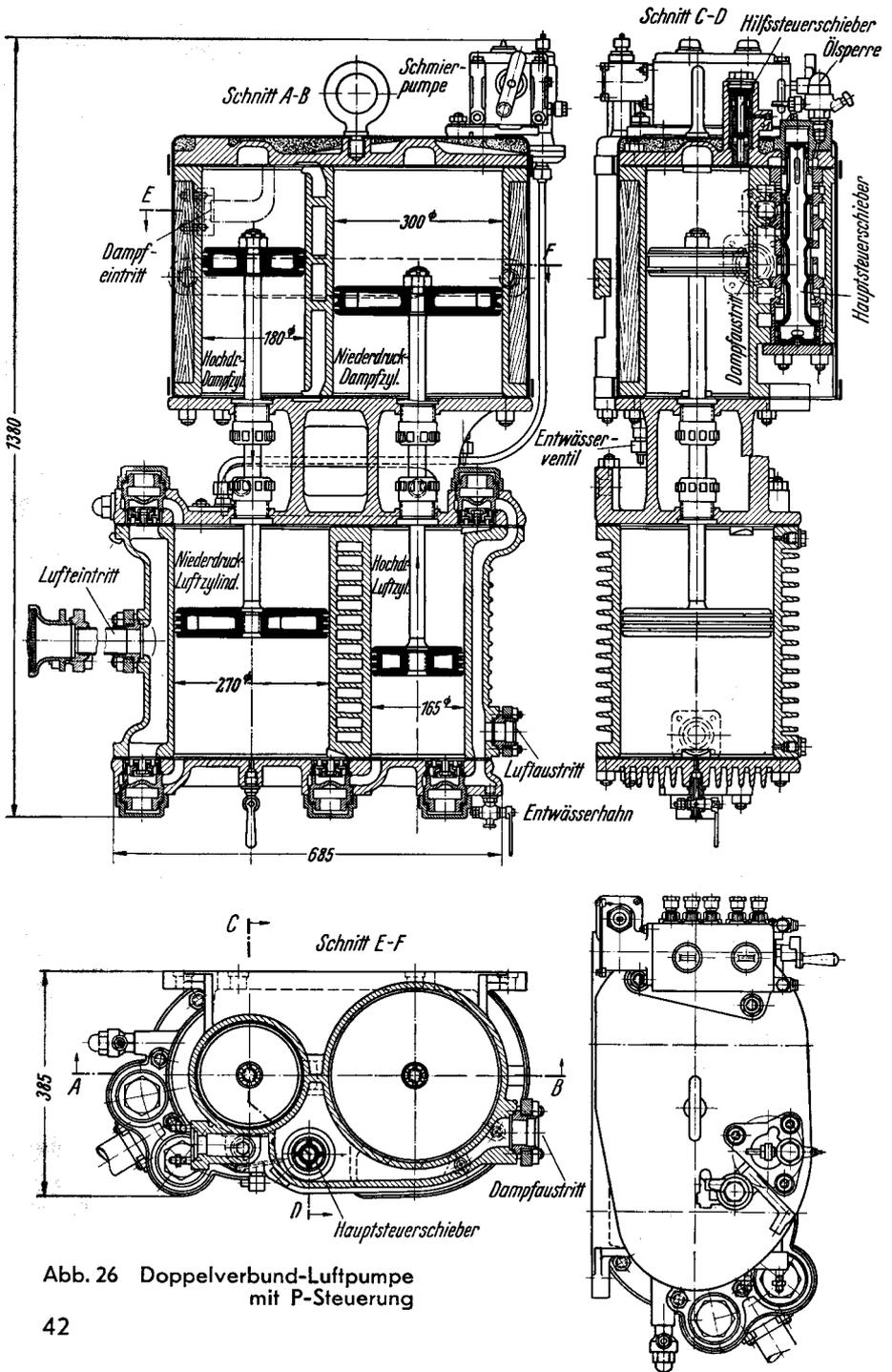


Abb. 26 Doppelverbund-Luftpumpe mit P-Steuerung

P-Steuerung der Doppelverbund- Luftpumpe

DRP und Auslandspatente

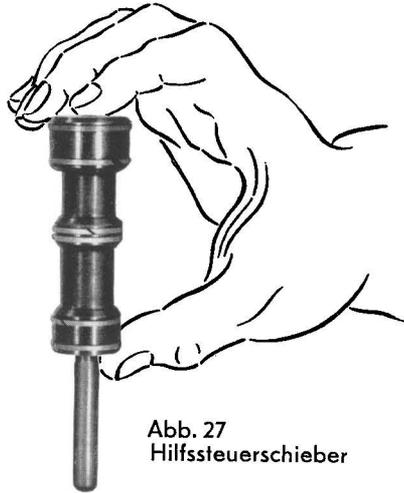


Abb. 27
Hilfssteuerschieber

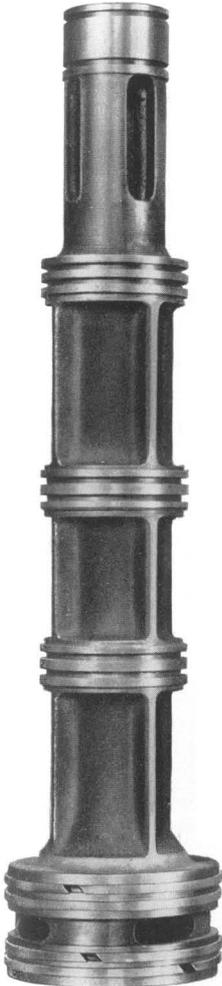


Abb. 28
Hauptsteuerschieber

Die P-Steuerung gehört wie die bisher gebräuchliche Nielebock-Steuerung zu den halbmechanischen Steuerungen, bei denen die Hauptschieberbewegung vom Hilfschieber veranlaßt wird. Der Hilfschieber der P-Steuerung wird teils mechanisch vom Hochdruckdampfkolben, teils durch Dampf vom Hochdruckzylinder betätigt.

Haupt- und Hilfschieber sind Kolbenschieber. Der Hauptschieber ist ein Hohlkörper aus Gußeisen mit geschlossenen Stirnseiten (Abb. 28). Seine Wulste bilden vier ringförmige Kammern in der Schieberbuchse. Die Zylinderwand des Schieberkopfs ist mit mehreren Bohrungen versehen. Die gußeisernen Kolbenringe für den Schieberschaft haben 55 mm \varnothing , für den Schieberkopf 70 mm \varnothing , für den Dämpfkolben 40 mm \varnothing .

Der stählerne Hilfschieber ist bruchsicher und verschleißfest. Seine Kolbenringe (26 und 32 mm \varnothing) sind aus Gußeisen.

Die P-Hilfssteuerung wird als Einheitssteuerung für Lokomotiv-Luft- und Speisepumpen gebaut und bringt daher mancherlei Vorteile, wie aus Seite 45 zu ersehen.

Hauptschieber und Hilfsschieber stehen senkrecht in Richtung der Pumpenachse; sie laufen in einteiligen gußeisernen Buchsen.

Der Hauptschieber wird an den Stirnseiten mit Frischdampf beaufschlagt, seine Anlaufflächen liegen also außen, sodass der Schieber nur auf Druck beansprucht wird. Die kleine Stirnkammer A im Schiebergehäuse wird ständig mit Frischdampf, die große Stirnkammer B abwechselnd mit Frischdampf und Abdampf beaufschlagt. Der Frischdampf tritt über und durch den Hauptschieber ein, der Abdampf umspült den Hauptschieber nur außen in einer Verteilkammer und entweicht seitlich. Die Hauptschieberbewegung wird in beiden Richtungen gut gedämpft.

Der Hilfsschieber wird vom Hochdruck-Dampfkolben bei dessen oberem Hubwechsel mitgenommen und aufwärts geschoben, beim unteren Hubwechsel mit Frischdampf beaufschlagt, abwärts gedrückt und gedämpft abgefangen. Die auf den Hilfsschieber wirkenden Rückstell- und Haltekräfte sind so groß, daß auch bei abgenützten Kolbenringen die Betriebssicherheit nicht leidet.

Der Hauptschieber liegt zwischen den beiden Dampfzylindern und ist nach Abnahme des Deckels mit einer Handschraube nach unten herausziehbar (Abb. 29). Der Hilfsschieber ist im Steuerungskopf untergebracht und läßt sich ebenfalls bequem ausbauen. Nach dem Wiedereinsetzen der Schieber ist besonderes Einstellen der Steuerung nicht erforderlich.

Unter allen Belastungen und Betriebsdrücken springt die gestängellose P-Steuerung zuverlässig augenblicklich an, folgt also aufs Feinste dem Spiel des Pumpendruckreglers und sichert auf diese Weise die Bremsluftbeschaffung.

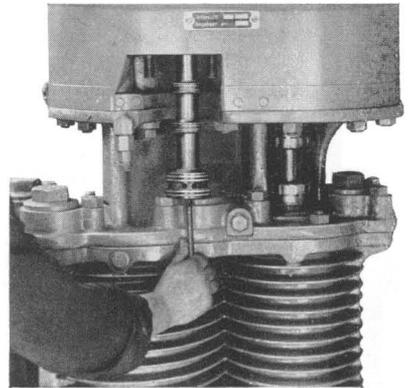


Abb. 29
Ausbau des P-Hauptsteuerschiebers

P-Steuerung

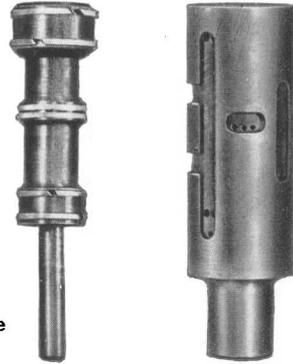
für Dampflokomotiv- Luft- und Speise-Pumpen



Doppelverbund-
Luftpumpe

P-Hilfssteuerung

Hilfsschieber und Buchse



Hauptbestandteil der gestängelosen P-Steuerung ist der Hilfsschieber, weil er zuverlässig die Umsteuerung des Hauptschiebers überwacht.

Bei den verschiedenen Ausführungsformen der P-Steuerung für einstufige, zweistufige und Doppelverbund-Luftpumpen sowie für einstufige und zweistufige Speisepumpen, wird stets die gleiche Hilfssteuerung eingebaut: ein kleiner Kolbenschieber mit Buchse. Nur die Hauptschieber weichen etwas voneinander ab, entsprechend ihren verschiedenen Aufgaben.

Das bedeutet: leichtverständliche, gleichmäßige Grundbauart der P-Steuerung, einheitlich einfache Handhabung beim Ein- und Ausbau der Schieber, knappe Ersatzteilhaltung und Austauschbarkeit.

Verschiedene P-Hauptsteuerschieber



Zweistufige
Luftpumpe



Einstufige Luft-
und Speisepumpe



Verbund-Speisepumpe
KP 2 und KP 3

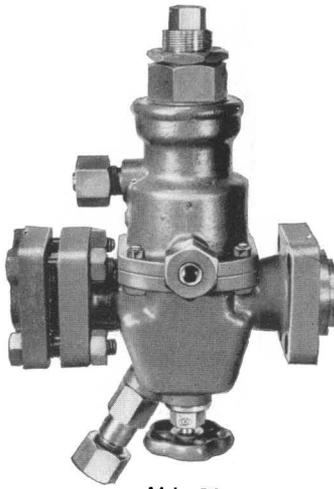
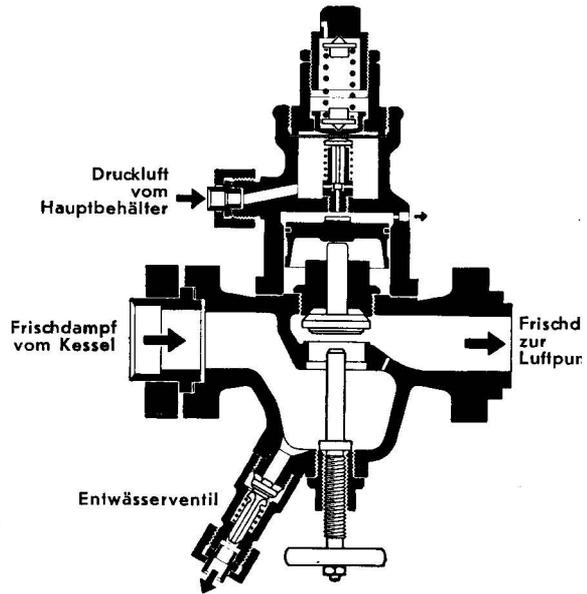


Abb. 30
Pumpendruckregler



Pumpendruckregler

Das Anlassen der Luftpumpe erfolgt vom Führerhaus der Lokomotive aus durch Drehen am Handrad des Pumpenanstellventils. Dann strömt Frischdampf vom Kessel in die Luftpumpe über den an ihrem Hochdruck-Dampfzylinder angeflanschten Pumpendruckregler.

Während des Betriebs wird die Gangart der Luftpumpe durch den Pumpendruckregler bestimmt. Er wird vom Hauptluftbehälter beeinflusst und drosselt die Frischdampfzufuhr, sobald der Druck im Hauptluftbehälter 8 kg/cm^2 erreicht hat; dann bleibt die Luftpumpe stehen. Sinkt der Hauptluftbehälterdruck um $0,3$ bis $0,4 \text{ kg/cm}^2$, dann wird die Frischdampfzufuhr wieder geöffnet und die Pumpe arbeitet von neuem.

Bei abgestellter Pumpe, d. h. bei geschlossenem Anstellventil, läßt das Entwässerventil des Druckreglers selbsttätig Niederschlagwasser abfließen.

Hat sich das Dampfventil des Pumpendruckreglers festgesetzt, dann kann man es durch Drehen des unteren Druckreglerhandrads öffnen.

Motorluftpumpe

Bei den elektrischen Lokomotiven dient zur Erzeugung der für den Bremsbetrieb erforderlichen Druckluft an Stelle der Dampfpumpe eine Motorluftpumpe. Abb. 31, 32 zeigen eine solche Motorluftpumpe, wie sie als Einheitsbauform für die elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn eingeführt ist.

Die Motorluftpumpe VV 224 hat eine Kolbenverdrängung von etwa $135 \text{ m}^3/\text{h}$. Die angesaugte Luft wird auf $8\text{-}10 \text{ kg/cm}^2$ verdichtet. Die Kraftübertragung vom Antriebsmotor geschieht durch Zahnräder, die in Öl laufen. Die vier Zylinder der zweistufig wirkenden Luftpumpe sind zu einem Gußkörper vereinigt; die Druck- und Saugventile sitzen im oberen Deckel. Sämtliche Ventile arbeiten mit Federbelastung. Die aus hochwertigem Stahl geschmiedete Kurbelwelle ruht beiderseits in Rollenlagern. Die Schubstangen sind sowohl für die außen liegenden Niederdruckzylinder als auch für die mittleren Hochdruckzylinder von gleicher Bauart. Die Luftkolben werden mit selbstspannenden Ringen abgedichtet. Die Niederdruckkolben saugen freie Luft an und drücken sie beim Hubwechsel in den Zwischenkühler; von hier tritt die vorgepresste und rück-

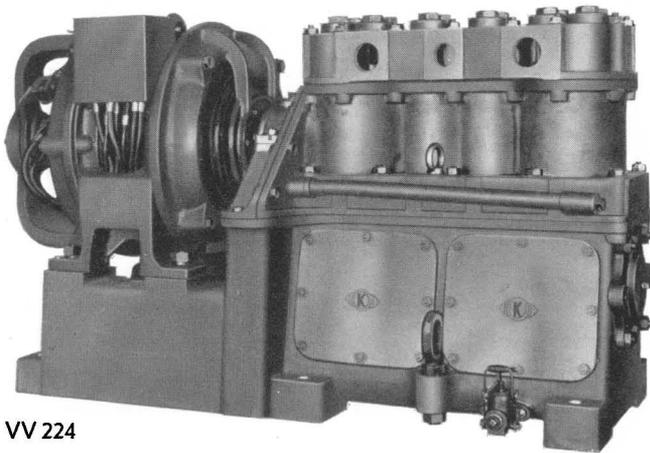


Abb. 31
Motorluftpumpe VV 224

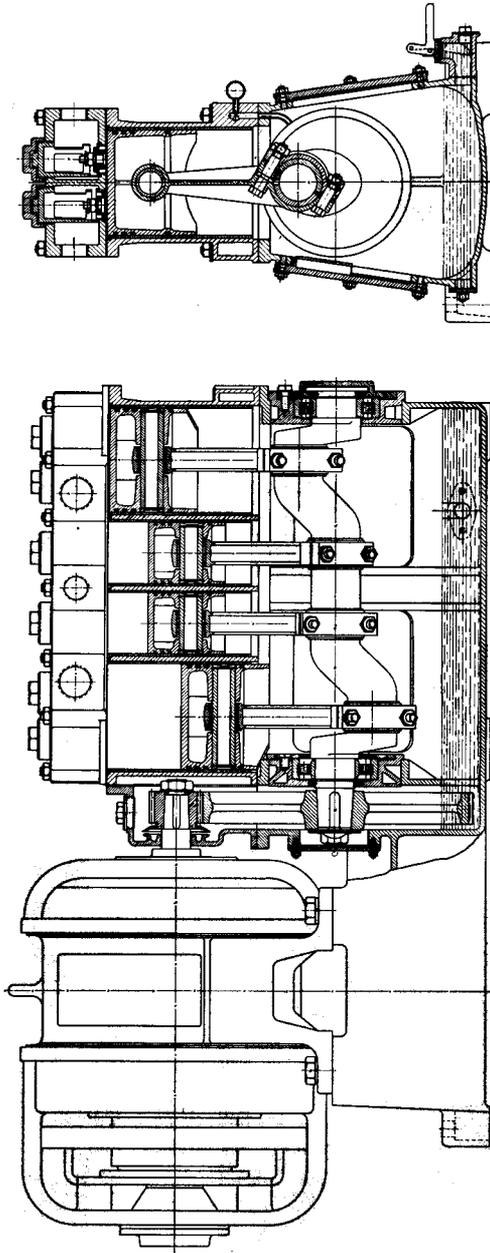


Abb. 32 Motorluftpumpe VV 224

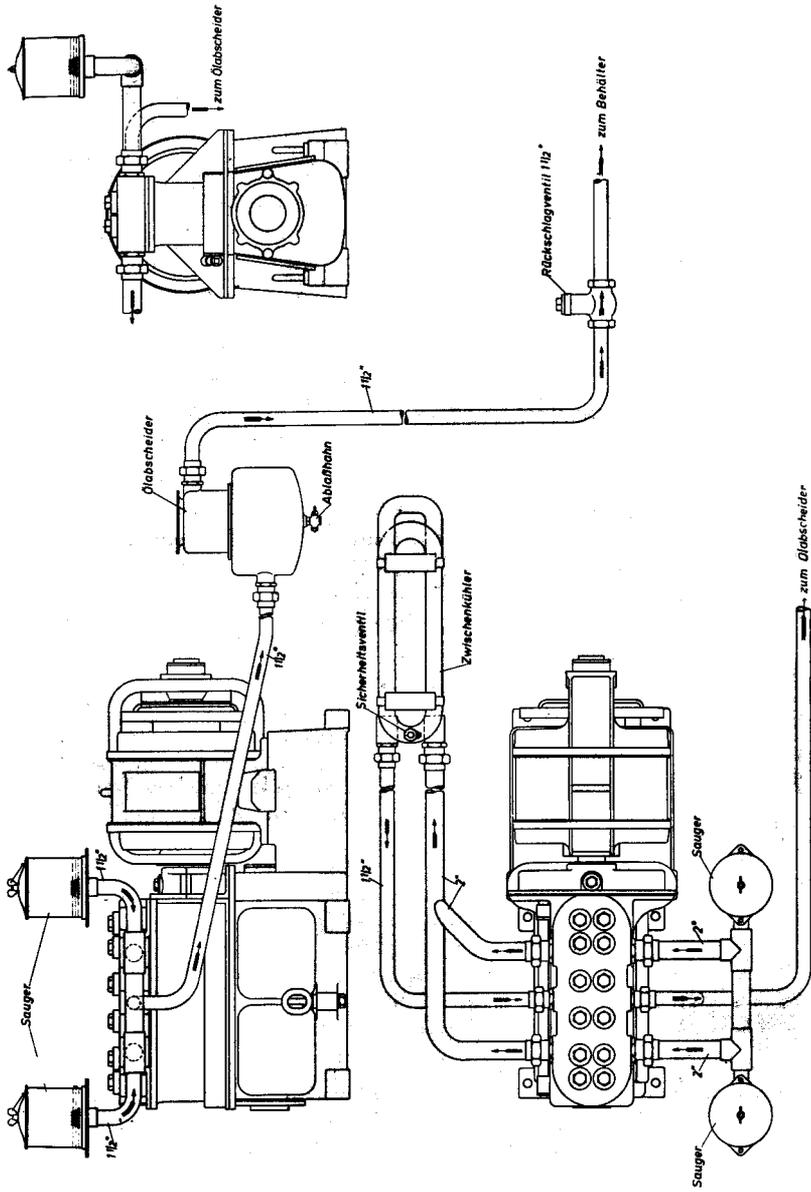


Abb. 33 Schaltplan der Motorluftpumpe VW 224

gekühlte Luft in die Hochdruckzylinder, wird darin weiter verdichtet und gelangt über den Ölabscheider und das Rückschlagventil in den Hauptluftbehälter. Der Ölverrat für die Schmierung des Triebwerks befindet sich unten im Kurbelgehäuse und Zahnradkasten; während des Betriebs hebt das große Zahnrad eine ausreichende Ölmenge daraus empor, die von einem dicht über dem Zahnrad angeordneten Ölfänger in ein längs des Zylindergehäuses verlegtes Rohr abgeleitet wird. Von hier verteilen vier Abzweigrohre den Ölstrom auf die Schubstangenköpfe und in die Schubstangenlager; ein weiterer Teil des Öles wird in die Zylinder geschleudert und schmiert Kolben und Kolbenzapfen, während das überflüssige Öl in das Sammelbecken zurückfließt.

Abb. 33 zeigt den Schaltplan der Motorluftpumpe VV 224. Ihr Einbau soll so erfolgen, daß sie schnell und mühlos ausgebaut und ausgewechselt werden kann, und daß alle der Wartung bedürftigen Teile leicht zugänglich sind. Für gute Lüftung des Aufstellraums ist zu sorgen, um die beim Verdichten an den Zylinderköpfen entstehende Wärme schnell abzuführen.

Zu jeder Motorluftpumpe gehören:

zwei Sauger,	ein Rückschlagventil,
ein Zwischenkühler,	ein selbsttätiger Druckschalter
ein Ölabscheider,	mit Luftfilter und Entlüftbahn.

Zum Reinigen der angesaugten Luft dienen besondere Sauger, deren Instandhaltung sorgsam zu überwachen ist, da sie wesentlich zur Schonung der Luftpumpe beitragen.

Druckschalter für die Motorluftpumpe

Wie bei den DampfLuftpumpen ein selbsttätiger Pumpenregler ständig für ausreichenden Luftvorrat im Hauptluftbehälter sorgt, gehört bei der Ausrüstung elektrischer Lokomotiven zur Motorluftpumpe ein selbsttätiger Druckschalter, der den Gang der Pumpe regelt und stets den Druck im Hauptluftbehälter in den vorgeschriebenen Grenzen hält. Ein solcher Druckschalter schaltet den

Betriebsstrom für den Luftpumpenmotor selbsttätig aus, sobald der Höchstdruck im Hauptluftbehälter erreicht ist und stellt den Motor wieder an, wenn der Mindestdruck unterschritten wird.

Im wesentlichen enthält der Druckschalter einen von Druckluft betätigten Hebelschalter mit reichlich bemessenen Abwälzkontakten und einen die Druckgrenzen überwachenden Reglerteil. Der Schalter ist je nach Zahl der zu unterbrechenden Leitungen ein- oder mehrpolig und wird mit oder ohne magnetische Funkenlöschung gebaut.

Hauptluftbehälter

Der Hauptluftbehälter soll die für den Betrieb der Bremse erforderliche Druckluft aufspeichern und gleichzeitig alle Beimengungen, die den Bremsrichtungen schädlich werden könnten, wie Niederschlagwasser, Öl, Staub usw. zur Abscheidung bringen. Um die Luftfeuchtigkeit zurückzuhalten, muß sich die beim Verdichten erwärmte Luft im Hauptluftbehälter abkühlen; der Behälter ist daher tief und kühl anzuordnen, während alle Rohrleitungen oben an den Behälter anzuschließen sind. Das Druckluft-Entnahmerohr soll entfernt von der Einmündung des Druckluft-Zuleitungsrohrs in den Behälter angeschlossen werden. An der tiefsten Stelle des Hauptluftbehälters ist ein Ablaufhahn vorgesehen, um das Ablassen der Niederschläge zu erleichtern.

Die Größe des Hauptluftbehälters richtet sich nach der Länge der zu befördernden Züge, für nicht zu lange Personenzüge genügt ein Behälter von etwa 400 Liter Inhalt bei einem Höchstdruck von 8 kg/cm². Bei starkem Luftverbrauch wählt man den Behälter größer, für lange Güterzüge ist ein Inhalt von mindestens 800 Liter zu empfehlen. Die Abmessungen des Behälters richten sich naturgemäß nach dem zur Verfügung stehenden Raum; unter Umständen ist der Hauptluftbehälter zu unterteilen. Es empfiehlt sich nicht, einen kleineren Behälter zu wählen und dafür den Druck zu erhöhen, weil beim Einlassen zu hohen Überdrucks in die Hauptluftleitung leicht die Hilfsluftbehälter der vorderen Wagen überfüllt werden und dann Unregelmäßigkeiten durch vorzeitiges Bremsen zu befürchten sind.

Lokomotiv-Bremsausrüstung

für langsamfahrende Güterzug- und Personenzug-Lokomotiven

Nachstehend werden die wichtigsten Einzelteile der Bremsausrüstung für langsamfahrende Lokomotiven Kbr/Ksbr beschrieben.

Schnellfahrende Dampflokomotiven werden mit der Kssbr, elektrische Lokomotiven mit der Hiksbr ausgerüstet, worüber besondere Druckschriften unterrichten.

Die Tender erhalten neuerdings eine Einrichtung, die den Bremskloßdruck nach der Wasserlast regelt und bei Geschwindigkeiten unter 50 km/h auf 75% Abbremsung begrenzt. Diese selbsttätige Tenderlastabbremung wird auf Seite 82 näher beschrieben.

Das nachstehend beschriebene Drehschieber-Führerbremsventil, das für die Bedienung der einlösigigen Bremse geschaffen wurde, erfordert für die Handhabung der mehrlösigigen Bremsen vom Lokführer große Geschicklichkeit. Um den Lokführer zu entlasten, wurde das selbsttätige Führerbremsventil Bauart Knorr entwickelt, das bereits im In- und Ausland zur Anwendung gekommen ist. Darüber unterrichtet die Sonderdruckschrift Nr. 120b.



Abb. 34 Einfachsteuerventil Kbr



Abb. 35 Schnellsteuerventil Ksbr

Drehschieber-Führerbremsventil Nr. 8

für die durchgehende selbsttätige Druckluftbremse des Zuges

Mit dem im Führerstand der Lokomotive angeordneten Führerbremsventil, das einerseits mit dem Hauptluftbehälter, andererseits mit der Hauptluftleitung verbunden ist, kann der Führer je nach der Stellung des Bremshebels und des starr damit verbundenen Drehschiebers Luft in die Hauptluftleitung einlassen, um die Bremsen mit Druckluft aufzufüllen und zu lösen, oder Leitungsluft ins Freie auslassen, wenn die Bremsen angezogen werden sollen.

Dieses Auslassen von Leitungsluft erfolgt bei Betriebsbremsungen nicht unmittelbar am Drehschieber, sondern mittels einer besonderen Ausgleichvorrichtung. Liefße der Führer die Luft unmittelbar aus der Hauptluftleitung aus, so würde eine große Geschicklichkeit dazu gehören, bei wechselnder Zuglänge stets die Luftmenge richtig abzuschätzen, die er für eine bestimmte Bremswirkung auslassen muß. Da indes der Druck in der Hauptluftleitung vorn zunächst schneller sinkt als im hinteren Zugteil und der Luft-

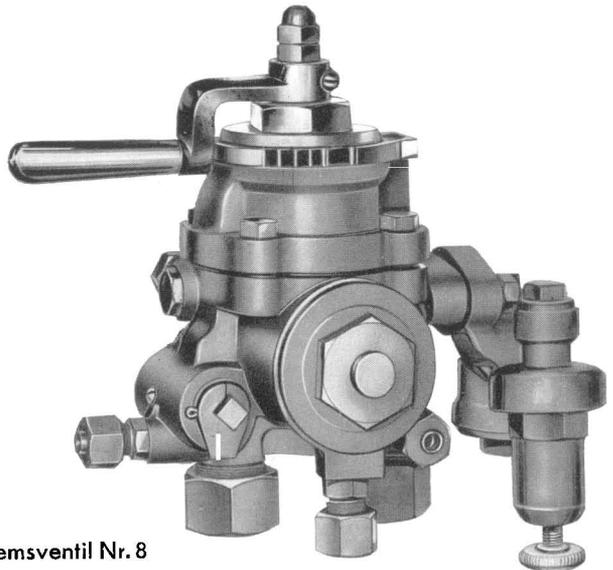


Abb. 36
Drehschieber-Führerbremsventil Nr. 8
Bauart Knorr

auslaß, nach dem Schließen des Führerbremssventils plötzlich unterbrochen wird, könnte die Bremse an den ersten Fahrzeugen infolge der von hinten nach vorn strömenden Luftwelle sich wieder lösen und schädliche Stöße im Zug hervorrufen. Alle diese Schwierigkeiten vermeidet man, wenn der Führer bei Betriebsbremsungen die nötigen Druckminderungen nicht unmittelbar in der Hauptluftleitung hervorrufft, deren Luftinhalt je nach der Länge der Züge wechselt, sondern in einem besonderen Ausgleichbehälter von unveränderlichem Inhalt, sodaß darin jede beliebige Druckminderung schnell und genau ausgeführt werden kann. Jede Druckabnahme im Ausgleichbehälter wird vom Ausgleichkolben sofort selbsttätig auf die Hauptluftleitung übertragen, weil beim Auslassen von Luft aus dem Ausgleichbehälter der in der Leitung verbleibende Überdruck den Ausgleichkolben 15 Abb. 37 nebst Ausgleichschieber 22 nach rechts verschiebt und dadurch den Auslaßkanal so lange offen hält, bis der Druck in der Hauptluftleitung sich im gleichen Maße vermindert hat wie im Ausgleichbehälter. Ist auf beiden Seiten des Ausgleichkolbens Druckausgleich eingetreten, so schließt der Ausgleichschieber die Auslaßöffnung selbsttätig langsam ab und gewährleistet damit eine durchaus gleichförmige Wirkung aller Bremsen im Zug.

Das Führerbremssventilgehäuse (Abb. 37), das bei F an den Hauptluftbehälter, bei E an die Hauptluftleitung angeschlossen ist, enthält im oberen Teil einen Drehschieber 2, dessen Stellungen genau den Stellungen des Handgriffes 4 entsprechen, weil Handgriff und Schieber zwangsläufig mit der Spindel 3 verbunden sind. Unterhalb des Drehschiebers befinden sich der Ausgleichkolben 15 nebst dem Ausgleichschieber 22 und ein Umschalthahn H, mit dem man bei Beschädigungen an der Pumpe oder der Rohrleitung den Hauptluftbehälter absperren kann.

Seitlich angeschlossen an das Führerbremssventil ist ein Schnelldruckregler S, der in der Fahrtstellung den Überdruck des Hauptluftbehälters zurückhält und nur so viel Druckluft in die Hauptluftleitung übertreten läßt, bis darin ein Druck von 5 kg/cm^2 erreicht ist. Am Führerbremssventilgehäuse befinden sich ferner die Rohranschlüsse J zum Ausgleichbehälter und zu den Druckluftmessern B und D, die den jeweiligen Druck in der Hauptluftleitung und in dem Hauptluftbehälter anzeigen.

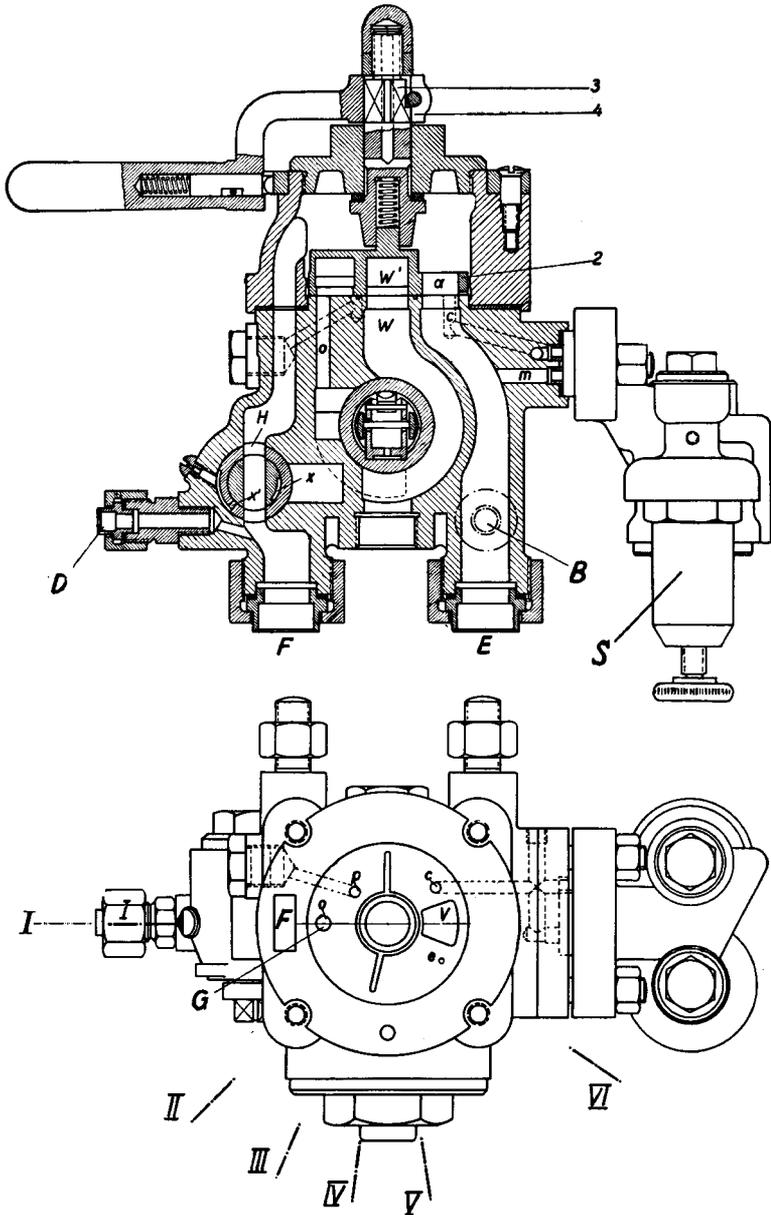
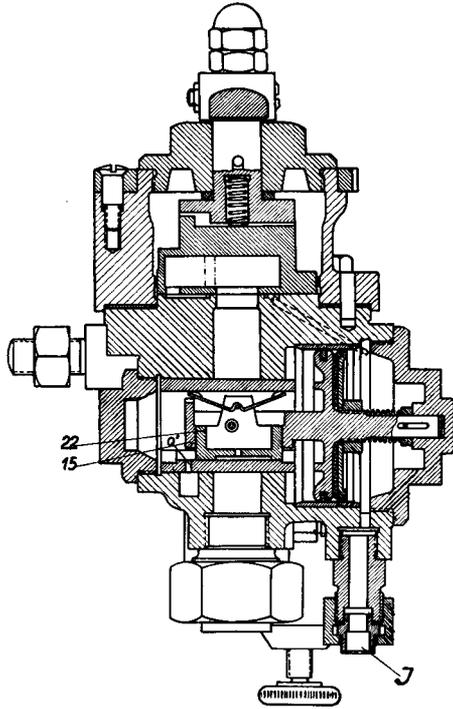
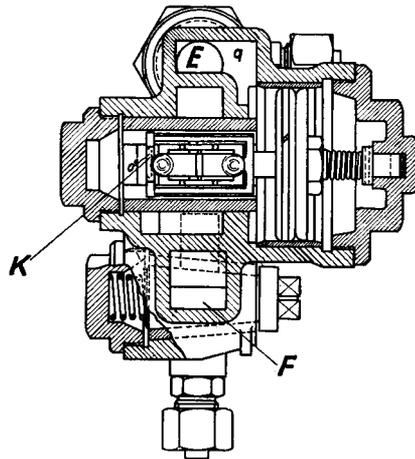


Abb. 37 Drehschieber-Führerbremsventil Nr. 8



- B Luftdruckmesser für Hauptluftleitung
- D Luftdruckmesser für Hauptluftbehälter
- E zur Hauptluftleitung
- F vom Hauptluftbehälter
- G vom Ausgleichschieber
- H Umschalthahn
- J zum Ausgleichbehälter
- K durch den Drehschieber ins Freie
- S Schnelldruckregler
- W zur freien Luft



Stellungen des Drehschieber-Führerbremssventils (Abb. 38)

I Füll- und Lösestellung,

in der die Hauptbehälterluft unmittelbar und ohne Druckminderung über große Querschnitte in die Leitung strömt. Der Bremshebel ist rechtzeitig in die Fahrtstellung zurück zu nehmen, um ein Überladen der Bremse zu vermeiden.

II Fahrtstellung,

in der die Hauptbehälterluft über Kanal c, den Schnelldruckregler, also auf 5 kg/cm^2 ermäßigt, in die Leitung über Kanal m des Führerbremssventils (Abb. 37) tritt. Dies ist die Regellage des Bremshebels bei gelöster Bremse. Darin werden alle kleinen Druckverluste, die stets infolge unvermeidlicher Undichtheiten in der Leitung auftreten, selbsttätig wieder ersetzt, ohne daß die selbsttätige Wirkung der Bremse (bei Zugtrennungen, Betätigung der Notbremse vom Zuge aus usw.) dadurch beeinträchtigt wird.

III Mittelstellung,

in die bei Vorspann der Führer der zweiten Zuglokomotive den Bremshebel zu legen hat. Die Mittelstellung macht einen besonderen Absperrhahn für das Führerventil überflüssig, sie kann auch zum Unterbrechen von Betriebsbremsungen bei mehrlösigen Bremsen benutzt werden.

IV Abschlußstellung,

in der der Führer nach jeder Betriebsbremsung den Bremshebel zurück nimmt.

V Betriebsbremsstellung,

in der der Führer Stufenbremsungen einleitet, und zwar mittelbar über den Luftauslaß aus dem Ausgleichbehälter.

VI Schnellbremsstellung,

in der der Führer durch unmittelbaren Luftauslaß aus der Hauptleitung über große Querschnitte eine Schnellbremsung herbeiführt.

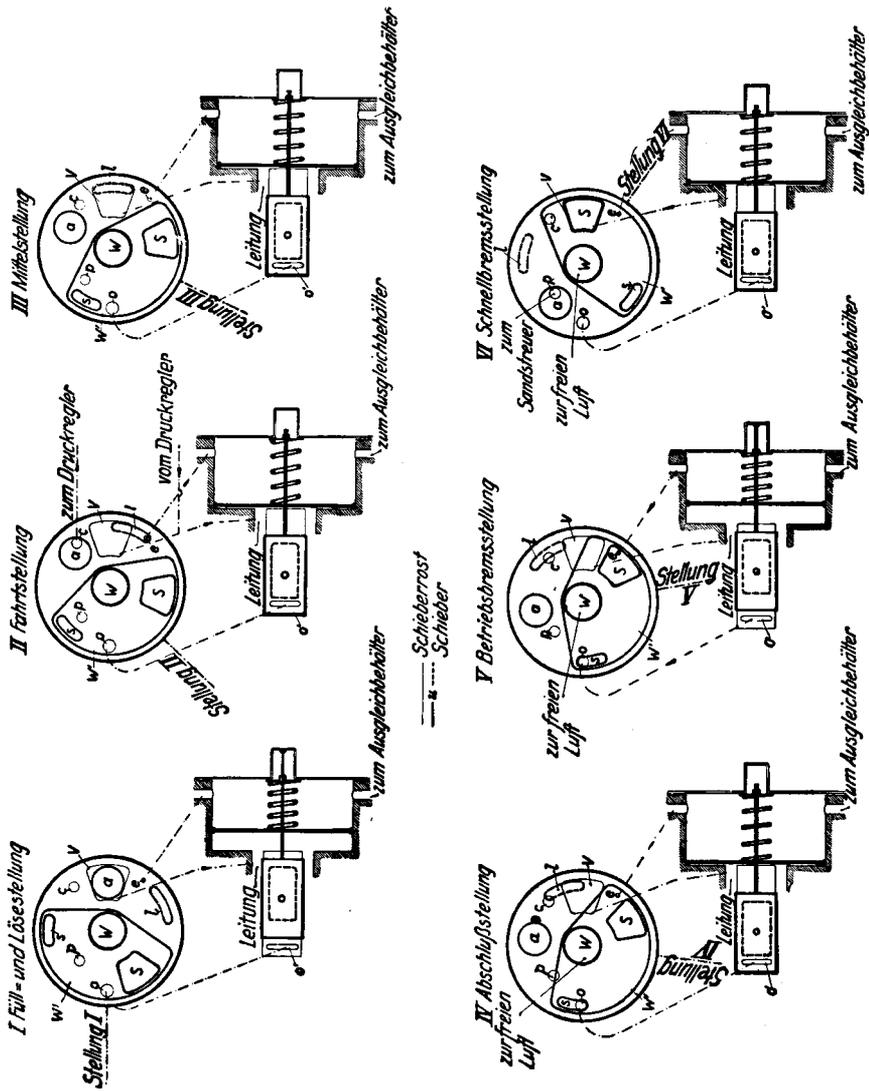


Abb. 38 Schieberstellungen des Drehschieber-Führerbremsventils

Handhabung des Drehschieber-Führerbremsventils

Zum Auffüllen der Bremsen eines Zuges legt man den Führerbremshebel in die Füllstellung I Abb. 37, und zwar so lange, bis der Leitungsdruckmesser den vorgeschriebenen Druck von 5 kg/cm^2 anzeigt und auch beim Zurückdrehen des Bremshebels in die Fahrtstellung II nicht mehr sinkt. Sind in dieser Weise Hauptluftleitung und Behälter aufgefüllt, so ist der Handgriff in die Fahrtstellung II zu drehen und dort während der Fahrt, solange die Bremsen weder angezogen noch gelöst werden, zu belassen.

Bei den gewöhnlichen Betriebsbremsungen zum Regeln der Fahrgeschwindigkeit oder zum Anhalten des Zuges dreht man den Bremshebel über die Abschlußstellung IV hinaus bis zur Betriebsbremsstellung V und läßt dabei so viel Druckluft aus dem Ausgleichbehälter, bis der Druck darin um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$ vermindert ist. Darauf legt man den Bremshebel in die Abschlußstellung IV zurück.

Will man die Bremskraft verstärken, so hat man in derselben Weise den Leitungsdruck wieder zu vermindern. Da indes nach dem ersten Anziehen der Bremsen alle Steuerventile in der Bremsstellung stehen bleiben, so steigert sich die Bremskraft schon beim Auslassen sehr geringer Luftmengen. Die volle Bremswirkung tritt bereits nach einer Druckminderung von etwa $1\frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$ ein, sodafß jedes weitere Auslassen von Leitungsluft zwecklos ist. Zu beachten ist bei diesen stufenweisen Betriebsbremsungen, daß der Handgriff nicht über die Stellung V hinausgedreht wird, da sonst die Schnellwirkung eintreten würde.

In Gefahrenfällen ist der Bremshebel schnell in die äußerste Stellung VI zu drehen. Die Leitungsluft tritt damit unmittelbar ins Freie, und der Druckabfall in der Hauptluftleitung erfolgt so plötzlich, daß eine Schnellbremsung eintritt und der Zug auf kürzestem Wege zum Halten kommt. Infolgedessen dürfen derartige Bremsungen nur in Notfällen, nicht aber bei der Bremsprobe oder beim regelmäßigen Anhalten ausgeführt werden.

Zum Lösen der Bremsen ist der Bremshebel in die Füllstellung I zu bewegen, darin einige Sekunden zu belassen und darauf in die Fahrtstellung II zurückzudrehen. Die plötzliche Erhöhung des Leitungsdrucks in der Füllstellung bewegt die Steuerventilkolben

in die Lösestellung und läßt alle Druckluft aus den Bremszylindern entweichen. Das weitere Auffüllen der Hauptluftleitung und der Hilfsluftbehälter erfolgt zweckmäßig in der Fahrtstellung, damit nicht die Bremseinrichtungen an einzelnen Wagen überladen werden. Sollten sich einige Bremsen infolge zu schnellen Zurücklegens des Führerbremshhebels in die Fahrtstellung wieder anlegen, so ist er nochmals kurz in die Füllstellung zu bringen.

Schnelldruckregler

Der Schnelldruckregler ist eine neuere Ausführung der selbsttätigen Leitungsdruckregler. Er unterscheidet sich von den älteren Leitungsdruckreglern vor allem dadurch, daß das Nachfüllen von Druckluft unabhängig von dem Regler des Leitungsdrucks erfolgt. Infolgedessen vermag er die Hauptluftleitung schneller aufzufüllen

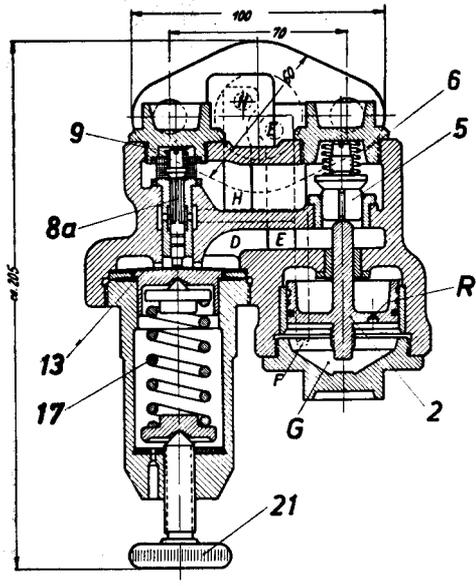


Abb. 39
Schnelldruckregler

als die bisher bekannten Druckregler, und die Bremsen eines Zuges lassen sich schon in der Fahrtstellung des Führerbremventils lösen, also ohne daß der Bremshebel des Führerbremventils außen in der Füllstellung liegen bleiben muß. Ein Überladen der Hauptluftleitung, das häufig das regelmäßige Arbeiten der Zugbremsen stört, läßt sich daher mit diesem Regler leicht vermeiden. Seine Wirkungsweise ist folgende (Abb. 39):

Liegt der Hebel des Führerbremventils in der Fahrtstellung, ehe der volle Betriebsdruck von 5 kg/cm^2 in der Hauptluftleitung erreicht ist, so ist das Regelventil 6a geöffnet. Die bei H zuströmende Druckluft vom Hauptluftbehälter gelangt über das offene Regelventil und den Kanal F unter den Kolben 2, drückt ihn aufwärts und öffnet somit das Füllventil 5. Die Hauptbehälterluft kann nun unmittelbar über große Querschnitte nach der bei E angeschlossenen Hauptluftleitung überströmen und diese schnell auffüllen. Der Leitungsdruck lastet, wie Abb. 39 zeigt, unmittelbar auf der Federplatte 13; solange er noch niedriger ist als der Reglerdruck, drückt die Stellfeder 17 die Federplatte gegen den oberen Anschlag und hält das Regelventil 8a offen. Sobald indes in der Hauptluftleitung der Regeldruck erreicht ist, überwindet er die Spannkraft der Stellfeder 17 und drückt die Federplatte nieder. Infolgedessen schließt sich das Regelventil 8a unter dem Druck der Feder 9 und gleichzeitig auch das Füllventil 5 unter dem Druck der Feder 6, da der Überdruck unter dem Kolben 2 verschwindet; er gleicht sich durch die kleine Bohrung R mit dem Druck über dem Kolben aus.

Bei dem geringsten Druckabfall in der Hauptluftleitung kann die Stellfeder 17 die Federplatte wieder nach oben durchbiegen und das Regelventil 8a öffnen, sodaß sich dasselbe Spiel wiederholt. Der Kolben 2 bewegt sich unter dem Hauptluftbehälterdruck, der über das Regelventil 8a und den Kanal F zur Kammer G gelangt, wieder aufwärts, öffnet das Füllventil 5 und hält es so lange offen, bis in der Leitung wieder der Regeldruck erreicht ist. Sollte es erforderlich werden, die Höhe des Leitungsdrucks anders einzustellen, so verändert man die Spannung der Stellfeder, indem man die Stellschraube 21 entsprechend anzieht oder löst.

Einfachsteuerventil der Kbr für Lokomotiven

Für die Treibrad- und Drehgestellbremsen an Lokomotiven und Triebwagen findet ein Steuerventil ohne Schnellbremswirkung, das sogenannte Einfachsteuerventil, Verwendung. Es stellt die einfachste Bauart eines selbsttätigen Steuerventils für Einkammerbremsen dar; mit ihm kann man stufenweise bremsen, nicht aber stufenweise lösen, es ist also einlösig. Seine kennzeichnenden Einzelteile sind: der Steuerkolben, der Schieber und das Abstufventil.

Der Steuerkolben vermittelt je nach dem Überdruck auf der Leitungs- oder Hilfsluftbehälterseite das Auffüllen, Anziehen und Lösen der Bremse, indem er den Schieber so bewegt, daß dieser beim Bremsen den Hilfsluftbehälter mit dem Bremszylinder, beim Lösen den Bremszylinder mit der Außenluft und gleichzeitig den Hilfsluftbehälter mit der Hauptluftleitung verbindet. Das Abstufventil regelt das stufenweise Bremsen, indem es bei einer bestimmten Druckminderung in der Leitung eine entsprechend begrenzte Menge von Hilfsbehälterluft zum Bremszylinder überleitet.

Die Bremse ist wieder voll betriebsbereit, wenn im Hilfsluftbehälter der Druck von 5kg/cm^2 erreicht ist. Wird wieder gebremst, bevor der Druck auf diese Höhe gestiegen ist, so wird der erreichbare Ausgleichdruck im Hilfsluftbehälter und Bremszylinder kleiner und somit die Bremskraft geringer. Bleibt zwischen wiederholtem Bremsen und Lösen nicht genügend Zeit zum Aufladen des Hilfsluftbehälters, so kann sich die Bremse erschöpfen.

Füll- und Lösestellung (Abb. 40)

Die Druckluft strömt von der Hauptluftleitung beim Anschluß E in das Unterteil 2 des Steuerventils und unter den Kolben 5, treibt diesen nebst dem Steuerschieber 6 und Abstufventil 7 in seine obere Endlage und kann nun über die Füllnut d in der Kolbenbuchse und eine Aussparung f am Kolbenhals in die Schieberkammer und über Anschluß C zum Hilfsluftbehälter gelangen. Hauptluftleitung, Kolbenkammer, Schieberkammer und Hilfsluft-

behälter stehen dann unter Druckluft gleicher Spannung. Das Abstufventil ist geschlossen, der Kanal e im Schieber vom Schieberrost, der Kanal a im Schieberrost vom Schieber abgedeckt, dagegen der Kanal b, der am Anschluß B mit dem Bremszylinder in Verbindung steht, über die Schiebermuschel h mit dem Ausströmkanal c verbunden.

Der Hilfsluftbehälter steht also mit der Hauptluftleitung, der Bremszylinder mit der freien Luft in Verbindung. War eine Bremsung vorausgegangen, so wird der Hilfsluftbehälter wieder aufgefüllt, während die Druckluft aus dem Bremszylinder ins Freie strömt und die Bremse löst.

Bremsstellung (Abb. 41)

Zur Einleitung einer Bremsung läßt der Führer mittels des Führerbremsventils Leitungsluft aus der Leitung aus. Mit dem Leitungsdruck sinkt auch der Druck in der Kolbenkammer, sodaß in der Schieberkammer und im Hilfsluftbehälter ein Überdruck entsteht, weil über die enge Füllnut d nicht so schnell ein Ausgleich zwischen dem Druck oberhalb und unterhalb des Kolbens 5 möglich ist. Der Überdruck über dem Kolben 5 bewegt diesen abwärts, schließt dabei zunächst die Füllnut d und zieht das mit dem Kolben verbundene Abstufventil 7 von seinem Sitz ab, sodaß eine Verbindung zwischen den Bohrungen e und n im Schieber entsteht. Erst nach Überwindung des Spiels zwischen dem Anschlag der Kolbenstange und dem Schieber nimmt der Kolben bei seiner weiteren Abwärtsbewegung auch den Schieber mit. Hat der Kolben 5 seine untere Endlage erreicht, so steht der Kanal e des Schiebers dem Kanal a im Schieberrost gegenüber, während die Kanäle b und c vom Schieber überdeckt sind, die Verbindung des Bremszylinders mit der Außenluft somit unterbrochen ist. Hilfsbehälterluft strömt jetzt über das geöffnete Abstufventil und die Kanäle e und a zum Bremszylinder, solange der Führer die Druckminderung in der Leitung nicht unterbricht oder bis Druckausgleich zwischen Hilfsluftbehälter und Bremszylinder eintritt (etwa $3,5 \text{ kg/cm}^2$), je nach Größe des Bremszylinder-Kolbenhubs. Die Bremse legt sich je nach der Stärke des Druckabfalls mit mehr oder weniger Kraft an.

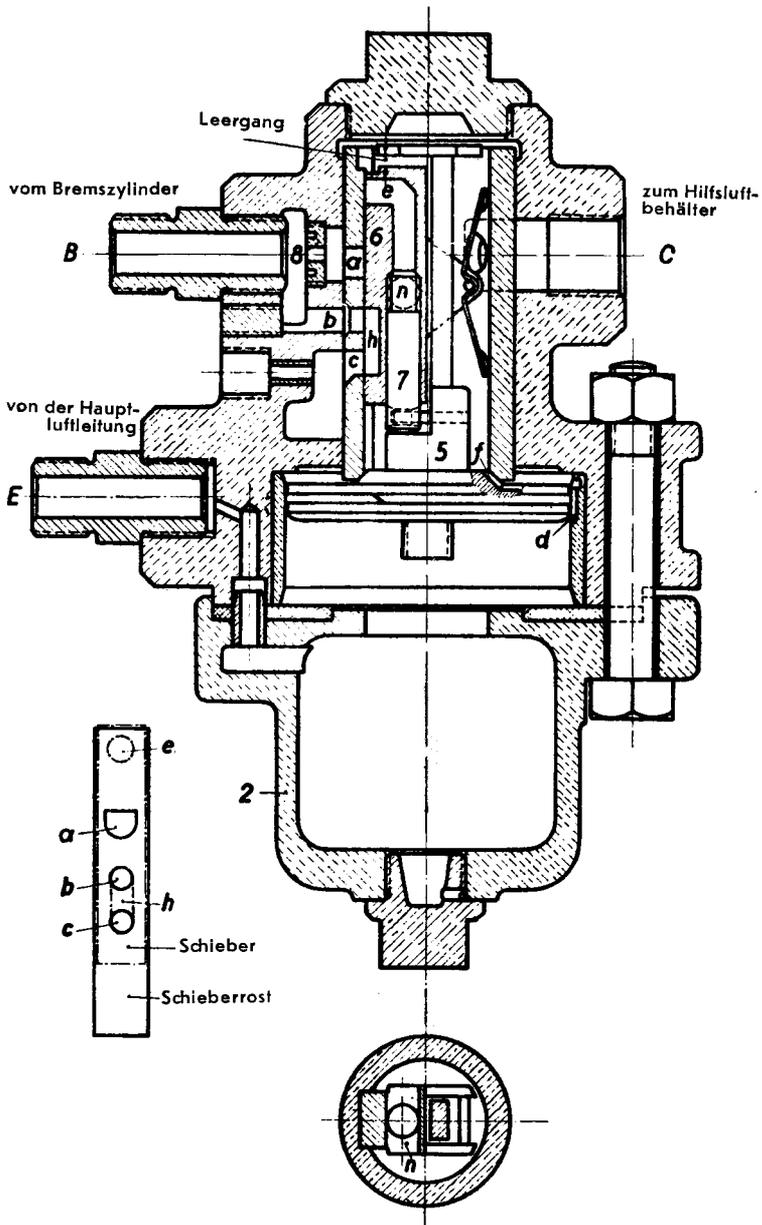
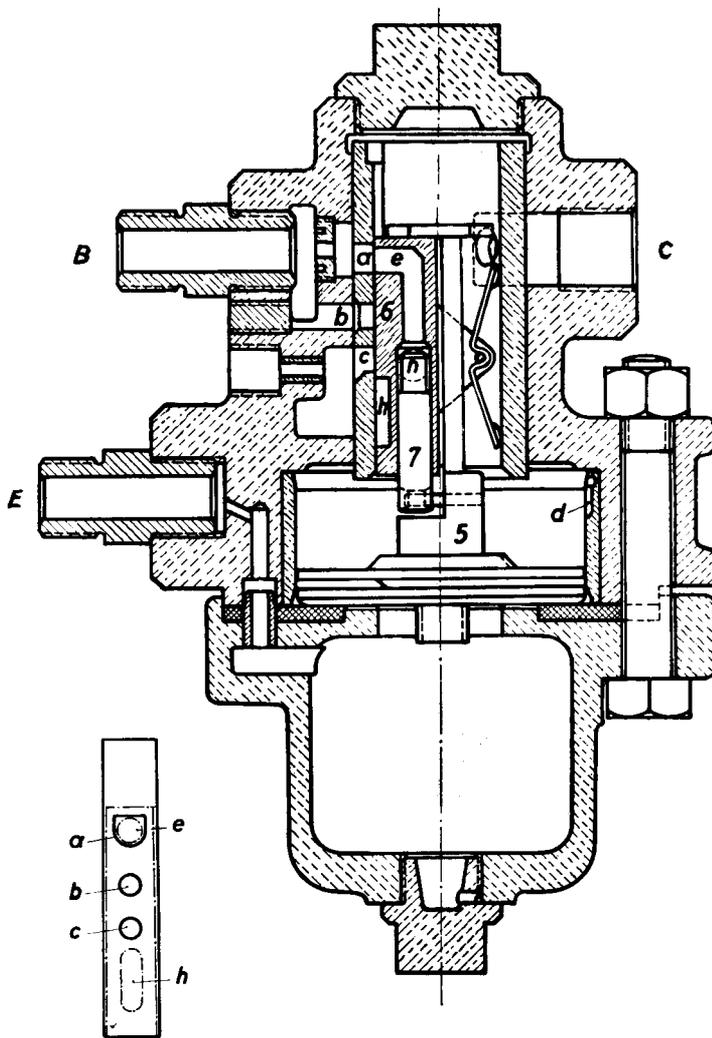
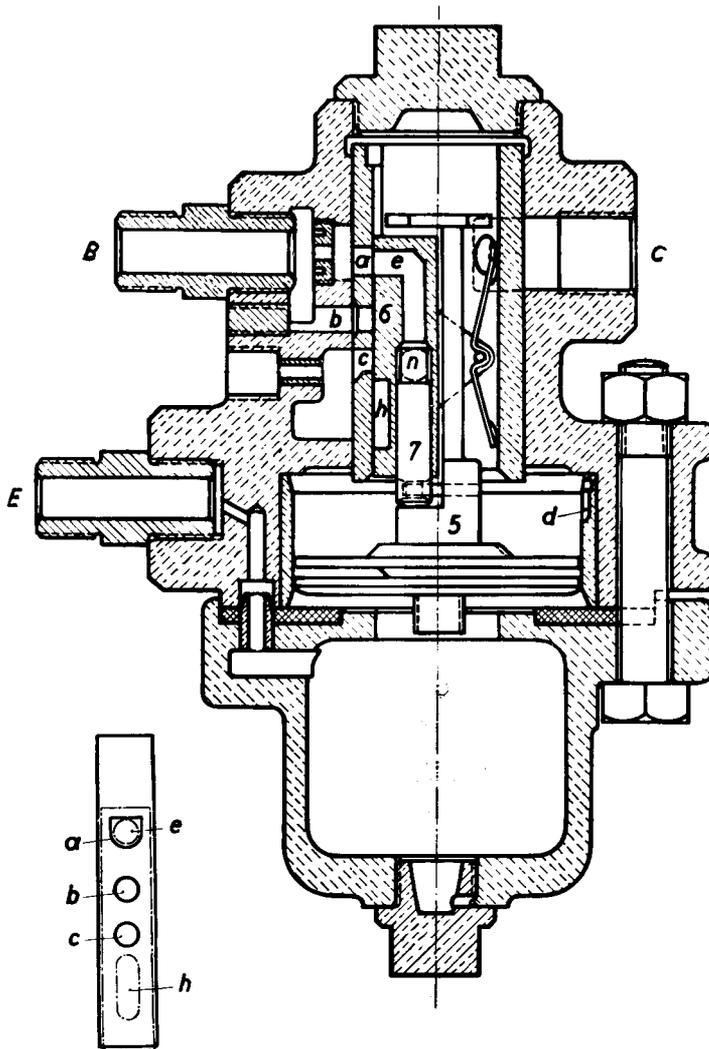


Abb. 40 Einfachsteuerventil Kbr, Füll- und Lösestellung



- B zum Bremszylinder
- C vom Hilfsluftbehälter
- E zur Hauptluftleitung

Abb. 41 Einfachsteuerventil Kbr, Bremsstellung



- B zum Bremszylinder
- C zum Hilfsluftbehälter
- E von der Hauptluftleitung

Abb. 42 Einfachsteuerventil Kbr, Bremsabschlußstellung

Bremsabschlußstellung (Abb. 42)

Wird der Hebel des Führerbremventils in die Bremsabschlußstellung gelegt, bevor der Druckausgleich zwischen Hilfsluftbehälter und Bremszylinder eingetreten ist, unterbricht man also die Druckminderung in der Hauptluftleitung, so strömt zunächst noch Hilfsbehälterluft weiter zum Bremszylinder ab, bis der Druck im Hilfsluftbehälter sowie in der Schieberkammer unter den Leitungsdruck sinkt und sich unter dem Steuerkolben 5 ein kleiner Überdruck bildet. Dieser Überdruck bewegt den Kolben aufwärts, bis der Leergang zwischen Kolben und Schieber 6 überwunden ist und das Abstufventil 7 sich schließt. Hilfsbehälterluft kann nicht mehr zum Bremszylinder übertreten, die erste Bremsstufe ist abgeschlossen. Dieses Öffnen und Schließen des Abstufventils läßt sich mit weiteren stufenweisen Druckminderungen in der Leitung nach Bedarf wiederholen, bis nach einer größeren oder kleineren Reihe von Bremsstufen bei etwa $3,5 \text{ kg/cm}^2$ der volle Bremsdruck erreicht ist. Die Höhe des jeweiligen Drucks im Bremszylinder hängt von der Größe der Druckminderung ab, die der Führer bei einer solchen Betriebsbremsung in der Leitung hervorruft; je größer die Druckminderung in der Leitung ist, um so stärker wird die Bremskraft.

Zum Lösen der Bremse muß der Führer die Hauptluftleitung wieder vom Hauptluftbehälter aus mit Druckluft auffüllen. Der dabei in der Kolbenkammer des Steuerventils entstehende Überdruck treibt den Kolben nebst Schieber und Abstufventil wieder in seine obere Endlage, sodaß der Bremszylinder über b, h und c entlüftet und der Hilfsluftbehälter wieder über die Füllnut d von der Leitung aus aufgefüllt wird. Die Bremse wird völlig gelöst. Ein teilweises Abschwächen der Bremskraft (stufenweises Lösen) ist nicht möglich, weil oberhalb des Steuerkolbens kein Überdruck über den jeweiligen Leitungsdruck entstehen kann, der das Lösen unterbrechen könnte. Die Bremse löst sich schon bei geringer Druckerhöhung in der Leitung vollständig.

Die Steuerventile sind in ihrer Bauart für die verschiedenen Bremszylindergrößen grundsätzlich gleich, sie unterscheiden sich nur in den Abmessungen der Luftdurchgänge bei den Füllnuten d und f Abb. 40 wie auch den Kanälen a und c. Im Kanal a befindet

sich eine Drosselscheibe 8, deren Bohrung der jeweiligen Bremszylindergröße angepaßt ist. Ebenso kann man die Lösezeit durch Einsetzen von Lösedüsen mit verschiedenem Durchmesser nach Bedarf regeln.

Das Einfachsteuerventil wird im allgemeinen mittels eines Rohrstücks an den Hilfsluftbehälter angeschlossen, wie es Abb. 43 zeigt, und mit der Hauptluftleitung und dem Bremszylinder durch Rohre verbunden.

Neuerdings dient zur Befestigung des Einfachsteuerventils ein Rohrträger, der den Vorteil hat, daß beim Ausbau des Ventils keine Rohrleitungen zu lösen sind.

Ein kleines Schild am Steuerventilgehäuse zeigt an, für welche Bremszylindergröße das Steuerventil eingerichtet ist.

In die Abzweigleitung von der Hauptluftleitung zum Steuerventil ist ein Absperrhahn eingebaut mit dem es ausgeschaltet werden kann. Sind mehrere Bremsen vorhanden wie z. B. Treibrad- und Drehgestell-Bremse, so kann jede für sich abgeschaltet werden.

Umstelldrosselhahn

Bei Personenzug-Lokomotiven ist in die Verbindungsleitung vom Einfachsteuerventil über das Doppelrückschlagventil zum Bremszylinder ein Umstelldrosselhahn eingebaut mit den Hahnstellungen GZ (Güterzug) und PZ (Personenzug). Im Personenzugdienst steht der Hahnschlüssel auf PZ; die Bremsluft strömt ungedrosselt zum Bremszylinder. Der Höchstdruck wird in etwa 5 sek erreicht. Im Güterzugdienst muß der Hahnschlüssel in Stellung GZ umgestellt werden; Bremsluft strömt über eine Drosselbohrung zum Bremszylinder, der Höchstdruck ist in etwa 35 sek erreicht.

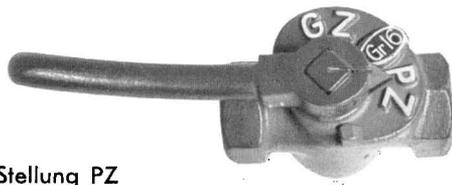


Abb. 42a Umstelldrosselhahn in Stellung PZ

Hilfsluftbehälter

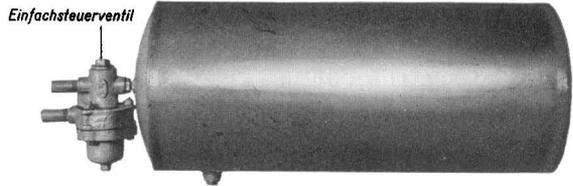


Abb. 43 Hilfsluftbehälter mit Einfachsteuerventil Kbr für Lokomotiven

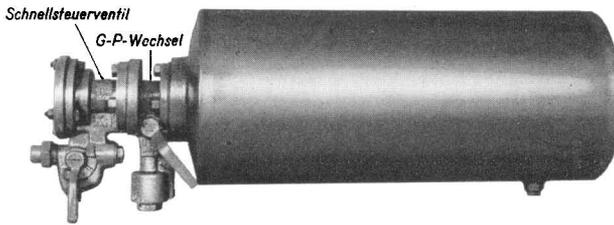


Abb. 44 Hilfsluftbehälter mit Schnellsteuerventil Ksbr und G-P-Wechsel für Tender

Um jeden Zeitverlust beim Bremsen zu vermeiden, ist bei allen selbsttätigen Bremsen die erforderliche Druckluft an jedem Fahrzeug in einem besonderen Behälter, dem Hilfsluftbehälter, möglichst in der Nähe des Bremszylinders aufgespeichert.

Der Hilfsluftbehälter für das Einfachsteuerventil ist mit einem Rohranschluß am Behälterboden, für das Schnellsteuerventil mit einem besonderen Stahlboden mit Flansch, versehen.

Der Hilfsluftbehälter ist stets so anzuordnen, daß sich die Verschlussschraube an der tiefsten Stelle befindet, damit beim Öffnen alles Niederschlagwasser ohne weiteres abläuft.

Löseventil

Steht zum Lösen einer angezogenen Bremse kein Überdruck zur Verfügung, mit dem man die Hauptluftleitung wieder auffüllen und das Steuerventil in die Lösestellung umsteuern könnte, wie es bei abgekuppelten Fahrzeugen der Fall ist, so bedient man sich des Löseventils.

Zum Lösen der Lokomotiv- und Tenderbremsen, d. h. der Einfach- und Schnellsteuerventile, werden Löseventile mit Kopfstützen verwendet. Das Ventilgehäuse umschließt einen Ventilkegel 4, dessen Sitz mit einer Lederscheibe gedichtet wird. Über den Stützen steht das Löseventil mit dem Bremszylinder in Verbindung, und die darin herrschende Druckluft hält im Verein mit der Ventilfeeder das Löseventil geschlossen. Um es zu lüften, ist der darüber stehende Hebel 2 nach der Seite zu ziehen, bis dieser den Ventilkegel anhebt.

Auf der Lokomotive werden die Löseventile am Führerstand angebracht, um die Lok- und Tenderbremse während der Fahrt nach Bedarf für sich allein lösen zu können.

- 1 Ventilgehäuse
- 2 Handhebel
- 3 Verschlusskappe
- 4 Ventilkegel

- 5 Ventilfeeder
- 6 Ventildichtung
- 7 Splint

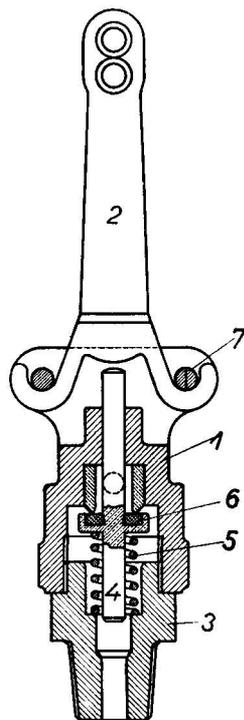


Abb. 45
Löseventil
für Lokomotiven und Tender

Zusatzbremse für Lokomotive und Tender

Um die Bremskraft beim Bremsen und Lösen beliebig regeln zu können, wie dies besonders im Verschiebedienst und für einzeln fahrende Lokomotiven nötig ist, erhalten die Lokomotiven zumeist neben der einlösigem selbsttätigen Einkammerbremse, die nur ein Abstufen des Bremsens, nicht aber des LöSENS zuläßt, noch eine nicht selbsttätige Bremse, die sogenannte Lokomotiv-Zusatzbremse. Näheres darüber ist auf Seite 3 gesagt. Beide Bremsen werden durch Zwischenschalten eines Doppelrückschlagventils in der Weise vereinigt, daß beide auf den selben Bremszylinder arbeiten.

Die Zusatzbremse arbeitet völlig unabhängig von den Zugbremsen; sie ermöglicht ein genaues Regeln der Fahrgeschwindigkeit auf Gefällstrecken, erleichtert das Anhalten an bestimmten Stellen, z. B. beim Einfahren in Kopfbahnhöfe, beim Halten am Wasserkran, und gestattet ein schnelleres Bremsen bei Leerfahrten der Lokomotive oder beim Verschiebedienst.

Zum Betätigen der Zusatzbremse läßt der Führer mit einem besonderen einfachen FührerbremSventil (Abb. 46) Druckluft aus dem Hauptluftbehälter unmittelbar in den Bremszylinder, beim Lösen strömt diese Druckluft aus dem Bremszylinder auf dem gleichen Wege durch das FührerbremSventil ins Freie. Je nach der Menge der ein- oder ausgelassenen Druckluft läßt sich der Bremsdruck nach Belieben beim Bremsen wie beim Lösen abstufen. Damit nicht bei unvorsichtiger Handhabung der hohe Hauptluftbehälterdruck in die Bremszylinder gelangt, wird in die Zuleitung vom Hauptluftbehälter vor das Zusatz-FührerbremSventil ein selbsttätiger Schnelldruckregler mit Rohrträger oder Sicherheitsventil Bauart Ackermann eingeschaltet und auf den Höchstdruck eingestellt.

Zur Ausrüstung einer Tender-Lokomotive mit der Zusatzbremse gehören:

1. ein Zusatz-FührerbremSventil,
mit dem der Führer die ein- oder auszulassende Druckluft regelt,
2. ein Luftdruckmesser
zum Anzeigen des jeweiligen Drucks im Bremszylinder,

Abb. 46
 Drehschieber-Führerbremsventil
 für die Zusatzbremse

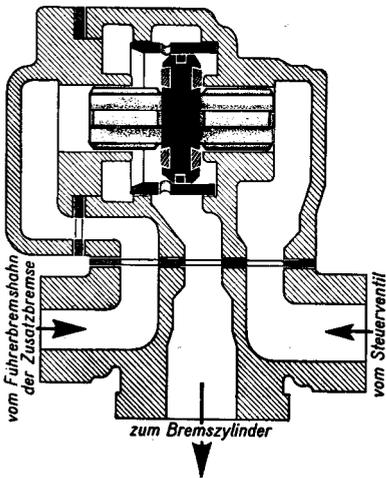
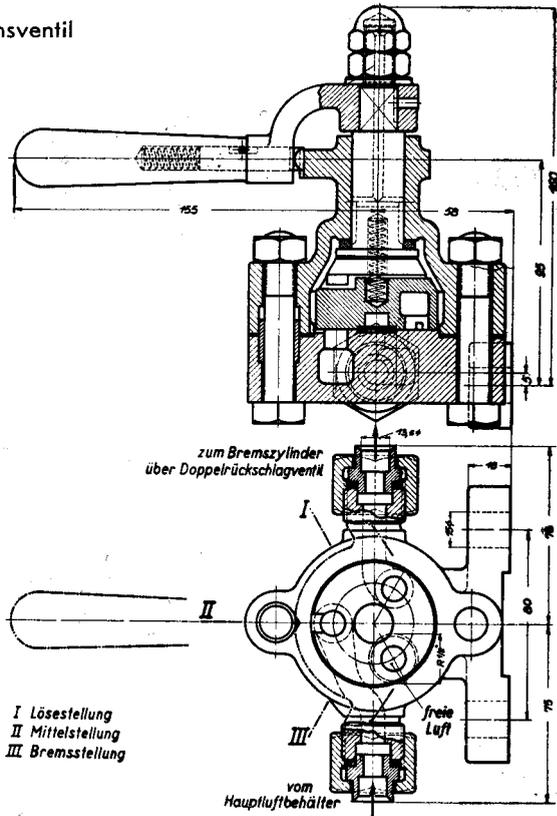


Abb. 47
 Doppelrückschlagventil

3. ein Doppelrückschlagventil (Abb. 47);
dieses öffnet selbsttätig der Druckluft den Weg zum Bremszylinder,
gleichgültig, ob beim Betätigen der nichtselbsttätigen Zusatzbremse
die Hauptbehälterluft oder beim Anziehen der selbsttätigen Bremse
Hilfsbehälterluft über das Steuerventil dem Bremszylinder zuströmt,
und schließt gleichzeitig die Leitung zur jeweilig nicht benützten
Bremsen ab;

4. ein Schnelldruckregler mit Rohrträger oder
Sicherheitsventil Bauart Ackermann (Abb. 48)
zur Einstellung des zulässigen Höchstdrucks.

Zur Ausrüstung einer Lokomotive mit Tender kommt noch ein
weiteres Doppelrückschlagventil am Tender und eine $\frac{1}{2}$ " Schlauch-
verbindung und der Absperrhahn für die Leitung der nicht selbst-
tätigen Bremse zwischen Lokomotive und Tender hinzu.

Die vollständige Zusatzbrems-Einrichtung
umfaßt demnach in diesem Falle:

ein Zusatz-Führerbremsventil,
ein Luftdruckmesser,
zwei Doppelrückschlagventile,
eine $\frac{1}{2}$ " Schlauchverbindung,
einen Druckregler mit Rohrträger oder
Sicherheitsventil,
ein $\frac{1}{2}$ " Absperrhahn.

Einstellung des Sicherheitsventils (Abb. 48)

Betriebsdruck durch Mutter 1 ein-
stellen, Schraube 2 öffnen.
Kappe 3 so einstellen, daß bei voll-
belastetem Ventil ein Druckabfall
von 1 kg/cm^2 in etwa 6-8 Sekunden
eintritt.

Die Schraube 2 so weit schließen,
daß $0,15-0,2 \text{ kg/cm}^2$ Druckabfall
stattfindet.

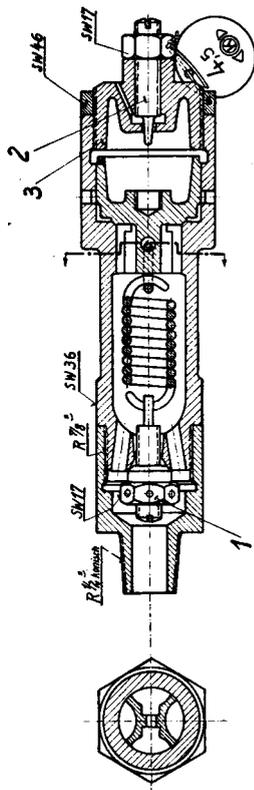


Abb. 48 Sicherheitsventil Bauart Ackermann

Schnellsteuerventil der Ksbr für Tender

Im oberen Teil des Schnellsteuerventils finden sich die vom Einfachsteuerventil her bekannten Einzelteile: Steuerkolben nebst Schieber und Abstufventil. Die Wirkungsweise des Schnellsteuerventils ist demnach beim Lösen wie bei Betriebsbremsungen genau dieselbe wie beim Einfachsteuerventil. Wird der Druck in der Hauptluftleitung jedoch plötzlich stark vermindert (Führerbremshebel in Schnellbremsstellung) so nehmen Steuerkolben und Steuer-schieber eine Stellung ein, in der Luft aus der Hauptluftleitung unmittelbar in den Bremszylinder überströmen kann. Dadurch setzt die Bremswirkung viel schneller und kräftiger ein.

Im unteren Teil des Schnellsteuerventils befindet sich ein Dreiweghahn zum Einstellen des Ventils als schnellwirkend, einfachwirkend und abgeschaltet.

Füll- und Lösestellung (Abb. 49)

Läßt man zum Lösen der Bremsen mit dem Führerbremshahn Druckluft aus dem Hauptluftbehälter in die Hauptluftleitung, so gelangt sie durch das Drahtsieb 24, den Dreiweghahn 28 und Kanal k zum Steuerkolben 5 und treibt diesen nach rechts in die gezeichnete Füll- und Lösestellung. Die Leitungsluft strömt über die Füllnut d auf die andere Kolbenseite und zum Hilfsluftbehälter, während gleichzeitig die Schiebermuschel b die Arbeitskammer des Bremszylinders über die Kanäle a, c mit der Außenluft verbindet und die Bremse löst.

Die Bohrung f dient dazu, in Verbindung mit dem Schieberkolben 13 das Abklappen des Schiebers vom Schieberrost zu verhindern.

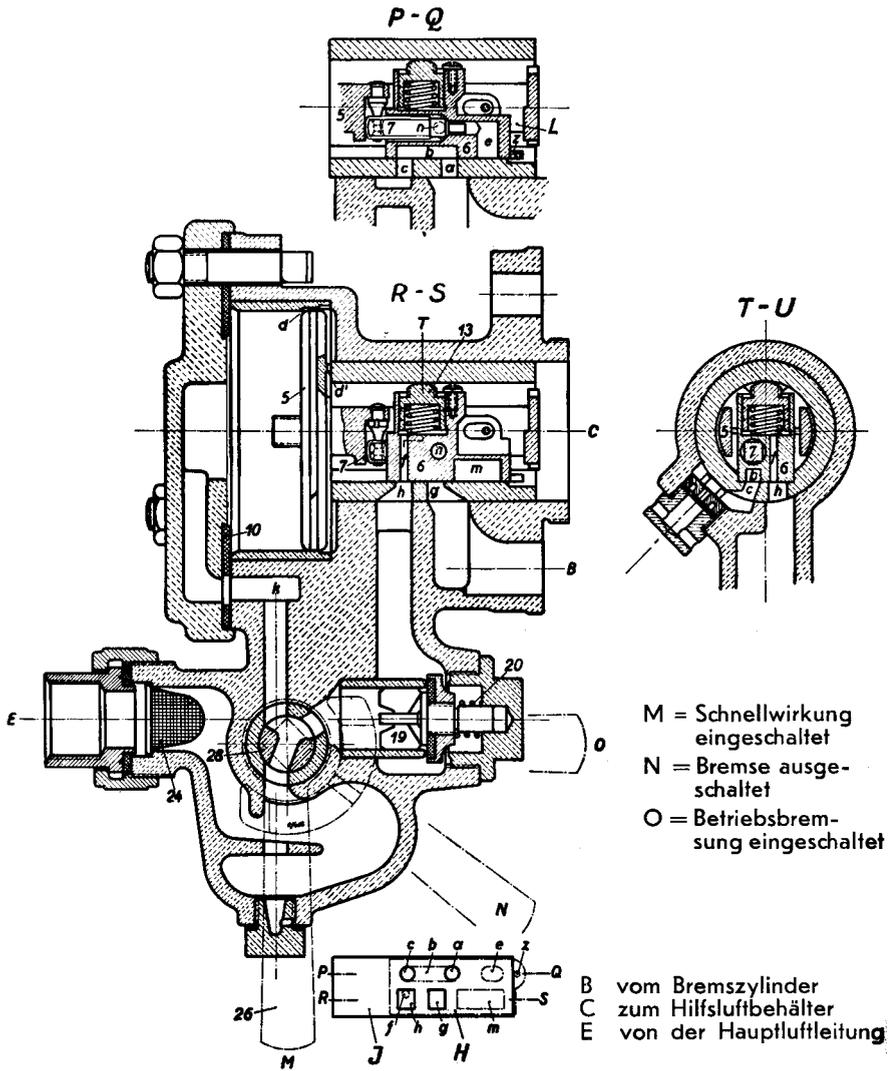


Abb. 49 Schnellsteuerventil Ksbr, Füll- und Lösestellung

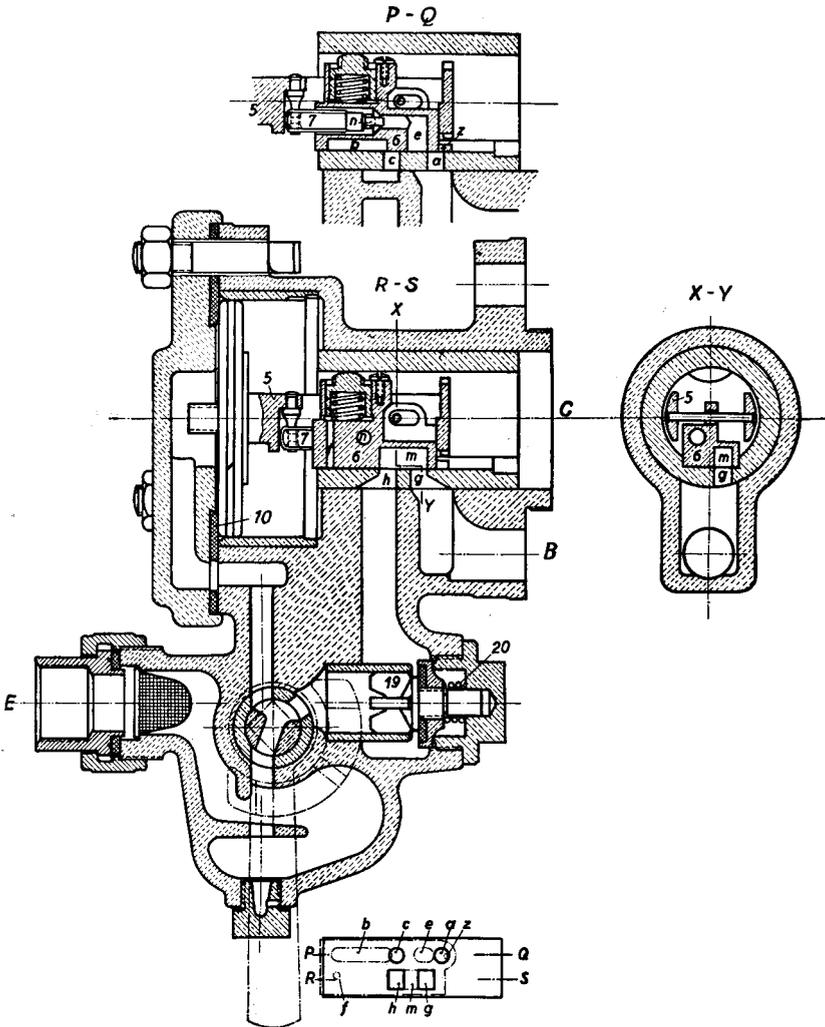


Abb. 51 Schnellsteuerventil Ksbr, Schnellbremsstellung

Betriebsbremsstellung (Abb. 50)

Für Betriebsbremsungen genügt eine geringe Druckverminderung in der Hauptluftleitung. Infolge des hierbei auf der Hilfsluftbehälterseite entstehenden Überdrucks bewegt sich der Steuerkolben 5 nebst Schieber 6 nach links in die Betriebsbremsstellung; hierbei wird das Abstufventil 7 von seinem Sitz abgezogen, sodaß Druckluft durch die seitliche Bohrung n und die Kanäle e, a (Schnitt P-Q 1) und B (Schnitt R-S) in den Bremszylinder strömt und die Bremse anzieht.

Bremsabschlußstellung (Abb. 50)

Sinkt der Druck im Hilfsluftbehälter etwas unter den der Hauptluftleitung, so geht der Kolben wieder nach rechts und schließt das Abstufventil, da der Schieber 6 in seiner Bremsstellung verharrt; Druckluft kann dann nicht weiter in den Bremszylinder überströmen.

Mit jeder folgenden Druckminderung in der Hauptluftleitung kann der Lokomotivführer das Spiel des Kolbens 5 und des Abstufventils wiederholen und so im Bremszylinder jeden beliebigen Druck bis zur Vollwirkung hervorrufen.

Schnellbremsstellung (Abb. 51)

Bei einem plötzlichen starken Druckabfall in der Hauptluftleitung, wie er bei Schnell- oder Notbremsungen vorkommt, wird der Kolben 5 sofort an das Ende seines Hubs getrieben, sodaß er sich gegen die Lederscheibe 10 legt. In dieser Stellung verbindet die Schiebermuschel m die Kanäle h und g, sodaß der Hauptluftleitungsdruck das Rückschlagventil 19 hebt und Leitungsluft über die Kanäle h, m, g, B zum Bremszylinder gelangt. Infolge der verhältnismäßig großen Durchgänge und des kurzen Wegs strömt die Luft mit größter Schnelligkeit in den Bremszylinder. Es wird also nicht nur eine sehr schnelle Bremswirkung am Tender selbst erreicht, sondern dieser große Luftauslaß aus der Leitung bewirkt einen weiteren Druckabfall in der Leitung, der sich außerordentlich schnell in der Hauptluftleitung fortpflanzt.

Während dieses Vorgangs strömt gleichzeitig Hilfsbehälterluft, durch eine Bohrung z im Schieberlappen stark gedrosselt, über a und B zum Bremszylinder; da jedoch die Durchgänge von der Hauptluftleitung zum Bremszylinder erheblich größer sind als die zum Hilfsluftbehälter, so wird der Bremszylinder zum größten Teil mit Leitungsluft gefüllt, ehe die Hilfsbehälterluft dorthin gelangt.

Ist zwischen Bremszylinder und Hauptluftleitung Druckausgleich eingetreten, so schließt die Feder 20 das Rückschlagventil 19; sie verhindert so ein Zurückströmen der Luft, auch wenn der Leitungsdruck geringer als im Bremszylinder wird.

Mit dem Dreiweghahn im unteren Teil des Steuerventils kann man die Druckluftbremse völlig oder nur ihre Schnellwirkung ausschalten. Steht der Hahngriff 26 (Abb. 49) senkrecht in der Grundstellung M, so wirkt das Steuerventil schnell wie beschrieben. Durch Drehen des Griiffs schräg abwärts in die Stellung N wird der Hahn geschlossen, die Bremse also völlig außer Tätigkeit gesetzt. In der waagrechten Stellung O ist nur der Kanal k zur Leitung hin geöffnet, die Schnellwirkung ist daher ausgeschaltet, und das Schnellsteuerventil wirkt jetzt wie ein Einfachsteuerventil.

Für die einzelnen Bremszylindergrößen erhalten die Abstufventile Zapfen von verschiedenem Durchmesser; am Auslaßkanal c ist ein auswechselbares Gewindestück vorgesehen (Abb. 49 Schnitt T-U), dessen Bohrung der Größe des Bremszylinders angepaßt wird, um gleiche Lösezeiten zu erhalten.

G-P-Wechsel

Bei einer Schnellbremsung steigt der Bremsdruck an dem mit der Einkammer-Schnellbremse ohne G-P-Wechsel ausgerüsteten Tender sehr schnell an, schneller als es bei langen Güterzügen zulässig ist.

Um das schnelle Ansteigen zu vermeiden, schaltet man einen G-P-Wechsel zwischen Steuerventil und Bremszylinder ein, der bei Schnellbremsungen die zum Bremszylinder überströmende Druckluft so abdrosselt, daß der Bremsdruck ebenso langsam ansteigt wie bei einer Güterzugbremse.

Fahrzeuge, die mit dem G-P-Wechsel ausgerüstet sind, können wahlweise im Personen- und Güterzugverkehr verwendet werden.

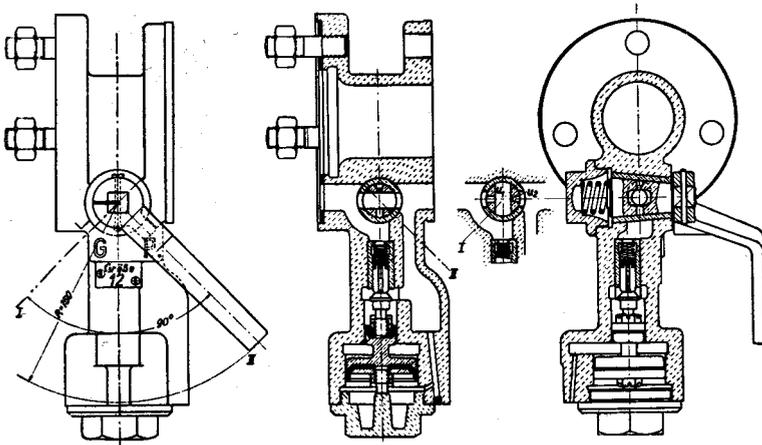


Abb. 52 G-P-Wechsel für Einkammerbremsen

Selbsttätige Tender-Lastabbremmung

Die Tender der Lokomotiven wurden bisher nach dem Gewicht bei kleinem bzw. mittlerem Vorrat an Wasser und Kohle abgebremst, um ein Blockieren der Räder zu vermeiden. Das hat aber den Nachteil, daß bei voller Tenderlast, d. h. bei größtem Vorrat an Wasser und Kohle, die prozentuale Abbremsung wesentlich herabsinkt.

Diesen Nachteil beseitigt die selbsttätige Tender-Lastabbremmung durch den Einbau des Druckminderventils Dw in die Verbindungsleitung zwischen Steuerventil und Bremszylinder (Abb. 53). Das Druckminderventil Dw hat die Aufgabe, die prozentuale Abbremsung des Tenders nach dem jeweiligen Wasservorrat annähernd auf gleicher Höhe zu halten, also auf etwa 80%. Geringe Schwankungen treten noch auf, da der Kohlevorrat unberücksichtigt bleibt, was aber auf die Gesamtabbremmung nur wenig Einfluß hat.

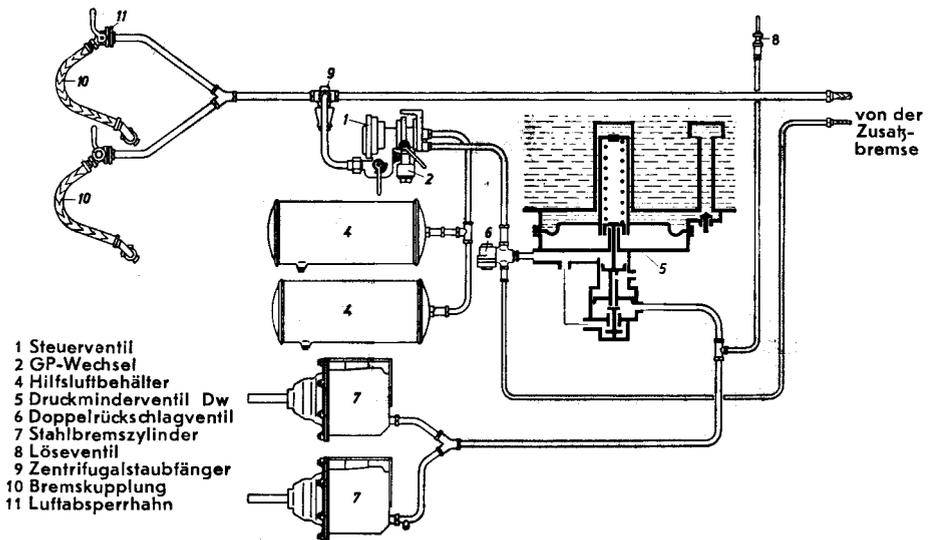


Abb. 53
 Anordnung des Druckminderventils Dw am Tender

Wirkungsweise der selbsttätigen Tender-Lastabbremung

Bei der selbsttätigen Tenderlastabbremung wird die vom Hilfsluftbehälter über das Steuerventil zum Bremszylinder strömende Druckluft über ein Druckminderventil geleitet, wie aus Abb. 53 zu ersehen. Dieses Druckminderventil steht unter dem Einfluß der Wasserlast des Tenders, die über eine Federspannung auf einen Stufenkolben wirkt. Dieser Stufenkolben wird vom Hilfsluftbehälterdruck und vom Bremszylinderdruck gesteuert. Nach der vorhandenen Wasserlast richtet sich der jeweilige Bremszylinderdruck, um das Ventil zum Schließen zu bringen. Auf diese Weise wird die prozentuale Abbremsung für jede Wasserlast auf etwa 80% gehalten.

Auch die von der Zusatzbremse kommende Druckluft wird über ein Doppelrückschlagventil und Druckminderventil zum Bremszylinder geleitet. Die Bremszylinderdrücke der Zusatzbremse sind also ebenfalls abhängig von der jeweiligen Wasserlast des Tenders.

Die Wirkungsweise des Druckminderventils im Einzelnen zeigt Abb. 55:

Das Wasser gelangt durch das Sieb 1 und Absperrventil 2 über den Kolben 3, der bei seiner Abwärtsbewegung die Feder 4 je nach der Wasserlast spannt, welche ihre Kraft über den unteren Federteller, Stößel 5, Stufenkolben 6 auf das Doppelsitzventil 7/8 überträgt. Das Ventil ist geöffnet, und der Bremszylinder über das Steuerventil entlüftet. Bei einer Bremsung gelangt Luft vom Steuerventil über Ventil 8 in den Bremszylinder und auf den Stufenkolben 6. Sobald die Kraft des Kolbens 6 die Spannung der Feder 4 überwindet, schließt sich das Ventil 8 und unterbricht die weitere Zufuhr zum Bremszylinder. Dies geschieht um so früher, je geringer die Feder durch die Wasserlast gespannt ist. Beim Lösen entweicht zunächst die Luft unter dem Ventil 8 und über dem Stufenkolben 6, Ventil 8 öffnet sich, und der Bremszylinder entleert sich auf dem üblichen Weg über das Steuerventil, Ventil 7, Bohrung 0₁ im Stufenkolben und 0 im Gehäuse ins Freie.

Um bei Benutzung der Zusatzbremse den Tender nicht zu überbremsen, ist das Doppelrückschlagventil vor dem Druckminderventil angeordnet (Abb. 53). Der Druck der Zusatzbremsleitung gelangt daher entsprechend dem Kolbenverhältnis im Druckminderventil und der Höhe der Wassersäule zum Bremszylinder.

In zwei Typen wird zur Zeit das Druckminderventil gebaut:
Dw₁ für Tender 4 T 26 mit 1,5 m höchster Wassersäule
Dw₂ für Tender 4 T 32 und 4 T 34
mit 1,8 m höchster Wassersäule

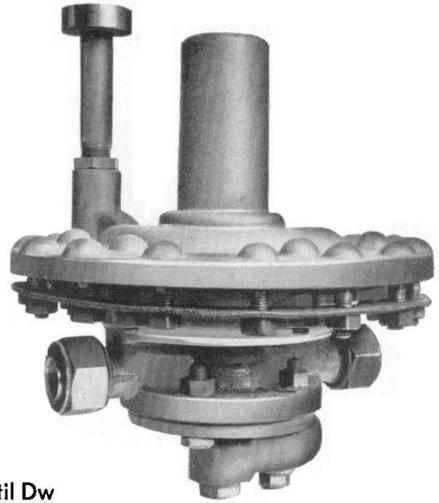


Abb. 54
Druckminderventil Dw

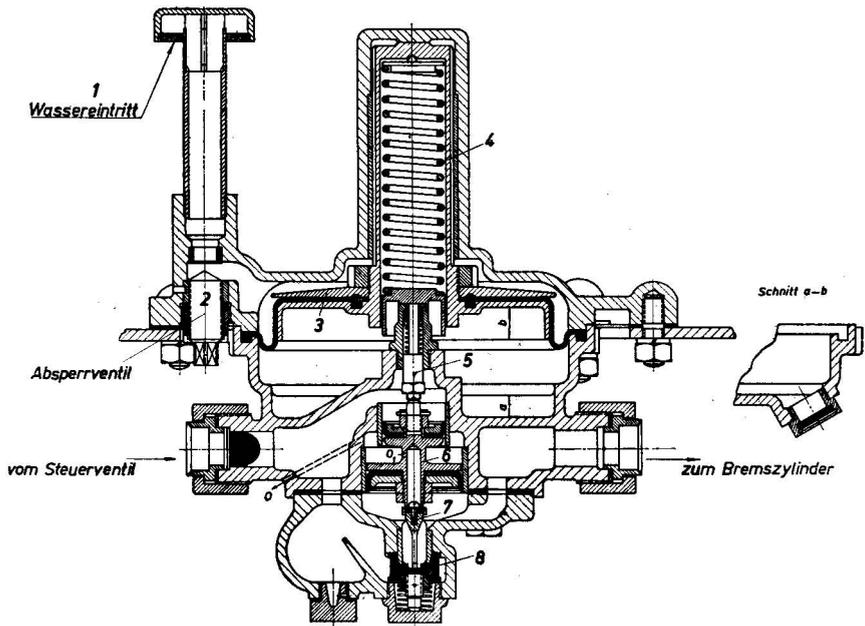


Abb. 55
Schnitt Druckminderventil Dw

Hauptluftleitung mit Zubehör

Die durchgehende Hauptluftleitung erstreckt sich vom Führerbremsventil bis an das Ende des Zuges; sie steht an jedem Fahrzeug durch ein Zweigrohr mit dem Steuerventil in Verbindung.

In der Abzweigung des Einfachsteuerventils ist ein Luftabsperrrhahn eingebaut, der die Verbindung mit der Hauptluftleitung und dem Steuerventil unterbricht, wenn die Bremse ausgeschaltet wird.

Tropfbecher

Unterhalb des Führerstandes, wo die Leitung vom Führerbremsventil in die Hauptluftleitung einmündet, ist ein Tropfbecher eingebaut, um etwa noch von der Druckluft mitgeführtes Niederschlagwasser aufzunehmen; mit dem unten am Tropfbecher angebrachten Entwässerhahn sollen die Niederschläge von Zeit zu Zeit abgelassen werden.

Neuerdings werden die Tropfbecher aus Leichtstahl gezogen.



Abb. 56 Tropfbecher

Zentrifugal-Staubfänger/Schleuderfilter

Um das Steuerventil gegen Verschmutzung zu schützen wird da, wo die Steuerventilleitung von der Hauptluftleitung abzweigt, ein Zentrifugal-Staubfänger, neuerdings ein Schleuderfilter aus

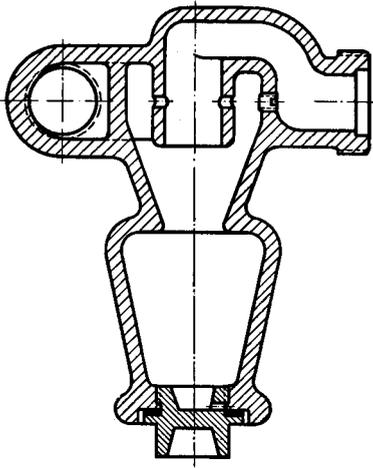


Abb. 57 Zentrifugal-Staubfänger

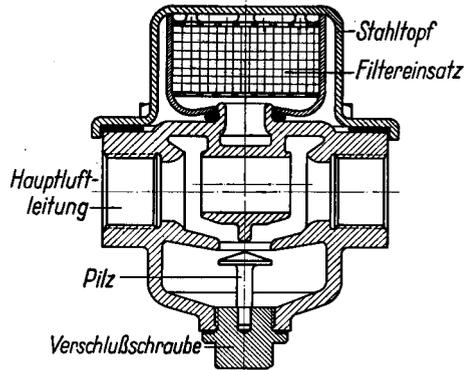


Abb. 58 Schleuderfilter

Stahl, als Luftreiniger eingeschaltet. Die den Schleuderfilter durchströmende Hauptleitungsluft wird derart nach unten abgelenkt, daß mitgeführte Schmutzteile und Feuchtigkeit herausgeschleudert und im Gehäuseunterteil gesammelt werden. Die zum Steuerventil abgehende Druckluft durchströmt noch im Oberteil einen besonderen Filtereinsatz, dessen mit Fett benetzte Füllung aus Metallwolle die letzten in der Luft schwebenden Staubteilchen zurückhält.

Luffabsperrhahn

An jeder Stirnwand eines Wagens befindet sich kurz vor der Bremskupplung ein Luffabsperrhahn, um die Hauptluftleitung am

letzten Wagen des Zuges abzuschließen. Als Luftabsperrhahn wird meist der gebogene Ackermann-Hahn mit Kugelschluß verwendet.
(Druckschrift 503 unterrichtet ausführlicher)

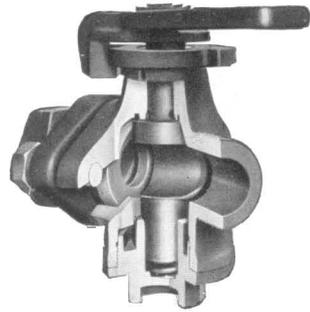


Abb. 59 Luftabsperrhahn

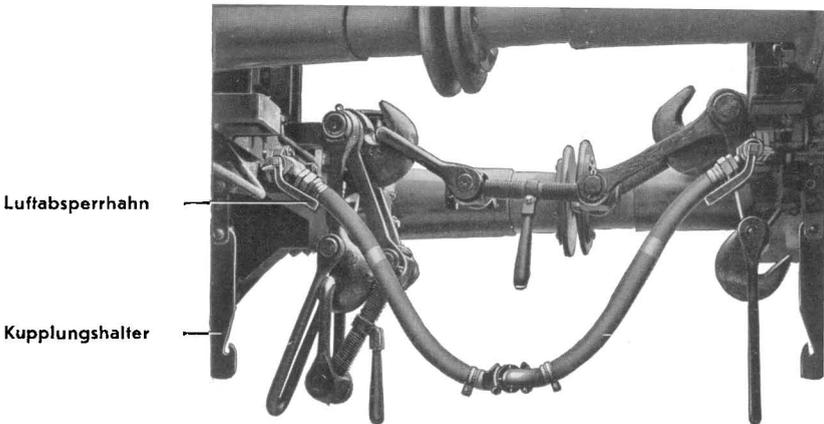


Abb. 60 Verbindung zweier Bremskupplungen

Bremskupplungen

Die Verbindung zwischen den einzelnen Wagen mit der Hauptluftleitung bilden die biegsamen Bremskupplungen.



Abb. 61 Bremskupplung

Kupplungsköpfe

Die Kupplungsköpfe dienen zum Zusammenkuppeln der Bremskupplungen. Die beiden Kupplungsköpfe werden mit ihren Dichtflächen beim Kuppeln aufeinandergelegt, und in die waagrechte Lage gedreht.

Es ist zu beachten, daß der Ansatz eines Kopfes richtig in die entsprechende gabelförmige Aussparung des andern greift. Bei Zugtrennungen lassen sich die miteinander verbundenen Kupplungen ohne Beschädigung auseinanderziehen, da sich die Gummiringe dabei in die Kupplungsköpfe hineindrücken. Hierbei strömt natürlich die Druckluft der Hauptluftleitung aus und die Bremsen aller Fahrzeuge legen sich an beiden Zugteilen sofort mit aller Kraft an.

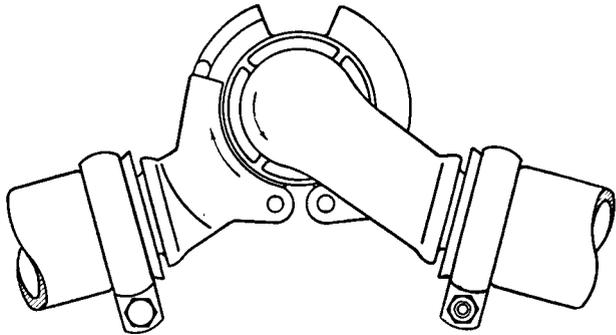


Abb. 62 Lage der Kupplungsköpfe vor dem Kuppeln

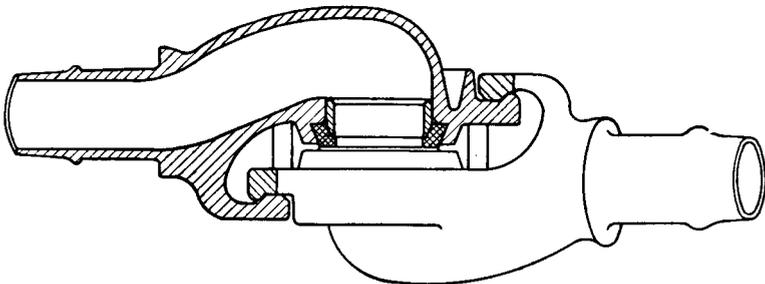


Abb. 63 Kupplungsköpfe gekuppelt

Schlauchverbindungen

Bei Fahrzeugen, die ständig miteinander gekuppelt bleiben, z. B. Lokomotive und Tender, treten an Stelle der Bremskupplungen einfache Schlauchverbindungen (Abb. 64, 65). Sie bestehen aus einem Kupplungsschlauch, der an jedem Ende ein Gewindestück oder eine Rohrverschraubung trägt.

Wird vorn an der Lokomotive eine Bremskupplung nur selten benutzt, so bringt man am vorderen Ende der Hauptluftleitung nur einen Kupplungskopf, den sogenannten Vorspannkupplungskopf an und kuppelt dann im Bedarfsfalle damit einen Vorspannkupplungsschlauch (Abb. 66).



Abb. 64 Schlauchverbindung zwischen Lokomotive und Tender für die Hauptluftleitung



Abb. 65 Schlauchverbindung zwischen Lokomotive und Tender für die Zusatzbremsleitung



Abb. 66 Vorspannkupplungsschlauch

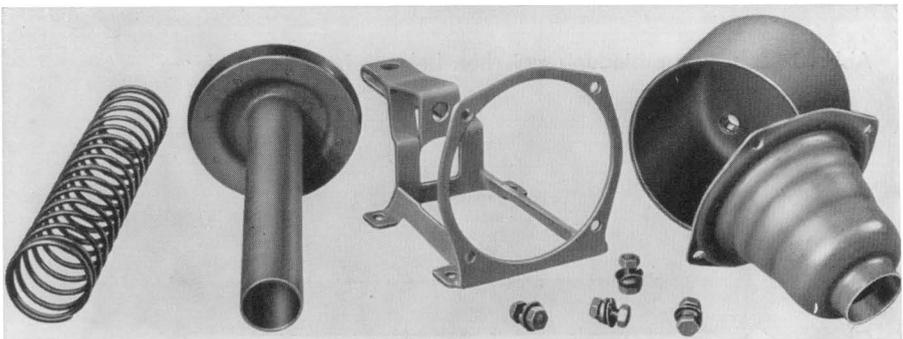
Bremszylinder

Der Bremszylinder wird am Untergestell des Fahrzeugs angebracht. Je nach dem gewünschten Bremsklotzdruck und dem Grad der Abbremsung richtet sich die Größe des Bremszylinders.

Neuerdings werden als Bremszylinder Stahlzylinder verwendet, die 50% leichter als Gußzylinder sind und keine eingeschweißten Böden und keine angeschweißten Flansche und Hebelträger haben. Die dünnwandigen Zylinderkörper ruhen vielmehr drehbar in einem besonderen Tragrahmen, der die Bremskräfte überträgt und zur Befestigung des Zylinders am Wagen dient. In der Abbildung 67 werden die Einzelteile, in Abbildung 68 der Schnitt eines Leichtbremszylinders gezeigt. Zylinderkörper, Deckel und Kolben sind aus runden Stahlblechscheiben kalt gezogen. Der einteilige, geschweißte, stählerne Tragrahmen vereinigt in sich Befestigungswangen, Hebelträger und Zylinderbrille.

Leichtbremszylinder aus Stahl lassen sich dank der Drehbarkeit des Zylindertopfs mit völlig spannungslosem Rohranschluß anbauen, wodurch undichte Verbindungen vermieden werden. Im Gegensatz zum Gußeisenzylinder läßt sich der Stahlzylinder vom Wagen entfernen, ohne daß das Gestänge vom Hebelträger abgenommen werden muß. Die Stahlzylinder werden auch mit Tragrahmen ohne Hebelträger angefertigt.

Abb. 67 Einzelteile des Stahlbremszylinders



Rückdruckfeder

Kolben

Tragrahmen mit Hebelträger

Zylinder-Körper u. -Deckel

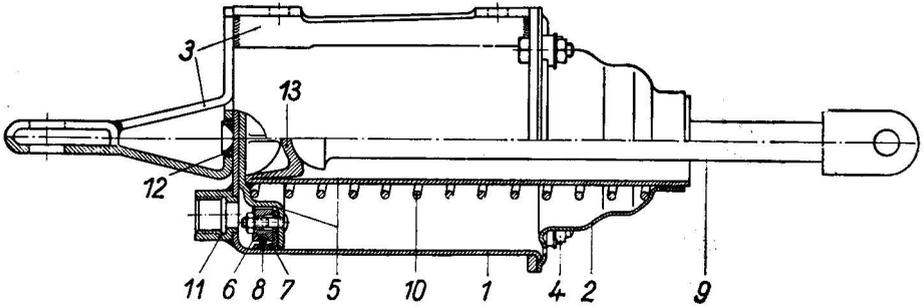


Abb. 68
Aufbau des Stahlbremszylinders

- | | |
|------------------|------------------------|
| 1 Zylinderkörper | 7 Stulp |
| 2 Zylinderdeckel | 8 Stulpfeder |
| 3 Tragrahmen | 9 Kolbenstange |
| 4 Schrauben | 10 Rückdruckfeder |
| 5 Kolben | 11 Rohranschlußstutzen |
| 6 Kolbendeckel | 12 Mittenring |
| | 13 Druckstück |

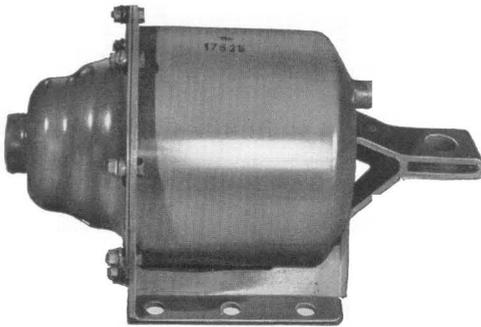


Abb. 69 Stahlbremszylinder
mit Hebelträger

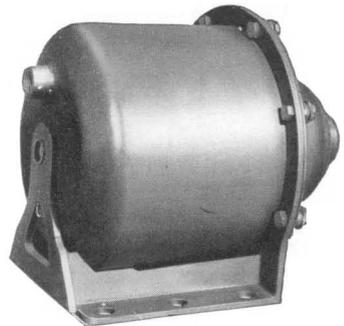


Abb. 70 Stahlbremszylinder
ohne Hebelträger

Abb. 71
Rohranschluß durch drehbaren Zylinderkörper beliebig einstellbar



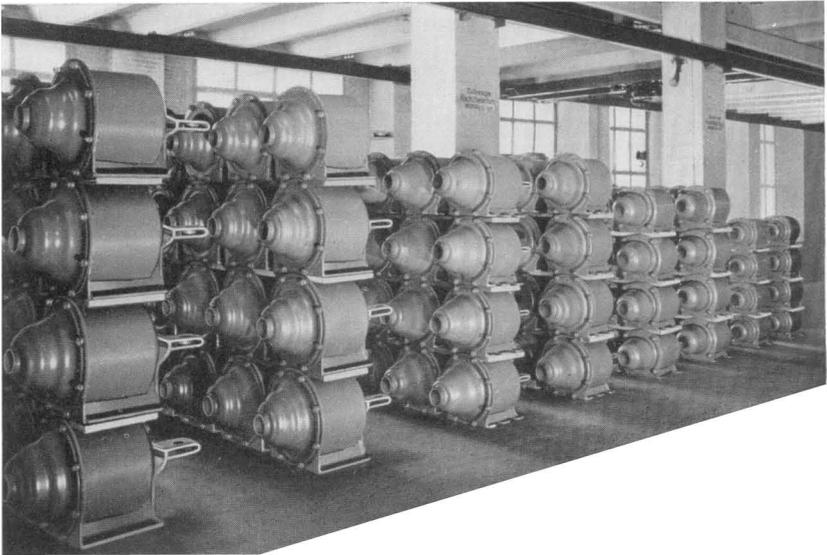


Abb. 72 Stahlbremszylinder im Lagerraum

Zusammenstellung der normalen Stahlbremszylinder mit dazugehörigen Hilfsluftbehältern für Lokomotiven, Tender und Wagen

Stahl-Bremszylinder mit Seitenflansch			Lokomotive				Tender und Wagen			
			Arbeitshub mm		Hilfsluftbehälter		Schnell-ventil		Ventilflansch-Hilfsluftbehälter	
Zoll	Durchmesser mm	kleinster	größter	Größe	äußere Länge	Größe	äußere Länge	Größe	äußere Länge	äußerer Durchmesser
		6	150	65	100	6	325	6	256	6
7	180	100	200	—	—	—	—	—	—	—
8	203	100	200	8	550	8	256	8	395	324
8	203	65	100	—	—	—	—	—	—	—
10	255	100	200	10	620	10	306	10	575	324
10	255	65	100	8	550	8	256	—	—	—
12	300	100	200	12	860	12	306	12	790	324
14	355	100	200	14	1120	14	306	14	1015	324
16	406	100	200	16	950	16	386	16	995	380
18	460	100	200	—	—	—	—	—	—	—
20	510	100	200	20	1155	20	427	20	—	—

Wirkungsweise der P-Steuerung für einstufige und zweistufige Dampflluftpumpen sowie für Hochdruck-Speisepumpen mit Volldruckantrieb

Die P-Steuerung besteht aus getrennt angeordnetem Haupt- und Hilfschieber. Beides sind Kolbenschieber, an deren Mantel durch ringförmige Wulste Verteilkammern gebildet werden. In das Innere des Hauptschiebers führen die Bohrungen σ_1 und σ_2 . Die zylindrischen Räume an den Stirnenden der Gehäuse sind die Steuerkammern.

In den folgenden 5 Schaltbildern wird das Spiel der Steuerung für den oberen und unteren Hubwechsel des Dampfkolbens gezeigt und in Einzelzügen beschrieben. Zusammengefaßt ergibt sich folgender Arbeitsablauf:

Beim Aufwärtsgang schiebt der Dampfkolben den Hilfsschieber nach oben, unterbricht dadurch die über den Hilfsschieber gehende Frischdampfzufuhr zur rechten Hauptsteuerkammer, der Hauptschieber steuert um und ändert die Dampfverteilung für den oberen Hubwechsel des Dampfkolbens.

Beim Abwärtsgang überschleift der Dampfkolben eine Steuerleitung, wodurch der Hilfsschieber mit Frischdampf beaufschlagt wird, nach unten steuert, die Dampfzufuhr zum Hauptschieber ändert, der umsteuert und die Dampfverteilung für den unteren Hubwechsel vollzieht.



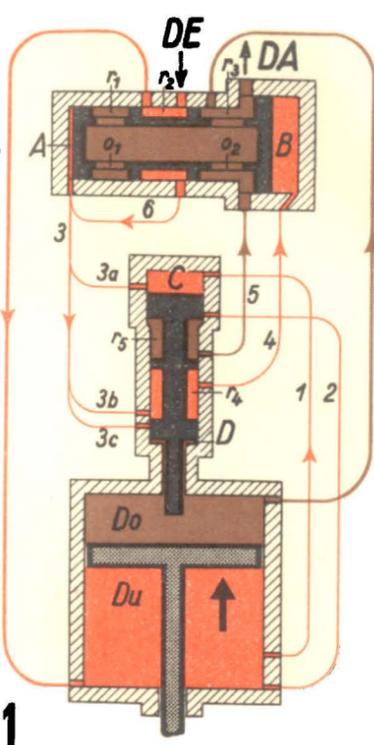
KNORR-BREMSE & BERLIN

DE: Frischdampfeintritt
DA: Abdampfaustritt

Hauptsteuerschieber
 r_1, r_2, r_3 : Verteilkammern des Hauptsteuerkolbens
 o_1, o_2 : Bohrungen im Hauptsteuerkolben
A und B: Hauptsteuerkammern
1 bis 6: Steuerleitungen

Hilfssteuerschieber
 r_4, r_5 : Verteilkammern des Hilfssteuerkolbens
C und D: Hilfssteuerkammern

Dampfzylinder
 D_o : Dampfzylinderraum oberhalb
 D_u : Dampfzylinderraum unterhalb } des Dampfkolbens



Schaltbild 1

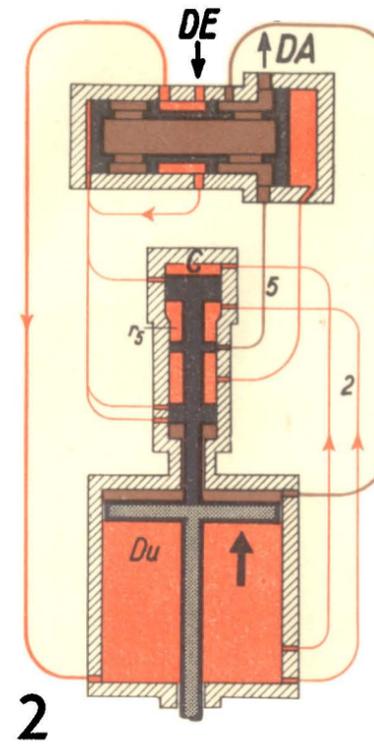
Frischdampf strömt von DE über r_2 nach Du und treibt den Dampfkolben nach oben. Abdampf strömt von Do über r_3 nach DA.

Der Hilfssteuerschieber wird in unterer Endlage kraftschlüssig gehalten, weil Hilfssteuerkammer C unter Frischdampf (von DE über $r_2, 6$ und $3a$), Abdampf entweicht aus Hilfssteuerkammer D nach Do und aus Verteilkammer r_5 über $5, r_3$ nach DA.

Der Hauptschieber wird in linker Endlage kraftschlüssig gehalten, weil Hauptsteuerkammer B unter Frischdampf von DE, $r_2, 6, 3b$ über Hilfssteuerschieberkammer r_4 und 4 .

Die Hauptsteuerkammer A ist stets unter Frischdampf von DE über r_2 und 6 .

Frischdampf
 Abdampf
 Mischdampf



Schaltbild 2

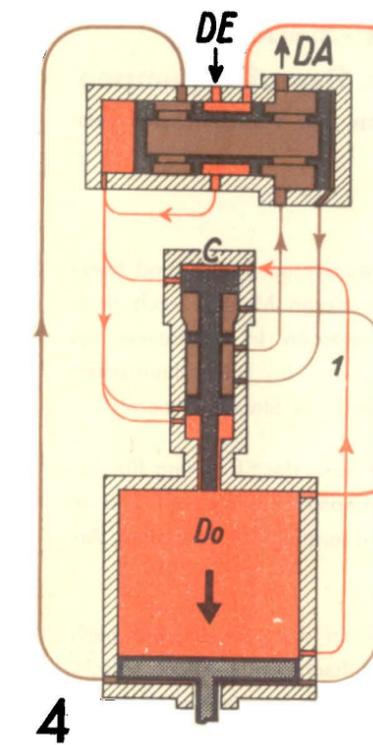
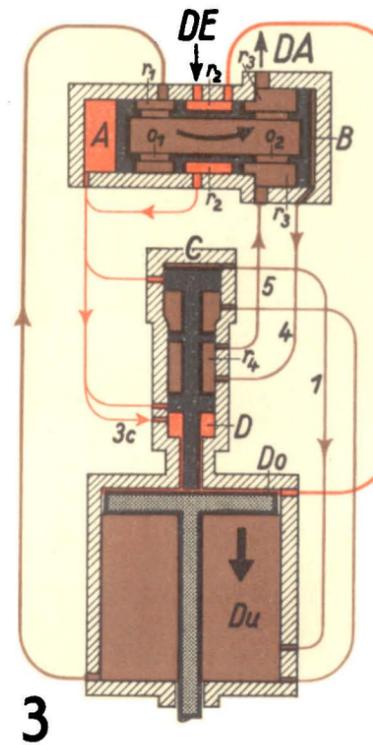
Im weiteren Aufwärtsgang schiebt der Dampfkolben den Hilfssteuerschieber nach oben, der die Abdampfleitung 5 absperrt und Frischdampf von Du über 2 in r_5 einströmen lässt. Die nach unten wirkende Haltekraft am Hilfssteuerschieber lässt nach.

Schaltbild 3

Der Dampfkolben ist in oberer Endstellung und durch ihn der Hilfssteuerschieber in die obere Endlage gedrückt, in der er kraftschlüssig gehalten wird durch Frischdampf in Hilfssteuerkammer D (von DE, r_2 über $3c$), während Abdampf aus Hilfssteuerkammer C über 1 und Du entweicht.

Durch den ständigen Frischdampfdruck in der Hauptsteuerkammer A wird der Hauptschieber in die rechte Endlage gedrückt, aus B entweicht Frischdampf über $4, r_4, 5, r_3$ nach DA.

Dampfwechsel im Dampfzylinder: Frischdampf von DE über r_2 nach Do. Dampfkolben beginnt Abwärtsgang. Abdampf entweicht aus Du über Hauptsteuerkolben r_1, o_1, o_2, r_3 nach DA.



Schaltbild 4

Beim Abwärtsgang überschleift der Dampfkolben die Leitung 1 , Frischdampf strömt von Do über 1 nach Hilfssteuerkammer C, beaufschlagt den Hilfssteuerschieber, der abwärts steuert. Der Hauptschieber bleibt in rechter Endlage.

Schaltbild 5

Der Hilfssteuerschieber überschleift Leitung $3b$, sodass Frischdampf von $3b$ über $r_4, 4$ nach Hauptsteuerkammer B strömt und den Hauptschieber nach links schiebt.

Dampfwechsel im Dampfzylinder: Frischdampf von DE über r_2 nach Du. Dampfkolben beginnt Aufwärtsgang. Abdampf entweicht aus Do über r_3 nach DA.

Im Hilfssteuerschieber ist in C und r_5 kurzzeitig Mischdampf.

Der Hilfssteuerschieber geht in die untere, der Hauptschieber in die linke Endlage wie in Schaltbild 1 und der Arbeitsvorgang beginnt von neuem.

Lokomotiv-Bremsausrüstung Kbr/Ksbr

Druckluftanlage

- 1 Zweistufige Luftpumpe
 - 2 Ölpumpe
 - 3 Gerades Dampfventil
 - 4 Luftpumpendruckregler
 - 5 Drehschieber-Führerbremsventil mit Schnelldruckregler
 - 5a Ausgleichbehälter
 - 6a Luftdruckmesser für Hauptluftleitung
 - 6b Luftdruckmesser für Hauptluftbehälter
 - 7 Tropfbecher mit Ablaufhahn
 - 8 Hauptluftbehälter
 - 9 Hauptluftbehälter-Ablaufhahn
 - 10 $5/4''$ Hauptluftbehälter
 - 11 $1''$ Hauptluftbehälter
 - 12 $3/8''$ Hauptluftbehälter
- 6 Doppel-Luftdruckmesser
- Ver-schrau-bung

Treibradbremse

(und Drehgestell-Bremse)

- 13 Bremszylinder mit Kolbenstange
- 14 Hilfsluftbehälter
- 15 Einfachsteuerventil
- 16 Steuerventil-Absperrhahn
- 17 Löseventil mit Kopfstutzen
- 18 Rückzugfeder (nicht gez.)
- 19 Umsteldrosselhahn (nur bei Lokomotiven für Güterzugdienst)

Zusatzbremse

- 20 Zusatz-Führerbremsventil
- 21 Schnelldruckregler mit 1 Rohrträger
- 21a Sicherheitsventil

- 22 Doppelrückschlagventil
- 23 Luftdruckmesser für Bremszylinder
- 24 Schlauchverbindung
- 25 Absperrhahn

Tenderbremse

- 26 Bremszylinder mit Kolbenstange
- 27 Ventilflansch-Hilfsluftbehälter
- 28 Schnellsteuerventil
- 29 Zentrifugal-Staubfänger
- 30 Löseventil mit Kopfstutzen
- 31 Rückzugfeder (nicht gez.)
- 32 Schlauchverbindung zwischen Lokomotive und Tender
- 33 G-P-Wechsel (nur bei Lokomotiven für Güterzugdienst)

Leitungsteile

- 34 Bremskupplung
- 35 Luftabsperrrhahn rechts, AK 8
- 36 " links, AK 8
- 37 Leerkupplung
- 38 Gabelstück

Rohrleitungen

- a Auslaßrohr
- b Hauptluftbehälterrohr
- c Pumpenreglerrohr
- d Dampfleitung
- e Entwässerungsrohr
- f Auspuffleitung
- g Druckrohr
- l Hauptluftleitung

