

Hille

Druckschrift 102

Kunze Knorr-Bremse

für Güterzüge
Kkgbr



KNORR-BREMSE & BERLIN

Kunze Knorr-Bremse

für Güterzüge

Kkgbr



Druckschrift 102
8. Auflage 1942

	Seite
1. Einleitung	3
2. Von der selbstfätigen Einkammerbremse zur Kkg-Bremse	7
3. Bauart und Wirkungsweise	9
4. Steuerventil der Kkg-Bremse	12
5. Bremszylinder der Kkg-Bremse	21
6. Betriebsverhältnisse	28
7. Kkg ₂ und Kkg ₁ — Kkg ₃ -Bremse	32
8. Bremsberechnung	35
9. Bremsgestängesteller SAB, Bauart D	38

KNORR-BREMSE ^A/_G BERLIN

Kunze Knorr-Bremse für Güterzüge

1. Einleitung

Es ist heutzutage allgemein anerkannte Notwendigkeit, die Güterwagen ebenso wie die Personenwagen mit einer durchgehenden selbsttätigen Bremse zu versehen. Die Vorzüge gegenüber der Handbremse sind folgende:

Erhöhung der Betriebssicherheit

Das rechtzeitige Anhalten des Zuges war früher von der Aufmerksamkeit und richtigen Tätigkeit mehrerer Bremser abhängig. Die Bremser konnten sich während der Fahrt untereinander und mit dem Lokomotivführer nicht verständigen, bei langen Zügen, unsichtigem Wetter oder im Tunnel die Bremssignale des Lokomotivführers mit der Dampfpeife oft gar nicht hören. Zugtrennungen wurden von den Bremsern nicht oder zu spät bemerkt.

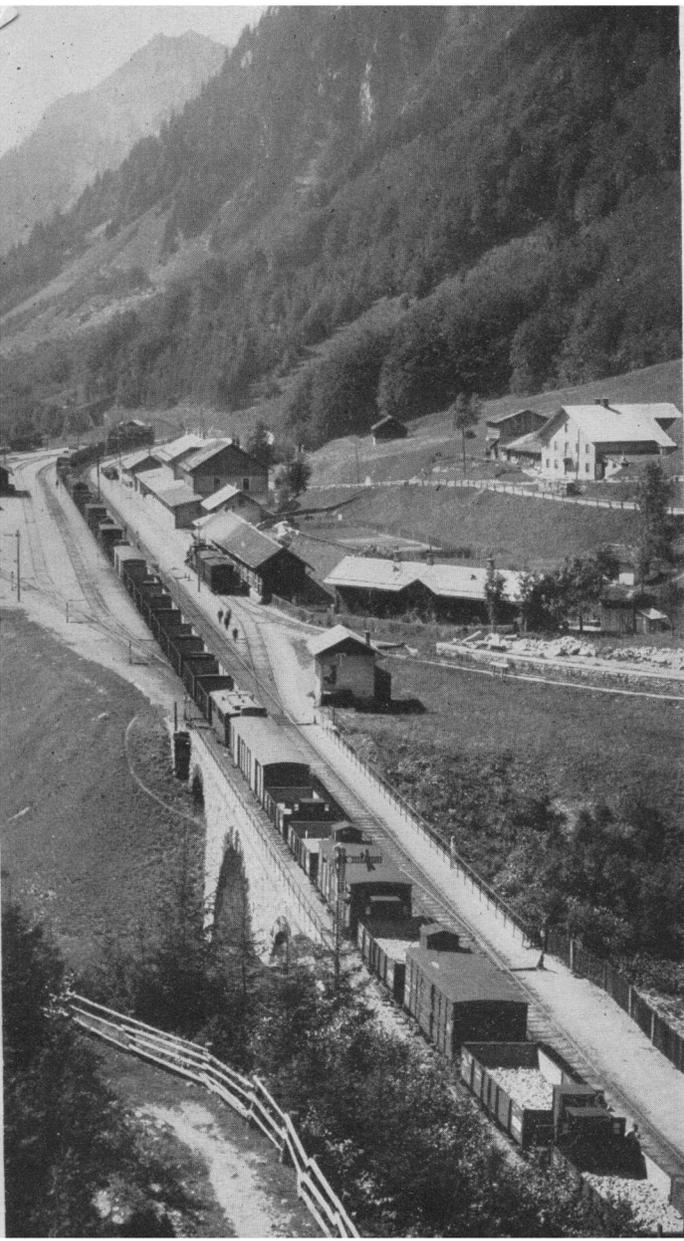
Jetzt hat der für die Sicherheit des Zuges in erster Linie verantwortliche Lokomotivführer den Zug während der Fahrt vollkommen in seiner Hand. Er kann allein den Zug jederzeit an der vorgeschriebenen Stelle sowie in Gefahrfällen zum Halten bringen und jede Zugtrennung sofort erkennen. Bei luftgebremsten Zügen werden alle Zugtrennungen vermieden, die früher bei Handbremsbedienung möglich waren. Die luftgebremsten Güterzüge erleiden demnach viel weniger Störungen und Unfälle als die handgebremsten Güterzüge.

Ersparnisse an Personal

Der Handbremsbetrieb erforderte ein großes Heer von Bremsern. Bei den luftgebremsten Güterzügen genügt je ein Zugbegleiter an der Zugspitze und am Zugschluss.

Weitere Vorzüge sind:

- Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit,
- Beschleunigung des Güterverkehrs,
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Bahnen,
- Beschleunigung des Wagenlaufes.



Zug von 150 Achsen mit Kunze Knorr-Güterzugbremse auf Bahnhof Langen am Arlberg mit anschließendem mittleren Gefälle von 1:33

Im Anfang dieses Jahrhunderts hat man versucht, die damals bei den Personenzügen gebräuchlichen selbsttätigen Druckluft- bzw. Saugluftbremsen auf die Güterzüge zu übertragen. Diese Versuche führten zu Mißerfolgen, zeigten aber, wo die Schwierigkeiten lagen.

Die Güterzüge sind bedeutend länger als die Personenzüge, und außerdem sind bei diesen die Zugkupplungen stramm angezogen, so daß die Puffer gegeneinander gedrückt werden, während Güterzüge, um das Anfahren zu erleichtern, lose gekuppelt sind und bis zu 100 mm Spiel zwischen den Puffern haben. Da ferner die Güterzüge aus leichten und schweren, leeren und beladenen, kurzen und langen Wagen sowie solchen mit Bremse und ohne Bremse zusammengesetzt sind, entstanden bei den Versuchen gefährliche Stöße und Zugtrennungen.

Im Berner Programm vom 11. Mai 1909 wurden durch die Internationale Eisenbahnkommission 25 Bedingungen aufgestellt, die eine Güterzugbremse erfüllen muß, und 31 Punkte, nach denen die Erprobung vorzunehmen ist. Besonders hervorzuheben sind folgende:

1. Die Bremse soll mit den vorhandenen Personenzugbremsen zusammenarbeiten.
2. Die Bremse soll unter der Voraussetzung, daß die Entfernung der Pufferscheiben nicht mehr als 10 cm betrage, unter allen Verhältnissen ohne gefährliche Stöße und Zerrungen wirken.
3. Die Bremse muß derart beschaffen sein, daß sich der Vorrat an Bremskraft auch bei Fahrten auf langen und starken Gefällen nicht erschöpft und daß die längsten und stärksten auf Hauptbahnen vorkommenden Gefälle mit voller Sicherheit und mit möglichst geringen Schwankungen der vorgeschriebenen Geschwindigkeit befahren werden können.
4. Die Bremswege sollen kleiner sein als die mit Handbremsen erreichbaren Bremswege. Im September 1926 wurden die Bedingungen von dem Internationalen Eisenbahnverband erweitert und unter anderem neu hinzugefügt:
5. Die Bremswagen müssen mit einer Einrichtung versehen werden können, die es gestattet, beladene Wagen mit größerer Kraft (Lastabbremung) zu bremsen als leere Wagen (Eigengewichtsabbremung).

Nachdem die Kunze Knorr-Bremse im Jahre 1917 alle Bedingungen des Berner Programms erfüllt hatte, wurde sie in Deutschland und dann in Schweden eingeführt. Im Jahre 1926 wurde von dem Internationalen Eisenbahnverband anerkannt, daß die Kunze Knorr-Bremse auch den Bedingungen vom September 1926 voll und ganz entspricht.

Schema der Einkammerbremse

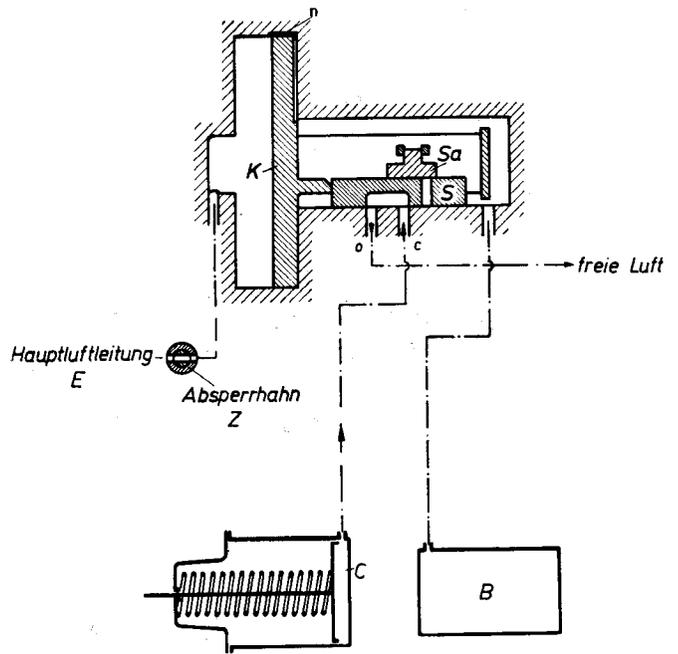


Abb. 1 Lösestellung

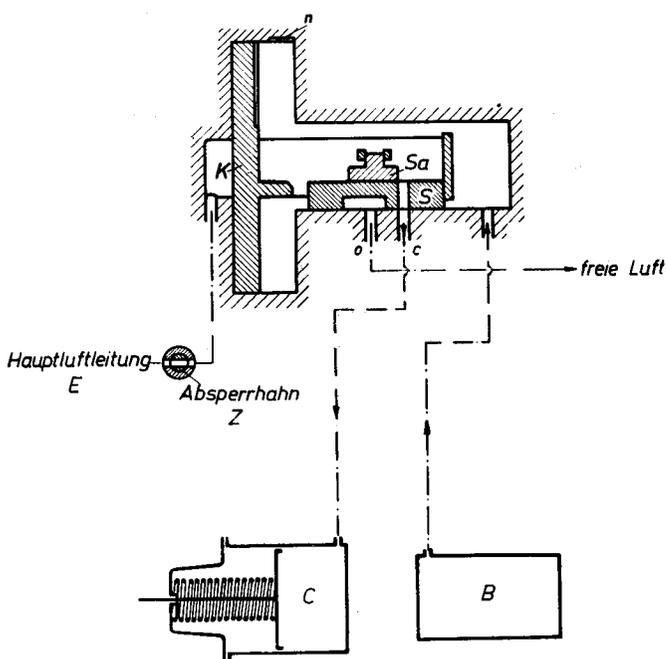


Abb. 2 Bremsstellung

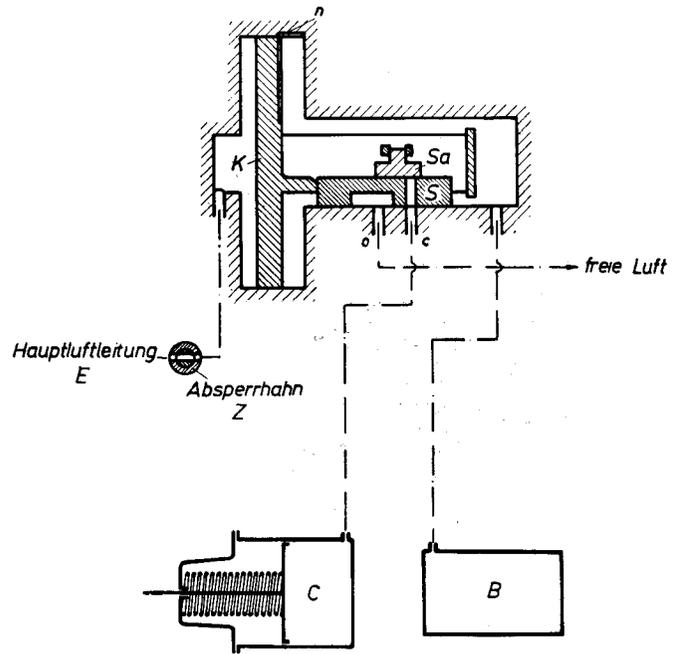


Abb. 3 Bremsabschlußstellung

2. Von der selbsttätigen Einkammerbremse zur Kkg-Bremse

Zum leichteren Verständnis sei kurz die Wirkungsweise der selbsttätigen Einkammerbremse, wie sie bei den Personen- und Schnellzügen verwendet wurde, dargestellt.

Die Bremsenrichtung besteht aus der Hauptluftleitung E, dem Steuerventil, dem Hilfsluftbehälter B und dem Bremszylinder C. Die Bremsung geschieht durch Vermindern des Luftdruckes in der Hauptluftleitung E infolge von Luftauslaß am Führerbremsventil oder an irgendeiner Stelle der Hauptluftleitung.

1. Füllen

Die Druckluft in der Hauptluftleitung tritt bei E durch den Absperrhahn Z in den Steuerkolbenraum, drückt den Steuerkolben K mit den Steuerschiebern in die Lösestellung, tritt über die hierbei freiwerdende Nut n in den Steuerschieberraum und von hier in den Hilfsluftbehälter B. Leitung, Steuerkolben- und Steuerschieberraum sowie Hilfsluftbehälter werden daher mit Druckluft von gleicher Spannung (5 kg/cm^2) gefüllt (Abb. 1).

2. Bremsen

Beim Auslassen von Druckluft aus der durchgehenden Hauptluftleitung E wird der Steuerkolben K nebst Grundschieber S und Abstufungsschieber Sa (oder Abstufungsventil) in die Bremsstellung bewegt (Abb. 2), so daß Druckluft aus dem Hilfsluftbehälter B durch Kanal c in den Bremszylinder C eintritt. Der Druck in B nimmt ab, derjenige in C zu; der Bremskolben wird daher in die Bremsstellung gedrückt; die mit ihm durch das Bremsgestänge verbundenen Bremsklötze legen sich an. Das Überströmen von Druckluft in den Bremszylinder dauert so lange, bis der sinkende Druck im Hilfsluftbehälter geringer wird als der Leitungsdruck, so daß der neue auf der Leitungsseite entstehende Überdruck den Steuerkolben K in eine Zwischenstellung, die Bremsabschlußstellung (Abb. 3), bewegt und mit dem Abstufungsschieber (Abstufungsventil) die Verbindung vom Hilfsluftbehälter zum Bremszylinder unterbricht.

3. Stufenweises Bremsen

Durch nochmaliges Auslassen von Leitungsluft geht der Steuerkolben K wieder in die Bremsstellung; es tritt weiter Luft aus dem Hilfsluftbehälter in den Bremszylinder, die Bremskraft wird größer. Dann wird der Kolben wieder in die Bremsabschlußstellung geschoben. Bei weiterem Luftauslaß wiederholt sich das Spiel.

4. Vollwirkung

Die Bremskraft läßt sich in dieser Weise bei der Einkammerbremse stufenweise erhöhen, bis im Hilfsluftbehälter und Bremszylinder Druckgleichheit erreicht ist; das ist der Fall bei einem Luftauslaß von etwa $1\frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$ aus der Leitung.

5. Lösen

Soll die Bremse gelöst werden, so erhöht man den Druck in der Hauptluftleitung wieder; der Kolben K steuert in die Lösestellung um und verbindet die Hauptluftleitung E über die Nut n und den Steuerkolben K mit dem Hilfsluftbehälter B, der

nun mit Leitungsluft aufgefüllt wird. Gleichzeitig ist in der Lösestellung der Bremszylinder C über die Kanäle c und o mit der freien Luft verbunden, so daß der Bremskolben durch die Rückdruckfeder in die Lösestellung getrieben wird.

6. Kein stufenweises Lösen

Die Bremse löst stets vollständig, auch wenn der Leitungsdruck nur teilweise erhöht wird, da keine Kraft vorhanden ist, die den Lösevorgang unterbrechen kann. Dieser Nachteil der Einkammerbremse kann während der Fahrt auf langen und steilen Gefällen gefährlich werden, wenn nacheinander wiederholt gebremst und gelöst werden muß, weil nach dem Lösen oft die Zeit fehlt, um bis zum nächsten Bremsen Hauptluftleitung und Hilfsluftbehälter wieder voll aufzufüllen.

7. Erschöpfbarkeit

Auf diese Weise kann sich der Vorrat an Druckluft in der Einkammerbremse allmählich erschöpfen, ohne daß der Lokomotivführer dies merkt.

8. Schnellwirkung

In Abb. 4 ist das schnellwirkende Einkammer-Steuerventil, Bauart Knorr, dargestellt. Dieses Ventil hat zwei Bremsstellungen: Betriebs- und Schnellbremsstellung. Bei langsamem Luftauslaß geht der Steuerkolben nebst Schieber in die Betriebsbrems-

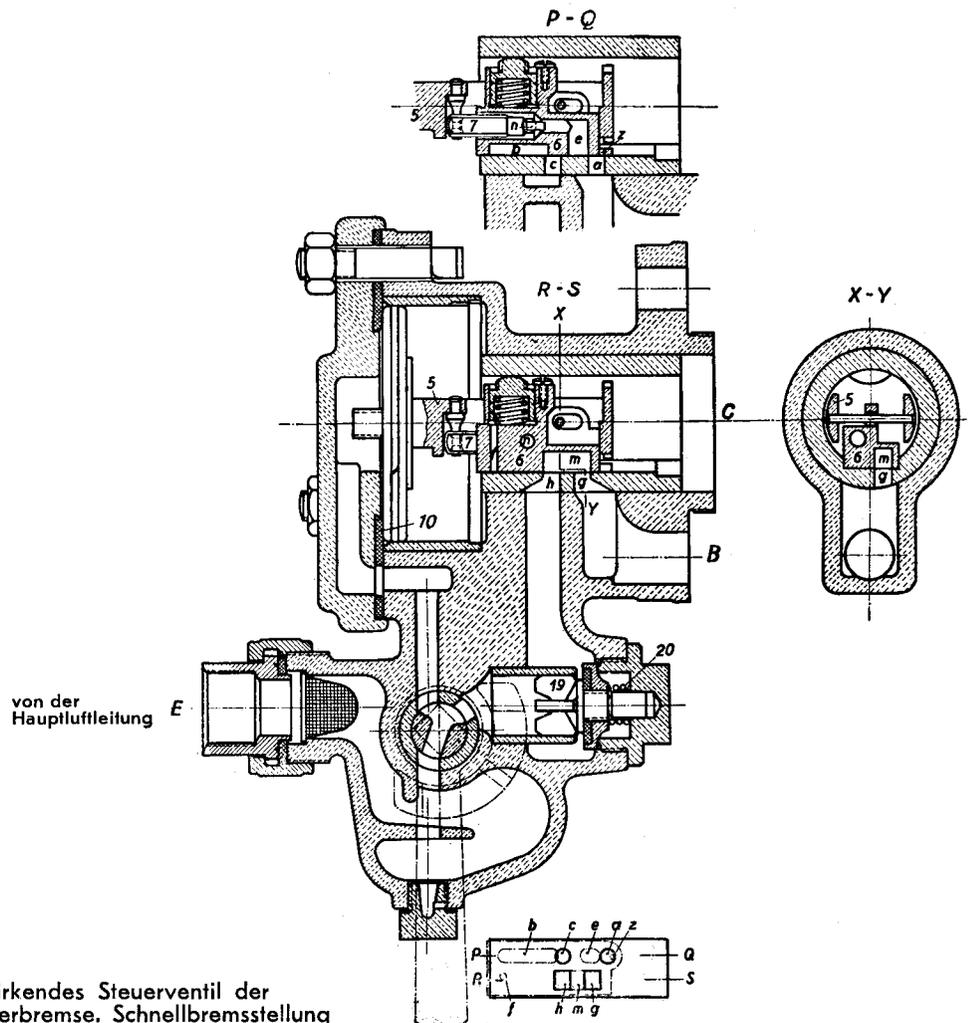


Abb. 4 Schnellwirkendes Steuerventil der Einkammerbremse. Schnellbremsstellung

stellung, während er bei plötzlich einsetzendem kräftigen Luftauslaß in die Schnellbremsstellung getrieben wird. Neben Luft aus dem Hilfsluftbehälter strömt gleichzeitig Leitungsluft über Rückschlagventil 19 und Kanäle h, m, g und y zum Bremszylinder. Da an allen Steuerventilen auf diese Weise Leitungsluft abgezapft wird, pflanzt sich die Druckminderung in der Leitung mit großer Geschwindigkeit fort, und alle Bremsen springen sofort mit voller Kraft an.

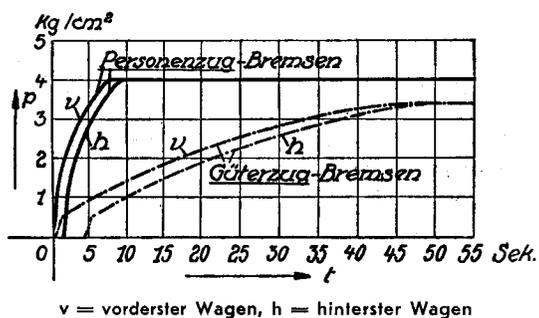


Abb. 5 Bremsdruckschaulinien für Personen- und Güterzugbremsen

Infolge des Zuflusses aus der Leitung steigt der Bremszylinderdruck schnell an, wie dies die stark ausgezogenen Linien in Abb. 5 zeigen.

Für Güterzüge ist wegen ihrer Länge und der lose gekuppelten Wagen ein so schnelles Ansteigen des Bremszylinderdruckes nicht zulässig, weil das Auflaufen der hinteren Wagen auf die vorderen betriebsgefährliche Stöße und Zerrungen hervorrufen würde. Bei Güterzügen darf das schnelle Ansteigen des Bremszylinderdruckes nur bis etwa $0,6 \text{ kg/cm}^2$ gehen und muß von diesem Punkt an stark verzögert

werden. Das Anspringen der Bremsen muß vom ersten bis zum letzten Wagen möglichst gleichzeitig stattfinden, und zwar bei allen Betriebsbremsungen, nicht nur bei Schnellbremsungen. Dies wird durch die strichpunktlierten Linien in Abb. 5 gezeigt.

Wie nun die Kkg-Bremse die in der Einleitung angedeuteten Aufgaben löst und wie dieses Ziel durch Verbesserung und Ergänzung der Einkammerbremse erreicht wurde, geht aus der folgenden Beschreibung hervor.

3. Bauart und Wirkungsweise der Kkg-Bremse

In Abb. 6 ist die Bremseinrichtung Kkg mit dem Gestänge dargestellt, und zwar in Lösestellung. Man erkennt den in einem Stück gegossenen Bremszylinder, der aus dem Einkammerzylinder mit der C-Kammer und dem Zweikammerzylinder mit der A-Kammer und der B-Kammer besteht.

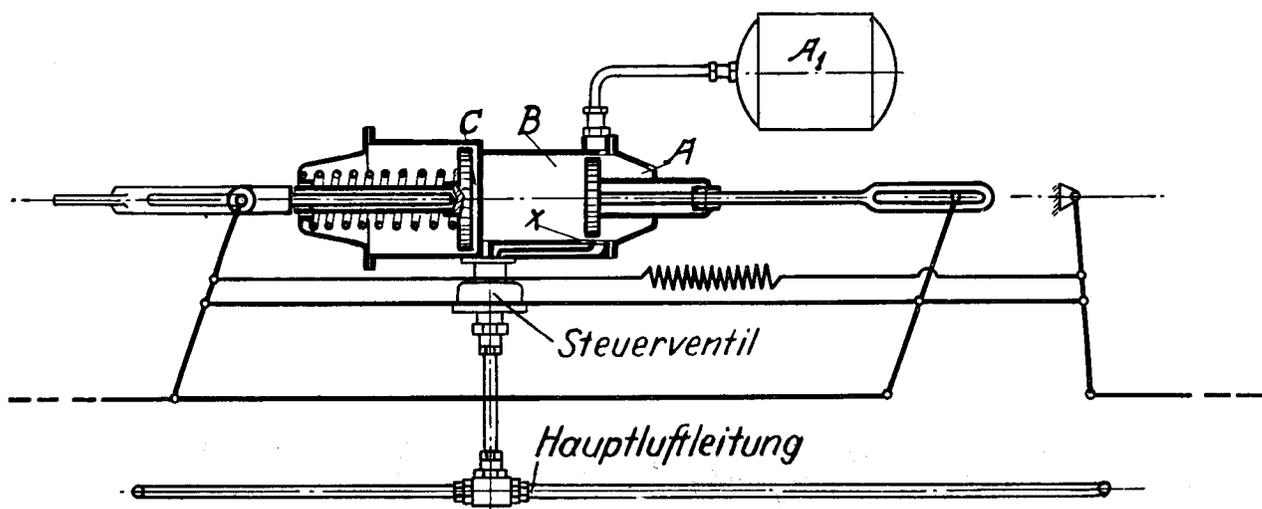


Abb. 6 Lage der Bremskolben und des Gestanges bei gelöster Bremse

Die A-Kammer ist durch Verbindung mit dem A_1 -Behälter auf angemessene Größe gebracht. Bei gelöster Bremse stehen beide Kolben in der gezeichneten Endlage. Die B-Kammer ist durch die sog. x-Bohrung in der Zylinderwand über das Steuerventil mit der A-Kammer verbunden. Beide Kammern und der A_1 -Behälter sind mit Druckluft von 5 kg/cm^2 aufgefüllt. Die C-Kammer ist entlüftet, und der Einkammerkolben wird durch die Rückdrückfeder in seiner Endlage gehalten. Der Zweikammerkolben besitzt auf der A-Kammerseite einen kleinen Gegenkolben, weshalb bei gleicher Spannung der Druckluft in A und B der Zweikammerkolben stets in seiner Endlage gehalten wird. Die Kolbenstange des Zweikammerzylinders trägt einen Langloch-Kreuzkopf, so daß der Zweikammerkolben sich eine gewisse Strecke ungehindert bewegen kann, was für ihn als Steuerorgan nötig ist.

Die B-Kammer dient als Hilfsluftbehälter. Wenn das Steuerventil infolge einer Druckminderung in der Hauptluftleitung in die Bremsstellung geht, so fließt Druckluft von B nach C, der C-Kolben geht vor und zieht das Bremsgestänge an. Hierbei bewegt sich der Gestängebolzen am Zweikammerkolben lose im Langloch. Infolge der Druckminderung in B geht der Zweikammerkolben, wie in Abb. 7 dargestellt, in Betriebsbremsstellung, wobei er sich ebenfalls frei bewegen kann. In der A-Kammer und der mit ihr verbundenen Steuerventilschieberkammer vermindert sich infolgedessen der Druck, wodurch die Bremsstufe abgeschlossen wird. Bei weiteren Bremsstufen tritt schließlich Druckgleichheit in B und C ein und der Zweikammerkolben bewegt sich weiter, ohne daß das Gestänge am Ende des Langlochs zum Anliegen kommt, also ohne daß der Zweikammerkolben Bremskraft ausübt.

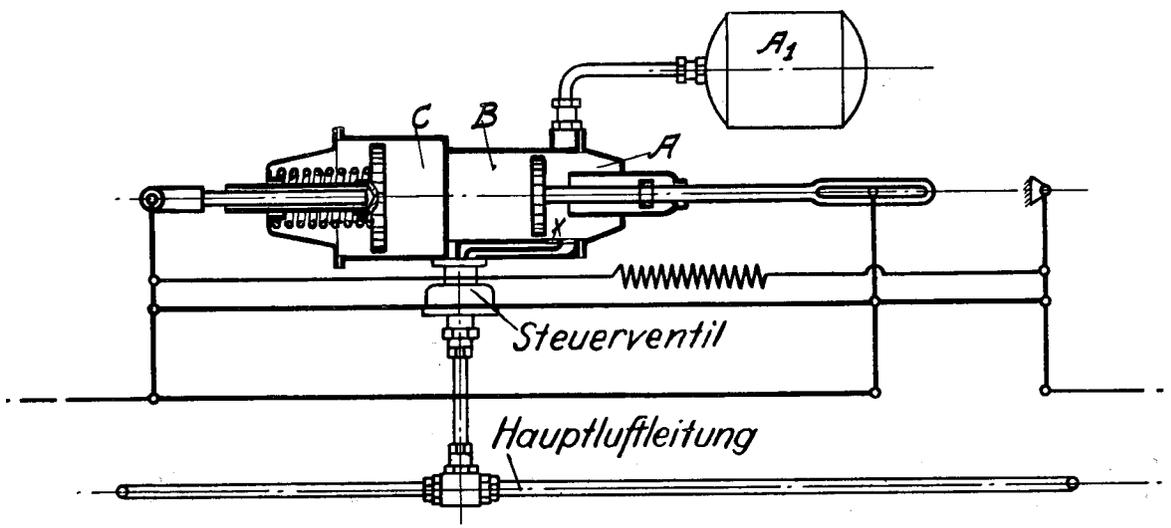


Abb. 7 Lage der Bremskolben und des Gestänges bei Stufenbremsung

Die vorstehend geschilderte Bremswirkung ist für leere Wagen zutreffend. Bei beladenen Wagen wird mittels einer Umstellvorrichtung, des sog. Lastwechsels, ein Umstellhahn am Steuerventil von Hand derart verstellt, daß bei weiteren Druckminderungen in der Hauptluftleitung die Druckluft der B-Kammer ohne Unterbrechung ins Freie strömen kann. Infolgedessen drückt die Luft in der A-Kammer den Zweikammerkolben in seine Bremsstellung (Abb. 8), das Spiel im Langloch des Kreuzkopfes wird aufgehoben und die Bremskraft des Einkammerzylinders um die des Zweikammerzylinders erhöht.

Die Durchmesser von Einkammerzylinder und Zweikammerzylinder sind so gewählt (280 mm bzw. 210 mm), daß die Bremskraft für die allermeisten Güterwagen, sowohl im leeren als auch im beladenen Zustand, ausreicht. Für Sonderwagen mit hohem Eigengewicht wird die Kg_2 -Bremse gebaut, die genau so wirkt wie die Kg -Bremse; die Bremszylinder-Durchmesser sind dort 406 mm und 330 mm.

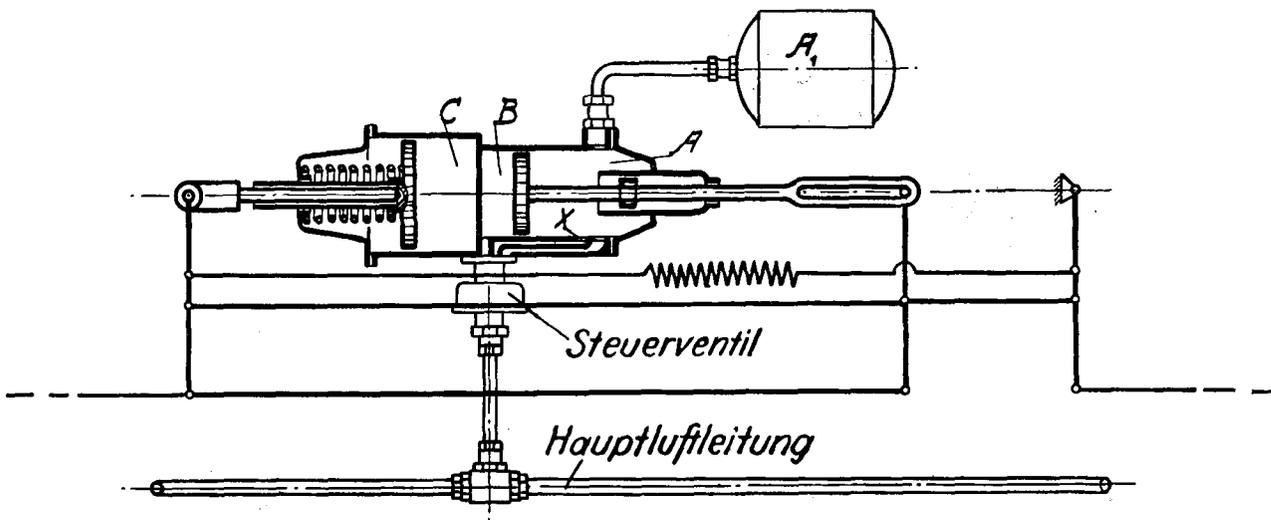


Abb. 8 Lage der Bremskolben und des Gestänges bei Vollbremsung von beladenen Wagen

Für die Sonderwagen, welche im Verhältnis zum Eigengewicht ein hohes Ladegewicht zulassen und als Schwerlastwagen bezeichnet werden, kommt die Kkg_1 -Bremsen in Frage, die durch Hinzufügen eines Zusatz-Bremszylinders zur Kkg -Bremsen entsteht. Bei Schwerlastwagen mit hohem Eigengewicht wird die Kkg_3 -Bremsen angewandt, welche aus dem Kkg_2 -Bremszylinder und einem Zusatzzylinder besteht.

Diese Sonderbauarten wie Kkg_1 , Kkg_2 und Kkg_3 -Bremsen sollen in einem besonderen Abschnitt behandelt werden.

Vorgang beim stufenweisen Lösen im Kkg -Bremszylinder

Zum Lösen wird der Druck in der Hauptluftleitung wieder erhöht. Durch Umsteuerung des Steuerventilkolbens wird die C-Kammer mit der freien Luft verbunden und die B-Kammer wieder aufgefüllt. Infolge der Druckerhöhung in B geht der Zweikammerkolben zurück, verkleinert die A-Kammer und erhöht hier den Druck, der infolge des kleinen Gegenkolbens ohnehin etwas höher ist als in der B-Kammer. Sobald der steigende A-Kammerdruck größer geworden ist als der zu gleicher Zeit sinkende Leitungsdruck (infolge Abströmens nach B), wird der Steuerkolben im Steuerventil aus der Lösestellung in die Löseabschlußstellung bewegt und der Lösevorgang unterbrochen. Bei mäßiger Erhöhung des Leitungsdrucks wird demnach die Bremse nicht voll gelöst, und das stufenweise Lösen der Bremse kann durch Druckerhöhung in der Leitung so lange fortgesetzt werden, bis der Zweikammerkolben in seine Endlage getrieben und in A und B der Druck von 5 kg/cm^2 wiederhergestellt ist; dann ist die C-Kammer vollständig entlüftet.

In Stellung „Leer“ wirkt der Zweikammerkolben also lediglich als Steuerorgan und sichert das stufenweise Lösen. In Stellung „Beladen“ wird außerdem die Kraft des Zweikammerkolbens zur Bremsung benutzt.

Die Beständigkeit der Bremswirkung wird dadurch gewährleistet, daß die C-Kammer erst vollständig entlüftet ist, wenn die B-Kammer wieder voll aufgeladen, die Bremse also wieder voll betriebsfähig ist. Im Zweikammerzylinder besitzt die Kk -Bremsen eine gute Reserve, die im Notfall auch in Stellung „Leer“ wirksam werden kann. Wird z. B. die C-Kammer durch Undichtheit entlüftet, so entlüftet sich auch die B-Kammer, und der Zweikammerkolben wird selbsttätig wirksam.

4. Das Steuerventil der Kunze Knorr-Güterzugbremse

Tafeln I und II

Um die Bedingungen einer Güterzugbremse zu erfüllen, ist das Kkg-Steuerventil mit folgenden Eigentümlichkeiten ausgestattet:

1. Die Steuerschieberkammer steht mit der A-Kammer des Bremszylinders in Verbindung, deren Luftdruck mit den Bremsvorgängen fällt oder steigt, deren Druckluft aber nicht verbraucht wird. Hierdurch wird „stufenweises Lösen“ erreicht,
2. die Übertragungskammer (Ü-Kammer),
3. das Mindestdruckventil M (M-Ventil) und Zwischenventil V (V-Ventil), und
4. Der Umstellhahn U (U-Hahn).

Alle diese Teile sind mit dem Steuerventil in einem Apparat vereinigt.

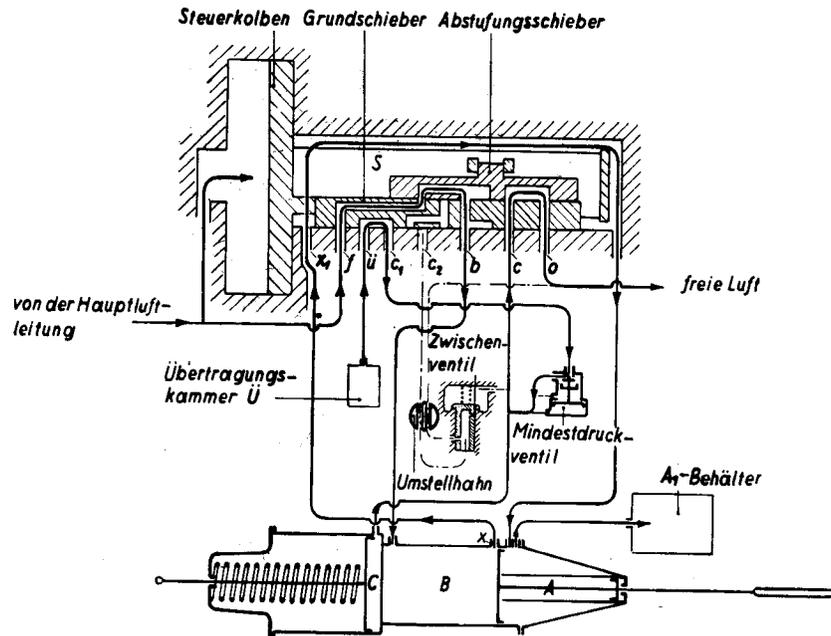


Abb. 9 Schema der Kunze Knorr-Güterzugbremse, Lösestellung

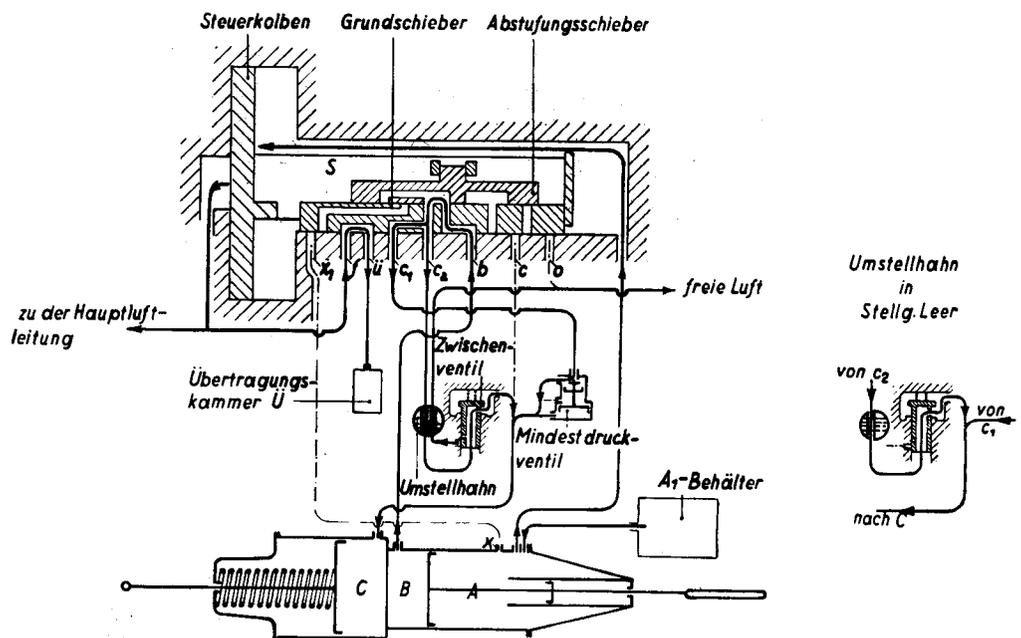


Abb. 10 Schema der Kunze Knorr-Güterzugbremse, Bremsstellung

Die Übertragungskammer

Die Übertragungskammer Ü, die den Steuerventilkörper mantelförmig umgibt, hat einen Inhalt, der so groß ist wie der Raum, den der Steuerkolben K beim Umsteuern von der Löse- in die Bremsstellung durchschreitet.

Lösestellung

Bei gelöster Bremse ist die Übertragungskammer durch die beiden Schieber über die Kanäle ü, c und o mit der freien Luft verbunden.

Bremsstellung

Die bei einer eingeleiteten Bremsung vom Steuerkolben bei seinem Weg zur Bremsstellung in die Steuerkolbenkammer und damit in die Hauptluftleitung hineingedrängte Luftmenge wird durch die beiden Schieber und die Kanäle f und ü in die Übertragungskammer geleitet. Die Leitungsdruckverminderung bleibt deshalb unverändert erhalten, so daß sich die Bremswirkung ungestört und rasch von Wagen zu Wagen fortpflanzen kann.

Wirkung

Alle Steuerventile steuern infolgedessen, auch bei kleinem Leitungsluftauslaß, vom ersten bis zum letzten Wagen in rascher Aufeinanderfolge in die Bremsstellung um. Der Zug bleibt also bei Einleitung einer Bremsung annähernd gestreckt.

Bei allen weiteren Bremsstufen ist die Übertragungskammer unwirksam, desgleichen bei allen Lösestufen. Solange im Einkammerbremszylinder noch Luft von mehr als $\frac{1}{2}$ kg/cm² Druck vorhanden ist, kann die in die Übertragungskammer eingetretene Leitungsluft nicht entweichen.

Entlüftung

Erst beim völligen Lösen der Bremse entweicht die Luft wieder aus der Übertragungskammer.

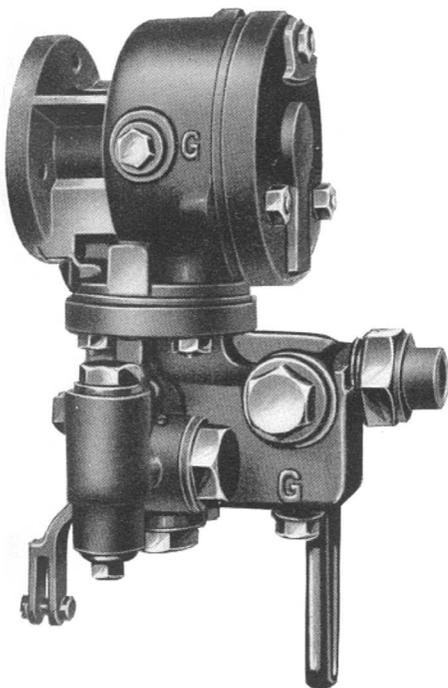


Abb. 11 Kkg-Steuerventil

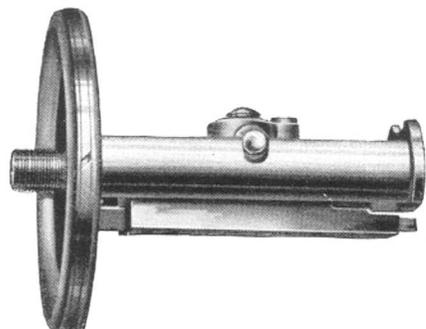


Abb. 12 Steuerkolben mit Grund- und Abstufungsschieber



Abb. 13 Abstufungsschieber



Abb. 14 Grundschieber

Das Mindestdruckventil M, Zwischenventil V und Umstellhahn U

Das Mindestdruckventil hat den Zweck, nach Einleitung einer Bremsung rasch eine zunächst nur kleine Bremswirkung zuzulassen.

Von der B-Kammer führen zwei Wege zur C-Kammer, das sind die Kanäle c_1 und c_2 . Im Kanal c_1 liegt das Mindestdruckventil M mit weitem Durchgang, im Kanal c_2 das V-Ventil mit enger Bohrung b_c .

In der Lösestellung sind M-Ventil geöffnet, V-Ventil geschlossen, beide Ventile durch die Kanäle c und o mit der Außenluft verbunden.

Wird eine Bremsung eingeleitet, so werden durch das Umsteuern der Schieber S und Sa in die Bremsstellung die Verbindungen des M- und V-Ventils mit der freien Luft unterbrochen und dem Überströmen der Bremsluft aus der B-Kammer in den Einkammerbremszylinder gleichzeitig beide Wege freigegeben. Der eine Weg führt durch den Kanal b über die beiden Schieber nach Kanal c_1 durch das offene M-Ventil mit weitem Durchgang; der andere Weg wird durch die Kanäle b und c_2 , das sich öffnende V-Ventil und die Drosselbohrung b_c im V-Ventil hergestellt.

Langsames Ansteigen des Bremsdrucks

Das M-Ventil schließt sich durch die Wirkung des Stufenkolbens sofort wieder, wenn im Bremszylinder ein Druck von ungefähr $1/2 \text{ kg/cm}^2$ erreicht ist. Es bleibt dann nur noch der Weg über die Drosselbohrung b_c im V-Ventil frei, der das weitere Ansteigen des Bremsdrucks im Einkammerzylinder langsam erfolgen läßt.

Im Einkammerbremszylinder entsteht also sofort ein kleiner Bremsdruck, der nur langsam zunimmt (s. Abb. 17 u. 18).

Bei weiteren Bremsstufen

Sobald die erste Bremsstufe beendet und der dem Leitungluftauslaß entsprechende Druck in der C-Kammer erreicht ist, tritt bei nochmaligem Luftauslaß zur Erzielung einer stärkeren Bremskraft wiederum Druckluft von der B- in die C-Kammer über, jetzt aber nur durch die enge Bohrung b_c im V-Ventil, weil der Weg über das M-Ventil geschlossen bleibt; der Bremsdruck bei weiteren Bremsstufen steigt also stets allmählich an.

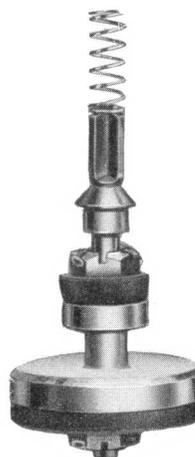


Abb. 15
Mindestdruckventil M



Abb. 16
Zwischenventil V

Zeitdauer

Die Drosselbohrung b_c im Ventil ist so klein, daß der höchste Bremsdruck im Einkammerzylinder erst in 45—55 Sekunden erreicht wird.

Einkammerwirkung

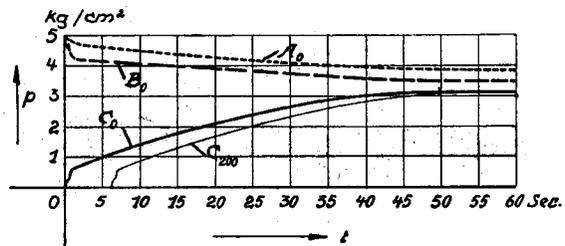


Abb. 17 Bremsdruckschaulinien bei Vollwirkung im Einkammerzylinder (Umstellhahn auf „Leer“)

A_0, B_0, C_0 , Schaulinien für den ersten Wagen,
 C_{200} Schaulinie für den letzten Wagen
eines Güterzuges von 200 Achsen

Bis hierher wirkt die Kkg-Bremse wie eine Einkammerbremse. Der freibewegliche Zweikammerkolben dient nur zur Regelung.

Zweikammerwirkung

Das Vorhandensein des Zweikammerkolbens gibt aber die Möglichkeit, die Bremskraft weiter zu steigern und auch das Gewicht der Last des beladenen Wagens mit abzubremse. Dies wird erreicht durch Entlüften der B-Kammer, weil dann die in der A-Kammer eingeschlossene Druckluft mit voller Kraft auf den Zweikammerkolben, dieser auf das Bremsgestänge einen Druck ausübt, der die Bremswirkung des Einkammerkolbens verstärkt.

Entlüften der B-Kammer

Zum Entlüften der B-Kammer dienen der Umstellhahn U und eine Bohrung b_0 im unteren Teil des V-Ventils. Der Umstellhahn ist ein Mehrweghahn mit zwei Stellungen „Leer“ und „Beladen“. In beiden Stellungen des Hahnes muß die von der B-Kammer kommende Bremsluft auf ihrem Wege zur C-Kammer durch eine Bohrung u_1 oder u_2 im Umstellhahn zum V-Ventil strömen. Der Umstellhahn hat aber außerdem noch eine Aussparung u_3 von segmentförmigem Querschnitt. Diese Aussparung steht in der Bremsstellung des Steuerventils, sofern der Umstellhahn in der Stellung „Beladen“ steht, über die beiden Schieber mit dem ins Freie führenden Auslaßkanal in Verbindung; bei geschlossenem V-Ventil liegt dessen untere Bohrung b_0 dieser Aussparung u_3 gegenüber. Sobald also das V-Ventil sich schließt, geht die Entlüftung der B-Kammer vor sich.

Das V-Ventil dient für die B-Kammer gleichzeitig als Rückschlagventil, es läßt nur Luft von B nach C, nicht aber von C nach B strömen.

Bei den Fahrzeugen, deren Umstellhahn in Stellung „Beladen“ steht, tritt, sobald im Einkammerbremszylinder die Vollwirkung erreicht ist, folgendes ein:

Mit der Vollwirkung in der C-Kammer entsteht Druckausgleich zwischen B und C. Das V-Ventil schließt sich dann ohne weiteres von selbst; durch seine untere Bohrung b_0 läßt es die noch in der B-Kammer vorhandene Luft über den Ausschnitt u_3 im Umstellhahn ins Freie strömen. Der A-Kammerdruck auf den Zweikammerkolben kommt nun voll zur Geltung. Seine Kolbenstange zieht jetzt am Bremsgestänge und erhöht dadurch die Bremswirkung des Einkammerkolbens beträchtlich. Da das V-Ventil geschlossen bleibt, wird der Druck in der C-Kammer hierbei in voller Höhe erhalten (Abb. 18).

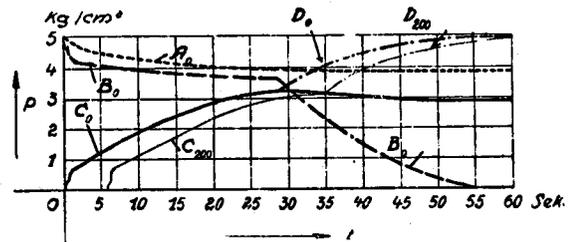


Abb. 18 Bremsdruckschaulinien bei Vollwirkung im Einkammer- und Zweikammerbremszylinder (Umstellhahn auf „Beladen“)

Die Werte der D-Linien stellen die Summe der Bremsdrücke auf beide Kolben dar

A₀, B₀, C₀, D₀, Schaulinien für den ersten Wagen
C₂₀₀, D₂₀₀, Schaulinien für den letzten Wagen
eines Güterzuges von 200 Achsen

Kein Entlüften der B-Kammer

Bei den Fahrzeugen, deren Umstellhahn in Stellung „Leer“ steht, ist der Entlüftungsausschnitt u_3 im Umstellhahn um 90° verschoben, ein Entlüften der B-Kammer und damit eine Bremswirkung des Zweikammerkolbens ist dann nicht möglich.

Gleichartige Abbremsung der beladenen und leeren Wagen

Die Bohrung im Umstellhahn, durch welche die Bremsluft von B nach C strömt, ist bei der Stellung „Leer“ enger (u_2) als bei der Stellung „Beladen“ (u_1). Der höchste Bremsdruck im Einkammerzylinder wird deshalb bei der Stellung „Beladen“ des Umstellhahns schneller erreicht als bei der Stellung „Leer“ (Abb. 18).

Da aber bei beladenen Wagen die stärkste Abbremsung erst dann eintritt, wenn nach Erreichung des Höchstdruckes in der C-Kammer das Entlüften der B-Kammer erfolgt, so wird beim beladenen wie auch beim unbeladenen Wagen die volle Bremswirkung in ungefähr derselben Zeit erzielt (siehe Abb. 17 u. 18).

Die Wagen werden demnach in der gleichen Zeit im Verhältnis zu ihrem Gewicht annähernd gleichartig abgebremst.

Erläuterung der einzelnen Stellungen

Die Bohrungen in den Schiebern und im Schieberrost sind in zwei nebeneinander liegenden Reihen angeordnet (Tafel II). Die senkrechten Schnitte durch die beiden Reihen im Schieber und Schieberrost sind zum besseren Verständnis nebeneinander besonders gezeichnet. Die auf Tafel II nicht gezeichneten Löseabschluß- und Bremsabschlußstellungen sind ohnedies verständlich.

1. Füllen

Die Leitungsluft tritt bei E durch den Absperrhahn Z in den Raum links vom Steuerkolben K und drückt K mit dem Grundschieber S und dem Abstufungsschieber Sa nach rechts in die Lösestellung (Abb. 1 bis 3 auf Tafel II).

Die Leitungsluft strömt ferner durch f, u, d, e und b in die B-Kammer, schiebt hier den Zweikammerkolben in die Lösestellung, in der die Bohrung x frei wird, und strömt durch die freigelegte Bohrung x über x_1 in die Steuerschieberkammer, A-Kammer und in den A_1 -Behälter. In der Lösestellung des Zweikammerkolbens sind also die A- und B-Kammer nicht unmittelbar verbunden, sondern durch die x-Bohrung und den x_1 -Kanal über die Steuerschieberkammer.

Gleichzeitig ist in der Lösestellung des Steuerventils die C-Kammer mit der Außenluft verbunden durch die Kanäle c, q, r, p und o.

Ferner ist in der Lösestellung die Übertragungskammer Ü entlüftet durch \ddot{u} , n, \ddot{u}_1 , das geöffnete M-Ventil, c, q, r, p und o.

Die Bremse ist gelöst und jederzeit betriebsfähig; beide Räume des Zweikammerzylinders (und Hilfsluftbehälters A_1) sowie die Steuerschieber- und Steuerkolbenkammer sind wie die Leitung mit 5 kg/cm^2 Druckluft gefüllt; der Einkammerbremszylinder und die Übertragungskammer sind entlüftet.

2. Bremsen

Durch Luftauslaß aus der Hauptluftleitung E entsteht in der Steuerkolbenkammer ein kleinerer Druck als in der Steuerschieberkammer. Der Steuerkolben K geht deshalb mit den beiden Schiebern S und Sa in die Bremsstellung (Abb. 4 bis 6 auf Tafel II). Die Verbindung der Leitung mit der B-Kammer und die Verbindung der C-Kammer sowie der Ü-Kammer mit der freien Luft sind jetzt unterbrochen.

Da die Hauptluftleitung E durch f, n und \ddot{u} unmittelbar mit der Übertragungskammer Ü verbunden ist, wird letztere mit Leitungsluft gefüllt.

Aus der B-Kammer strömt die Druckluft in die C-Kammer, und zwar anfänglich gleichzeitig auf zwei Wegen; nämlich auf dem mit weiten Durchgangsquerschnitten ausgerüsteten Wege b, g, h, i, c_1 , M-Ventil und auf dem Wege b, g, h, i, c_2 , u_1 (Umstellhahn auf „Beladen“) oder u_2 (Umstellhahn auf „Leer“), Drosselbohrung b_c im V-Ventil, das sich durch den Druck der zuströmenden B-Luft öffnet.

Das M-Ventil schließt sich selbsttätig durch die Wirkung des Stufenkolbens D sofort wieder, weil der Anfangsbremsdruck von $1/2 \text{ kg/cm}^2$ im Einkammerzylinder schnell erreicht ist, so daß dem weiteren Abströmen der Luft von B nach C bis zur Beendigung der Bremsstufe nur noch der zweite Weg über die Drosselbohrung b_c im V-Ventil frei bleibt.

Die Bremsklötze legen sich daher rasch an, der Bremsdruck in C steigt aber nur langsam; der Druck in B sinkt, der Zweikammerkolben geht langsam nach links; damit sinkt auch der Druck in der A-Kammer, im A_1 -Behälter und in der Steuerschieberkammer.

Sobald der A-Kammerdruck unter den Leitungsdruck gesunken ist, geht der Steuerkolben K mit dem Abstufungsschieber Sa, ohne den Grundschieber S mitzunehmen, um den Betrag des Spieles zwischen K und S langsam nach rechts in eine Zwischenstellung.

Bremsabschlußstellung.

In der Bremsabschlußstellung wird die Verbindung von B mit C wieder unterbrochen; das weitere Abströmen von Druckluft aus der B-Kammer nach der C-Kammer hört damit auf. Die erste Bremsstufe ist erreicht. Der Zweikammerkolben kommt zur Ruhe.

3. Stufenweises Bremsen

Bei einer nochmaligen Leitungsdruckverminderung geht der Steuerkolben K mit dem Schieber Sa wieder in die Bremsstellung und stellt die unterbrochene Verbindung von B mit C wieder her; es tritt nun weiter Luft von B nach C durch die Drosselbohrung b_c über; der Bremsdruck wird höher. Der Zweikammerkolben geht hierbei wieder etwas nach links; der Druck in der A- und Steuerschieberkammer sinkt deshalb weiter, bis dann, falls der Druckabfall in der Leitung unterbrochen worden ist, der Steuerkolben wieder in die Bremsabschlußstellung rückt. Dieses Spiel zum Zwecke der stufenweisen Erhöhung des Bremsdruckes im Einkammerzylinder kann mehrfach wiederholt werden, bis die volle Bremswirkung im Einkammerzylinder erreicht ist.

Die Vollwirkung im Einkammerzylinder ist mit dem Druckausgleich zwischen B und C erreicht. Das V-Ventil bleibt geschlossen.

Steht der Umstellhahn auf „Beladen“, dann strömt nach dem Schließen des V-Ventils durch die Bohrung b_0 , den Ausschnitt u_3 im Umstellhahn und die Kanäle o_1 , m, r, p und o die noch in der B-Kammer befindliche Luft ohne Unterbrechung ins Freie. Die Druckluft in der A-Kammer drückt deshalb den Zweikammerkolben so weit nach B, bis die Kolbenstange am Ende des Langloches am Bremsgestänge zieht; zur Vollwirkung im Einkammerzylinder tritt nun noch die Bremswirkung des Zweikammerzylinders hinzu.

In der Stellung „Leer“ des Umstellhahns dagegen steht bei geschlossenem V-Ventil die b_0 -Bohrung nicht mit der Außenluft in Verbindung. Die B-Kammer wird nicht entlüftet, und es bleibt bei der Vollwirkung im Einkammerzylinder.

4. Lösen

Durch eine Leitungsdruckerhöhung wird der Steuerkolben K mit den beiden Schiebern S und Sa in die Lösestellung getrieben. Die Luft tritt aus der C-Kammer ins Freie und Luft aus der Hauptluftleitung E in die B-Kammer.

Der Druck im Einkammerzylinder sinkt, das Lösen beginnt; der Zweikammerkolben geht durch das Auffüllen der B-Kammer langsam nach rechts, wodurch auch der Druck in der A-Kammer und in der Steuerschieberkammer steigt. Ist der Leitungsdruck nur teilweise erhöht worden und unterbleibt eine weitere Zufuhr von Druckluft zur Leitung, so sinkt durch das Auffüllen der B-Kammer der Druck der Hauptluftleitung E. Infolge der Wirkung des kleinen Gegenkolbens ist während des Zurückgehens des Zweikammerkolbens der Druck in der A-Kammer etwas größer als in der B-Kammer.

Sobald nach einer nur teilweisen Erhöhung des Leitungsdruckes der Druck in der A-Kammer und damit in der Steuerschieberkammer den Leitungsdruck übersteigt, wird der Steuerkolben K mit dem Abstufungsschieber Sa, ohne den Grundschieber S mitzunehmen, um das Spiel zwischen K und S langsam in eine Zwischenstellung bewegt. Das Auffüllen der B-Kammer mit Leitungsluft sowie das Entlüften der C-Kammer wird dadurch unterbrochen.

· Löseabschlußstellung.

5. Stufenweises Lösen

Bei einer weiteren Erhöhung des Leitungsdruckes wiederholt sich das Spiel; der Steuerkolben geht wieder in die Lösestellung; es tritt weiter Leitungsluft in die B-Kammer, und es entweicht weiter Bremsluft aus der C-Kammer ins Freie. Die Bremswirkung wird geringer. Der Zweikammerkolben geht weiter nach rechts. Die Bremse kann also stufenweise gelöst werden.

Die Übertragungskammer U wird während des stufenweisen Lösens nicht entlüftet, da der Entlüftungskanal über das Mindestdruckventil M führt und das M-Ventil so lange geschlossen bleibt, als im Einkammerzylinder noch Bremsluft von ungefähr $\frac{1}{2}$ kg/cm² Druck vorhanden ist.

Die bei der Einleitung der Bremsung in die U-Kammer abgezapfte Leitungsluft bleibt daher eingeschlossen, bis der Druck in der C-Kammer unter $\frac{1}{2}$ kg/cm² gesunken ist und dadurch ein Öffnen des M-Ventils zuläßt. Erst wenn dies der Fall ist, entweicht diese Luftmenge über die Kanäle ü, n, ü₁, geöffnetes M-Ventil, c, q, r, p und o ins Freie.

Da die Bohrung q im Grundschieber S sehr eng ist, kann die aus dem Bremszylinder C austretende Druckluft nur langsam entweichen. Im Gegensatz zu den Einkammerbremsen dauert der volle Lösevorgang bei der Kunze Knorr-Bremse 30 bis 60 Sekunden, je nach Größe der jeweiligen Bremsstufe.

In Abb. 19 und 20 stellt die C-Linie das Sinken des Bremsdruckes im Einkammerzylinder, die B-Linie das Auffüllen der B-Kammer beim Lösen nach einer Vollbremsung dar.

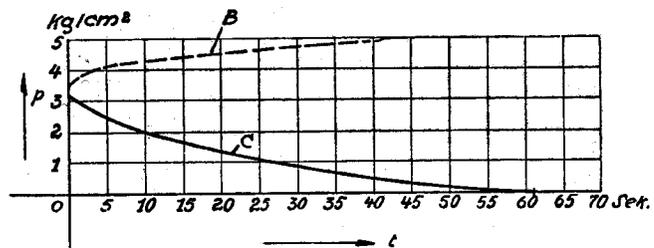


Abb. 19 Löseschaulinien für vollgebremsten leeren Güterwagen

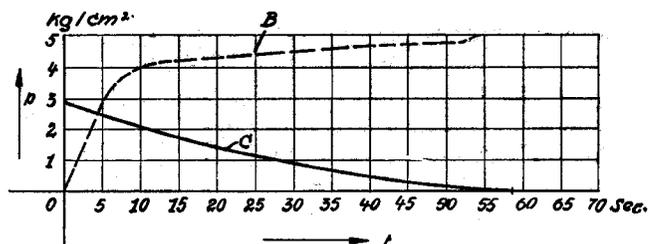


Abb. 20 Löseschaulinien für vollgebremsten beladenen Güterwagen

5. Bremszylinder der Kkg-Bremse

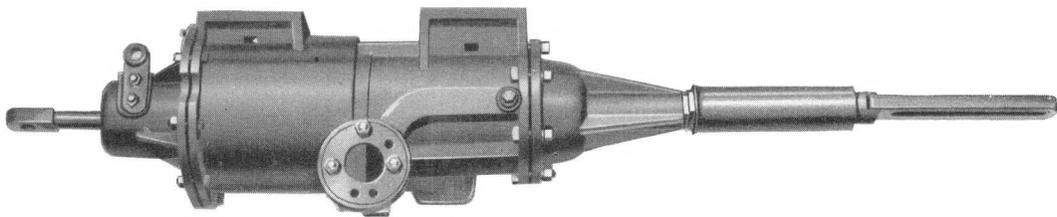


Abb. 21 Kkg-Bremszylinder

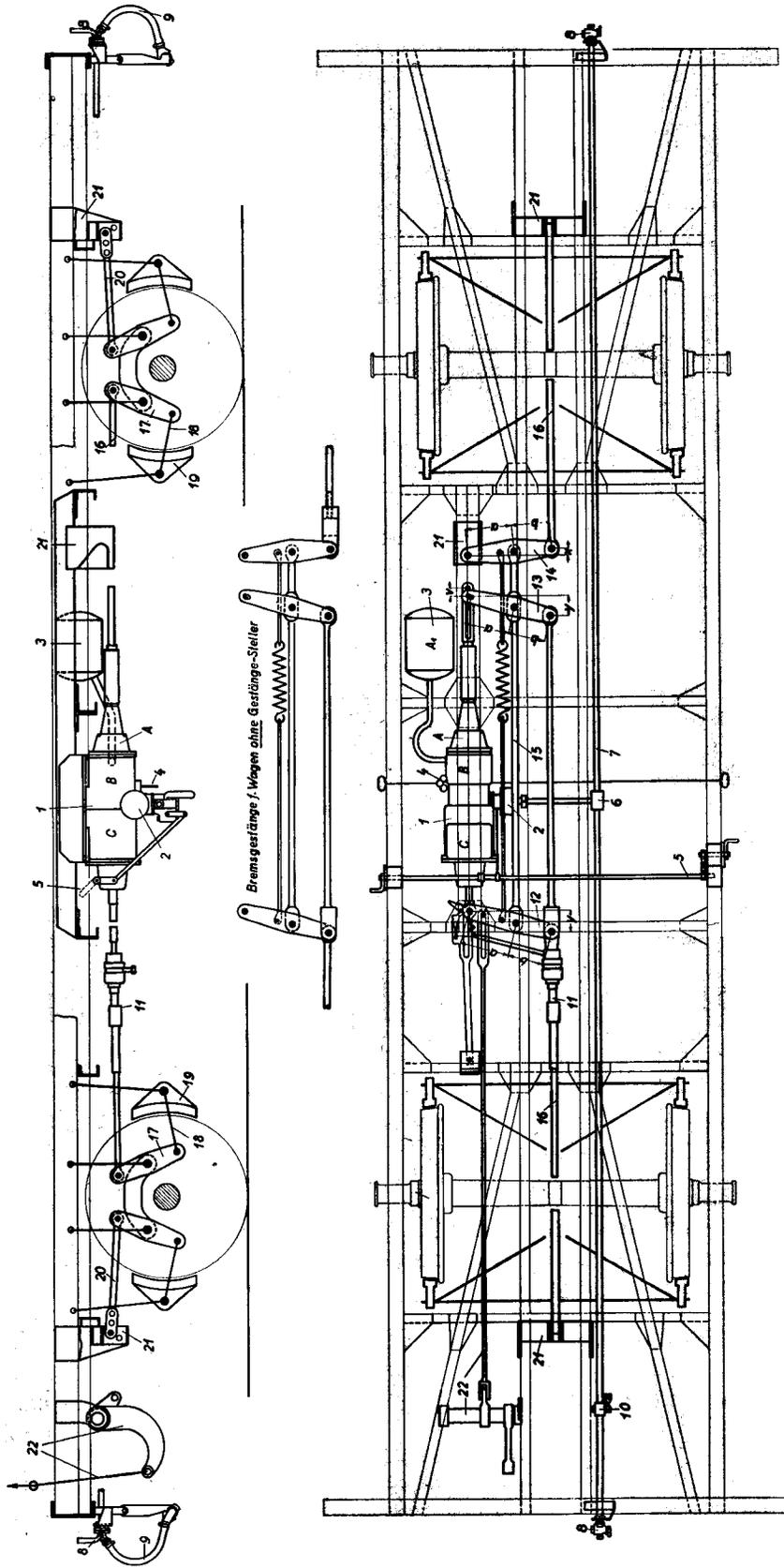
Der Kkg-Bremszylinder besteht aus dem Einkammerzylinder von 280 mm \varnothing mit der Arbeitskammer C und dem Zweikammerzylinder von 210 mm \varnothing mit der Vorderkammer B und der Arbeitskammer A. Beide Zylinder sind in einem Gufstück vereinigt, das am Untergestell des Wagens, gegen Verschiebung durch Pafstücke fest gesichert, angeschraubt ist.

Die Arbeitskammer A ist durch eine $\frac{3}{4}$ "-Rohrleitung mit dem A₁-Behälter von etwa 25 l Inhalt verbunden. An dem seitlich unten liegenden runden Flansch wird das Steuerventil angeschlossen, an dem ovalen Flansch der Gegenseite die Lösevorrichtung.

Für die Umstellwelle des Lastwechsels ist am Einkammerzylinderdeckel ein Lager vorgesehen, so daß die Entfernung vom Umstellhahn am Steuerventil stets gleich bleibt. Es wird dadurch erreicht, daß die Gestängeteile des Lastwechsels einheitlich geliefert werden können ohne Rücksicht auf das Untergestell des Fahrzeuges und ohne die Stellungen des Umstellhahns zu beeinflussen.

Der Einkammerkolben ist mittels loser in einem Rohr geführter Kolbenstange mit dem Bremsgestänge verbunden. Die Zweikammerkolbenstange, mit welcher der Zweikammerkolben und Gegenkolben fest verbunden sind, trägt einen Kreuzkopf mit Langloch, damit Ein- und Zweikammerkolben sich unabhängig voneinander bewegen können.

In der Lösestellung besteht zwischen dem Gestängebolzen und dem Ende des Langloches ein Spielraum von etwa 50 mm. Entsprechend diesem Vorhub des Zweikammerkolbens hat dieser einen Gesamthub von 270 mm gegenüber 220 mm des Einkammerkolbens.



- 16 Hauptbremszugstange
- 17 Bremshebel
- 18 Bremsdreieck
- 19 Bremskloß
- 20 Endbremsstange
- 21 Festpunktblock
- 22 Handbremse

- 14 Festpunkthebel
- a und b: Teilungsverhältnisse der waagerechten Zylinderhebel
- v: Vorhub des Zweikammerkolbens
- x und y: Stellung der waagerechten Zylinderhebel bei gelöster Bremse
- 15 Bremszugstange

- 8 Luftabsperrhahn
- 9 Bremskupplung
- 10 Notbremsshahn
- 11 Bremsgestängesteller
- 12 Zylinderhebel am Einkammerzylinder
- 13 Zylinderhebel am Zweikammerzylinder

- 1 Bremszylinder
- 2 Steuerventil G
- 3 A₁-Behälter
- 4 Lösevorrichtung
- 5 Lastwechsel
- 6 Staubfänger
- 7 Hauptluftleitung

Abb. 23 Anordnung der Kkgbr am Güterwagen

Kkg geteilte Bauart

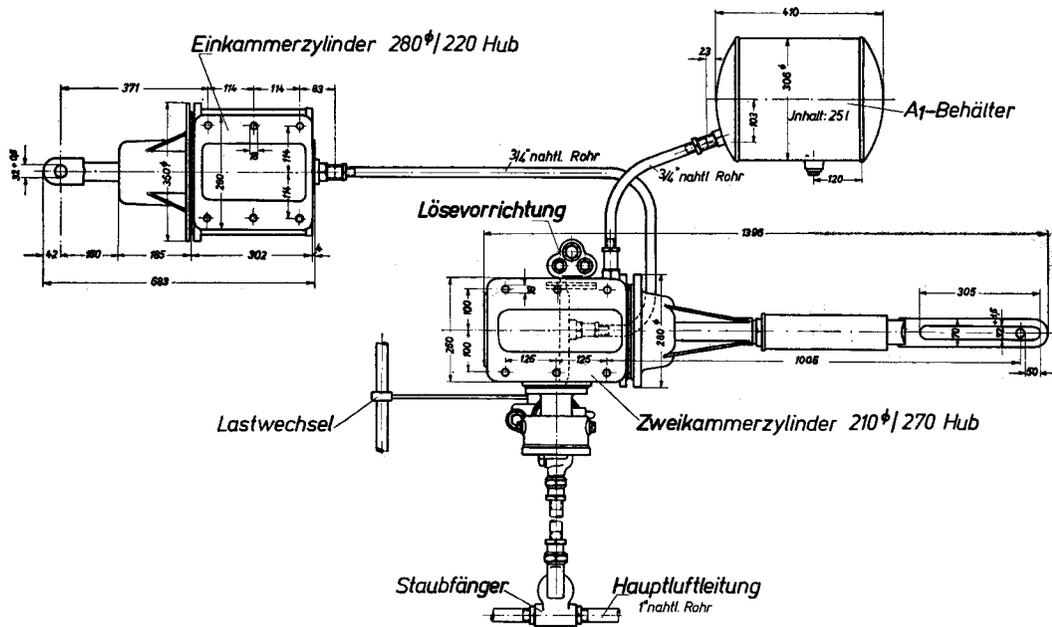


Abb. 24 Einkammerzylinder und Zweikammerzylinder Kkg mit seitlich liegendem Steuerventil

Bei manchen Spezialwagen ist es nicht möglich, den normalen Kkg-Zylinder wegen seiner Länge unterzubringen. In solchen Fällen läßt sich die getrennte Bauart verwenden, also ein Zweikammerzylinder Kkg und ein Einkammerzylinder Kkg.

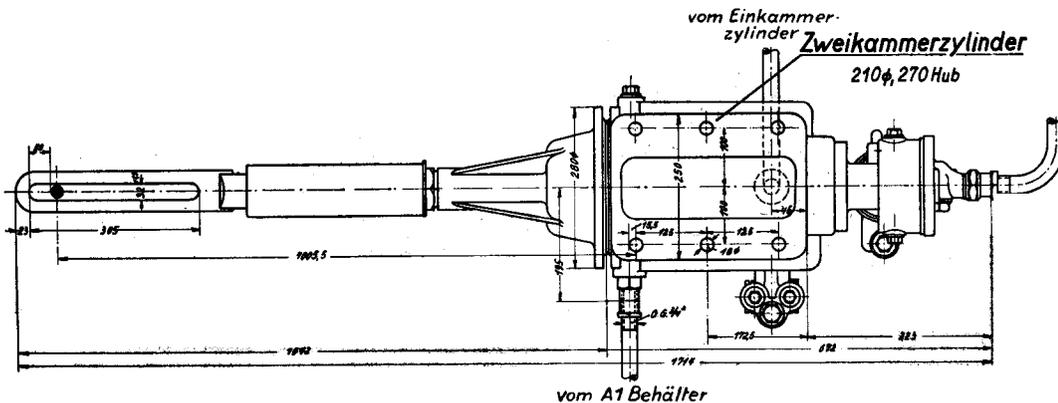


Abb. 25 Zweikammerzylinder Kkg mit hinten liegendem Steuerventil

Lösevorrichtung

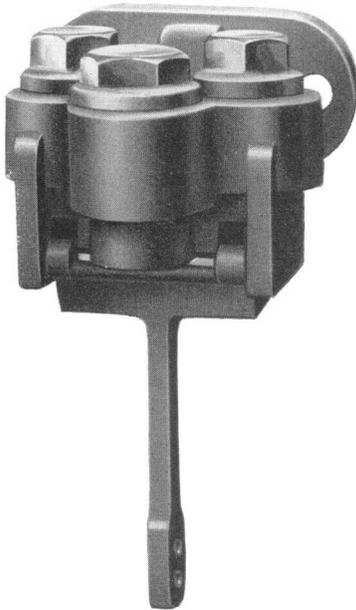


Abb. 26 Lösevorrichtung

An einem Flansch des Bremszylinders, dem Steuerventil gegenüber, ist die Lösevorrichtung angeschraubt; sie besteht aus den beiden Löseventilen W_1 und W_2 und einem Rückschlagventil W_3 . Beide Löseventile können gleichzeitig durch einen Drahtzug mit rotem Griff von beiden Wagenlängsseiten aus geöffnet werden. Die Griffe des Drahtzuges sind pendelnd aufgehängt.

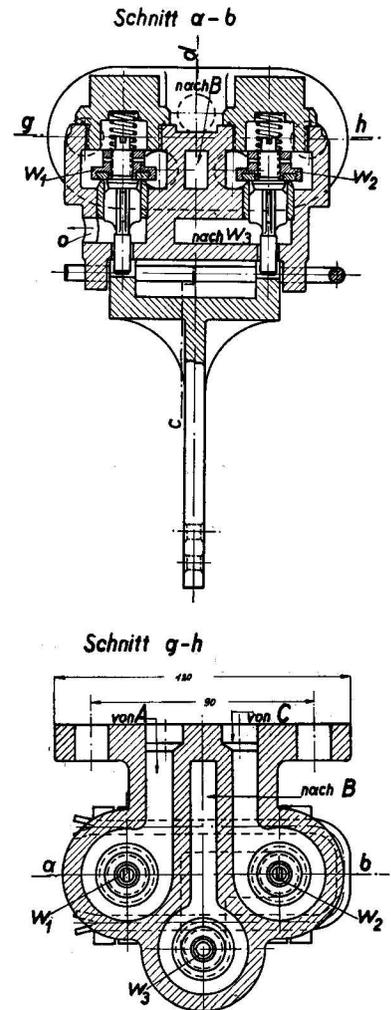


Abb. 27 Lösevorrichtung

Das Löseventil W_1 liegt in einem von der A-Kammer ins Freie führenden Kanal, das Löseventil W_2 in einem Verbindungskanal von der C-Kammer zur B-Kammer; in dem gleichen Verbindungskanal, und zwar zwischen dem Löseventil W_2 und der B-Kammer, ist das Rückschlagventil W_3 angeordnet.

Wirkungsweise

Mittels der Lösevorrichtung wird die Kkg-Bremse eines einzelnen Fahrzeuges von Hand gelöst.

Lösen nach einer Vollbremsung Stellung „Beladen“

Werden die beiden Löseventile W_1 und W_2 angehoben, wenn Vollwirkung im Einkammer- und Zweikammerzylinder besteht, wenn also Druckluft nur in der C- und A-Kammer enthalten ist, dann entweicht die Druckluft in der A-Kammer und damit auch im A_1 -Behälter durch das geöffnete Ventil W_1 und Kanal o_1 unmittelbar ins Freie; die Druckluft in C dagegen strömt durch das geöffnete Ventil W_2 über das Rückschlagventil W_3 , das sich durch den Luftdruck öffnet, in die B-Kammer. Durch den in der A-Kammer und damit auch in der Steuerschieberkammer sinkenden Druck wird der Steuerkolben K mit den beiden Schiebern S und Sa in die Lösestellung bewegt. Der Einkammerkolben geht durch die Kraft der Rückdrückfeder, der Zweikammerkolben durch die in die B-Kammer übertretende Luft in die Lösestellung, die Bremse löst.

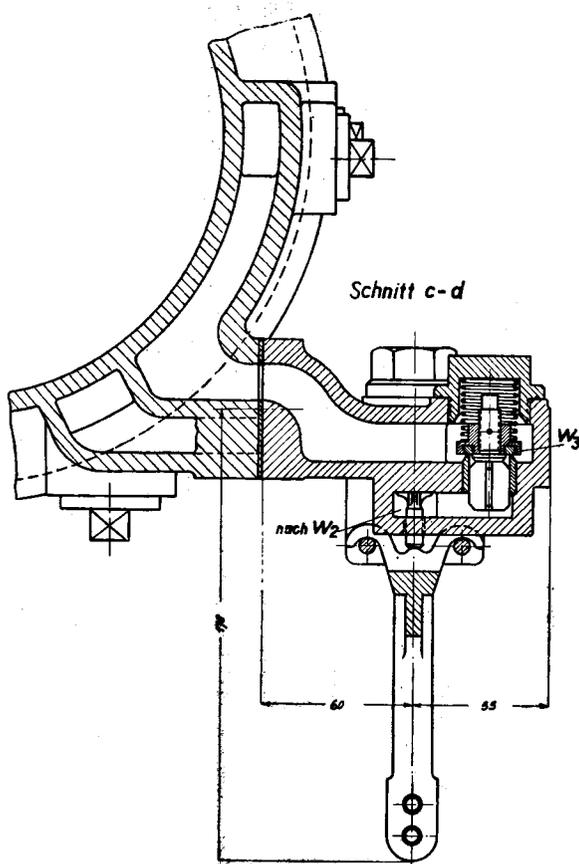


Abb. 28 Anordnung der Lösevorrichtung

Wird die Lösevorrichtung zum völligen Entleeren noch weiter offen gehalten, so entlüften sich auch die B-Kammer und die Hauptluftleitung durch die x-Bohrung, Steuerschieberkammer, A-Kammer, Löseventil W_1 und Kanal o_1 .

War die Hauptluftleitung der zu lösenden Bremse bereits entleert, dann steuert das Steuer-ventil nicht in die Lösestellung um. A-Kammer nebst A_1 -Behälter werden wieder durch Ventil W_1 entlüftet; die B- und C-Kammer, die bei der Bremsstellung des Steuer-ventils in Verbindung stehen, entlüften sich in diesem Falle durch Ventil W_2 .

Lösen bei reiner Einkammerwirkung

Werden die beiden Löseventile angehoben, wenn nur der Einkammerbremszylinder Bremskraft ausübt, wenn also A-, B- und C-Kammer Druckluft enthalten, so wird die A-Kammer durch Ventil W_1 und Kanal o_1 , die C-Kammer durch Ventil W_2 entlüftet; die beiden Bremskolben sowie der Steuerkolben K mit den beiden Schiebern S und Sa gehen in die Lösestellung; bei längerem Ziehen entweichen auch die B-Luft und die noch in der Hauptluftleitung vorhandene Druckluft über die x-Bohrung, Steuerschieber- und A-Kammer durch Ventil W_1 und Kanal o_1 ins Freie.

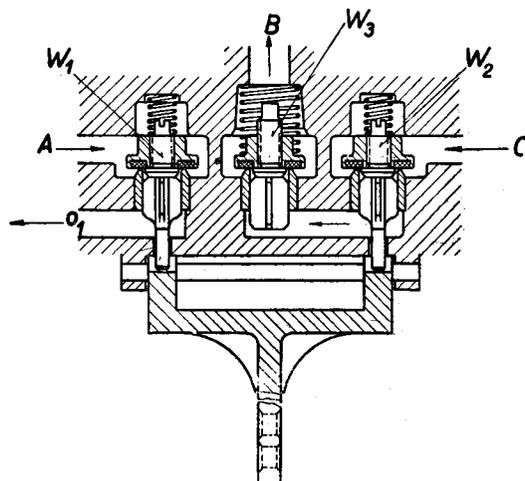


Abb. 29 Schema der Lösevorrichtung

Hauptluftleitung und Notbremseinrichtung

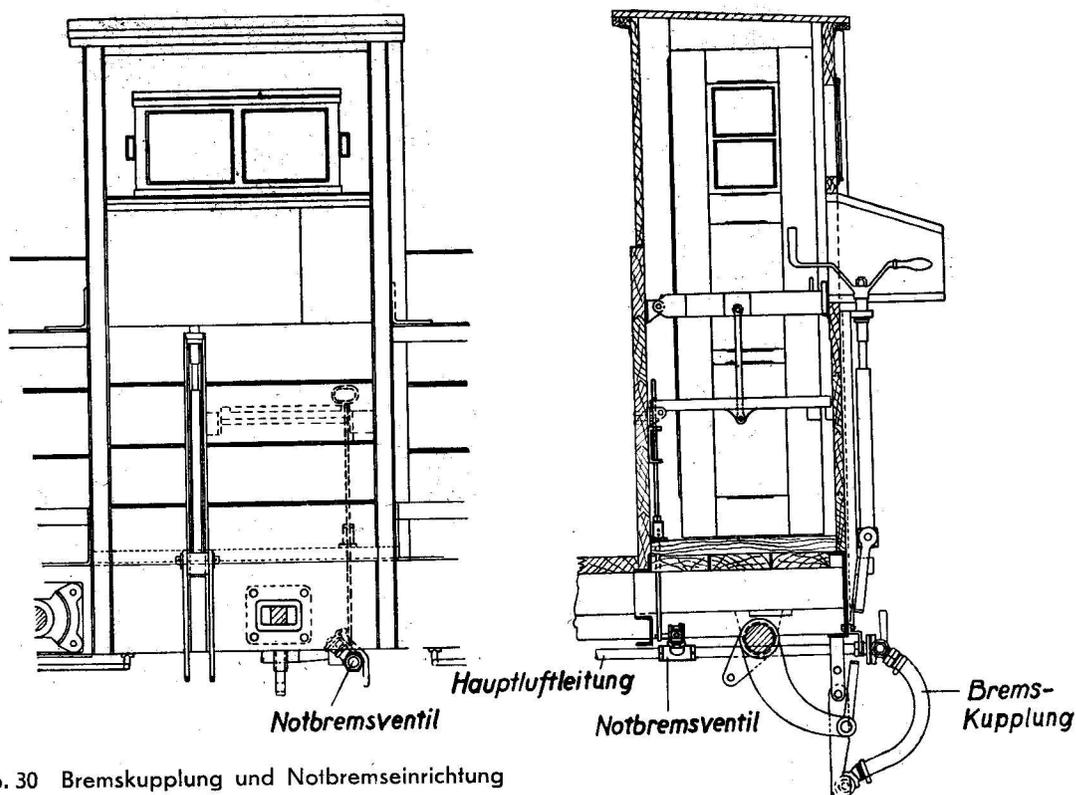


Abb. 30 Bremskupplung und Notbremseinrichtung

Die Hauptluftleitung liegt möglichst geradlinig unter dem Untergestell; sie besteht aus nahtlosen Eisenrohren von 26 mm lichter Weite und endet an beiden Stirnseiten mit je einem Luftabsperrhahn.

Luftabsperrhähne

Die Luftabsperrhähne sind mit einer Entlüftungsbohrung versehen, durch die bei geschlossenem Hahn der zugehörige Bremschlauch und damit auch die Luftleitung der mit diesem Schlauch gekuppelten Fahrzeuge entlüftet wird. Als Luftabsperrhahn findet meist der gebogene Ackermann-Hahn mit Kugelverschluss Verwendung, der sich leicht bedienen läßt, unempfindlich gegen Verschmutzung ist und auch nach jahrelangem Betrieb noch spielend geht; er bedarf keiner Schmierung. Ausführlich unterrichtet die Druckschrift Nr. 503 über ihn.

Zur Schonung der Schläuche und zum Schutze gegen das Eindringen von Fremdkörpern in die Leitung sind an den Stirnseiten Flacheisen als Bremskupplungshalter angeordnet, in deren Nase die Kupplungsköpfe unbenutzter Schläuche eingelegt werden.

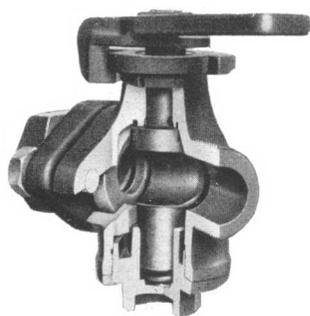


Abb. 31 Luftabsperrhahn

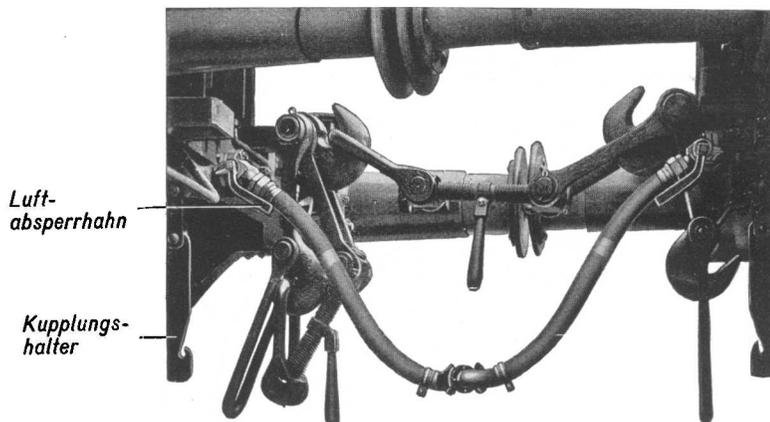


Abb. 32 Verbindung zweier Bremskupplungen

Notbremse

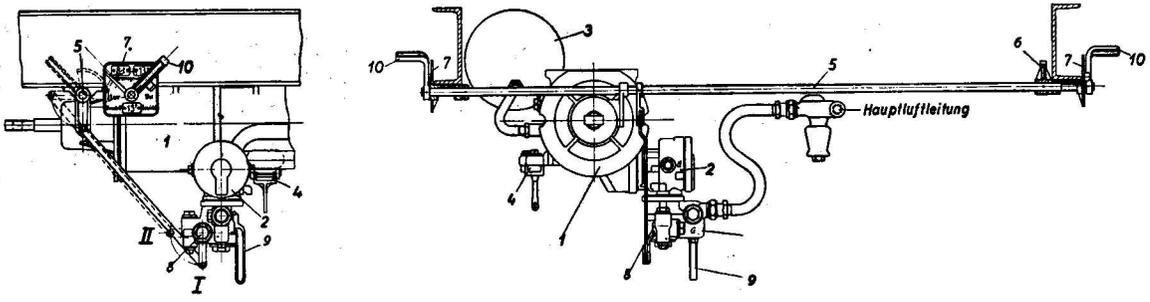
Alle mit Handbremse ausgerüsteten Brems- und Leitungswagen und alle Gepäckwagen sind noch mit einem Notbremsahn oder -ventil versehen.

Lastwechsel

Der Umstellhahn U des Steuerventils ist mit einer Gestängewelle verbunden; auf jeder Wagenlängsseite trägt die Gestängewelle einen Hebel. Mit diesen Handgriffen (Lastwechselhebeln) kann der Umstellhahn in die Stellungen „Leer“ oder „Beladen“ gelegt werden. Durch Zwischenschaltung von Zahnsegmenten ist erreicht, daß die gleichen Lagen der Hebel auf beiden Wagenseiten den gleichen Stellungen des Umstellhahns entsprechen.

Die Bedeutung der zwei Hebelstellungen ist außerdem durch Schilder mit der Aufschrift „Leer — Beladen“ kenntlich gemacht, wobei die Stellung „Leer“ links und für „Beladen“ rechts ist.

Güterzuggepäckwagen haben keinen Lastwechsel, weil diese Wagen in der Regel keine nennenswerte Beladung erhalten; der Umstellhahn ist hier in der Stellung „Leer“ festgelegt. Die mit Kk-Bremse ausgerüsteten Tender erhalten einen Lastwechselhebel auf dem Führerstand.



- 1 Bremszylinder
- 2 Steuerventil
- 3 A₁-Behälter
- 4 Lösevorrichtung
- 5 Lastwechselwelle
- 6 Zahnradübertragung
- 7 Lastwechselschild
- 8 Umstellhahn im Steuerventil
- 9 Absperrhahn im Steuerventil
- 10 Handkurbel

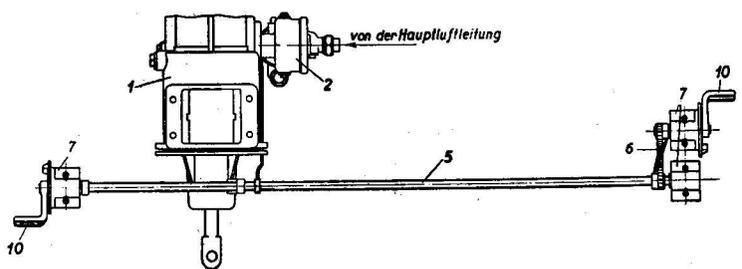


Abb. 33 Lastwechsel

Bremsgewichtsschilder

Jeder Güterwagen mit Kunze Knorr-Bremse erhält am Langträger hinter jedem Lastwechselhebel ein Schild, auf dem die Bremsgewichte und das Umstellgewicht angegeben sind. Die Zahl in der linken oberen Ecke des Schildes gibt das Bremsgewicht bei der Stellung „Leer“, die Zahl in der rechten oberen Ecke das bei der Stellung „Beladen“ des Lastwechselhebels an. Die Zahl im unteren Teil des Schildes bezeichnet das Umstellgewicht.

Bei Güterwagen mit zwei Bremsapparaten und zwei Lastwechseln beziehen sich die Zahlen der Bremsgewichtsschilder stets auf den ganzen Wagen.



Abb. 34 Bremsgewichtsschild

6. Betriebsverhältnisse

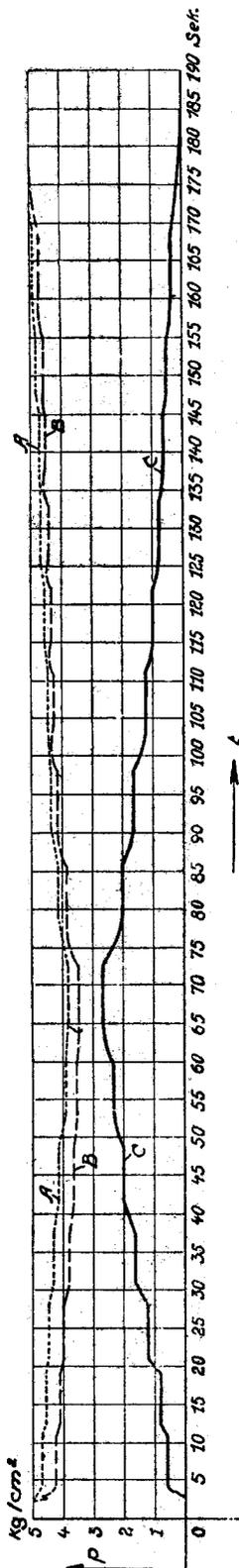


Abb. 35 Schaulinien für stufenweises Bremsen und Lösen

Der Verlauf der Bremsungen an leeren und beladenen Wagen, also in Hahnstellung I und II, wurde bereits in Abb. 17 und 18 gezeigt. Man erkennt dort das anfänglich schnelle Ansteigen des C-Druckes im Zusammenhang mit dem Fallen des B-Druckes im gleichen Verhältnis. Der A-Druck bleibt infolge des Gegenkolbens stets etwas höher als der B-Druck.

In der Schaulinie nach Abb. 18 für beladenen Wagen ist zu erkennen, wie nach Druckausgleich zwischen B und C die B-Kammer entlüftet wird. Die wirksamen Kräfte des C-Kolbens werden vermehrt durch diejenigen des A-Kolbens. Dadurch entstehen die Linien D_0 und D_{200} für den Gesamtbremsdruck. Das geringe Sinken des C-Druckes beruht auf der Durchfederung des Bremsgestänges infolge der Bremsdrucksteigerung und des dadurch bedingten weiteren Vorgehens des Einkammerkolbens.

Die Löseschaulinien für „Leer“ und „Beladen“ wurden in Abb. 19 und 20 dargestellt. In beiden Fällen stimmen die Füll- und Lösezeiten annähernd überein.

Die Schaulinien in Abb. 35 zeigen die Zusammenhänge der Drücke in den verschiedenen Kammern beim stufenweisen Bremsen und Lösen. Das Mindestdruckventil läßt nur bei der ersten Bremsstufe etwa $0,6 \text{ kg/cm}^2$ in die C-Kammer und wirkt bei weiteren Stufen nicht mehr mit, so daß viele kleine Stufenbremsungen vorgenommen werden können. Wenn die C-Kammer wieder vollständig entlüftet, die Bremse also gelöst ist, dann ist der ursprüngliche Druck von 5 kg/cm^2 in der B-Kammer wieder erreicht und die Bremse wieder voll betriebsbereit. Bemerkenswert ist, daß die Kkg-Bremse im Gegensatz zur Einkammerbremse erst dann völlig gelöst ist, wenn Leitung und B-Kammer mit A-Kammer wieder mit dem vollen Druck aufgefüllt sind.

Der Luftvorrat in der A-Kammer wird nicht verbraucht, weil die in der A-Kammer eingeschlossene Druckluft beim Bremsen und Lösen nur eine Änderung ihrer Spannung erfährt, die Luftmenge selbst dabei unverändert bleibt. Daß die A-Kammer praktisch unerschöpflich ist, haben Dauerversuche an einer größeren Anzahl Bremswagen bewiesen, wobei im Anschluß an eine Vollbremsung in Hahnstellung II der Druck in A nach 3 Stunden durchschnittlich um kaum $0,1 \text{ kg/cm}^2$, nach 12 Stunden um $0,8 \text{ kg/cm}^2$, nach 24 Stunden um $1,4 \text{ kg/cm}^2$ sank.

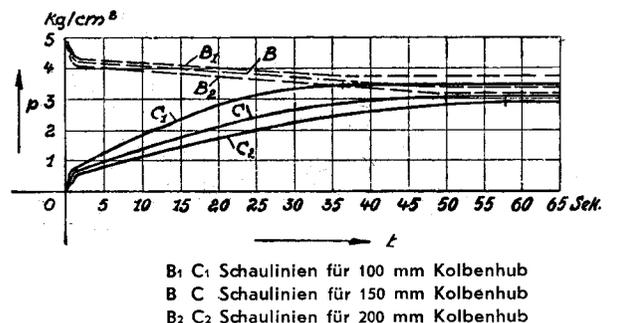


Abb. 36 Bremsdruckschaulinien für leeren Wagen bei verschiedenen Kolbenhüben

Sollte durch Undichtheit der Druck in C und damit in B sinken, dann übernimmt der Zweikammerkolben durch den steigenden Überdruck auf der A-Seite die Bremskraft des Einkammerkolbens.

Dafz die Kunze Knorr-Bremse wirtschaftlicher als die Einkammerbremse arbeitet, weil sie ein abgestuftes Lösen ermöglicht und nicht jeder Lösevorgang den Ersatz der ganzen Bremsluft bedingt, bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung. Nicht ganz so augenfällig ist der Vorzug der geringeren Empfindlichkeit des Bremsdruckes gegen die Veränderlichkeit des Kolbenhubes. Es ist bekannt, daß die starke Abhängigkeit des Bremsdruckes vom Kolbenhub bei der Einkammerbremse zu häufigem Nachstellen der Bremsklötze zwingt. Dieser Einfluß des Kolbenhubes auf den Bremsdruck bei der Einkammerbremse beruht darauf, daß nur ein Hilfsluftbehälter von unveränderlichem Volumen zum Speisen des Bremszylinders zur Verfügung steht. Bei der Kunze Knorr-Bremse dagegen ist dieses Hilfsluftbehältervolumen, die B-Kammer, veränderlich. Jedem durch den Bremsklötzeabstand bedingten Hub des Einkammerkolbens ist eine bestimmte Lage des Zweikammerkolbens zugeordnet derart, daß mit wachsendem Bremsklötzeabstand der B-Raum kleiner wird, also um so mehr von der B-Luft nach C gedrückt wird, je größer der Hub des C-Kolbens ist. Dies hat eine gewisse Annäherung der Bremsdruckhöchstwerte des C-Zylinders auch bei weit auseinanderliegenden Kolbenhuben zur Folge, wie die Abb. 36 und 37 für Hahnstellung I und II zeigen.

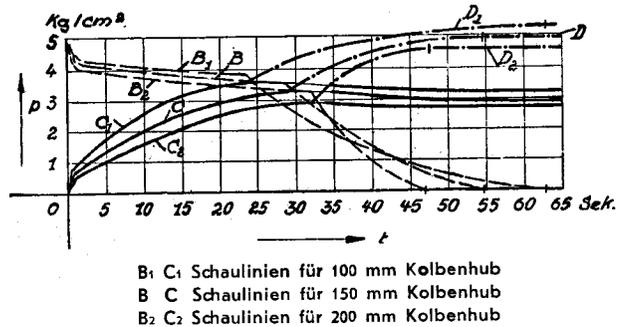


Abb. 37 Bremsdruckschaulinien für beladenen Wagen bei verschiedenen Kolbenhuben

Mischbarkeit der leeren und beladenen Güterwagen

Die Kunze Knorr-Bremse ermöglicht die Zusammenstellung des Zuges ohne Rücksicht auf Bremswagen und Leitungswagen. Es sind Züge gefahren worden mit 150 Achsen, wobei die Bremsachsenzahl zwischen 97 v. H. bis 5,3 v. H. wechselte, ohne daß die verhältnismäßig hohe Durchschlagsgeschwindigkeit wesentlich beeinträchtigt wurde.

Wichtiger noch ist die Mischbarkeit der unbeladenen und beladenen Bremswagen mit Kunze Knorr-Güterzugbremse. Diese beruht auf den annähernd gleichen Endbremsdrücken, welche ebenso wie alle zwischenliegenden prozentual gleichen Bremsdrücke bei leeren und beladenen Wagen zur gleichen Zeit erreicht werden.

Wie aus Abb. 38 ersichtlich ist, fällt die Abbremsungslinie der leeren Wagen bei Hahnstellung I annähernd zusammen mit der Linie für den mit 5 t beladenen Wagen bei Hahnstellung II, während die Abbremsungslinie des mit 5 t beladenen Wagens bei Hahnstellung I sich ungefähr mit der Linie für die vollbeladenen Wagen bei Hahnstellung II deckt.

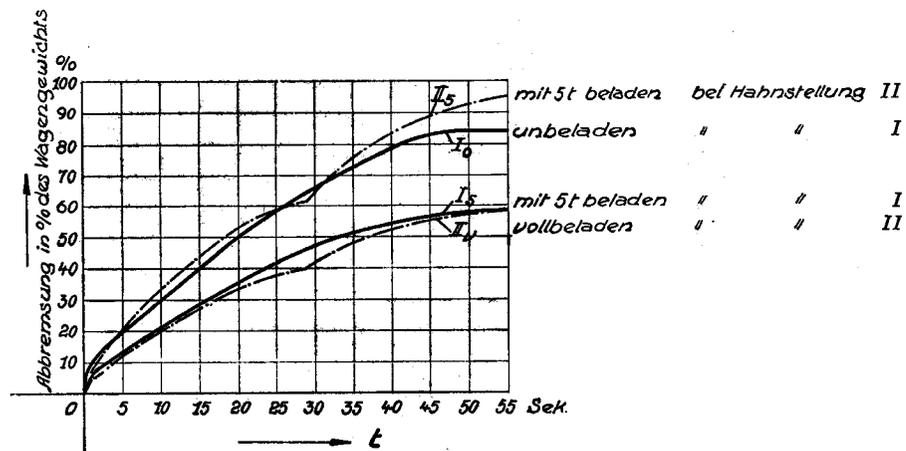


Abb. 38 Abbremsungslinien

Mischbarkeit der Wagen mit Kkg-Bremse und Einkammerbremse

Da die Kkg-Bremse wie eine Einkammerbremse arbeitet, ist das Zusammenstellen von Wagen dieser beiden Bremsen möglich. Es ist nur notwendig, die Brems- und Lösezeiten dieser Bremsarten annähernd in Übereinstimmung zu bringen. Dies wird durch den Einbau des G-P-Wechsels erreicht, der dem schnellwirkenden Steuerventil Knorr oder Westinghouse vorgeschaltet ist (Abb. 39).

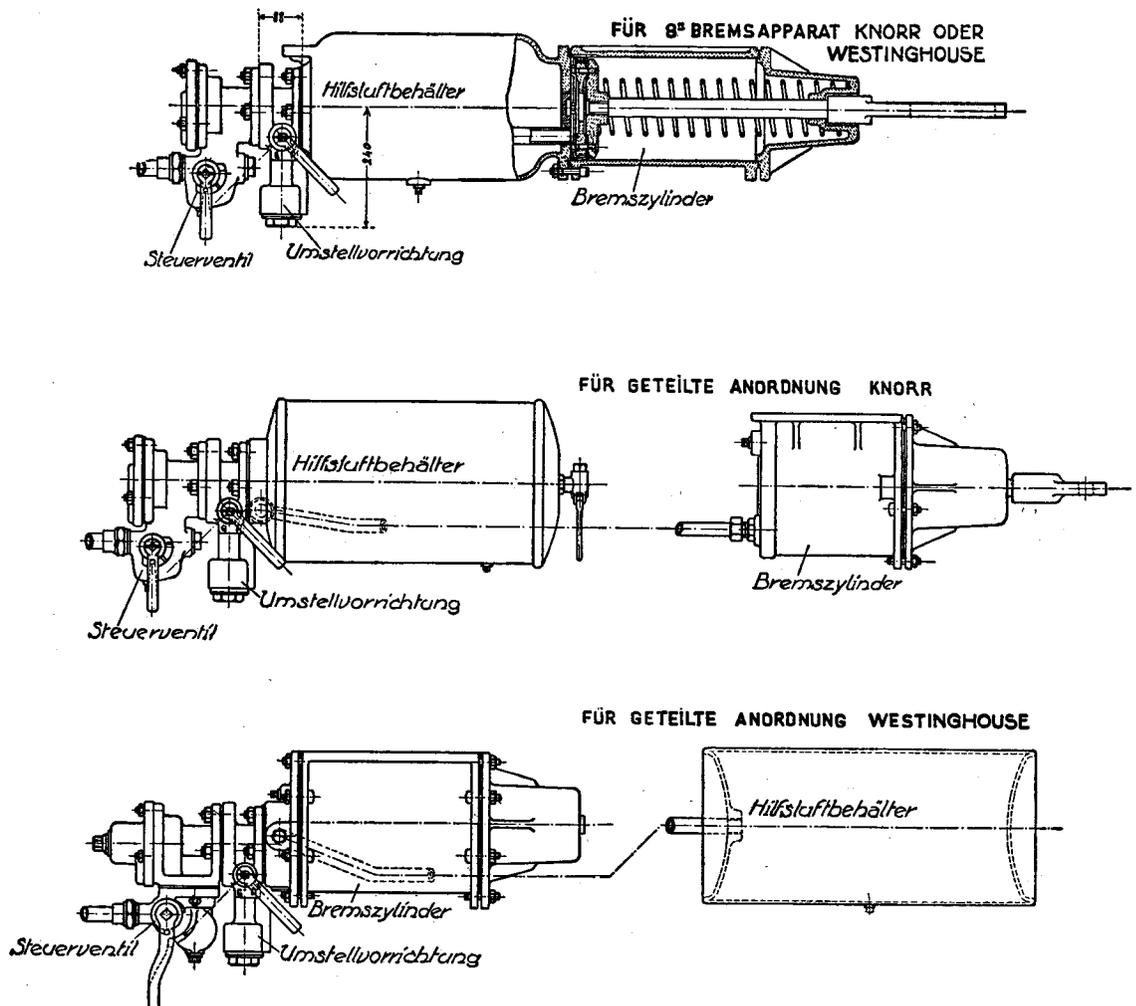
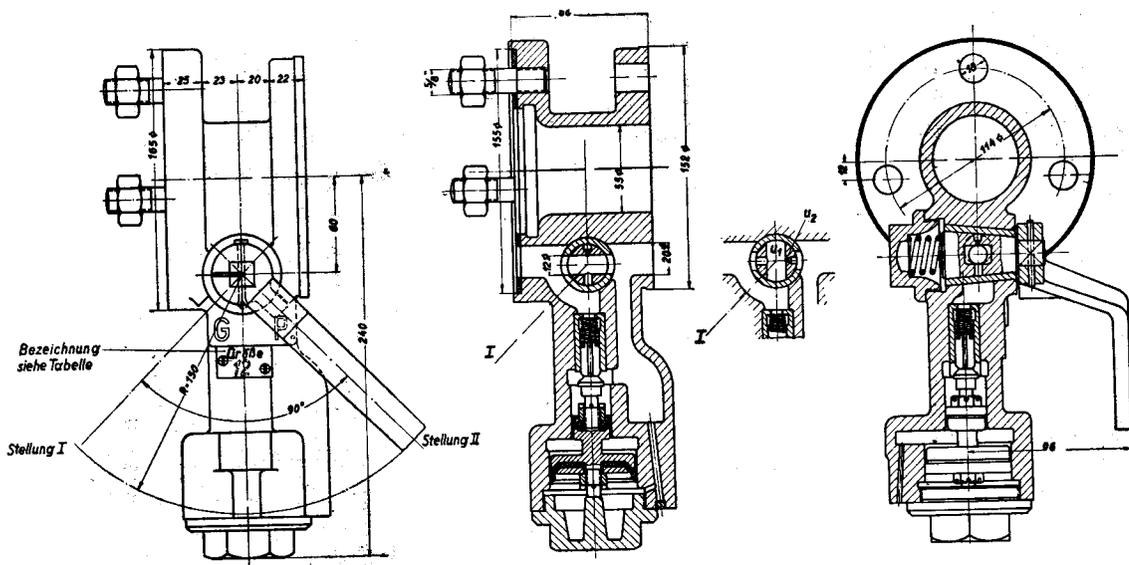


Abb. 39 Anordnung des G-P-Wechsels

Der G-P-Wechsler besteht aus einem Mindestdruckventil gleicher Bauart und Wirkungsweise wie beim Steuerventil Kkg sowie einem Umstellhahn mit einer weiten und einer engen Bohrung. Der Umstellhahn kann durch einen Hebel in zwei Stellungen gelegt werden, die durch aufgegoßene Buchstaben P und G am Gehäuse kenntlich gemacht sind. In Stellung P geht die Luft vom Hilfsluftbehälter durch die weite Bohrung ungedrosselt wie bisher zum Bremszylinder; in der Stellung G geht die Luft vom Hilfsluftbehälter gleichzeitig auf zwei Wegen zum Bremszylinder, und zwar durch das geöffnete Mindestdruckventil zur raschen Erzielung eines Anfangs-Bremsdruckes von etwa $0,5 \text{ kg/cm}^2$ und über die Drosselbohrung u_2 im Hahnkegel (Abb. 40). Beim Lösen in Stellung G des Umstellhahns kann die Luft aus dem Bremszylinder nur durch die enge Bohrung u_2 ins Freie entweichen, so daß der Bremsdruck wie bei Kkg allmählich sinkt.



Bohrung u_2	Bezeichnung des G-P Wechsels	Bremszylinder ϕ
12	Größe 8	8"
15	Größe 10	10"
18	Größe 12	12"
21	Größe 14	14"
24	Größe 16	16"

Abb. 40 G-P-Wechsel

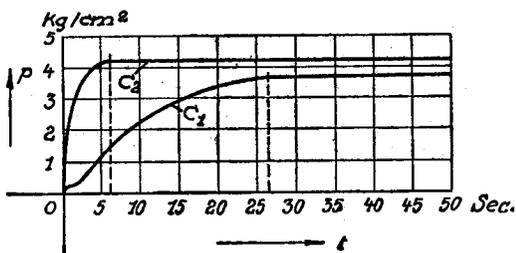


Abb. 41 Bremsschaulinien für Einkammerbremsen

Die Abb. 41 und 42 zeigen die Schaulinien der Einkammerbremse, wenn ihr Steuerventil mit diesem G-P-Wechsel ergänzt ist. Die mit C bezeichneten Linien stellen den Bremszylinderdruck, die mit B bezeichneten Linien den Hilfsluftbehälterdruck dar. B₁ und C₁ sind die Schaulinien in der Stellung G; hiernach wird bei einer Vollbremsung der höchste Bremsdruck erst in 25 bis 30 Sekunden erreicht, das Entlüften des Bremszylinders und damit der Lösevorgang auf 45 bis 60 Sekunden ausgedehnt. B₂ und C₂ zeigen die Schaulinien ohne G-P-Wechsel oder in der Stellung P.

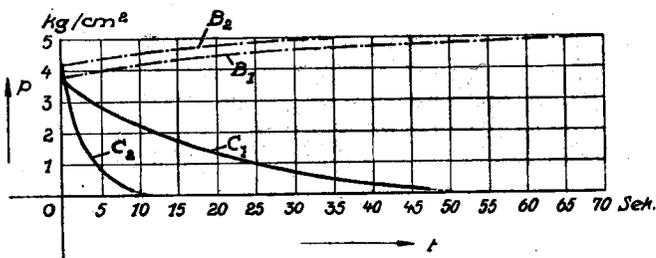


Abb. 42 Löseschaulinien für Einkammerbremsen

Durch den Einbau des G-P-Wechsels werden aber gewisse Mängel der Einkammerbremse (Erschöpfbarkeit, kein stufenweises Lösen usw.) nicht beseitigt.

Versuche haben ergeben, daß diese einfache Vorrichtung eine beliebige Mischbarkeit beider Bremsbauarten ermöglicht.

Der Umstell-Drosselhahn bei Lokomotiven hat eine ähnliche Wirkung wie der G-P-Wechsel bei Wagen. Beim Fahren von Güterzügen muß der Umstell-Drosselhahn in Stellung G gelegt werden, damit beim Bremsen Auflaufstöße und beim Lösen Zerrungen im Zuge vermieden werden.

7. Kkg₂ und Kkg₁-Kkg₃-Bremse

Kkg₂

Für Spezialwagen mit hohem Eigengewicht, die für gewisse Sonderfälle gebaut werden, ist der Bremszylinder Kkg₂ konstruiert worden, der in Abb. 43 dargestellt ist. Die Zylinderdurchmesser sind größer, und zwar 406×330 mm, dadurch werden höhere Bremskräfte erreicht. Das Steuerventil hat im Innern einige größere Bohrungen; außen ist es mit g₂ bezeichnet. Seine Wirkungsweise sowie diejenige der übrigen Apparate ist die gleiche wie bei der Kunze Knorr-Güterzugbremse.

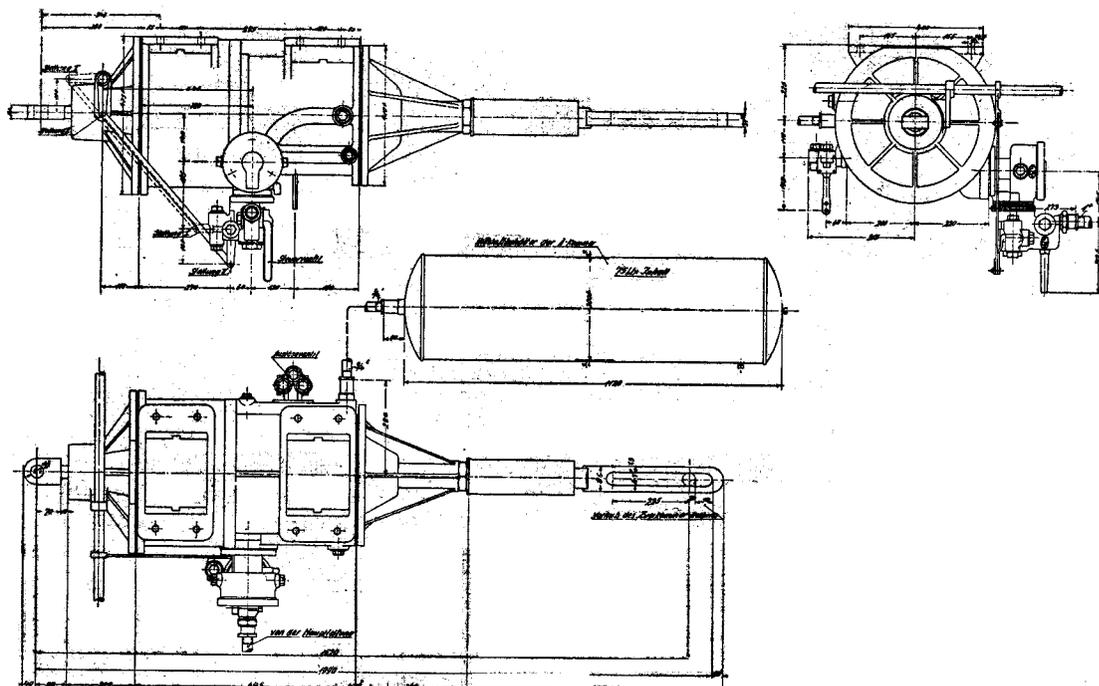


Abb. 43 Bremszylinder Kkg₂

Kkg₁ und Kkg₃ (Bremszylinder Kkg bzw. Kkg₂ mit Zusatzzylinder)

Durch Umlegen des Lastwechslers kann bei den Bremszylindern Kkg (280/210 Ø) und Kkg₂ (460/330 Ø) eine erhöhte Bremskraft für den beladenen Wagen erzielt werden. Die Kraft für Stellung „Beladen“ ergibt dabei etwa das 1,6fache der Stellung „Leer“. Die höchste Abbremsung wird zwar für jede Belastung nicht erreicht, indes genügen im allgemeinen diese zwei Stellungen mit der angegebenen Erhöhung der Bremskraft für den Betrieb vollkommen.

Es gibt jedoch Spezial- und Großgüterwagen, bei denen das Verhältnis von Eigen- zu Ladegewicht außerordentlich groß ist. Bei diesen würde die Abbremsung in Stellung „Beladen“ des Lastwechslers zu gering sein, da das Ladegewicht das 3—4fache des Eigengewichtes erreicht. Für diese Wagen werden die Bremsausrüstungen Kkg₁ und Kkg₃ verwendet, d. h. Bremszylinder Kkg oder Kkg₂ mit Zusatzzylindern und -Hilfsluftbehältern. Diese Zusatz-Bremszylinder werden in Stellung „Beladen“ durch Betätigung des Lastwechslers eingeschaltet, gleichzeitig wird die Verbindung des Zusatz-Hilfsluftbehälters mit der B-Kammer hergestellt. Je nach Größe des Ladegewichtes wählt man als Zusatz-Bremszylinder einen solchen von 12“, 14“ oder 16“. Auf diese Weise wird auch bei verhältnismäßig großen Ladegewichten eine wirksame Abbremsung erzielt. Der Zweikammerkolben dient bei dieser Anordnung nur als Reserve für den Fall, daß eine Undichtheit in der C-Kammer vorhanden ist.

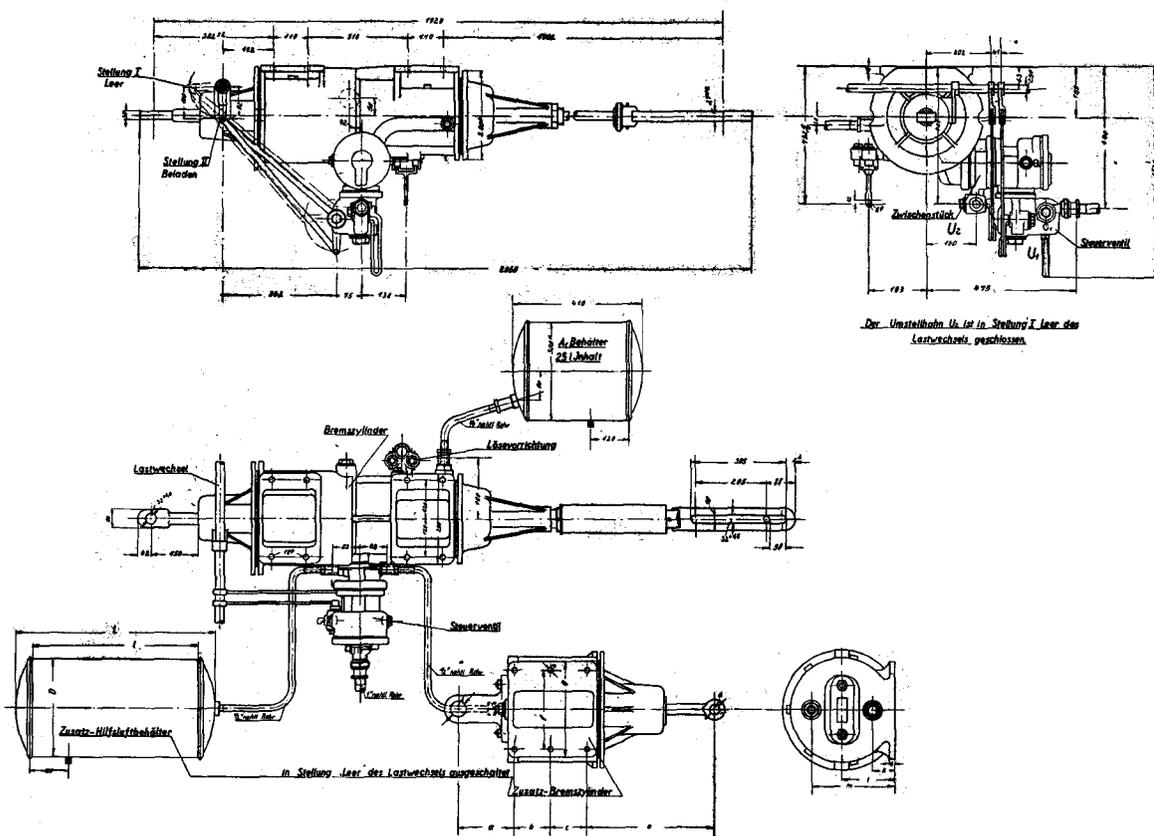


Abb. 44 Bremsanordnung Kkg₁ (Bremszylinder Kkg mit Zusatz-Bremszylinder)

In Stellung „Beladen“ wird die B-Kammer nicht entlüftet. Dies bedingt eine Änderung der Steuerventile g_1 bzw. g_3 , bei denen das Zwischenventil fortfällt und die Bohrungen entsprechend geändert werden. Am Bremszylinder Kkg wird zwischen Flansch und Steuerventil Kkg₁ ein Zwischenstück mit Umstellhahn zwischengeschaltet. Dieses vermittelt die Schaltung des Zusatzzylinders und -Behälters. Der Lastwechsel stellt beide Umstellhähne im Steuerventil und Zwischenstück um.

In den Abb. 44, 45, 46 ist die Kkg₁-Bremsanordnung gezeigt, d. h. Bremszylinder Kkg mit Zusatzzylinder. Bei der Kkg₃-Bremse ist die Anordnung grundsätzlich die gleiche, der Bremszylinder Kkg wird durch den Kkg₂-Zylinder (Abb. 43) ersetzt.

Zusammenstellung der Zusatz-Bremszylinder und -Hilfsluftbehälter

	Bremszylinder	12"	14"	16"
Kkg ₁	Hilfsluftbehälter Größe	8	10	11
	" " Liter	25	40	50
Kkg ₃	Hilfsluftbehälter Größe	—	10	11
	" " Liter	—	40	50

8. Bremsberechnung

Die Abbremsung eines Güterwagens, d. h. das Verhältnis von Bremsklotzdrücken zum Wagengewicht, soll so hoch wie möglich sein, um einen kurzen Bremsweg zu erzielen. Dabei muß das Schleifen der Räder mit Sicherheit vermieden werden. In den internationalen Vereinbarungen sind die Hauptpunkte für die Bremsberechnung festgelegt, die hier zugrunde gelegt werden sollen.

1. Wenn nur das Eigengewicht abgebremst wird, soll der bei größtem Kolbenhub und einem normalen Betriebsdruck von 5 kg/cm^2 erreichbare Bremsklotzdruck wenigstens 50% des Eigengewichts betragen.
Er soll 85% des Eigengewichts bei kleinstem Kolbenhub nicht übersteigen.
2. Wenn man die Last abbremst, soll der bei größtem Kolbenhub und bei einem normalen Betriebsdruck von 5 kg/cm^2 erreichbare Bremsklotzdruck wenigstens gleich $0,5(t+c)$ sein, wobei t das Eigengewicht des Wagens und c die kleinste Last ist, von der ab die Lastabbremmung angewendet werden darf (Umstellgewicht). Der bei kleinstem Kolbenhub erreichbare Bremsklotzdruck darf den Wert $0,85(t+c)$ nicht übersteigen.
3. Der größte zulässige Hub des für die Eigengewichtsabbremmung bestimmten Bremskolbens in Millimeter, geteilt durch das Übersetzungsverhältnis des Bremsgestänges von der Kolbenstange bis zu den Bremsklötzen, soll bei Wagen, deren Bremsgestänge keine selbsttätigen Bremsklotz-Nachstellvorrichtungen besitzt, mindestens 20 betragen.

Um bei verschiedenen Wagengewichten die gewünschte Abbremsung zu erzielen, wird die Übersetzung im Bremsgestänge so gewählt, daß die Bedingungen erfüllt werden. Dies ist bei gleichbleibendem Achsgestänge durch entsprechende Teilung der Zylinderhebel ohne weiteres möglich. Die Übersetzung darf nicht beliebig groß oder klein sein und liegt gewöhnlich in den Grenzen 4 bis 10. Bei Verwendung einer selbsttätigen Nachstellvorrichtung im Gestänge (Bremsgestängesteller SAB) ist für Wagen der Deutschen Reichsbahn jedoch eine Übersetzung bis $R = 12$ zulässig. Allgemein darf für Wagen mit Gestängesteller die Zahl 13 nicht überschritten werden. Für Spezialwagen mit höheren Eigen- bzw. Ladegewichten sind Bremsausrüstungen Kkg_1 , Kkg_2 oder Kkg_3 zweckmäßig verwendbar.

Bei Berücksichtigung des Gestängewirkungsgrades erhält man:

4. Kolbenkraft \times Übersetzung \times Wirkungsgrad = Bremsklotzdruck (kg).
5. Die Bewertung eines Bremswagens erfolgt nach dem Bremsgewicht, das am Bremsgewichtsschild des Lastwechsels für Stellung „Leer“ und „Beladen“ angeschrieben wird.

Das Bremsgewicht ist das Produkt des gesamten Bremsklotzdruckes während der Fahrt mal $\frac{10}{7}$ mal der Bremsbewertungszahl γ . Ist dieses Produkt größer als das Eigengewicht des Wagens, so gilt das Eigengewicht als Bremsgewicht.

$$B = \frac{K \cdot R \cdot \eta_2}{1000} \cdot \gamma \cdot \frac{10}{7} \quad (t)$$

Das so erhaltene Produkt ist auf volle t abzurunden.

Der Wert γ ist abhängig vom wirklichen Druck am Einzelklotz während der Fahrt, vom ersten Einschuf in den Bremszylinder und von der Füllzeit des Bremszylinders. Für K ist die Bremskolbenkraft bei mittlerem Arbeitshub einzusetzen.

6. Das Gewicht des Wagens, von dem ab der Hebel des Lastwechsels in Stellung „Beladen“ gelegt werden muß, heißt Umstellgewicht. Es wird berechnet, indem man den Gesamtbremsklötzdruck während der Fahrt bei kleinstem Bremskolbenhub mit $\frac{100}{85}$ vervielfältigt (siehe 2.).

$$U = \frac{K_b \cdot R \cdot \mu_2 \cdot 100}{1000 \cdot 85} (t)$$

Das erhaltene Produkt ist auf die nächst höhere ganze Tonnenzahl abzurunden. Ist dies jedoch höher als das Bremsgewicht in Stellung „Beladen“, so ist letzteres als Umstellgewicht anzuschreiben.

Die wirksamen Kolbenkräfte der Kkg-Apparate werden nachstehend in einer Tabelle aufgeführt und zwar nach Abzug der Gegenkräfte durch Kolbenrückdruck- und Zuggestängefeder:

Kolbenkräfte der Kkgbr, Kkg₁br, Kkg₂br und Kkg₃br

Bauform	Stellung des Lastwechsels	Kolbenkräfte in kg												Ausführungsformen
		im Einkammerzylinder bei mm Arbeitshub				im Zweikammerzylinder bzw. Zusatz-Zylinder bei mm Arbeitshub				in beiden Zylindern zusammen bei mm Arbeitshub				
		100	115	125	150	100	115	125	150	100	115	125	150	
Kkgbr	I „leer“ II „belad“	2130 2010	2060 1960	2010 1930	1900 1840	—	—	—	—	—	—	—	—	ungeteilte u. getrennte Bauart
Kkg ₁ br mit 12“ 14“ 16“ Einkammer- zusatzzyl.	I } II }	2130 2130	2060 2060	2010 2010	1900 1900	— 2320	— 2230	— 2170	— 2000	— 4450	— 4290	— 4180	— 3900	ungeteilte und getrennte Bauart
	I } II }	2130 2130	2060 2060	2010 2010	1900 1900	— 3370	— 3230	— 3140	— 2900	— 5500	— 5290	— 5150	— 4800	
	I } II }	2130 2130	2060 2060	2010 2010	1900 1900	— 4500	— 4360	— 4260	— 4020	— 6630	— 6420	— 6270	— 5920	
	I } II }	2130 2130	2060 2060	2010 2010	1900 1900	— 4500	— 4360	— 4260	— 4020	— 6630	— 6420	— 6270	— 5920	
Kkg ₂ br	I II	4980 4530	4870 4450	4800 4390	4620 4300	— 3430	— 3380	— 3350	— 3260	— 7960	— 7830	— 7740	— 7560	nur ungeteilte Bauart
	Kkg ₃ br mit 14“ 16“ Einkammer- zusatzzyl.	I } II }	4980 4980	4870 4870	4800 4800	4620 4620	— 4680	— 4550	— 4460	— 4210	— 9660	— 9420	— 9260	— 8830

Nachstehend soll als Beispiel die Bremsberechnung für einen zweiachsigen Güterwagen mit Kkg-Bremse und Bremsgestängesteller SAB durchgeführt werden.

In den nachfolgend benutzten Formeln haben die einzelnen Buchstaben folgende Bedeutung:

- G in kg = Gewicht des Wagens
- B in t = Bremsgewicht
- U in t = Umstellgewicht
- K in kg = Bremskolbenkraft
- P in kg = Summe der wirksamen Bremsklötzdrücke am fahrenden Wagen
- p in kg = Druck am Einzelklotz am fahrenden Wagen
- n = Zahl der Bremsklötze am Wagen
- b in % = Abbremsung des Wagens
- R = Übersetzung im Bremsgestänge
- η = Wirkungsgrad der Kraftübertragung vom Bremskolben zum Bremsklotz
- γ = Bremsbewertungszahl

Die Werte für den leeren oder beladenen Wagen werden durch den Index l (leer), b (beladen) oder u (Umstellgewicht) gekennzeichnet.

Der Wirkungsgrad η beträgt

$\eta_1 = 0,98$ für Zweiachser
 $\eta_1 = 0,97$ für Vierachser
 $\eta_2 = 0,90$ für die Berechnung des Bremsgewichts und Umstellgewichts bei allen Wagengattungen

Beispiel:

Eigengewicht	12500 kg
Ladegewicht	18000 kg
Gesamtgewicht	30500 kg

Die Abbremsung sei bei kleinstem Arbeitshub des Bremskolbens (115 mm mit Gestängesteller) in Stellung „Leer“ des Lastwechsels mit 80% (siehe 1.) angenommen. Der größte Bremsklötzdruck beträgt daher

$$P_l = \frac{G_l \cdot b_l}{100} = \frac{12500 \cdot 80}{100} = 10000 \text{ kg}$$

Nach 4. ergibt sich für die Gestängeübersetzung vom Bremszylinder bis zu den Bremsklötzen

$$R = \frac{P_l}{\eta_1 \cdot K_l} = \frac{10000}{0,98 \cdot 2060} = 4,95$$

Für den beladenen Wagen wird entsprechend 4. der Bremsklötzdruck bei mittlerem Kolbenhub

$$P_b = K_b \cdot R \cdot \eta_1 = 3200 \cdot 4,95 \cdot 0,98 = 15500 \text{ kg}$$

Das entspricht einer Abbremsung vom beladenen Wagen von 51%. Als untere Grenze werden bei größtem Arbeitshub 40% empfohlen.

Zur Bestimmung des Bremsgewichts ermittelt man zuerst den Druck am Einzelklotz:

$$p = \frac{K \cdot R \cdot \eta_2}{n}$$

und danach die Bremsbewertungszahl γ .

Stellung „Leer“ $p_l = \frac{2010 \cdot 4,95 \cdot 0,90}{8} = 1120 \text{ kg}$

Ansprung = 6% — Füllzeit = 42 sec — $\gamma = 0,943$

$$B_l = \frac{K_l \cdot R \cdot \mu_2}{1000} \cdot \gamma \cdot \frac{10}{7} = \frac{2010 \cdot 4,95 \cdot 0,90}{1000} \cdot 0,943 \cdot \frac{10}{7} = 12,1 \text{ t} = 12 \text{ t}$$

Stellung „Beladen“ $p_b = \frac{3200 \cdot 4,95 \cdot 0,90}{8} = 1780 \text{ kg}$

Ansprung = 6% — Füllzeit = 44 sec — $\gamma = 0,826$

$$B_b = \frac{K_b \cdot R \cdot \eta_2}{1000} \cdot \gamma \cdot \frac{10}{7} = \frac{3200 \cdot 4,95 \cdot 0,90}{1000} \cdot 0,826 \cdot \frac{10}{7} = 16,8 \text{ t} = 17 \text{ t}$$

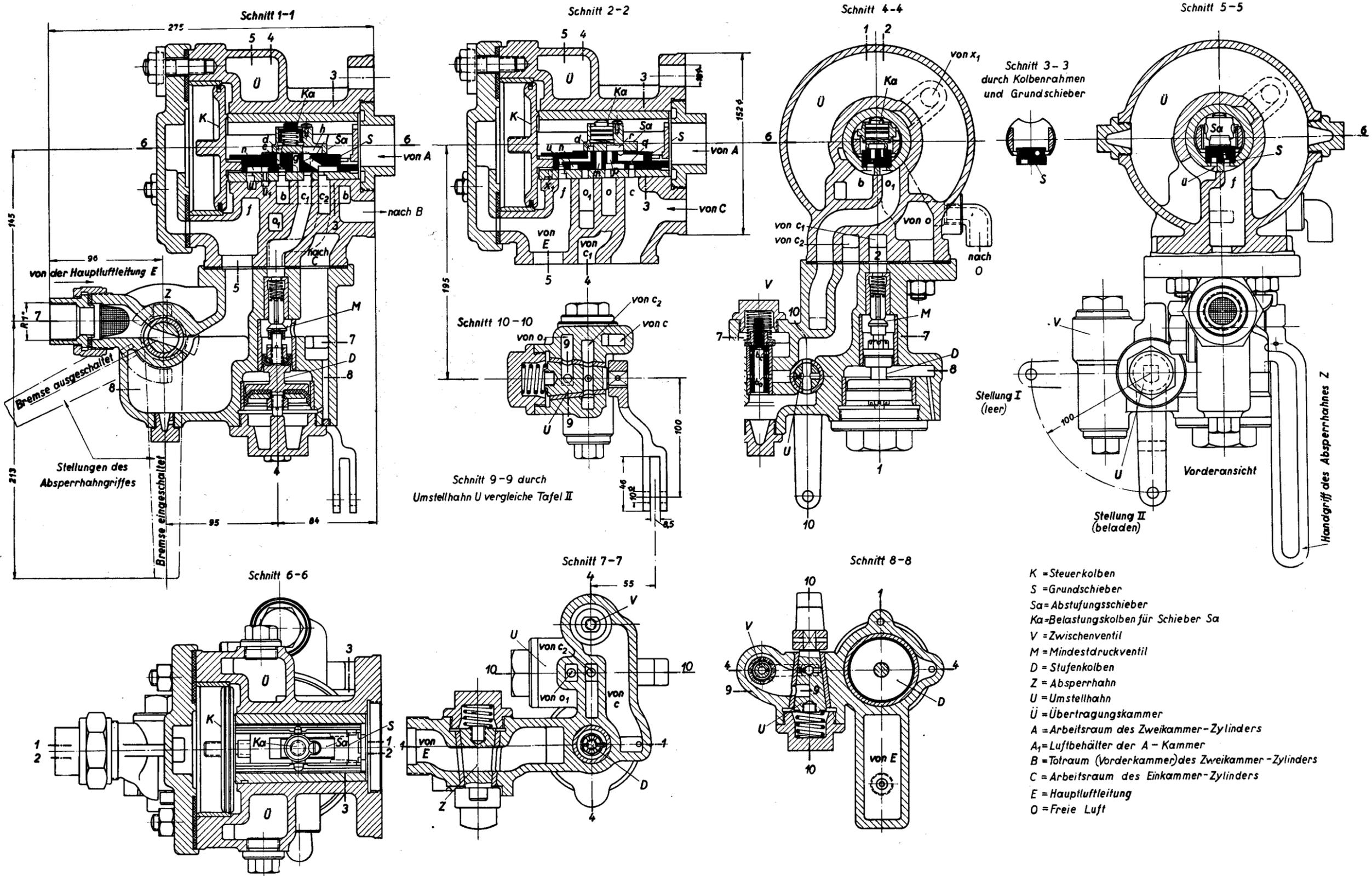
Das Umstellgewicht beträgt

$$U = \frac{K_u \cdot R \cdot \eta_2 \cdot 100}{1000 \cdot 85} = \frac{3240 \cdot 4,95 \cdot 0,90 \cdot 100}{1000 \cdot 85} = 17 \text{ t}$$

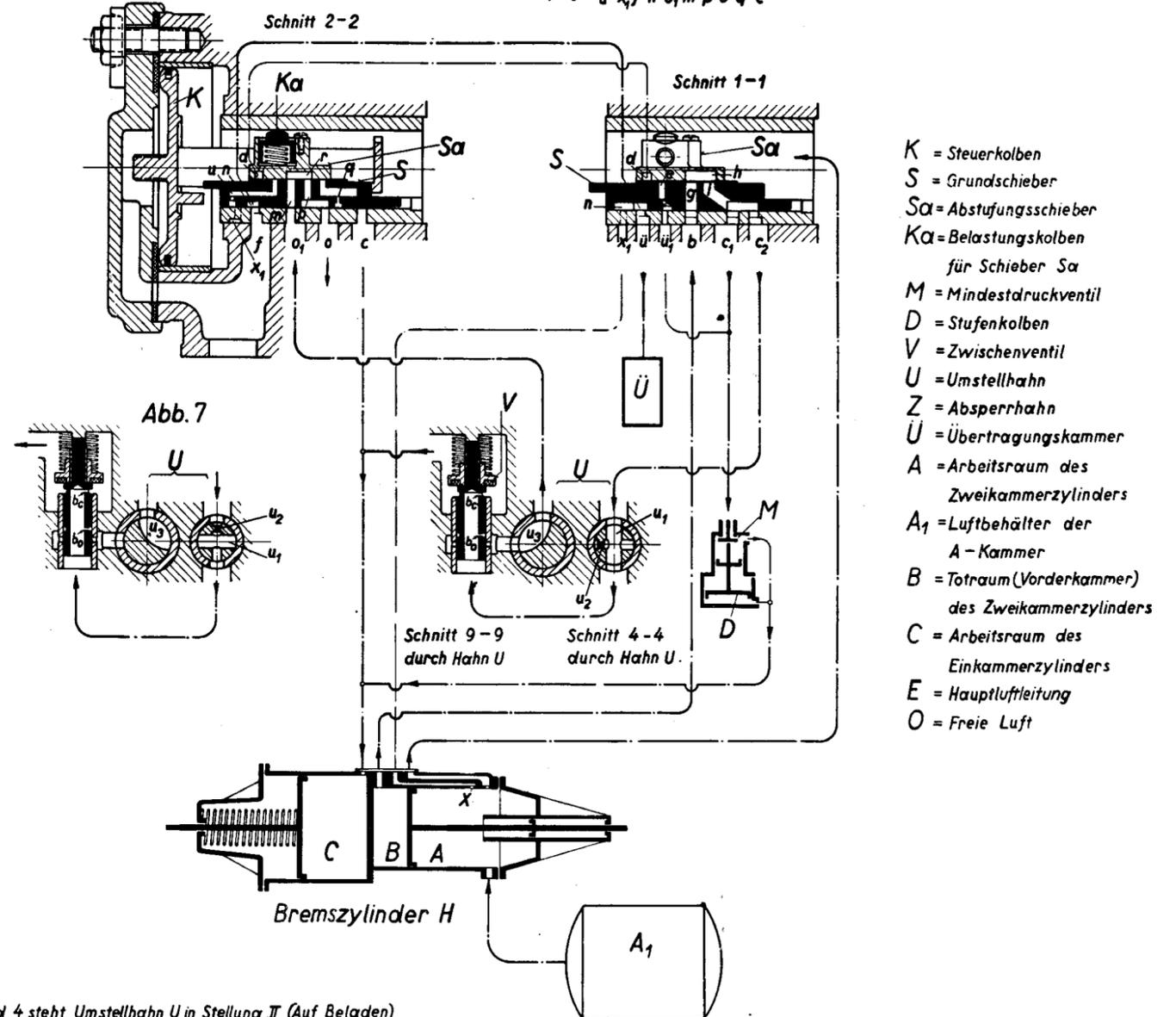
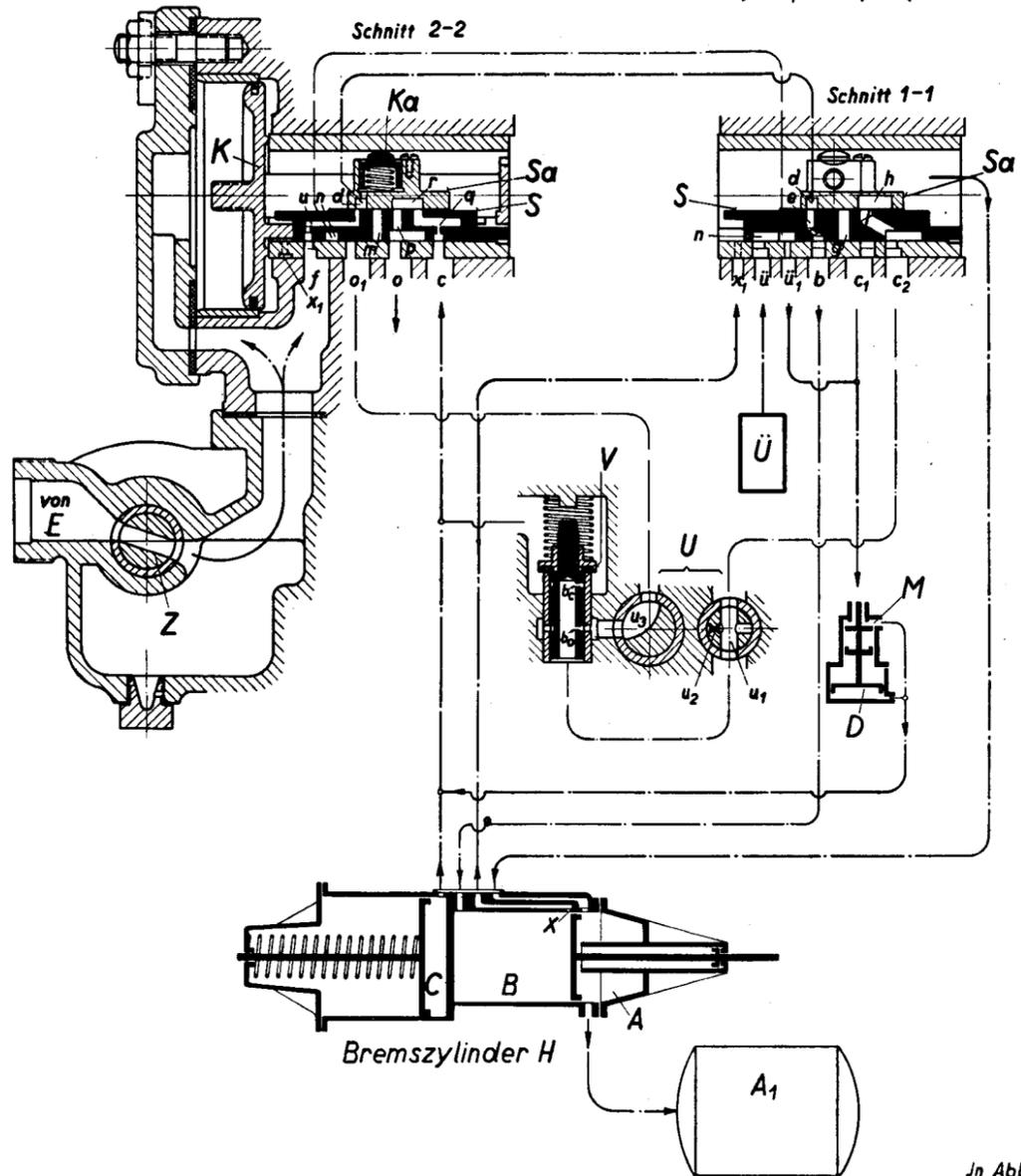
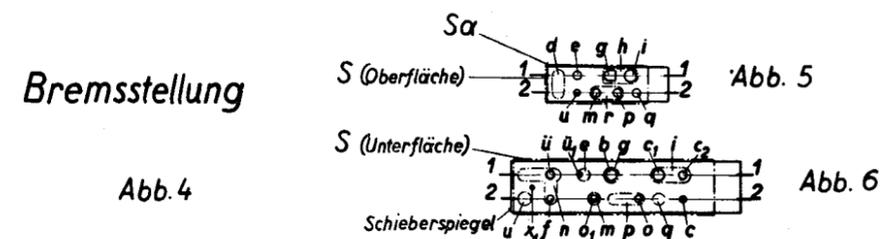
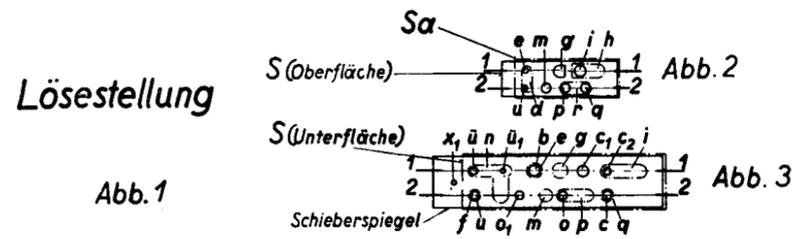
Die Angaben auf dem Bremsgewichtsschild lauten also:

12 t	17 t
Bremsgewicht	
Leer	Bel.
Umstell-	Gewicht
17 t	

Steuerventil der Kunze Knorr-Bremse g



Schaltbild der Kunze Knorr-Bremse g



- K = Steuerkolben
- S = Grundschieber
- Sa = Abstufungsschieber
- Ka = Belastungskolben für Schieber Sa
- M = Mindestdruckventil
- D = Stufenkolben
- V = Zwischenventil
- U = Umstellhahn
- Z = Absperrhahn
- Ü = Übertragungskammer
- A = Arbeitsraum des Zweikammerzylinders
- A₁ = Luftbehälter der A-Kammer
- B = Totraum (Vorderkammer) des Zweikammerzylinders
- C = Arbeitsraum des Einkammerzylinders
- E = Hauptluftleitung
- O = Freie Luft

In Abb 1 und 4 steht Umstellhahn U in Stellung II (Auf Beladen)
 In Abb 7 steht Umstellhahn U in Stellung I (Auf Leer)

Lage der Schnitte 4-4 und 9-9 durch Umstellhahn U vergl. Tafel I