

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

93. Jahrgang

15. April 1938

Heft 8

Ein selbsttätiges Führerbremsventil für Druckluftbremsen *).

Von Dr. Ing. Friedrich Hildebrand VDI und Dr. Ernst Möller VDI.

Bei den international eingeführten indirekt wirkenden Druckluftbremsen der Schienenfahrzeuge werden die Brems-einrichtungen an jedem einzelnen Wagen mit Hilfe eines Führerbremsventils vom Führerfahrzeug aus über die den ganzen Zug durchlaufende Hauptluftleitung gefüllt und gesteuert. Sind die Hauptluftleitung und die Vorratsräume der Bremsen auf den Regeldruck von 5 kg/cm^2 gefüllt, so sind die Bremszylinder leer, die Bremsen gelöst; wird der Druck der Hauptluftleitung gesenkt, so lassen die Steuer-ventile der einzelnen Wagen die Vorratsluft in die Bremszylinder strömen, und die Bremsen ziehen an. Der größte Bremsdruck im Bremszylinder ist erreicht, wenn der Hauptluftleitungsdruck auf ungefähr $3,5 \text{ kg/cm}^2$ gesunken ist. Auch die völlige Entleerung der Hauptluftleitung läßt keinen höheren Bremsdruck entstehen. Ein Erhöhen des Druckes in der Hauptluftleitung verringert mit Hilfe der Steuerventile den Bremsdruck wieder, indem Bremszylinderluft ins Freie abströmt, wobei gleichzeitig der Inhalt der Vorratsbehälter wieder ergänzt wird. Die meisten neuen Bremsbauarten lassen ein stufenweises Bremsen und Lösen zu, ältere Bauarten lassen sich nur stufenweise bremsen, lösen dagegen bei Druck-erhöhungen gleich voll aus.

Die Entwicklung der Führerbremsventile bis zum Jahr 1910.

Aus diesen Eigenarten der Druckluftbremsen ergaben sich die Aufgaben für die Führerbremsventile.

Die ersten Führerbremsventile bestanden aus einem einfachen Dreiwegehahn. In der einen Stellung dieses Hahnes, der Füll- und Lösestellung, wurde die Hauptluftleitung mit einem Hauptbehälter des Führerfahrzeugs verbunden, den eine Luftpumpe dauernd füllte. In der anderen Stellung, der Bremsstellung, wurde die Luft aus der Hauptluftleitung ins Freie gelassen. Brachte man den Dreiwegehahn in eine Zwischenstellung, die Abschlußstellung, in der alle Kanäle geschlossen sind, so ließ sich ein eingestellter Druck halten, soweit die Hauptluftleitung dicht war. Der Wunsch, rasch füllen zu können, ließ sich aber nur so verwirklichen, daß man im Hauptluftbehälter große Luftmengen von einem höheren Druck als dem Regeldruck von 5 kg/cm^2 aufspeicherte. Doch durfte dieser höhere Druck nur gelegentlich und kurzfristig in die Hauptluftleitung gelangen, weil schon ein geringes Überladen der Vorratsbehälter über den Regeldruck den Bremsvorgang störte. Daraus ergab sich neben der Füll- und Lösestellung, die zum Beschleunigen des Füllens und Lösens benutzt wurde, eine weitere Stellung, in der die Luft aus dem Hauptluftbehälter nur noch über einen Druckregler in die Hauptluftleitung gelangen konnte, der auf den Regeldruck von 5 kg/cm^2 , d. h. auf den gelösten Zustand, eingestellt war. Da die Bremsen zum Fahren gelöst werden müssen und während der Fahrt zumeist gelöst bleiben, nannte man die dafür benutzte Stellung die Fahrtstellung. Um schließlich den Leitungsdruck für das stufenweise Bremsen auch langsam senken zu können, unterteilte man die Bremsstellung in eine

mit kleinem Auslaß, die Betriebsbremsstellung, und eine mit großem Auslaß, die Schnellbremsstellung. Bei der Fahrt mit zwei Lokomotiven mußte außerdem das Führer-ventil der zweiten Lokomotive unwirksam gemacht werden können; die Folge war eine sogenannte Mittelstellung für die Vorspannfahrt.

Das Führerbremsventil bekam damit im Laufe der Zeit sechs Stellungen.

1. Füll- und Lösestellung.
2. Fahrtstellung.
3. Mittelstellung.
4. Abschlußstellung.
5. Betriebsbremsstellung.
6. Schnellbremsstellung.

So viele Stellungen ließen sich nicht mehr im Kegel eines einfachen Hahnes unterbringen, so daß das Flachschieber-ventil und schließlich das Dreh-schieberventil an seine Stelle traten.

Bei den ersten Führerbrems-ventilen dieser Art wurde bei Betriebsbremsungen die Luft aus der Leitung direkt ins Freie gelassen. Je nach der Länge des Zuges war dabei die Zeit für eine bestimmte Drucksenkung entsprechend der gewünschten Bremsstufe verschieden. Auch die Steilheit des Druckabfalls war dabei von der Länge des Zugs abhängig. Um dem Lokführer das mühelose Erreichen einer bestimmten Bremsstufe unabhängig von der Zuglänge zu ermöglichen, wurde das Führerventil mit einer „Aus-gleichvorrichtung“ versehen, die selbsttätig den in einem Ausgleichbehälter eingestellten Druck in der Leitung herbei-führte, wobei der Leitungsdruck nie schneller fallen konnte als der Druck im Ausgleichbehälter. Schließlich mußte die geringe Speisefähigkeit des Druckreglers noch durch einen Schnelldruckregler verbessert werden, bei dem der Druck-regler über einen Kolben einen größeren Durchlaß steuert. Das so entstandene Drehschieberführerbremsventil mit Ausgleichvorrichtung und Schnelldruckregler stellte bisher die höchste Stufe in der Entwicklung vom Dreiwegehahn dar. Die Abb. 1 bis 3 veranschaulichen diesen Werdegang, der etwa die Zeit von 1870 bis 1910 umfaßt; seitdem war auf diesem Gebiet ein Stillstand eingetreten*).

Neue Bremsen — neue Ansprüche an das Führerbremsventil.

Es zeigte sich nun, daß diese Führerventilart, die eigentlich für die älteren einlösigigen Bremsen geschaffen worden war, (Bremsen, die sich zwar mehrstufig anziehen, aber nur ein-stufig lösen lassen) bei der zunehmenden Einführung mehr-

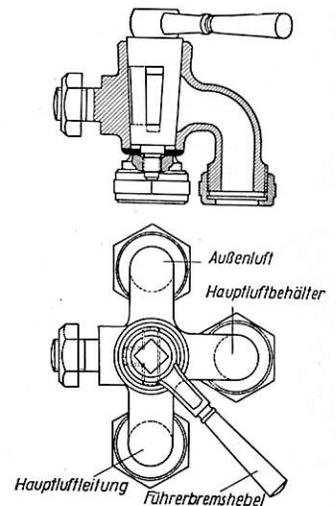


Abb. 1.
Führerbremsventil von Westinghouse.

*) Das in dem Aufsatz besprochene Führerbremsventil wurde vom VMEV. bei der letzten Preisverteilung durch einen Preis ausgezeichnet (siehe Veröffentlichung, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1937, Seite 308).

*) Dr. Ing. W. Hildebrand: Die Entwicklung der selbst-tätigen Einkammerdruckluftbremse bei den europäischen Voll-bahnen. Berlin: Julius Springer 1927.

lösiger Bremsbauarten (Bremsen, die auch stufenweise gelöst werden können) nicht mehr ausreichte.

Besonders beim Lösen ergaben sich bei Zügen mit mehrlösigen Bremsen erhebliche Schwierigkeiten. Bei einlösigen Bremsen war es zum Lösen der Bremsen nur nötig, den Druck in der Leitung etwas zu erhöhen: die Steuerventile gingen in

bemessenen Übergang in die Fahrtstellung ein Verfahren, das an das Können und die Aufmerksamkeit des Führers ganz erhebliche Anforderungen stellt, weil der Lokführer je nach der Länge des Zuges einen ganz bestimmten Druckverlauf steuern muß, um die kürzesten Zeiten zu erhalten. Durch nicht ganz sachgemäße Bedienung werden aber sehr lange Lösezeiten mit verzögerter Fahrbereitschaft oder die gefürchteten Überladungen verursacht.

Diese Überladungen entstehen sehr leicht bei zu langer Benutzung der Füllstellung dadurch, daß die Bremsapparate auf einen Druck aufgeladen werden, der über dem Regeldruck liegt. Macht man mit überladenen Bremsen eine Bremsung und versucht anschließend mit dem Regeldruck zu lösen, so bleiben die überladenen Bremsapparate festgebremst. Die daraus entstehenden Schäden, wie schwergängige Züge, großer Verschleiß, lose Radreifen, feste Achsen, sind genugsam bekannt. Selbst der gutgeschulte Führer nutzt seine Bremsgeschicklichkeit meist aus Angst vor der gefürchteten Überladung nicht zum schnellen Lösen der Bremsen aus, was eingehende Prüfungen in der Schweiz zeigten*).

Bei einlösigen Bremsen ließ sich die Überladung noch ziemlich einfach durch einmaliges Bremsen und Lösen beseitigen. Bei den mehrlösigen Bremsen, die mit einer Steuerkammer im Steuerventil arbeiten, deren Regeldruck von 5 kg/cm² während aller Vorgänge unverändert bleibt, ist ein solches Überladen der Steuerkammer weit unangenehmer. Eine Überladung kann da nur im gelösten Zustand der Bremse durch ganz langsames Senken des Leitungsdruckes vorsichtig weggenommen werden, weil die empfindlichen Steuerventile sonst anbremsen würden. Diese Eigenart der mehrlösigen Bremsen hat man häufig als einen Mangel bezeichnet und hat dabei übersehen, daß es sich eigentlich um einen Mangel des Führerbremsventils handelt, das eben die Überladegefahr in sich trägt.

Auch die mit den mehrlösigen Bremsen verbesserte Regelbarkeit des Bremsens und LöSENS machte eine Verfeinerung der Regelmöglichkeiten am Führerventil nötig. Die Ausgleichvorrichtung des alten Führerventils gestattete nur beim Bremsen die Einstellung eines bestimmten Leitungsdruckes ohne besondere Geschicklichkeit. Wenn man dagegen stufenweise lösen wollte, mußte man den gewünschten Leitungsdruck durch Handtieren zwischen Fahrt-, Mittel- und Abschlußstellung allmählich herstellen. Das längere Einhalten einer bestimmten Brems- oder Lösestufe war aber mit

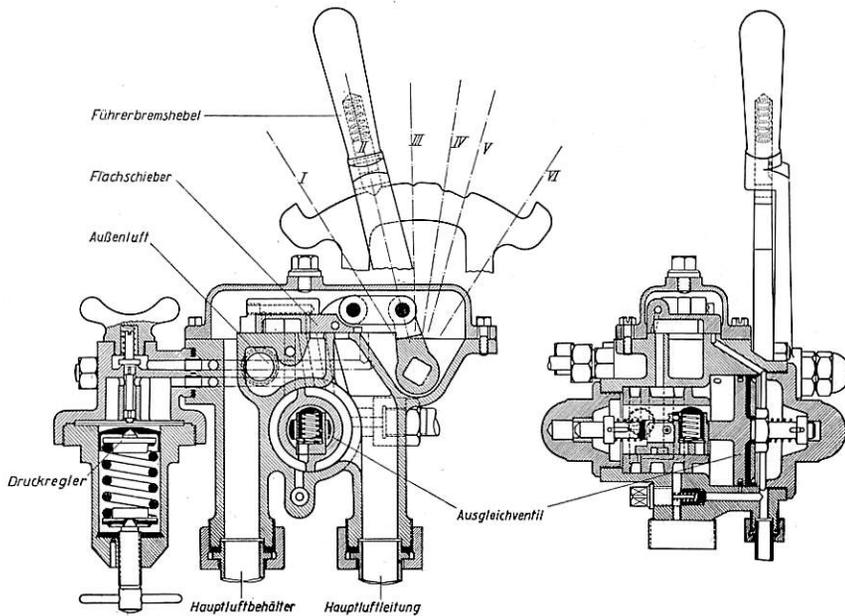


Abb. 2. Führerbremsventil mit Flachschieber von Knorr.

Lösestellung, blieben dort, und die Bremsen lösten ganz aus. Das endgültige Auffüllen der Leitung bis auf den Regeldruck konnte danach allmählich erfolgen, ohne daß die Fahrbereitschaft verzögert wurde. Bei Bremsen mit mehrlösigen Steuerventilen ist das vollkommene Lösen der Bremse nicht so einfach. Da bei diesen Bremsen jedem Leitungsdruck auch beim

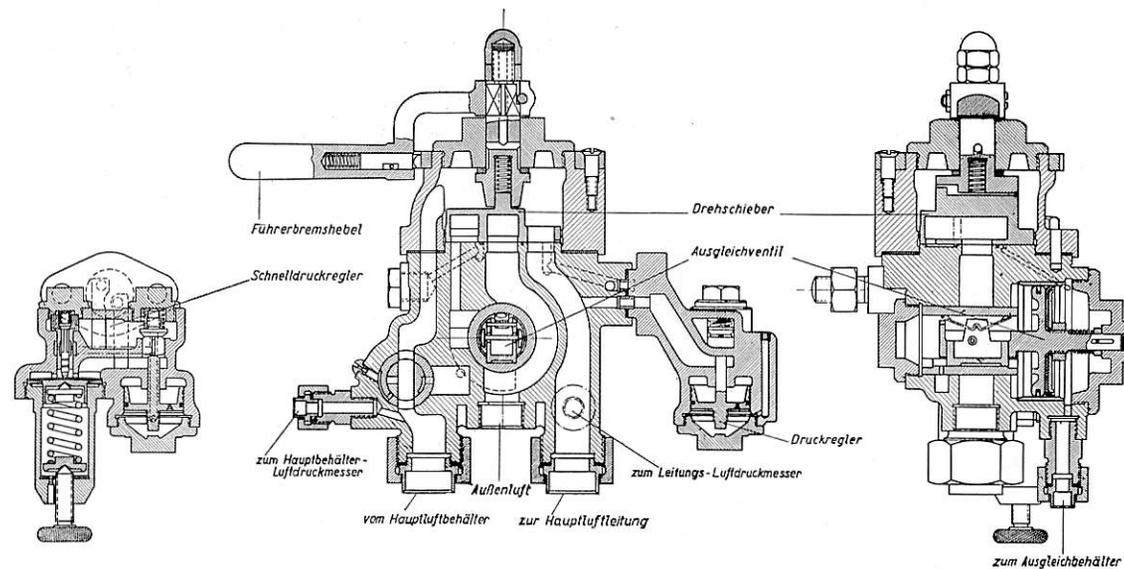


Abb. 3. Knorr-Drehschieberführerbremsventil mit Schnelldruckregler und Ausgleichventil.

Lösen stets ein ganz bestimmter Bremsdruck entspricht, muß die Leitung im ganzen Zug erst bis fast auf den Regeldruck aufgefüllt werden, ehe die Bremsen völlig lösen. Bei Benutzung der jetzigen Führerventile ist ein schnelles Lösen dieser Bremsen daher nur auf eine recht umständliche und großes Geschick erfordernde Weise möglich, und zwar, durch weitgehende Benutzung der Füll- und Lösestellung und langsamen, sorgfältig

dem Führerventil älterer Bauart im praktischen Betrieb bei den nie vollkommen dichten Leitungen unmöglich.

Weiterhin verlangte ein wesentlicher Vorzug der neuesten mehrlösigen Bremsen, nämlich das selbsttätige Ersetzen von

*) Dr. Ing. F. Christen: Das vollautomatische Führerventil der Knorr-Bremse A. G. (Ztg. VMEV.) 1935, Heft 36, S. 760.

Luftverlusten der Bremszylinder infolge Undichtheit, eine Umgestaltung des Führerbremsventils. Druckverluste der Zylinder können anfänglich zwar aus einem genügend großen Vorratsbehälter am Wagen ersetzt werden; bei dessen Erschöpfung jedoch muß die Leitung, deren Druck bis zur Vollbremsung höher als der Bremszylinderdruck, mindestens aber ihm gleich ist, imstande sein, das Fehlende zu liefern. Das Führerbremsventil muß also den eingestellten Leitungsdruck aufrechterhalten, auch wenn undichte Bremszylinder aus der Leitung zapfen. Das taten die alten Führerventile nicht und hinderten so die neuesten Bauarten der Bremsen an der vollen Leistungsfähigkeit. Diese Unzulänglichkeit hatte übrigens in der Zeit der einlösigigen Bremsen zu gesteigerten Anforderungen an die Dichtigkeit der Hauptluftleitung geführt, weil jede Undichtheit eine Erschöpfung der Bremse oder unerwünschtes Einbremsen verursachte. In dieser Richtung hätte ein Ventil mit selbsttätiger Druckerhaltung schon für die einlösigigen Bremsen einen Fortschritt bedeutet.

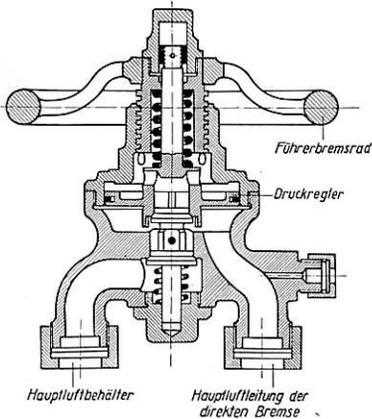


Abb. 4. Führerbremsventil der direkten Bremse bei der Doppelbremse von Westinghouse.

Schließlich muß noch auf das große Bedürfnis nach Vereinfachung der Bedienung hingewiesen werden, das dadurch entstand, daß die ständig steigenden Fahrgeschwindigkeiten, die Abkürzung der betriebsmäßigen Haltezeiten, die wachsende Vielteiligkeit der Lokomotiven und Signaleinrichtungen die Aufmerksamkeit des Lokomotivführers immer mehr belasteten. Einfach zu bedienende Ventile sind die bisherigen Schieberführerbremsventile mit ihren vielen Stellungen und mit den Anforderungen an Umsicht und Geschick zweifellos nicht; sie beanspruchen die Aufmerksamkeit doch meist dann, wenn sie den Signalen, der Strecke und der Lokomotive gelten müßte.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde ein neues Führerbremsventil, der Knorr-Selbstregler C, entwickelt, der zu einem vollautomatischen Ventil vervollkommen wurde, damit er dem Lokomotivführer die denkbar größte Erleichterung und zugleich Sicherheit schafft.

Das vollautomatische Führerbremsventil, Knorr-Selbstregler C.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde ein neues Führerbremsventil, der Knorr-Selbstregler C, entwickelt, der zu einem vollautomatischen Ventil vervollkommen wurde, damit er dem Lokomotivführer die denkbar größte Erleichterung und zugleich Sicherheit schafft.

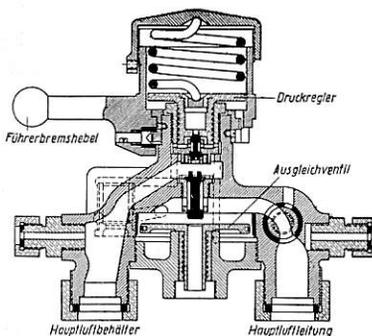


Abb. 5.

Führerbremsventil von Bozic.

nicht lösen. Erst eine Vereinigung dieses Ventils mit einem Regulierventil (Abb. 4) wie es Westinghouse 1881 für die direkte Bremse und später Bozic (Abb. 5) für die indirekte Bremse benutzt hatte, bot die Möglichkeit, die richtigen Vorgänge und Zustände stets eindeutig einander zuzuordnen. Jenes Regulierventil, bei dem der Leitungsdruck durch Spannen oder

Entspannen einer Feder in Abhängigkeit von der Stellung eines Handrades oder Hebels geregelt wurde, findet sich in dem führerhebelabhängigen Druckregler des Selbstreglers wieder.

Ausgehend von dieser Grundlage soll nun der Selbstregler nach den Einzelaufgaben und deren Lösungen an Hand des Schaltplanes (Abb. 6) beschrieben werden. Dieser Schaltplan zeigt, wie die Organe des Ventils gemeinschaftlich durch Druckregler und Drehschieber in jeder Stellung des Führerbremshebels gesteuert werden. Zum besseren Verständnis sind die Verbindungen, die der Drehschieber in den einzelnen Hebelstellungen vermittelt, in einem besonderen Liniengerüst als weiße Flächen dargestellt.

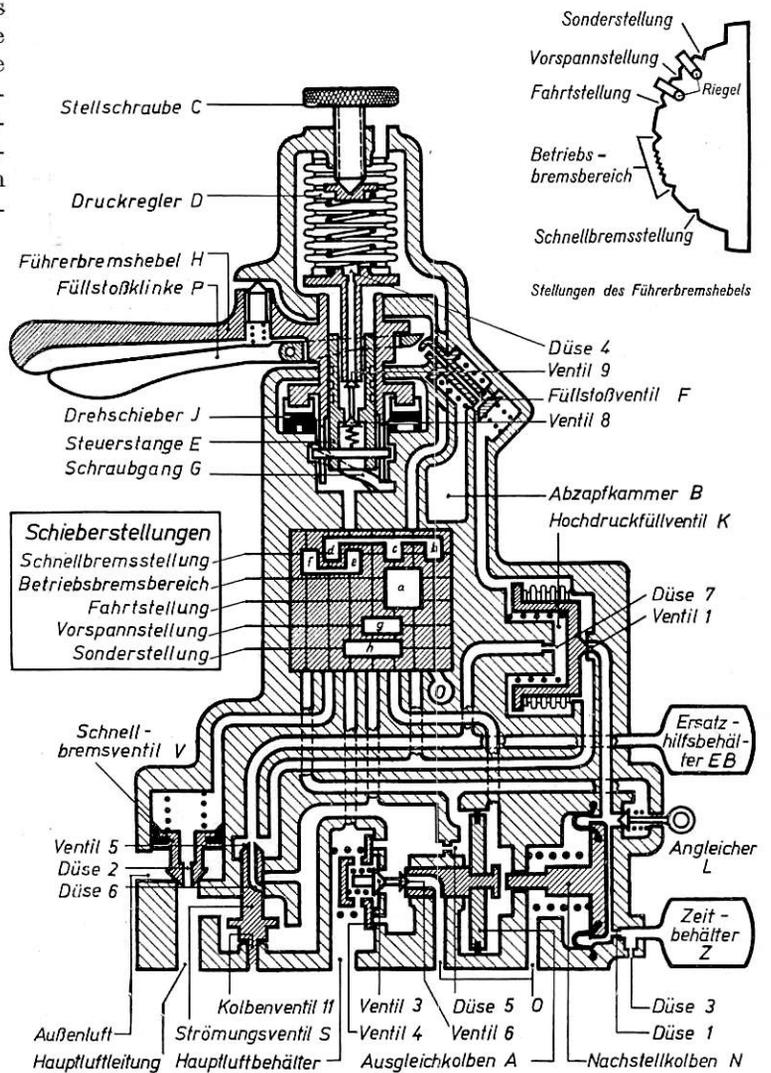


Abb. 6. Schaltplan des Knorr-Selbstreglers C.

1. Aufgabe: Der Hauptluftleitungsdruck soll in Abhängigkeit von der Stellung des Führerbremshebels regelbar sein.

Der Regelbereich des Hebels zwischen dem Regeldruck von 5 kg/cm² und dem einer vollen Betriebsbremsung entsprechenden Druck von 3,5 kg/cm² in der Hauptluftleitung ist durch scharf fühlbare Rasten unterteilt. Die Raste, in der der Druckregler den Regeldruck von 5 kg/cm² einstellt, ist die Fahrtstellung; in ihr sind die Bremsen völlig gelöst. Der übrige Regelbereich bis zu 3,5 kg/cm², d. h. bis zum Ausgleichdruck, bei dem die höchste Bremskraft erreicht ist, heißt Betriebsbremsbereich; er ist durch eine Vielzahl von Rasten unterteilt. In diesem Bereich wird der Leitungsdruck durch einen Druckregler geregelt.

Der Druckregler D besteht aus einem Wellrohrkolben und einstellbarer Druckreglerfeder und erzeugt mit Hilfe der Ein-

und Auslaßventile 8 und 9 einen Steuerdruck. Die Höhe des Drucks ist von der Stellung des Hebels H abhängig, indem sich der Sitz des Einlaßventils 8 beim Schwenken des Hebels mit Hilfe eines in einem Schraubgang laufenden Stiftes hebt und senkt. Hebt sich der Sitz, so strömt Luft vom Hauptluftbehälter in den Druckreglerraum und erhöht den Druck unter steigender Zusammenpressung des Wellrohrkolbens mit der Reglerfeder, bis das Einlaßventil 8 wieder schließt; senkt sich der Sitz des Einlasses, so öffnet sich das Auslaßventil 9, läßt Luft ins Freie und die Druckreglerfeder entspannt sich so lange, bis der Auslaß 9 wieder schließt. Der so geregelte Druck tritt über einen Kanal im Drehschieber (weiße Fläche a im Schaltbild des Drehschiebers) hinter den Ausgleichkolben A, der seinerseits die größeren Einlaß- und Auslaßventile 3 und 6 steuert und entsprechend dem Sinken und Steigen des Druckreglerdruckes die Hauptluftleitung vom Hauptluftbehälter her füllt oder ins Freie entlüftet.

2. Aufgabe: *Der am Führerbremshebel eingestellte Druck soll selbsttätig erhalten werden.*

Sinkt der Hauptluftleitungsdruck aus irgendeinem Grund, so steuert der Ausgleichkolben A nach links und öffnet das Ventil 3, bis der Hauptluftleitungsdruck wieder dem Druckreglerdruck entspricht. Steigt er, so steuert der Ausgleichkolben nach rechts und entlüftet die Hauptluftleitung bis zur Druckgleichheit.

3. Aufgabe: *Entlüften der Hauptluftleitung im vorgeschriebenen Tempo.*

Der mit dem Druckreglerraum in Verbindung stehende Behälter EB füllt und entleert sich entsprechend der Hebelstellung. Die Füllung erfolgt über große Öffnungen schnell, die Entleerung hingegen wird durch eine Düse 4 im Druckregler D bestimmt. Dieses Entleerungstempo überträgt sich über das Ausgleichventil auch auf die Hauptluftleitung.

4. Aufgabe: *Rasches Entleeren der Hauptluftleitung bei Schnellbremsungen.*

Wird der Führerbremshebel über den Betriebsbremsbereich hinaus in die Schnellbremsstellung gelegt, so entlüftet sich der Raum hinter dem Kolben des Schnellbremsventils V so kräftig über die Muschel b—c—d im Drehschieber, daß die Kolbenkraft verschwindet und der Leitungsdruck den Großauslaß des Schnellbremsventils aufdrückt: die Leitung entleert sich schnell.

Die großen Entlüftungsquerschnitte sind nicht über den Drehschieber geführt, der infolgedessen klein und auch leichtgängig bleibt, weil er vor dem Schmutz der Hauptluftleitung geschützt ist. In der Schnellbremsstellung wird außerdem die rechte Seite des Ausgleichkolbens A über die Muschel c—d entlüftet, die linke Seite hingegen über die Muschel e—f mit Hauptbehälterluft beschickt, so daß auch das Auslaßventil 6 geöffnet ist.

Nach dem Entleeren der Hauptluftleitung schließt sich das Schnellbremsventil unter Federkraft. Wird der Leitungsdruck durch Verlegen des Führerbremshebels wieder erhöht, so füllt sich der kleine Raum hinter dem Schnellbremskolben durch die Düse 2 schnell mit auf; dadurch wird der Auslaß durch die um ein Vielfaches größere Kolbenfläche des Schnellbremsventils fest verschlossen.

5. Aufgabe: *Schnelles Füllen der Hauptluftleitung und der Bremsapparate auf den Regeldruck beim Lösen.*

a) Es muß möglich sein, den für das schnelle Füllen wichtigen Füllstoß an jedem Punkt des Regelbereichs einzuleiten, so daß auch das stufenweise Lösen durch Füllstöße beschleunigt werden kann, ohne daß ein weites Schwenken des Führerbremshebels und ein treffsicheres Zurückgehen in die gewünschte Stellung nötig ist.

Zu diesem Zweck wird beim Selbstregler der Füllstoß durch Drücken einer Füllstoßklinke P am Führerbremshebel eingeleitet, durch die im Fahrt- und Betriebsbremsbereich ein Füllstoßventil F geöffnet werden kann. Das Füllstoßventil bringt beim Drücken der Füllstoßklinke das Hochdruckfüllventil K zum Ansprechen. Dieses läßt vom Druckregler Druck auf einen Nachstellkolben N am Ausgleichventil treten, der das Ventil 3 und das große Ventil 4 öffnet und so den Hauptluftbehälter mit seinem hohen Druck unmittelbar mit der Leitung verbindet.

b) Der durch den Lokführer eingeleitete Füllstoß soll selbsttätig so lang als möglich andauern, ohne jedoch die Hilfsbehälter der Bremsen zu überladen.

Zu diesem Zweck wird das Hochdruckfüllventil K durch den Druck des Behälters R beeinflusst. Dieser Behälter entleert und füllt sich beim Bremsen und Lösen ohne Füllstoß mit dem Druckreglerdruck und daher auch entsprechend dem Leitungsdruck. Während eines Füllstoßes hingegen unterbricht ein Strömungsventil S die Verbindung zwischen der rechten und linken Seite des Hochdruckfüllventils, so daß sich der Behälter EB nur durch eine Düse 6 von der Leitung her auffüllt, die durch das Strömungsventil freigelegt ist. Das Fülltempo ist so eingestellt wie das des ersten Hilfsbehälters im Zug (daher „Ersatzhilfsbehälter“). Der augenblickliche Druck des Ersatzhilfsbehälters steht nach dem Anreißen des Füllstoßes durch die Füllstoßklinke auf der linken Seite des Hochdruckfüllventils, auf dessen rechte Seite der am Führerbremshebel eingestellte höhere Druckreglerdruck wirkt. Sobald sich der Ersatzhilfsbehälter annähernd auf diesen Druckreglerdruck aufgefüllt hat, steuert das Hochdruckfüllventil um und beendet den Füllstoß, indem es den Druckreglerdruck vom Nachstellkolben N abschließt. Der hinter dem Nachstellkolben stehende Druck verliert sich über die Düse 1 in den Zeitbehälter Z.

Die größere Düse 7 stört die Füllwirkung der kleineren Düse 6 nicht, sie hat nur den Zweck, das Anreißen des Hochdruckfüllventils durch Zurückhalten der Luft aus EB zu erleichtern.

c) Der Füllstoß soll um so kürzer sein, je kleiner die beabsichtigte Lösestufe ist.

Der Umstand, daß der Ersatzhilfsbehälterdruck beim Bremsen mit dem Druckreglerdruck gleichläuft, und die Tatsache, daß auf der rechten Seite des Hochdruckfüllventils beim Lösen mit Füllstoß der höhere Druckreglerdruck unmittelbar steht, bringen es mit sich, daß die zum Schalten nötige Druckgleichheit am Hochdruckfüllventil in um so kürzerer Zeit erreicht wird, je geringer der Druckunterschied am Hochdruckfüllventil war, d. h. je weniger der Druckreglerdruck während des Füllstoßes erhöht worden ist.

d) Der Füllstoß soll um so kürzer sein, je höher der Hauptluftbehälterdruck ist und umgekehrt, weil sich bei höherem Hauptluftbehälterdruck während des Füllstoßes auch die Hilfsbehälter schneller füllen.

Da während des Füllstoßes Hauptluftbehälterdruck und Druck am Leitungsanfang nahezu gleich sind, ist dieser Bedingung schon dadurch genügt, daß der Ersatzhilfsbehälter EB sich über Düse 6 von der Leitung her auffüllt.

e) Der Füllstoß muß um so kürzer werden, je kürzer der Zug ist, da sonst die in die Hauptluftleitung kürzerer Züge eingeschlossene Luft vom Hauptluftbehälterdruck nach Beendigung des Füllstoßes keine Möglichkeit hat, weiter nach hinten abzufließen und daher die Bremsen überlädt.

Diese Zuglängenabhängigkeit wird durch das Strömungsventil S gewährleistet. Das Strömungsventil besteht aus einer Platte, die während des Füllstoßes durch die Strömung angehoben wird, dabei die Verbindung der beiden Seiten des Hoch-

druckfüllventils unterbricht und dafür die Verbindung zwischen Ersatzhilfsbehälter und Leitung über die genannte Düse 6 herstellt. Während des Füllstoßes flaut nun die Strömung in der Hauptluftleitung um so schneller ab, je kleiner das Leitungsvolumen ist, d. h. je kürzer der Zug ist. Sinkt der Strömungsdruck unter die Rückstellkraft des Kolbenventils 11 am Strömungsventil S, so fällt das Strömungsventil ab, unterbricht die Füllung des Ersatzhilfsbehälters durch die Düse 6 und öffnet die Verbindung zwischen den beiden Seiten des Hochdruckfüllventils, so daß sich das Hochdruckfüllventil infolge des Druckausgleichs sofort schließt und die Hochdruckfüllperiode abbricht.

Die Rückstellkraft des Kolbenventils 11 ist während des Füllstoßes um so größer, je höher der Hauptbehälterdruck ist, wodurch neben der unter d) genannten Düse 6 eine weitere Berücksichtigung der Höhe des Hauptbehälterdruckes bei der Füllstoßlänge erfolgt.

Das abgefallene Strömungsventil setzt sich auf den Ventil Sitz 11 und wird dort so festgehalten, daß es nur durch einen Füllstoß abgerissen werden kann.

f) Es soll dem Lokführer nicht möglich sein, den Füllstoß durch andauerndes Drücken der Füllstoßklinke über die Zeit auszudehnen, die durch Strömungsventil S und Ersatzhilfsbehälter EB bestimmt ist.

Die durch den hohlen Füllstoßventilstößel entlüftete kleine Abzapfkammer B wird beim Drücken der Füllstoßklinke von der Außenluft abgeschlossen und bei weiterem Drücken an die linke Seite des Hochdruckfüllventils geschaltet, das rechts und links unter Druckreglerdruck stand. Die dadurch hervorgerufene Druckdifferenz reißt das Hochdruckfüllventil K an und führt durch das Beaufschlagen des Nachstellkolbens N mit Druckreglerdruck zum Füllstoß. Wird die Klinke gedrückt gehalten, so füllt sich die Abzapfkammer zugleich mit dem Ersatzhilfsbehälter auf und der Füllstoß geht zu Ende, sobald der Ersatzhilfsbehälter oder das Strömungsventil es bestimmen. Die Abzapfkammer B ist dann nur ein Teilvolumen des Ersatzhilfsbehälters, und zwar ein so kleines, daß die Füllzeit des Behälters EB nicht beeinflußt wird. Die Düse 7 verhindert das Nachschießen der Luft aus R und ermöglicht die Verwendung einer kleinen Abzapfkammer.

g) Das Füllen langer Züge soll nicht nur durch den längstmöglichen Füllstoß, sondern auch durch den Verlauf des Füllens nach dem Füllstoß beschleunigt werden.

Dem Füllstoß muß eine Niederdruckfüllperiode folgen, in der der Speisedruck des Ausgleichventils zunächst noch über dem eingestellten Druckreglerdruck liegt, sich ihm aber selbsttätig in dem Maße angleicht, in dem die Hilfsbehälter der Bremse sich diesem Druckreglerdruck nähern. Mit einem solchen Druckverlauf soll der Lokführer schon an den bisherigen Ventilen arbeiten, indem er den Übergang von der Füllstellung in die Fahrtstellung ganz langsam unter minutenlangem allmählichen Zurückgehen vollzieht. Die Gefahr des Mißlingens (Anspringen der Bremsen) ist dabei aber so groß, daß dies Verfahren sehr unbeliebt und ungebräuchlich ist.

Der Selbstregler regelt auch diesen Vorgang selbsttätig. Der während des Füllstoßes hinter dem Nachstellkolben N liegende Druckreglerdruck füllt nämlich einen Zeitbehälter Z langsam über eine Düse 1 etwas mit Druck, und zwar mit einem um so höheren, je länger der selbsttätige Füllstoß ist. Geht der Füllstoß nun zu Ende, indem das Hochdruckfüllventil K den Druckreglerdruck vom Nachstellkolben N abriegelt, so sinkt der Nachstellkolbendruck auf den Wert des erzeugten Zeitbehälterdruckes ab, wodurch sich zunächst nur das Großeinlaßventil 4 schließt. Der Nachstellkolben drückt aber weiterhin mit der Kraft, die sich aus dem Zeitbehälterdruck ergibt, auf den Ausgleichkolben A und erzeugt so einen

höheren Leitungsdruck als ihn der Druckreglerdruck am Ausgleichkolben allein bewirken würde. Diese Druckerhöhung verschwindet aber langsam, da sich der Zeitbehälter Z über die Düse 3 entlüftet; der Leitungsdruck nähert sich damit selbsttätig allmählich und stetig dem eingestellten Druckreglerdruck.

Je länger der Zug, um so länger der Füllstoß, um so höher der Zeitbehälterdruck und um so höher und gleichzeitig länger die Niederdruckfüllperiode.

h) Der Hauptluftleitungsdruck darf bei Beginn der Niederdruckfüllperiode nicht wegen zu kleiner Füllquerschnitte unter den Regeldruck sinken. Andererseits soll bei einer Notbremsung vom Zug aus das nachspeisende Ausgleichventil nur so wenig nachfüllen, daß die Bremsen trotzdem sicher anziehen.

Diese Aufgabe wird durch einen selbsttätigen Querschnittwechsel erfüllt. Das Ventil 3 kann sich während der Niederdruckfüllperiode völlig öffnen, nach Abschluß des Füllvorgangs läßt es sich aber nur so weit öffnen, daß die Notbremsung vom Zug aus nicht durch zuviel nachströmende Luft gestört wird.

Zu diesem Zweck steckt der Ausgleichkolben A fliegend auf der Kolbenstange. Der Kolbenanschlag im Gehäuse ist so bemessen, daß der Ausgleichkolben allein das Ventil 3 nur so weit öffnet, daß die Notbremsung nicht gefährdet ist. Wird mit Füllstoß von der Lokomotive durch den Selbstregler gefüllt, so wirkt der Nachstellkolben N mit und öffnet durch den Ausgleichkolben A hindurch das Ventil 3 so weit als möglich. Ist die Füllung des Zuges genügend weit fortgeschritten, so wird der Zeitbehälter Z seinen Druck verlieren, der Nachstellkolben N damit seine Kraft, eine Feder schiebt ihn vollends zurück und es kann sich jetzt bei Notbremsungen vom Zug aus nur noch der durch den Hub des Ausgleichkolbens festgelegte „Kleinquerschnitt“ öffnen.

6. Aufgabe: *Es soll möglich sein, den Hauptluftleitungsdruck bei der Übernahme überladener Züge vorübergehend über den Regeldruck zu steigern und die Überladung durch langsames Zurückregeln zu beseitigen.*

Bei den alten Führerbremventilen muß dazu mit der Druckreglerstellschraube C der Druckreglerdruck zunächst erhöht und dann sehr vorsichtig und langandauernd wieder erniedrigt werden — ein Vorgang, der dem Durchschnittslokomotivführer meist mißlingt.

Beim Selbstregler zieht der Lokführer einfach den „Angleicher L“ und läßt so lange Luft in den Zeitbehälter Z, bis der gewünschte höhere Leitungsdruck erreicht ist. Dieser Zeitbehälterdruck verschwindet wieder wie früher durch die Düse 3 und erniedrigt den erhöhten Leitungsdruck ohne Zutun des Lokführers langsam auf den Regeldruck.

7. Aufgabe: *Es muß möglich sein, den Selbstregler so abzuschalten, daß die Bedienung der Bremse von einer Vorspannlokomotive erfolgen kann.*

Hierfür hat der Selbstregler eine besondere Vorspannstellung, in der die beiden Seiten des Ausgleichkolbens A über den Kanal g im Schieber kurz geschlossen sind, während alle übrigen Schieberkanäle abgedeckt sind. Diese Vorspannstellung liegt im Gegensatz zur dafür vorhandenen „Mittelstellung“ der alten Ventile nicht mitten im allgemeinen Arbeitsbereich des Führerbremhebels, sondern neben der Fahrtstellung und ist nur erreichbar nach dem Anheben eines Riegels.

8. Aufgabe: *In gewissen Fällen, z. B. bei Dampflokvorspann vor einer elektrischen Lokomotive ist es in stromlosen Abschnitten erwünscht, den Hauptbehälter der stromlosen Lokomotive durch die Hauptluftleitung aufzufüllen zu können, damit die Druckluftbügelbetätigung und dergl. möglich bleibt. Das Führerbremventil der elektrischen Lokomotive muß dabei aber lahmgelegt bleiben wie in der Vorspannstellung.*

Diese Forderung ist durch eine Sonderstellung gelöst, die ebenfalls durch einen anhebbaren Riegel abgeschaltet ist und noch hinter der Vorspannstellung liegt, weil sie noch seltener vorkommt. In ihr wird der Hauptbehälter der Lokomotive über den Kanal h direkt mit der Leitung verbunden.

Diese Sonderstellung könnte im übrigen im normalen Verkehr ohne Vorspann auch jederzeit dazu dienen, den Zug unter Umgehen des Druckreglers und des Ausgleichventils vom Hauptluftbehälter her zu füllen. Damit wäre im Hinblick auf einen etwaigen Schaden am Knorr-Selbstregler gleichzeitig eine doppelte Sicherheit gegeben.

9. Aufgabe: Die Handhabung des Selbstreglers soll so einfach wie möglich sein und alle Irrtümer ausschließen.

Der Gebrauchsbereich des Hebels ist durch die Verriegelung auf den Regelbereich zwischen 5 und 3,5 kg/cm² und die Schnellbremsstellung beschränkt. Die Fahrtstellung braucht nicht gesucht zu werden, sondern ist die eine End-

1. Schwenken des Hebels um 82° aus der Abschlußstellung in die Füllstellung.
2. Abschätzen und Abzählen der Füllstoßdauer je nach Zuglänge, Hauptbehälterdruck und beabsichtigter Lösestufe.
3. Zurückgehen um 82° in die Abschlußstellung.
4. Beobachten des Leitungsdruckmessers, ob sich der gewünschte Leitungsdruck nach dem Abklingen des Füllstoßes auch einstellt.
5. Etwaiges Nachregeln durch Drehung in die Fahrtstellung oder in die Betriebsbremsstellung.
6. Druckeinstellung am Druckmesser abwarten.
7. Zurücklegen des Hebels in die Abschlußstellung.

Derselbe Vorgang vollzieht sich beim Selbstregler so:

1. Verlegen des Hebels in die Stellung des gewünschten Drucks.
2. Gleichzeitiges kurzes Drücken der Füllstoßklinke.

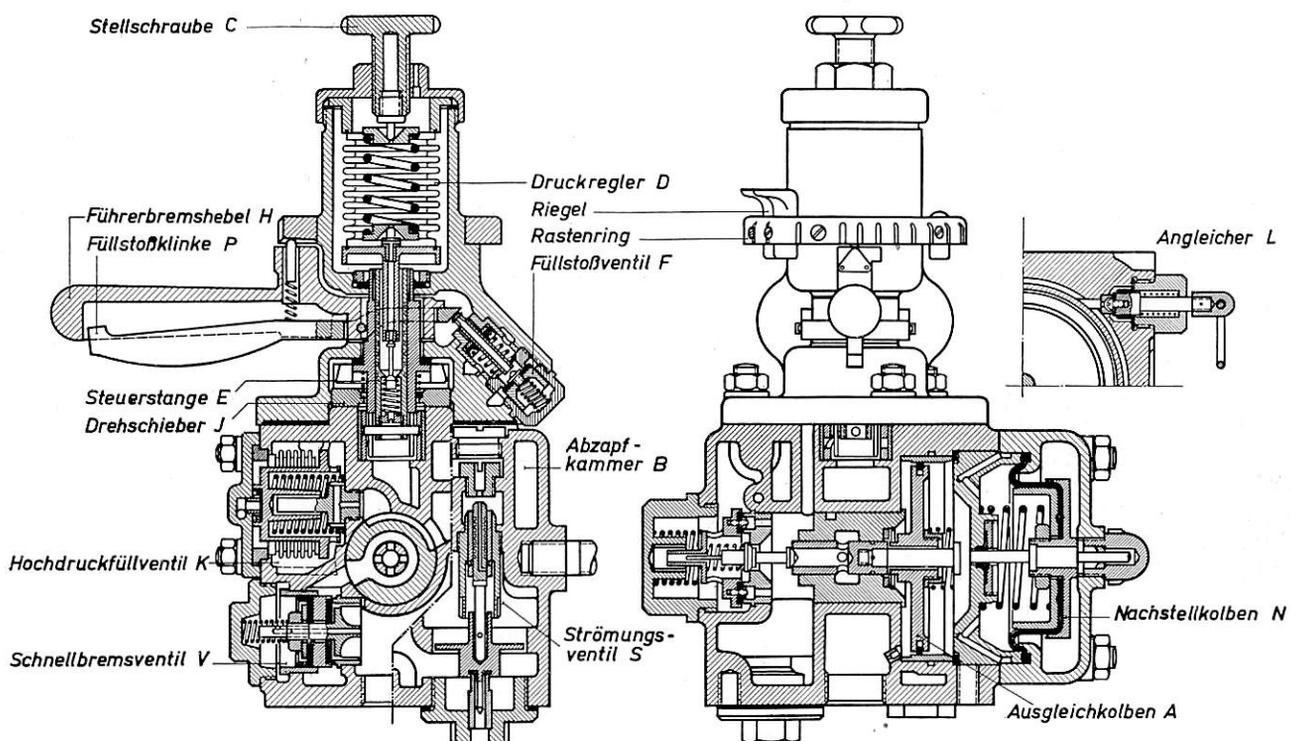


Abb. 7. Schnitt Knorr-Selbstregler „C“.

stellung wie die Schnellbremsstellung die andere ist. Einfacher und sicherer läßt sich die Handhabung dieses Führerbremsventils kaum machen. Linksschwenkung des Führerbremshebels bedeutet Bremsen, Rechtsschwenkung Lösen. Die linke Endstellung entspricht einer Vollbremsung, die rechte vollem Lösen.

Beim Selbstregler genügt es, infolge der selbstabschließenden Wirkung des Ausgleichventils den Führerbremshebel in die gewünschte Stellung zu legen; das vorschriftsmäßige Bremsen oder Lösen vollzieht sich selbsttätig, ohne daß der Lokführer den Leitungsdruckmesser zu beobachten braucht. Bei den bisherigen Führerventilen mußte der Lokführer beim Bremsen und Lösen so lange in der Brems- oder Lösestellung verharren, bis ihm die Druckmesser den gewünschten Zustand anzeigten, worauf er den Hebel in eine Abschlußstellung zu legen hatte; alle diese Vorgänge und die Hebelstellungen mußte der Lokführer mit dem Auge nachprüfen.

Ein Beispiel: Das Stufenlösen mit Füllstoß vollzog sich früher so:

Für die Sicherheit bei der Bedienung ist ferner wichtig, daß die Füllstoßklinke nur im Regelbereich zwischen 5 und 3,5 km/cm² mit dem Füllstoßventil in Eingriff kommt; in der Schnellbremsstellung, der Vorspann- und Sonderstellung hat das Drücken der Füllstoßklinke keinerlei Folgen.

Der Selbstregler läßt sich infolge dieser eindeutigen Hebelstellungen selbst bei Lichtschaden auf dem Führerstand in völliger Dunkelheit sicher bedienen.

10. Aufgabe: Der Selbstregler sollte trotz seiner Vielseitigkeit den beschränkten Raumverhältnissen auf den Führerständen Rechnung tragen.

Durch eine gedrängte, raumsparende Bauweise mit glatten Flächen wie sie die Abb. 7 im Schnitt und Abb. 8 in der Ansicht zeigt, war es möglich, den rechtwinklig umschriebenen Raum des Ventils ohne Hebel (dem man ja gern soviel Bewegungsfreiheit als möglich gibt) geringer zu halten als beim bisherigen Drehschieberführerventil. Der Selbstregler läßt sich auf dem Führerstand der Lokomotive auf zwei Arten befestigen. Entweder wird er unmittelbar an die Wand geschraubt, oder er

wird auf einen besonderen Ventilträger unter Zwischenlegen einer Dichtscheibe aufgesetzt (Abb. 9). Ein solcher Ventilträger, in dem die zum Selbstregler führenden Luftleitungen enden, erlaubt einen leichten An- und Abbau des Ventils.

Ablauf eines Füllvorgangs.

Die Vorgänge beim Bremsen, Schnellbremsen, Lösen ohne Füllstoß, bei der Benutzung des Angleichers, bei Überladungen und in der Vorspann- und Sonderstellung sind leicht verständlich und im einzelnen nicht gänzlich neu. Die Vorgänge beim Lösen mit Füllstoß hingegen sind durch ihre Mittel und ihre Selbsttätigkeit so neuartig, daß es nötig erscheint, sie einmal zusammengefaßt zu beschreiben. Da sie sich je nach der Zuglänge verschieden abspielen, weil die Füllstoßlänge bei langen Zügen vom Ersatzhilfsbehälter gesteuert wird, während bei kurzen Zügen das Strömungsventil früher oder später eingreift, seien beide Fälle erwähnt.

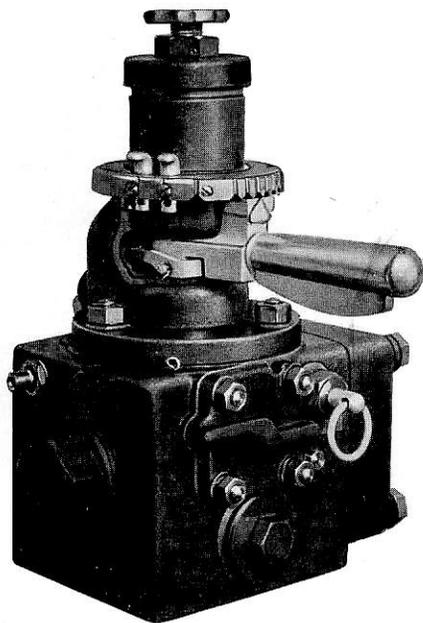


Abb. 8.

Ansicht des Knorr-Selbstregler „C“.

Großquerschnitte in die Hauptluftleitung. Das Strömungsventil S fliegt daher nach oben, unterbricht den Kurzschluß des Hochdruckfüllkolbens und verbindet die Leitung über Düse 6 mit der linken Seite des Hochdruckfüllkolbens. Gleichzeitig füllt sich der Zeitbehälter S über die Düse 1 allmählich auf. Dieser Zustand, die Hochdruckfüllperiode, dauert so lange, bis sich der Ersatzhilfsbehälter EB, der ja den ehemals niedrigen Druckreglerdruck hatte, durch die Düse 6 auf den neuen Druckreglerdruck auffüllt; dann schließt der Hochdruckfüllkolben das Ventil 1, der hinter dem Nachstellkolben stehende Druckreglerdruck sinkt durch die Düse 1 auf den inzwischen entstandenen Zeitbehälterdruck ab und der Ausgleichkolben, der infolge des großen Druckunterschiedes zwischen Leitung (Hochdruck) und Druckreglerdruck schon am rechten Anschlag der Kolbenstange lag, drückt den Nachstellkolben zurück und läßt das große Ventil 4 sich schließen. Die Hochdruckfüllperiode ist zu Ende, die Strömung in der Hauptluftleitung läßt so nach, daß das Strömungsventil abfällt, das Hochdruckfüllventil wieder kurz schließt und die Düse 6 unterbricht.

Der Drucküberschuß des Nachstellkolbens N hält jedoch das Ventil 3 noch weit auf und läßt die Leitung mit einem

Druck füllen, der dem Drucküberschuß entsprechend über dem Druckreglerdruck liegt. Damit beginnt die Niederdruckfüllperiode. Der Druck des Zeitbehälters Z entweicht allmählich über die Düse 3, die Kraft des Nachstellkolbens sinkt ebenso und der Leitungsdruck gleitet langsam auf den Druckreglerdruck herunter, den er erreicht, wenn der Nachstellkolben N durch die Feder von der Ausgleichkolbenstange abgehoben wird. So spielt sich der Lösevorgang am langen Zug ab.

2. Kurzer Zug. Das Einleiten des Füllstoßes erfolgt beim kurzen Zug genau wie beim langen. Hochdruckfüllventil und Nachstellkolben öffnen die Ventile 3 und 4 und werfen das Strömungsventil S hoch. In dem Augenblick jedoch, in dem die Hauptluftleitung je nach ihrer beschränkten Länge so weit aufgefüllt ist, daß die Strömung am Strömungsventil unter den Rückstellwert sinkt, fällt das Strömungsventil unter der Wirkung des Kolbenventils 11 ab, verriegelt die Düse 6 und schließt die beiden Seiten des Hochdruckfüllventils K kurz, so daß das Ventil 1 sich schließt, obwohl der Ersatzhilfsbehälter R den eingestellten Druckreglerdruck noch nicht erreicht

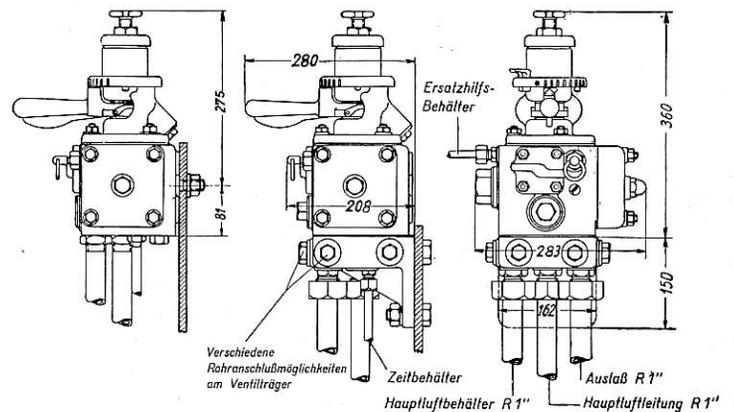


Abb. 9.

hatte, womit der Füllstoß vorzeitig beendet wird. Der Druckreglerdruck hinter dem Nachstellkolben baut sich wieder in den Zeitbehälter ab, der infolge des kürzeren Füllstoßes auch eine geringere Füllung durch die Düse 1 erhalten hatte. Auf den niedrigeren, von der Füllstoßlänge und damit von der Zuglänge abhängigen Zeitbehälterdruck, folgt auch nur eine geringere Überhöhung des Leitungsdrucks in der anschließenden Niederdruckfüllperiode, und entsprechend früher wird der Druckreglerdruck erreicht.

Schlußwort.

Der Selbstregler C ist in mehrjähriger Arbeit Schritt für Schritt entwickelt und vervollkommen worden. Eingehende und langfristige Versuche, nicht nur während seiner Entwicklung, sondern auch anschließend bei den Bahnverwaltungen mehrerer europäischer Länder im Fahrbetrieb und auf Dauerprüfständen, haben die Richtigkeit der Überlegungen und die Verlässlichkeit der Bauart erwiesen. Seine Anwendungsmöglichkeit ist unbeschränkt. Für längste und kürzeste Züge, für alle bekannten Bremsbauarten der Eisenbahndruckluftbremse, einlösig und mehrlösig, ist er das selbsttätig arbeitende Führerbremsventil. Wenn er auch vor Zügen mit mehrlösigem und druckerhaltenden Bremsen fahr- und bremsstechnisch seine vollkommensten Auswirkungsmöglichkeiten findet, so hat er andererseits seine Fähigkeiten jahrelang gerade in der Schweiz bewiesen, die doch durch große und zahlreiche Gefälle und noch mehr durch die vielen dort durchlaufenden fremden Wagen mit den verschiedensten Bremsbauarten Europas zum schwierigsten Gebiet gehört.

Die Innenlagerung der Radsätze*).

Von Oberingenieur **Rudolf Ahrens** VDI, Uerdingen (Niederrhein).

Hierzu Tafel 11.

Unter den vielen im Wagenbau auftretenden Fragen ist keine, die für die Sicherheit des Fahrzeugs von so einschneidender Bedeutung ist wie die Formgebung und Herstellung des Radsatzes. Der Radsatz ermöglicht nicht nur das Abwälzen eines Körpers auf der Fahrbahn, sondern überträgt gleichzeitig auch die durch die Schiene gegebene Richtung auf das Fahrzeug. Der Bruch eines Radreifens, einer Radscheibe oder einer Achse hat daher die Unterbrechung der Rollbewegung und der Führung zur Folge.

In den letzten Jahren hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Bruchsicherheit des Radsatzes zu erhöhen. An erster Stelle ist in dieser Beziehung der Leichttradsatz mit Hohlachse zu nennen, dessen Ausführung als Musterbeispiel für eine gute Formgebung hingestellt werden darf. Er ist in allen seinen Einzelheiten für dynamische Beanspruchungen konstruiert und trägt den heutigen, durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten gegebenen Belangen weitestgehend Rechnung. Seine Konstruktionsprinzipien gelten sowohl für Radsätze mit Außenlagerung, als auch für die nachstehend näher behandelten innengelagerten Radsätze.

Bei Lokomotiven hat zweifellos die Triebwerkanordnung die Ausbildung des Radsatzes bestimmt, ein Grund, der bis auf den heutigen Tag stichhaltig geblieben ist. Bei gezogenen, insbesondere Drehgestellfahrzeugen wird dagegen die Übersichtlichkeit und Überwachung der Lager maßgebend gewesen sein. Als die ersten Eisenbahnwagen und damit die ersten Lager entstanden, war die Lagerfrage noch völlig ungelöst. Heute hat sich die Sachlage völlig verändert. Es gibt sowohl Rollen- als auch Gleitlager, die trotz der zur Zeit herrschenden hohen Betriebsbeanspruchungen nur einer Wartung in langen Zeiträumen bedürfen und eine nicht anzuzweifelnde Betriebssicherheit erlangt haben. Darum ist es bezüglich der Achslager völlig belanglos, ob diese bei neuzeitlichen Radsätzen außerhalb oder innerhalb der Räder angeordnet werden. Die Vorteile innengelagerter Radsätze sind so augenfällig, daß es wünschenswert wäre, wenn alle Bedenken vergangener Zeiten zurückgestellt würden und dieser Radsatzbauart auch bei gezogenen Fahrzeugen die ihr gebührende Achtung zuteil würde.

In den Abb. 1 bis 4, Taf. 11, sind die beiden Radsatzbauarten gegenübergestellt und für gleiche Wagengewichte nachgerechnet worden. Der Rechnung wurde ein vierachsiger D-Zugwagen mit 30 t Eigengewicht und einem Besetztgewicht einschließlich Überlast und Wasser mit 40 t zugrunde gelegt. Für den senkrechten Stoß sind 40% in Ansatz gebracht. Die Horizontalkraft H setzt sich zusammen aus der in der Kurve wirksamen Zentrifugalkraft — hier mit $0,33 \times$ Radruck angenommen — und dem auf die Seitenfläche des Wagens wirksamen Winddruck für $p = 100 \text{ kg/m}^2$. Um ein klares Bild über die in der Achse auftretenden Biegemomente zu gewinnen, ist in Abb. 1 und 3 Außenanlauf, in Abb. 2 und 4 Innenanlauf des Spurkranzes vorgesehen. Letzterer kommt nur dann in Frage, wenn Leit- oder Rillenschienen vorhanden sind.

Die erste Diagrammreihe veranschaulicht die Momentenfläche jeweils unter ruhender Last. Die aus der Horizontalkraft H hervorgerufenen vertikalen Belastungen ergeben die Momentenflächen der folgenden Reihe. Der besseren Übersicht halber sind die Werte im gleichen Sinne zur Abszisse aufgetragen. In der dritten Reihe sind die Momentenflächen aus der am Spurkranz angreifenden Kraft H dargestellt. Die

*) Wir veröffentlichen diese Ausführungen als Anregung zur weiteren Erörterung; sie zeigen, daß auch in der Frage des seit alters unveränderten Radsatzes die Ansichten in Fluß gekommen sind.

vierte Reihe endlich liefert die Momentenflächen, die durch Addition der vorher genannten Momente entstehen. Man ersieht daraus, daß Radsätze mit Außenlagerung bei äußerem Anlauf der Schiene ungünstiger als bei innerem Anlauf beansprucht sind, im Gegensatz zu Radsätzen mit Innenlagern, bei denen das Umgekehrte der Fall ist. Diese Tatsache spricht zugunsten der letzteren, da ein Außenanlauf des Spurkranzes ständig, ein Innenanlauf dagegen nur ganz selten auftritt, und zwar lediglich dort, wo Leitschienen vorhanden sind.

Vergleicht man die Momentenflächen weiter, so fällt vor allem auch die Unterschiedlichkeit der Größe der Momente auf. Während bei Außenlagerung Momente bis 320 000 cmkg vorkommen, sind bei Innenlagerung nur solche bis maximal 212 000 cmkg vorhanden, ein Vorteil, der der Bemessung der Achse zugute kommt.

Der gefährlichste Querschnitt einer Achse liegt bekanntlich in der Radnabe, einige Millimeter vom inneren Nabenrande entfernt. Man bemüht sich, die Spannungen auf der Länge des Nabensitzes möglichst gering zu halten, um den an dieser Stelle wirksamen, aus den radial gerichteten Druckspannungen resultierenden Beanspruchungen Rechnung zu tragen. Die innengelagerte Achse schneidet bei der Untersuchung sehr günstig ab. Während Radsätze mit Außenlagerung im Nabenumquerschnitt den höchsten Momenten ausgesetzt sind, treten bei innengelagerten Radsätzen an dieser Stelle kaum nennenswerte Momente auf. Beim Anlaufen der Spurkränze an der Schiene erhöhen sich diese, bleiben aber trotzdem um etwa die Hälfte gegenüber denen der Außenlagerbauart zurück.

Betrachtet man die Achse unter dem Gesichtspunkt der möglichen Formveränderung, so ist bei außengelagerten Radsätzen in der Laufkreisebene zweifellos die stärkste Krümmung zu erwarten. Die heute allgemein anzutreffende, mit rechteckigem Querschnitt ausgeführte Radnabe ist im Widerspruch dazu als starr anzusehen. Sie umklammert infolge ihres Preßsitzes die Achse, läßt aber am inneren Nabenrande, der zum leichteren Einführen der Achse in die Nabe leicht konisch ausgedreht ist, Bewegungen mit der Achse zu. Man kann sich diesen Vorgang sehr gut vorstellen, wenn man die Nabe als stillstehend betrachtet und das Wellenmittelstück unter Einwirkung einer Kraft P im Kreise bewegt.

Die Achse scheuert sich dabei am inneren Nabenrand, der wegen der erwähnten konischen Ausdrehung kein vollwertiger Preßsitz ist, und verletzt ihre Oberfläche.

Bei allen wechselnd beanspruchten Bauteilen spielt die Oberflächenverletzung eine außerordentliche Rolle, besonders dann, wenn — wie in vorliegendem Fall — der Abrieb der äußeren Haut an der Stelle der größten Biegebungsbeanspruchung erfolgt. Achsbrüche sind daher zumeist am inneren Nabenrand zu erwarten.

Ganz anders verhält sich der Radsatz mit Innenlagern. Wie bereits erwähnt, treten in diesem Fall innerhalb der Nabe weitaus geringere Momente und Achsbeanspruchungen auf, so daß eine Oberflächenverletzung durch Edelrost geringere Achsbruchgefahren mit sich bringen würde. Erfreulicherweise hat die Achse an der Nabeneinspannstelle aber auch sehr geringe Durchbiegungen. Die Gefahr der Oberflächenverletzung ist daher nahezu unterbunden. Um sich von der Wechselwirkung zwischen Achse und Nabe ein klares Bild machen zu können, denkt man sich die Achse im Achsenschaft eingespannt. Wird das mit der Radscheibe in Verbindung stehende Achsende wiederum unter Einwirkung der Kraft P im Kreise herum bewegt, so erkennt man leicht, daß ein Abrieb an der Achse um so weniger auftritt, je näher die Radnabe zum Achsende rückt. In der Laufkreisebene ist die Durchbiegungslinie der Achswelle

eine Gerade; an dieser Stelle ist mithin ein völliger Ruhesitz der Radnabe vorhanden.

In konstruktiver Hinsicht bieten innengelagerte Radsätze keine Schwierigkeiten oder sind, wo sie vorhanden waren,

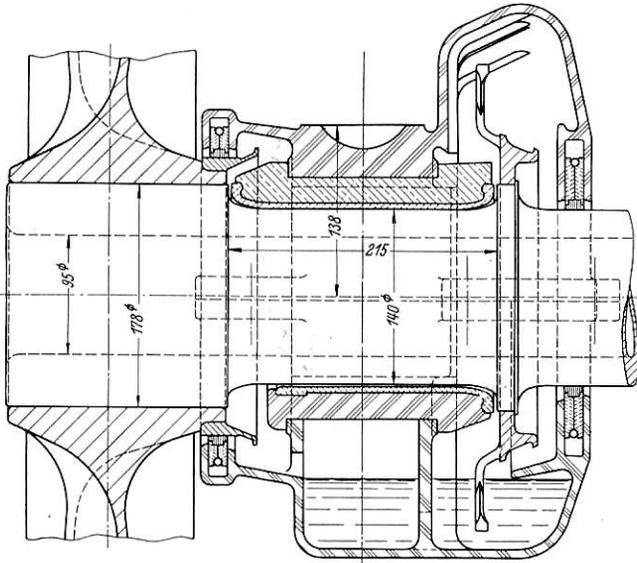


Abb. 1. Isothermos-Innengleitlager.

bereits beseitigt. Wie könnte man anders als mit Hilfe der Hohlachse hochelastische Preßsitze der Radnabe herbeiführen und — was für die Lebensdauer und Sicherheit der Achse spricht — Preßsitze, die unter geringstem Aufwand an radial gerichtetem Preßdruck ermöglicht werden. Die aus der

Querkontraktion resultierenden Spannungen werden auf ein Kleinstmaß herabgedrückt und durch die sich konisch verjüngende Nabe allmählich zum Abklingen gebracht. Die Kerbgefahr in der Nähe des inneren Nabenrandes ist somit in sehr hohem Maße beseitigt. Wenn sich die Möglichkeit bietet, die Achse am inneren Nabenrade abzusetzen — siehe Textabb. 1, oder Entlastungskerven vorzusehen wie in Textabb. 2 — so wird man sich diese Gelegenheit nicht entgehen lassen. In beiden Fällen schafft man an der genannten Stelle eine nicht von Kraftlinien durchflossene Zone, die eher eine durch Abrieb hervorgerufene Oberflächenverletzung vertragen kann als die beiderseitig anschließenden Wellenteile.

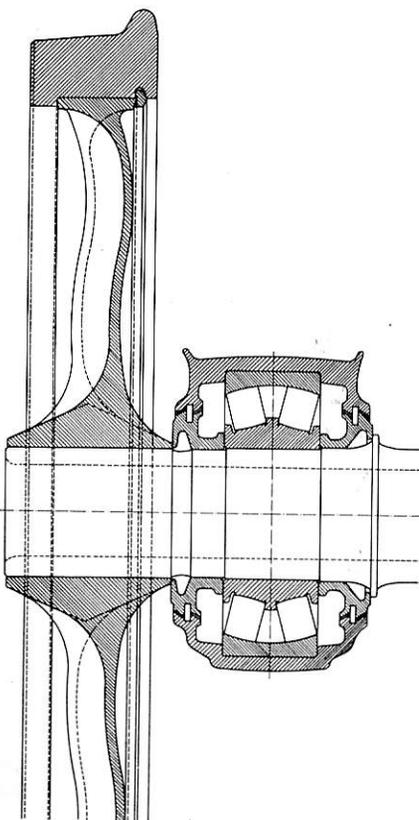


Abb. 2. Innengelagertes sphärisches Rollenlager.

Sehr schwierig gestaltete sich bisher der Übergang der inneren Nabe zu den anschließenden Labyrinthringen, Zahnradnaben und dergleichen, sofern diese — wie es meistens der

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. I.XV. Band.

Fall ist — bündig zur Anlage kommen. An dieser Stelle erfährt die neutrale Faser eine plötzliche Ablenkung, weil sich genannte Teile auf Seite der Druckfaser am äußeren Rande abstützen, während die Zugkräfte allein von der Achswelle

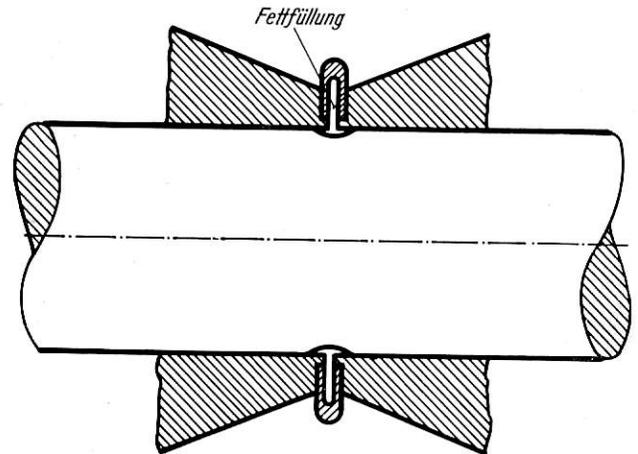


Abb. 3. Federnde Scheibe zwischen zwei auf einer gemeinsamen Welle aufgepreßten Radnaben zur Verhütung der Achskerbgefahr. DRP. angemeldet.

aufgenommen werden. Es ist daher mit einer empfindlichen Kerbwirkung auf die wechselnd beanspruchte Radsatzachse zu rechnen — was durch die vorkommenden Achsbrüche an Außenlagerradsätzen, deren Radnaben bündig mit Zahnradnaben und dergleichen zur Anlage kommen, immer wieder bestätigt wird — sofern nicht Maßnahmen getroffen werden, wie sie aus den Textabb. 3 und 4 hervorgehen. Vergl. D.R.P. 569368.

Das ebenso einfache wie wirkungsvolle Mittel besteht in der Anwendung einer ringförmigen, axial nachgiebigen Feder-scheibe, die bei gleichmäßig verteiltem Druck sehr hart, bei einseitig erfolgendem Druck dagegen sehr nachgiebig ist, so daß einerseits der axiale Festsitz der auf die Achse gesetzten Teile gewahrt, andererseits aber eine Rückverlagerung des Druckstützpunktes in die Achse erzielt wird (Textabb. 3). Den gleichen Zweck verfolgt die Bauweise nach Textabb. 4, bei der der Werkstoff der Labyrinthringe, Naben und dergleichen für Federungszwecke nutzbar gemacht wird.

Bei der Gestaltung der Lager erweist sich der große Achsdurchmesser als sehr zweckmäßig. Während Radsätze mit Außenlagerung infolge des kleinen Schenkeldurchmessers meist

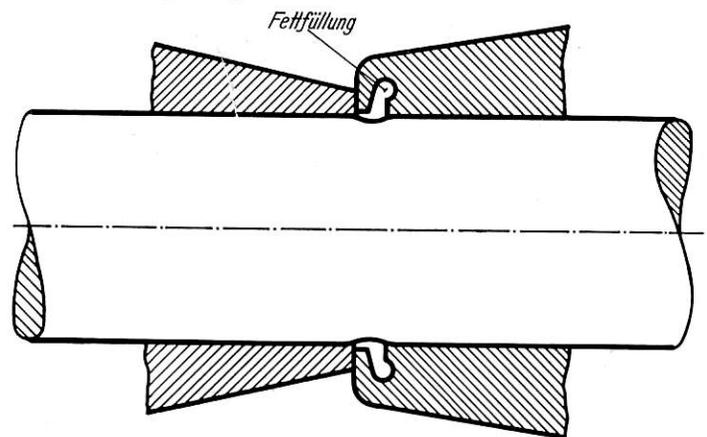


Abb. 4. Federnde Ausbildung einer Radnabe, eines Labyrinth-ringes oder dergl. zur Verhütung der Achskerbgefahr. DRP. angemeldet.

zwei Wälzlager erfordern, kommt man bei innengelagerten Achsen mit einer Lagerreihe aus. Besonders vorteilhaft ist der Einbau sphärischer Lager, zumal diese eine kugelige Einstellung

der Achsbuchse und somit eine parallele Anlage der Achsbuchsführungen an den Achshaltern ermöglichen. Das seitliche Achsbuchsspiel kann bei einer derartigen Lagerausbildung auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Will man das Lager reinigen oder untersuchen, so werden die durch Dehnschrauben untereinander verbundenen Achsbuchshälften entfernt und der äußere Rollenlagerring so weit ausgeschwenkt bis die Rollen freiliegen (siehe Textabb. 5). Bei herausgenommenen Rollen lassen sich diese sowie die auf der Achse verbleibenden Lagering ohne jegliche Schwierigkeit auf ihre Oberflächenbeschaffenheit nachprüfen.

Ebenso wie Rollenlager können auch Gleitlager Anwendung finden. Textabb. 1 zeigt das bekannte Isothermoslager, das nicht nur vorzügliche Schmiereigenschaften aufweist, sondern sich infolge seiner zweiseitigen Bauart auch vollständig von der Achse abheben läßt.

Die heutigen Wälz- und Gleitlager haben einen hohen Grad der Vervollkommnung erreicht, so daß Heißläufer kaum vorkommen. Wenn dies trotzdem geschehen sollte, so wird man meist erst an den aufsteigenden Ölschwaden den Schaden

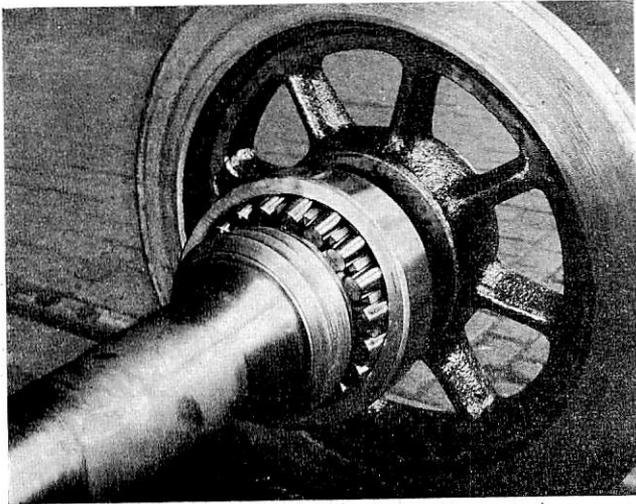


Abb. 5. Zur Untersuchung freigelegtes Rollenlager einer Lokomotivlaufachse.

erkennen. Da dieser unter dem Wagenkasten seitwärts hervorquillt, ist es einerlei, ob sein Ausgangspunkt zwischen den Rädern oder außerhalb derselben liegt. Trotz alledem sind Vorkehrungen getroffen, um dem Bahnbediensteten Kontrollmöglichkeiten zu geben. Auch hier kommt die Hohlachse zur Hilfe. Sie gestattet ein Abfühlen der inneren Achswandung, die bei erwärmtem Lager annähernd die gleiche Temperatur aufweisen wird wie das Achsbuchsgewölbe.

Bei Straßenbahnwagen werden in neuerer Zeit häufig innengelagerte Radsätze mit aufgeschraubten Rädern angewendet, um ein leichtes Auswechseln der auf den Achsen angeordneten, ungeteilten Zahnräder und Bremsscheiben zu ermöglichen. Textabb. 6 gibt ein derartiges Rad wieder, wie es mit Erfolg bei neuen vierachsigen Motorwagen der Essener Straßenbahn angewendet wurde. Wie leicht zu erkennen ist, vermittelt eine eingeschobene konische Spannbüchse den Druck zwischen Radnabe und Achse. Die von der Mutter auf die konische Hülse auszuübende Mindestkraft ergibt sich mit guter Annäherung zu:

$$Q \cong N (\operatorname{tg} \alpha + 2 \varphi),$$

wenn N die am äußeren Achsdurchmesser erforderliche Umfangskraft, $\operatorname{tg} \alpha$ die Kegelschräge und φ den Reibungskoeffizienten bedeuten. Der letztere kann für die Kegel- und Zylinderfläche gleich groß angesetzt werden. Will man das Rad von

der Achse lösen, so ist eine entgegengesetzt gerichtete Mindestkraft von:

$$Q_R \cong N (\operatorname{tg} \alpha - 2 \varphi)$$

aufzuwenden. Das Abziehen des Rades erfolgt mit Hilfe eines Rohres, das über den mit Gewinde versehenen Rand der konischen Hülse geschraubt wird und sich gegen die Radnabe abstützt.

Von den vielen auf dem Markt befindlichen Systemen gummigefederter Radsätze ist das in Textabb. 6 wiedergegebene Zweiringsystem wegen seiner ergiebigen Federungseigenschaften das vorteilhafteste. Die Räder federn nicht nur in senkrechter, sondern auch in waagerechter Richtung, so daß die Achse nahezu keinerlei Stoßarbeit aufzunehmen hat. Für die Lebensfähigkeit der Achse ist dies von außerordentlichem Wert.

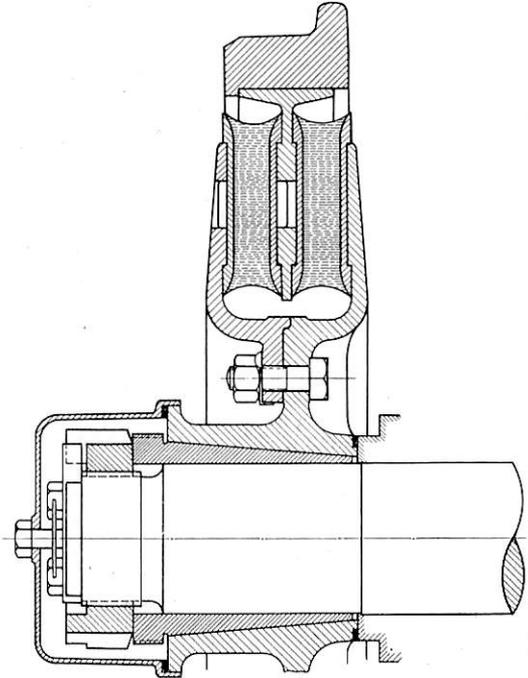


Abb. 6. Gummigefederter Radsatz mit aufgeschraubten Rädern.

Die bisherigen Ausführungen behandelten die Sicherheit und Ausführung innengelagerter Radsätze. Wenn man die Vorteile dieser Radsätze richtig erkennen will, wird noch ein kurzer Überblick erforderlich sein, wie weit ihre Anwendung konstruktive Verbesserungen des Fahrzeugs mit sich bringt.

Im Zeitalter des rohstoff- und kraftsparenden Leichtbaues wird zunächst jede Maßnahme begrüßt, welche eine Gewichtsverminderung ermöglicht, besonders dann, wenn es sich um ungefederte Teile handelt, die wiederum eine Gewichtsermäßigung der gefederten Wagenteile zur Folge haben. Wieviel Mühe und Material werden heute allein aufgewandt, um die Achshalter und Langträger von Drehgestellen biegungs- bzw. verdrehungssteif zu machen, lediglich aus dem Grunde, weil die zwischen den Langträgern liegenden Räder die Abstützung der Achshalter in der Ebene des Langträgeruntergurts verhindern.

Bei innengelagerten Radsätzen erhält der Rahmen einen klaren übersichtlichen Aufbau. Er kann mit den einfachsten und leichtesten Mitteln so ausgesteift werden, daß er auch den höchsten Beanspruchungen, wie sie durch den heutigen Schnellverkehr gegeben sind, gerecht wird. Die Räder liegen außerhalb des Rahmens und stören in keiner Weise die Konstruktion.

Der Einbau schwerer Maschinenanlagen ist allerdings nicht mehr so leicht möglich als bei Drehgestellen bisheriger Bauart. Ob man dies aber bedauern soll, ist eine andere Frage. Wer die

mühselige Arbeit kennt, welche die Entwicklung der Diesel-Drehgestelle mit sich bringt, wird erleichtert aufatmen, wenn der Maschinenanlage ein anderer Platz zugewiesen wird. Der Wagenbauer hat den einzigen Wunsch, bruch sichere, lauftechnisch einwandfreie und leichte Fahrzeuge zu bauen. Wie kann er diese Aufgabe erfüllen, wenn die Maschinenanlage allein schon den größten Teil des zur Verfügung stehenden Raumes einnimmt, wenn er bildlich gesprochen, nur noch Gerüste vorsehen kann. Hoffentlich wird der liegende oder im Wagenkasten eingebaute Motor die Sachlage einmal verändern.

Flächenmäßig betrachtet, nimmt der außengelagerte Drehgestellrahmen der Personenwagen Abmaße ein, die denen eines Güterwagenuntergestells nicht viel nachstehen. Die Anbringung von Schürzen am Wagenkasten zur Verringerung des Luftwiderstandes ist daher vielfach sehr erschwert. Bei Straßenbahnwagen mit 1435 mm Spur und den schmalen Wagenkasten liegen die Verhältnisse noch ungünstiger. Hierbei schlagen die Drehgestellrahmen in den Kurven weit über das Kastenprofil hinaus und gefährden den übrigen Straßenverkehr. Einen völligen Wandel bringt in beiden Fällen das innengelagerte Drehgestell, welches sich im Bereich der Achsen nicht über die äußere Breite der Räder hinausbaut.

Der Bremse eines Fahrzeugs ist zwar von jeher die größte Beachtung geschenkt, jedoch hat dieser so wichtige Konstruktionsteil noch niemals eine solche Bedeutung erlangt wie zur Zeit, wo infolge Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten eine hochwertige Ausnutzung der Rad- und Bremsklotzreibung dringend erforderlich ist. Es ist eine Selbstverständlichkeit, daß gleichzeitig auch der Bremsüberwachung ein größeres Augenmerk zugewandt wird. Drehgestelle mit Innenlagerung sind in dieser Beziehung vorbildlich. Die vollkommen frei liegende Bremse ermöglicht nicht nur eine einfache Kontrolle, sondern erleichtert auch erheblich den Ein- und Ausbau der Bremsklötze. Da sich diese Arbeit in kurzen Zeiträumen wiederholt, ist mit einer erheblichen Ersparnis an Arbeitsstunden zu rechnen.

Federungstechnisch betrachtet ist ein innengelagertes Lauf- oder Drehgestell keineswegs benachteiligt. Verlegt man die über der Achsbuchse lagernde Feder weiter nach Wagenmitte zu, so ist die Federkonstante dementsprechend zu erhöhen. Man erhält dadurch in bezug auf einseitige Stoß- und Kraftwirkungen — um diese handelt es sich bei Schienenfahr-

zeugen in weitaus größtem Maße — vollkommen gleichartige Federwirkungen. Wirkt der Stoß auf beide Räder ein und derselben Achse gleichzeitig, so ist die Federung gegenüber derjenigen bei Außenlagerung etwas härter, was jedoch wenig besagt, da die Federhärte schon beträchtlich schwanken kann, ohne sich für den Fahrgast unangenehm auszuwirken. An und für sich ist die innengelagerte Feder gar nicht neu. Der Automobilbau verwendet sie ausschließlich, und zwar mit gutem Erfolg. Für die Wiegefedern ergeben sich keine Einschränkungen bezüglich ihrer Härte. Es liegt durchaus im Belieben des Konstrukteurs, hierfür kleinere Federungskonstanten zu wählen, um gegenüber den Achsbuchsfedern einen Ausgleich zu erzielen. Erforderlich ist dies nicht, denn das Geheimnis einer guten Federung und eines ruhigen Wagenlaufs liegt allein in der Anwendung reibungsfreier Federn und der spielfreien Anlenkung der Achsbuchsen am Rahmen. Verfährt man hiernach, so wird man die bisherige Betriebsfederung der mit Blattfedern versehenen Fahrzeuge sogar wesentlich verringern müssen, weil man sonst Gefahr läuft, einen zu weich abgederten Wagen zu erhalten.

Zusammenfassend ist folgendes zu sagen: Radsätze mit Innenlagerung sind in hohem Maße geeignet, die Laufsicherheit der Schienenfahrzeuge zu erhöhen, weil sie bei gleichen Belastungen gegenüber Radsätzen mit Außenlagerung, insbesondere im Bereich der Radnabe, beträchtlich kleinere Achsbiegemomente aufweisen. In gleichem Maße wie die Beanspruchung ist am inneren Nabenrande auch die Lebensfähigkeit der Achse sehr gefährdende Edelrostbildung vermindert worden. Geeignete federnde Scheiben zwischen den auf die Achse gepreßten Teilen oder nachgiebige Ausbildung der sich berührenden Radnaben, Labyrinthringe und Zahnräder schützen die Achse vor Kerbwirkung. Die Lagerausbildung und damit im Zusammenhang die Lagerüberwachung bereitet weder bei Rollen- noch bei Gleitlagern Schwierigkeiten. In bezug auf das Fahrzeug bringt der innengelagerte Radsatz bedeutende Gewichtsverminderung für ungefederte und gefederte Teile sowie eine sehr beachtliche Raumersparnis. Er ermöglicht weiterhin stabilere Drehgestellrahmen, die Anbringung ungeteilter Schürzen sowie eine übersichtliche Anordnung der Bremse. Die geringere Entfernung der Achsbuchsfedern ist für die Federung und den Lauf des Fahrzeugs belanglos.

Neuere Stromlinien-Lokomotiven.

Im folgenden sind einige Dampflokomotiven zusammengestellt, die in letzter Zeit mit Stromlinienverkleidung neu gebaut worden sind oder nachträglich eine solche erhalten haben. Die Verkleidungen sind verschieden ausgeführt. Während die einen Verwaltungen sich damit begnügen, nur den Kessel mit seinen Aufbauten zu verkleiden und mit dem Führerhaus in Zusammenhang zu bringen, legen die andern auch Wert auf eine Verkleidung des unteren Teils der Lokomotive. Jedoch ist im Gegensatz zu der bei der Deutschen Reichsbahn üblichen Ausführung bei allen fremden Lokomotiven das eigentliche Triebwerk so weit von jeder Verkleidung frei gehalten worden, daß es ohne besonders zu verschließende Luken und Öffnungen überprüft und gepflegt werden kann.

Die französische Nordbahn hat eine ihrer bekanntesten 2' C 1' h 4 v-Schnellzuglokomotiven*) samt dem zugehörigen Tender stromlinienförmig verkleidet. Die Verkleidung zieht sich im unteren Teil vom vorderen Pufferträger schräg nach oben, bedeckt die Räder des Drehgestells bis zur Mittellinie sowie die Außenzyylinder und zieht sich dann so weit hoch, daß das Triebwerk frei bleibt, um schließlich hinten

in das Führerhaus überzugehen. Der obere Teil hat nur die Breite des Kessels und umschließt diesen mit allen seinen Aufbauten. Der Absatz zwischen der Kesselverkleidung und dem unteren Teil stellt eine Art von Umlaufblech dar und erleichtert Arbeiten am oberen Teil der Lokomotive. Die Rauchkammer ist durch zwei vordere Klappen, das vordere Ende der Zylinder mit den Stopfbuchsen durch Rolläden zugänglich.

Vor und nach dem Anbringen der Verkleidung ist diese Lokomotive mit einer Reihe von sorgfältig durchgeführten Versuchsfahrten eingehend untersucht worden. Dabei hat sich ergeben, daß der Leistungsgewinn für die Lokomotive mit Tender allein bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h 120 PS und bei einer Geschwindigkeit von 150 km/h 200 PS beträgt. Die entsprechende Ersparnis an Kohle betrug 1,0 und 1,34 kg/Lokkm. Die Lokomotive ist inzwischen in den regelmäßigen Dienst eingeteilt worden.

Die London, Midland und Schottische Bahn hat fünf ähnliche Lokomotiven nach Textabb. 1 in Dienst gestellt, die die beschleunigten Schnellzüge zwischen Euston und Glasgow befördern. Die 2' C 1' h 4-Lokomotiven sind nach den Angaben des Maschinendirektors Stanier in der Bahnwerkstätte in Crewe gebaut worden und stellen eine

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, S. 465.

Weiterentwicklung der früheren „Princess Royal“-Klasse dar. Abgesehen von der neuen, stromlinienförmigen Verkleidung haben sie einen wesentlich leistungsfähigeren Kessel sowie Treibräder und Dampfzylinder von größerem Durchmesser erhalten als diese. Auch der Rahmen und die Steuerung sind vervollkommen worden, der Tender führt größere Vorräte

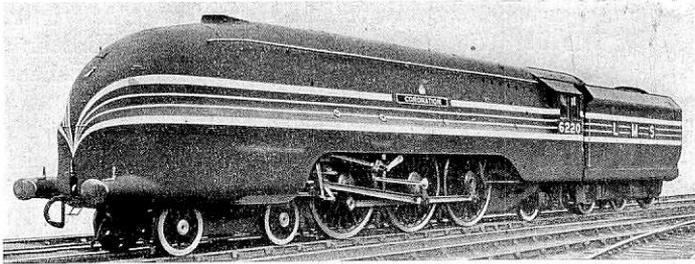


Abb. 1. 2' C1' h4-Lokomotive der LMS-Bahn.

und hat eine Fördervorrichtung, die die Kohle vom hinteren Teil des Bunkers dem Heizer zuführt. Die wichtigsten Abmessungen sind mit denen der übrigen hier beschriebenen Lokomotiven am Schluß (Seite 157) zusammengestellt.

Die Form der Stromlinienverkleidung ist im Windkanal an Modellen festgelegt worden und reicht seitlich so weit herab,

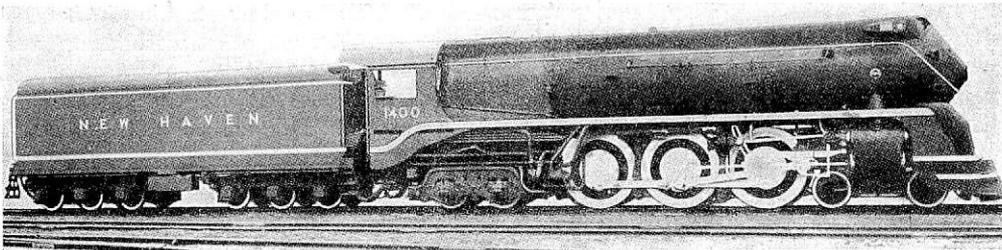


Abb. 2. 2' C2' h2-Lokomotive der New York, New Haven und Hartford-Bahn.

daß das Triebwerk eben noch zugänglich bleibt. Im vorderen Teil verdeckt sie auch die Zylinder und zieht sich in kugelförmiger Wölbung bis über den Pufferträger herab. Der Zughaken verschwindet in einer Öffnung der Verkleidung. Der vor der Rauchkammer liegende Teil läßt sich nach den Seiten auseinanderklappen und gibt dann die Rauchkammertür frei. Dieser Teil mußte sehr sorgfältig hergestellt werden, um einen sauberen Aufbau und ein gutes Schließen der Klapptüren zu erzielen. Man hat deshalb die einzelnen Teile auf einem besonderen, hölzernen Hilfsgerüst zusammengebaut. Die Seitenwände des Tenders sind so hoch gehalten, daß sie mit den Dächern des zugehörigen Wagenzugs in einer Flucht liegen. Das dadurch entstehende, einheitliche Bild von Lokomotive und Wagenzug wird noch verstärkt durch den gleichmäßigen, blauen Anstrich beider Teile und durch eine Reihe von silberfarbigen Zierleisten, die über dem Zughaken der Lokomotive entspringen und sich von dort in Höhe der Wagenfenster am ganzen Zug entlang ziehen.

Als Baustoff für den Kessel ist Nickelstahl, für die Feuerbüchse Kupfer verwendet. Die Stehbolzen bestehen im allgemeinen aus Stahl; nur die der oberen und äußeren Reihen sind aus Monelmetall gefertigt. Die 40 Rauchrohre sind mit ihrem hinteren Ende vor dem Einwalzen in die Rohrwand der Verbrennungskammer eingeschraubt worden. Sie enthalten je drei Schlangen, so daß sich der Dampf beim Durchgang durch den Überhitzer in 120 Zweige aufteilt. Zum Speisen des Kessels dient eine Frischdampf- und eine Abdampfstrahlpumpe.

Die Rahmenwangen sind 29 mm stark. Hinter der letzten Kuppelachse sind sie abgeschnitten und durch je zwei hintere

Rahmenbleche verlängert, die sich nach innen und außen spreizen und zwischen sich die Schleppräder aufnehmen. Die Außenlager des Schleppradsatzes sind in den Außenrahmen gelagert. Sämtliche Achslager bestehen aus Stahlguß und haben Rotgußlagerschalen mit Weißmetallausguß, eine Ausführung, die in England noch nicht allgemein üblich ist. Sie haben keinerlei Oberschmierung; das Schmieröl wird mittels Ölpresse durch Öffnungen eingepreßt, die in waagerechter Achsmittelpunkt vorgesehen sind. Dazu kommen noch Schmierbehälter in den Unterkästen. Sämtliche Achsen sind durchbohrt; die Bohrungen haben an den Kuppelachsen, der Schleppachse und den vorderen Laufachsen je 114, 76 und 51 mm Durchmesser und sind außen nicht verschlossen. Das Drehgestell hat seitliche Auflagerflächen. Alle Tragfedern für Lokomotive und Tender sind aus Mangan-Siliziumstahl hergestellt.

Die Außenzylinder liegen etwas hinter der Mittelebene des Drehgestells und treiben die zweite Kuppelachse an; die Innenzylinder über der vorderen Treibachse wirken auf den vorderen Kuppelradsatz. Die Schieberbewegung wird auch für die Innenzylinder von der äußeren Heusinger-Steuerung übertragen. Das Triebwerk läuft zum Teil in umlaufenden Büchsen mit Fettschmierung, die Schwingenstangen haben am hinteren Ende SKF-Kugellager. Die Kolbenschieber sind so leicht als möglich ausgeführt; sie haben sechs schmale Dichtungsringe. Die umlaufenden Massen sind ganz, die hin- und hergehenden zu 50% ausgeglichen.

Der dreiachsige Tender faßt 18,2 m³ Wasser und 10 t Kohle und besitzt außerdem noch eine Schöpf-einrichtung zum Nachfüllen des Wasserbehälters während der Fahrt. Die schon erwähnte Fördervorrichtung für die Kohle besteht aus einem Dampfzylinder, der am hinteren Ende des Bunkers sitzt und zum Vorschieben der Kohle jeweils eingeschaltet wird. Vorn ist der Kohlenbunker durch eine Tür abgeschlossen. Die Feuergeräte werden in einem in den Wasserraum des Tenders ragenden Rohr untergebracht.

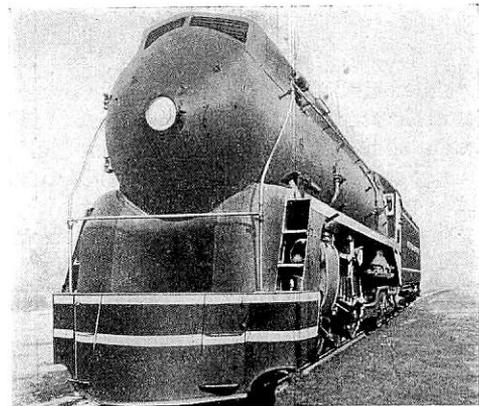


Abb. 3. Stirnansicht der 2' C2' h2-Lokomotive der New York, New Haven und Hartford-Bahn.

Für die von diesen Lokomotiven beförderten Züge, deren erster den Namen „Kronungszug“ erhalten hat, sind besondere Wagen beschafft worden. Insgesamt sind drei Züge zu je neun Wagen gebildet worden, die 232 Reisende — davon 82 erster Klasse und 150 dritter Klasse — befördern können und 300 t wiegen. Die Wagen entsprechen im allgemeinen der Bauart der LMS-Bahn, sind aber äußerlich in Farbe und Be-

schriftung der Lokomotive angepaßt und im Innern besonders sorgfältig ausgestattet. Ihre Untergestelle bestehen aus Stahl. Mit Ausnahme der Küchenwagen haben sämtliche Wagen Frischluftheizung und -kühlung, wobei die Luft in den Wagen mit Mittelgang über den Fenstern und in den Wagen mit Seitengang, außerdem noch über den Seitengangtüren eingeblasen wird. Die Einblasestärke kann von den Reisenden geregelt werden.

Für die New York, New Haven und Hartford-Bahn haben die Baldwin-Werke zehn 2' C 2' h 2-Lokomotiven gebaut, die bis zu 15 Wagen schwere, rasch fahrende Züge befördern sollen. Wie die Textabb. 2 und 3 zeigen, beschränkt sich die Verkleidung dieser Lokomotive in der Hauptsache auf den Kessel mit seinen Aufbauten und auf die Stirnseite, die möglichst glatt ausgeführt ist. Dagegen sind nicht nur die Triebwerksteile, sondern auch die Zylinder ganz offen geblieben. Das Aussehen der Lokomotive wird nach unseren Begriffen stark beeinträchtigt durch die plumpen Naben und Kränze der hohlgegossenen Kuppelräder, die nach der sogenannten Boxpok-Bauart hergestellt sind und durch einen auffallenden, aluminiumfarbigen Anstrich noch besonders hervorgehoben werden.

Im übrigen sind die Lokomotiven ganz nach den neuesten Grundsätzen des amerikanischen Lokomotivbaues entworfen. An den in einem Stück hergestellten Stahlgußrahmen sind auch gleich die Zylinder, der Rauchkammersattel, der Hauptluftbehälter und eine größere Zahl von Trägern für die Bremssteile und ähnliches mit angegossen. Die Kuppelachsen bestehen aus Vanadiumstahl; sie laufen bei der einen Hälfte der Lokomotiven in Timken- und bei der anderen in SKF-Rollenlagern. Auch die Treibzapfen sowie die Treib- und Kuppelstangen sind aus Vanadiumstahl gefertigt. Das vordere Drehgestell und das Schleppegestell sind ebenfalls Stahlgußstücke und mit Rollenlagern versehen. Die Heusinger-Steuerung ist außerordentlich leicht ausgeführt.

Der Kessel arbeitet mit dem hohen Druck von 20 at und ist sogar für 21 at gebaut. Für die Schüsse des Langkessels ist Nickelstahl, für die Feuerbüchse ein besonders behandelter Siliziumstahl verwendet worden. Die ganze Feuerbüchse samt der angebauten Verbrennungskammer ist geschweißt; auch sonst weist der Kessel eine größere Zahl von geschweißten Stellen auf, insbesondere dort, wo mehrere Nähte zusammentreffen. Der Vielfach-Dampfregler sitzt im Sammelkasten des Großrohrüberhitzers. Die Luftpumpe, die Glocke und der Vorwärmerteil der Turbo-Speisepumpe sind unter der Stirnverkleidung untergebracht.

Der sechsachsige Tender ruht auf einem Stahlgußrahmen, der Behälter selbst ist aber noch genietet.

Noch größer und leistungsfähiger ist die 2' D 2' h 2-Lokomotive der Southern Pacific-Bahn, die in einer Anzahl von sechs Stück von den Lima-Werken gebaut worden ist. Zu der Verkleidung von Stirnseite und Kessel kommt bei dieser Lokomotive noch eine solche entlang dem Laufblech, die sich mit etwa 1 m Höhe bis zum Führerhaus hinzieht und in dieses übergeht. Räder und Zylinder sind vollständig frei. Der Wert einer solchen Verkleidung dürfte, wie übrigens auch bei der vorher beschriebenen Lokomotive, nicht allzu hoch einzuschätzen sein. Man gewinnt den Eindruck, daß derartige Verkleidungen mehr aus Werbegründen gewählt worden sind, wobei sie durch einen besonders auffallenden Anstrich — in diesem Fall rot und orange mit aluminiumfarbigen Zierleisten — noch stärker hervorgehoben werden. Dazu kommt, daß die 2' D 2' h 2-Lokomotive mit ihrem verhältnismäßig geringen Treibraddurchmesser von 1867 mm für ausgesprochene Schnelfahrten gar nicht geeignet sein kann.

Der Kessel ist in seinem hinteren Teil kegelig; sein Außendurchmesser beträgt vorn — also an der engsten Stelle —

schon 2184 mm. Die Feuerbüchse ist für Ölfeuerung eingerichtet und besitzt eine 1,5 m lange Verbrennungskammer. Die Längsnähte des Langkessels sind geschweißt, ebenso ist die Feuerbüchse mit den Ecken des Bodenrings auf eine Länge von 30 cm verschweißt.

Rahmen und Drehgestelle sind wie bei der Lokomotive der New Haven-Bahn aus Stahlguß hergestellt. Auch die Kuppelräder sind wie bei dieser Lokomotive als Boxpok-Räder, aber doch wesentlich gefälliger ausgeführt. Die Dampfzylinder besitzen zweistufige Stopfbüchsen aus Hunt-Spiller-Eisen; aus demselben Baustoff bestehen die Schieberstopfbüchsen. Die Kolben sind aus Stahlguß und haben Ringe aus Bronze. Die Treibstangen und die am Treibradsatz angreifenden Kuppel-

Eigentums-Bahn	Nord	LMS	New Haven	Southern Pacific
Bauart	2'C1'h4v	2'C1'h4	2'C2'h2	2'D2'h2
Kesselüberdruck p	17	17,6	20,0	17,6 at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck	2×440	4×419	2×559	2×686 mm
Zylinderdurchmesser, Niederdruck	2×620	—	—	— „
Kolbenhub	660/690	711	762	762 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	2800	2896	—	— „
Rohrlänge	4500	5867	5486	6553 „
Verdampfungsheizfläche	196,0	260,5	353,5	450,0 m ²
Heizfläche des Überhitzers	61,0	79,5	96,5	193,0 „
Heizfläche — im Ganzen — H	257,0	340,0	450,0	643,0 „
Rostfläche R	3,5	4,65	7,15	8,4 „
Durchmesser der Treibräder	1900	2057	2032	1867 mm
Durchmesser der Laufäder, vorn	950	914	—	— „
Durchmesser der Laufäder, hinten	1040	1143	—	— „
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	4020	4420	4267	6096 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	10420	11277	12217	13970 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	—	19177	25857	28664 „
Ganze Länge der Lokomotive einschl. Tender	—	22498	—	— „
Gewicht auf 1 m Länge	—	7,4	—	— t/m
Reibungsgewicht G i	56,8	68,0	87,5	121,0 t
Achsdruck der vorderen Laufachsen	—	22,8	32,5	35,0 „
Achsdruck der hinteren Laufachsen	—	18,8	45,5	47,5 „
Größter Achsdruck	19,0	22,8	30,0	30,5 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	104,5	109,6	165,5	203,5 „
Dienstgewicht des Tenders	77,0	57,1	150,5	169,0 „
Vorrat an Wasser	37,0	18,2	68,3	83,0 m ³
Vorrat an Brennstoff	9,0	10,1	14,5	23,7*) t
Zugkraft Z	17160	18100	20000	28250**) kg
H:R	73,3	73	62,9	76,6
H:G	2,45	3,1	2,72	3,16

*) Heizöl m³.

**) Mit Hilfsmaschine: 33750 kg.

stangen haben umlaufende Büchsen. Im Schleppgestell ist eine Hilfsmaschine eingebaut.

Da ein Teil der Hilfseinrichtungen mit Heißdampf betrieben wird, besitzt die Lokomotive zwei Dampfentnahmestutzen. Mit Naßdampf werden nur die Strahlpumpe, der Sichtöler, die Dampfheizung und die Dampfumsteuerung beliefert, während die Speisepumpe, die Luftpumpen, die Hilfsmaschine, der Ölzerstäuber, die Lichtmaschine und der Bläser mit Heißdampf arbeiten. Der sechsachsige Tender paßt sich in der Höhe dem Führerhaus an. Er faßt 83 m³ Wasser und 23,7 m³ Öl.

Die Lokomotiven sollen auf Strecken laufen, die lange Steigungen von 10⁰/₀₀ und größte Steigungen von 22⁰/₀₀ aufweisen. Es sind für sie besonders leicht gebaute Züge vorgesehen, die aus zwei dreigliedrigen und sechs Einzelwagen bestehen und bei einer Gesamtlänge von 265 m 538 t wiegen.

Eine weitere Stromlinienlokomotive ist die der Polnischen Staatsbahn, die auf der Internationalen Ausstellung des vergangenen Jahres in Paris vorgeführt wurde. Sie ist in unserem Bericht über die Eisenbahnfahrzeuge der Ausstellung besprochen. R. D.

Rundschau.

Lokomotiven und Wagen.

Neuere amerikanische Mallet-Gelenklokomotiven.

In letzter Zeit sind in Nordamerika wieder einige bemerkenswerte Mallet-Gelenklokomotiven in Betrieb genommen worden. Auch diese Lokomotiven sind, ebenso wie die (1' C) C 2' h 4-Lokomotive der Seaboard Air-Linie, über die schon früher berichtet worden ist*), für die Beförderung rasch fahrender Güterzüge auf bergigen Strecken bestimmt, trotzdem man bis vor kurzem die Mallet-Lokomotiven als für größere Geschwindigkeiten ungeeignet betrachtet hat. Im Hinblick auf diese größeren Fahrgeschwindigkeiten haben sämtliche Lokomotiven reichlich große Treibraddurchmesser erhalten; dafür geht die Anzahl der in einem Treibgestell vereinigten Kuppelachsen nicht über drei hinaus,

Lokomotiven besitzen Worthington-Vorwärmer, die übrigen haben Abdampfstrahlpumpen.

Die Rahmenwangen sind alle besonders gegossen und durch eine größere Zahl von Stahlgußzwischenstücken verbunden. Der Hinterrahmen umfaßt in seinem vorderen Teil ein Stahlgußsattelstück, auf dem der Kessel fest gelagert ist. Dieses Sattelstück nimmt vorn zugleich den Kuppelbolzen auf, an den der Vorderrahmen unter Zwischenschaltung eines Kugelgelenks angelenkt ist. Der Vorderrahmen besitzt eine außerordentlich kräftige Verstrebung, die zwischen den Zylindern kastenförmig ausgebildet ist und sich nach vorn als Verlängerung der Wangen — die vor den Zylindern aufhören und als — Pufferbohle fortsetzt.

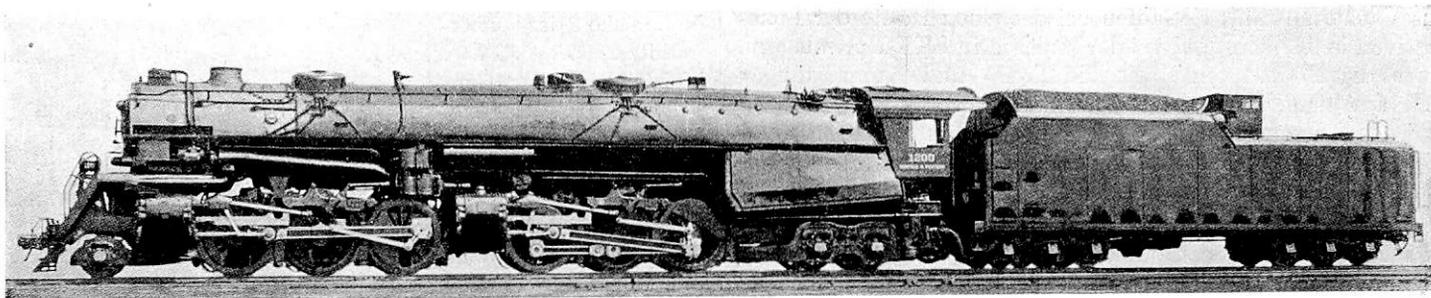


Abb. 1. (1' C) C 2' h 4-Lokomotive der Norfolk- und Western-Bahn.

während man früher in Nordamerika schon Mallet-Gelenklokomotiven mit bis zu fünf in einem Treibgestell gelagerten Kuppelachsen gebaut hat. Das Dienstgewicht der neuen Lokomotiven ist aber nicht allzuviel geringer als bei den älteren Lokomotiven mit einer wesentlich größeren Anzahl von Kuppelachsen; die Achsdrücke sind auch in Nordamerika in den letzten 20 Jahren noch stetig höher geworden und haben heute schon den Wert von 33 t bei einer der nachstehend beschriebenen Lokomotiven erreicht.

Die Union Pacific-Bahn hat 15 Stück (2' C) C 2' h 4-Lokomotiven in Dienst gestellt, die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gebaut worden sind. Diese Bahn hat vor einiger Zeit 2' F 1'-Lokomotiven in größerer Zahl beschafft, weil sie ihr für größere Geschwindigkeiten mehr geeignet schienen; um so bemerkenswerter ist es, daß sie jetzt wieder zur Gelenkbauart zurückkehrt, die allerdings ein um 14 t höheres Reibungsgewicht und ein um 33 t höheres Dienstgewicht aufweist, während Rostfläche und Heizfläche gleich und sogar noch etwas geringer sind.

Der Kessel der neuen Gelenklokomotive ist kegelig durchgebildet und weist eine über 2 m lange Verbrennungskammer auf. Die Schüsse des Langkessels bestehen aus Mangan-Siliziumstahl. Der Kessel ist fast vollständig geschweißt; ebenso ist die Feuerbüchse, die aus zwei Seitenschüssen, einem Deckenschuß und den Stirnwänden zusammengesetzt ist, zusammen mit der Verbrennungskammer ganz im Schweißverfahren hergestellt. Ein großer Teil der Stehbolzen ist beweglich ausgeführt. Zur Überhitzung ist ein Großrohrüberhitzer vorgesehen. Zehn von den

Hieran schließt sich nach hinten zu eine rückgratartige Verstrebung an, die auch die vordere — bewegliche — Kesselauflagerung aufnimmt. Um den Lauf der Lokomotive zu verbessern, hat man die Gelenkkupplung mit einer Dämpfungsvorrichtung versehen.

Die Treibräder sind als Alco Boxpok-Scheibenräder ausgebildet, das vordere Drehgestell und das Schleppgestell sind, wie neuerdings fast durchweg, Stahlgußstücke. Als Besonderheit besitzt das vordere Drehgestell ebenfalls eine Dämpfungsvorrichtung, die aus einer Anzahl von Stahl- und Fiberscheiben besteht, die auf jeder Drehgestellseite um eine waagerechte Achse drehbar angebracht sind. Die Stahlscheiben sind zwischen die Fiberscheiben gepreßt und durch zwei Hebel mit dem Querbalken verbunden, der auf den beiderseitigen Federn des Drehgestells aufliegt und die Drehpfanne trägt. Der Preßdruck zwischen den Scheiben wirkt dem Verdrehen der Scheiben entgegen und dämpft damit die Ausschläge des Drehgestells.

Die Tender sind sechsachsig und laufen auf Rollenlagern. Die Hauptabmessungen dieser wie auch der nachstehend beschriebenen Lokomotiven sind am Schluß zusammengestellt.

Die zwölf Stück (2' C) C 2'-Lokomotiven der Northern-Pacific-Bahn sind ebenfalls von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft geliefert und den vorstehend beschriebenen Lokomotiven sehr ähnlich, jedoch wesentlich schwerer und leistungsfähiger.

Der vordere Teil des Rostes ist abgedeckt und bildet einen zusätzlichen Verbrennungsraum. Das Feuergewölbe wird von drei Nicholson-Feuerbuchssiedern getragen. Die außergewöhnliche Größe des Rostes — der Stehkessel erstreckt sich nach vorn bis über die letzte Kuppelachse — und die gewaltigen Abmessungen

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1937, S. 76.

des Verbrennungsraumes sind gewählt worden, weil minderwertige Kohle verheizt werden soll.

Die Durchbildung des Rahmens entspricht im allgemeinen dem Vorbild der Lokomotive der Union Pacific-Bahn, jedoch sind die Zylinder mit dem halben Zwischenstück zusammengegossen und können sämtlich gegeneinander ausgetauscht werden.

Die Treib- und Kuppelstangen haben am Treibzapfen sogenannte schwimmende Büchsen, die übrigen Lager entsprechen der Regel. Die Treibzapfen bestehen aus Nickelstahl. Die Luft- und Wasserpumpen sind an der Stirnwand der Rauchkammer untergebracht.

Der Tender ruht auf einem Stahlgußrahmen und ist mit diesem vollständig verschweißt.

Die Norfolk und Western-Bahn hat zwei Stück (1' C) C 2' h 4-Lokomotiven in Dienst gestellt, die in den Bahnwerkstätten in Roanoke gebaut worden sind. Die in Textabb. 1 dargestellten Lokomotiven sind außerordentlich leistungsfähig;

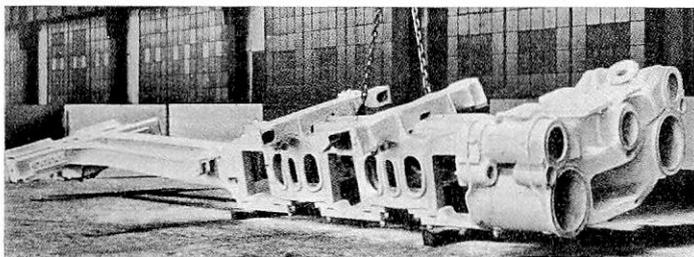


Abb. 2. Hinterrahmen der (1' C) C 2' h 4-Lokomotive der Norfolk und Western-Bahn.

sie vermögen einen Zug von 4350 t Gewicht auf einer Steigung von 5⁰/₀₀ mit 40 km/h und einen Zug von 6800 t Gewicht in der Ebene mit über 100 km/h zu befördern. Die Höchstleistung von 6300 PS am Zughaken entwickeln die Lokomotiven bei etwa 70 km/h. Im Aufbau unterscheiden sie sich in vielen Punkten von den beiden

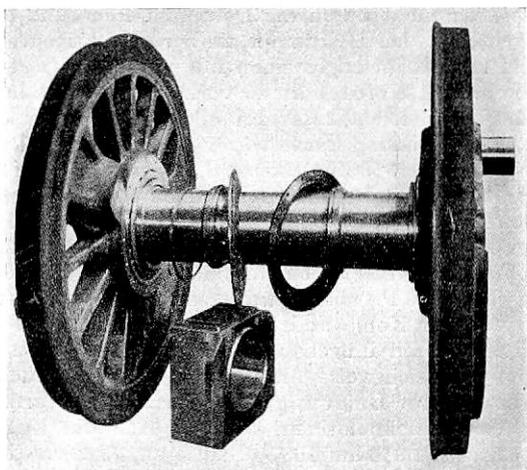


Abb. 3. Treibradsatz der (1' C) C 2' h 4-Lokomotive der Norfolk und Western-Bahn.

ersten von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gebauten Lokomotiven; die Anordnung der Rahmen ist bemerkenswert und bei der Durchbildung der Treibradsätze ist man vollständig neue Wege gegangen.

Der Kessel ist für die gewählte Achsanordnung verhältnismäßig groß und besitzt eine wesentlich größere Überhitzerheizfläche als bei den beiden oben beschriebenen Lokomotiven. Der kegelige Langkessel besteht aus vier Schüssen, von denen die beiden vorderen eine Wandstärke von 28,5 mm und der dritte und vierte, die aus Nickelstahl hergestellt sind, eine solche von 25,5 und 19 mm aufweisen. Auch die Decke des Stehkessels besteht aus 19 mm starkem Nickelstahlblech. Die Feuerbüchse ist durchweg elektrisch geschweißt und endet vorn in einer fast 3 m langen Verbrennungskammer. Der Kleinrohrüberhitzer setzt sich aus 239 Schlangen zusammen, die in Rauchrohren von 89 mm Innen-

durchmesser liegen. Der Kessel, der betriebsmäßig 30 m³ Wasser enthält, ist für einen Überdruck von 21 at gebaut, wird aber nur mit 19,4 at betrieben. Bei einem Probedruck von 23,5 at streckte er sich in der Länge um 33 mm gegenüber dem kalten Zustand.

Die beiden Rahmen sind mit den zugehörigen Zylindern und sämtlichen Querverstrebungen und Kupplungsstücken je in einem Stück aus Stahl gegossen. Die beiden Stahlgußstücke wiegen zusammen 50 t und ersetzen 66 größere und 634 kleinere, insgesamt also 700 Einzelteile. Auch das vordere Bisselgestell und das zweiachsige Schleppestell sind Stahlgußstücke. Textabb. 2 zeigt den Hinterrahmen der Lokomotive.

Zusammenstellung der Hauptabmessungen.

Bauart	(2' C) C 2' h 4	(2' C) C 2' h 4	(1' C) C 2' h 4	
Eigentumsbahn	Union Pacific	Northern Pacific	Norfolk and Western	
Fabrik	Amerikanische Lok.-Gesellsch.	Amerikanische Lok.-Gesellsch.	Bahnwerkst. Roanoke	
Kesselüberdruck p	18,0	17,6	19,4	at
Zylinderdurchmesser, Hochdruck	4 × 559	4 × 584	4 × 610	mm
Kolbenhub	4 × 813	4 × 813	4 × 762	„
Kesseldurchmesser, innen vorn/hinten	2456/2591	2448/—	2311/2680	„
Feuerbüchse: Länge, Weite	5336 × 2750	6252 × 2902	4216 × 2699	„
Heizrohre: Anzahl	222	192	57	Stek
Heizrohre: Durchmesser, innen	57	57	57	mm
Rauchrohre: Anzahl	60	73	239	Stek
Rauchrohre: Durchmesser, innen	140	140	89	mm
Rohrlänge	6706	7010	7341	„
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	58	78	54	m ²
Feuerberührte Heizfläche der Rohre	441	464	562	„
Feuerberührte Verdampfungsheizfläche	499	542	616	„
Heizfläche des Überhitzers	153	196	251	„
Heizfläche — im ganzen — H	652	738	867	„
Rostfläche R	10,1	14,2	11,3	„
Durchmesser der Treibräder	1753	1753	1778	mm
Ganzer Achsstand der Lokomotive	18263	18847	18409	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	29832	34646	33103	„
Ganze Länge der Lokomotive einschl. Tender	—	—	36767	„
Gewicht auf 1 m Länge	—	—	11,6	t/m
Reibungsgewicht G _i	175,5	197,5	195,0	t
Achsdruck der vorderen Laufachsen	33,8	33,2	13,8	„
Achsdruck der hinteren Laufachsen	47,7	52,8	49,7	„
Dienstgewicht der Lokomotive G	257,0	283,5	258,5	„
Dienstgewicht des Tenders	140,3	180,5	170,2	„
Vorrat an Wasser	69,5	76,0	83,0	m ³
Vorrat an Brennstoff	20,0	24,5	23,5	t
Zugkraft Z	44100	47500	47500	kg
H:R	64,5	52,0	76,7	
H:G	2,54	2,61	3,36	

Alle Achsen laufen in Rollenlagern. Bei den Treib- und Kuppelradsätzen sind diese Lager in die Naben der Radsterne verlegt, so daß die eigentliche Achse vom Lokomotivgewicht entlastet ist. Jeder Radsatz (Textabb. 3) besteht aus einer zur Gewichtsverminderung hohl durchgebildeten Welle, die nur Drehkräfte zu übertragen hat, einem darüber gezogenen Achsrohr, das die Eigengewichtskräfte aufnimmt und an dem die Achslagerkästen befestigt sind, und den Radkörpern. In diese sind die Rollenlager so eingebaut, daß ihr äußerer Laufring in eine Aussparung der Nabe eingepreßt wird; der innere Laufring wird auf das Achsrohr aufgepreßt. Beim Zusammenbau wird zuerst die hohle Welle in den einen Radkörper eingepreßt; dann wird das Achsrohr mit den Rollenlagern übergezogen, der äußere Laufring in die Nabe eingepreßt, das Lager zusammengebaut und schließlich der zweite Radkörper in derselben Weise aufgepreßt. Die Belastung wird also durch das mit den Achslagerkästen verbundene Achsrohr und die Rollenlager unmittelbar in die Naben der Treibräder übertragen.

Die Laufachsen haben Timken-Rollenlager üblicher Bauart, ebenso der sechssächsige Tender, der mit einem Fassungsvermögen von 83 m³ einer der größten bisher gebauten ist. R. D.

Umbauarbeiten an französischen Schnellzuglokomotiven zur Steigerung der Leistungsfähigkeit.

Die französischen Eisenbahnen hatten in den letzten Jahren infolge ihrer ungünstigen wirtschaftlichen Lage nicht die Möglichkeit, in großem Umfange neue leistungsfähige Lokomotiven zu beschaffen, sondern mußten sich im wesentlichen darauf beschränken, den vorhandenen Lokomotivpark durch günstige Ausnutzung und kleine, nicht zu kostspielige Umbauten dem gestiegenen Bedarf und den erhöhten Ansprüchen an Zugkraft anzupassen, die durch die gesteigerte Geschwindigkeit der Züge einmal, und durch das vermehrte Zuggewicht durch den Ersatz hölzerner durch die schwereren stählernen D-Zugwagen entstanden sind. Umfangreiche Versuchsreihen auf dem Lokomotivprüfstand in Vitry-sur-Seine haben eine ganze Zahl solcher Verbesserungsmöglichkeiten aufgedeckt, von denen die französische Ostbahn bei einer größeren Anzahl von Lokomotiven — bisher sind bereits 140 Verbundlokomotiven dreier verschiedener Baureihen umgebaut worden — schon Nutzen zieht. Diese Verbesserungsmöglichkeiten erstrecken sich sowohl auf die Dampferzeugung, also den Kessel selbst, wie die Dampfverteilung und die Dampfmaschine. Diese Arbeiten wurden bei der Ostbahn bereits im Jahre 1927 begonnen, und die Erkenntnisse, soweit die Umbaukosten erträglich und mit den zu erwartenden Vorteilen und Ersparnissen vereinbar waren, alsbald an vorhandenen Lokomotiven in die Wirklichkeit umgesetzt, teils aber auch nur für Neubauten vorgesehen. Zunächst wurden alle Schnellzuglokomotiven mit Wasserrohren zur Verbesserung des Wasserumlaufs und der Dampfentwicklung in der Feuerbuchse versehen, die von der Stiefelknechtplatte schräg aufwärts nach der Feuerbuchsrückwand über der Feuertür führen und zugleich den Feuerschirm tragen. Versuche bei der Deutschen Reichsbahn mit der gleichen Einrichtung hatten kein gleich günstiges Ergebnis. Soweit es die Bauart des Kessels zuließ, wurde auch der Kesseldruck heraufgesetzt, und zwar bei den verschiedenen Baureihen von 16 auf 17, 18 oder 20 atü. Zugleich erhielten alle Schnellzuglokomotiven an Stelle von Schmidtschen Dampfüberhitzern solche neuer Bauart, die die Überhitzungstemperatur um 40 bis 50° erhöhten. Die Prüfung der Dampfdiagramme der Verbundlokomotiven hatte ferner gezeigt, daß die Dampfverteilung nicht ganz glücklich war, weil durch ungenügende Strömungsquerschnitte der inneren Steuerung Druckverluste, verminderte Füllung und unerwünscht hohe Verdichtung eintrat. Ihnen stand eine unnötig große höchste Füllung gegenüber, die auch zum Anfahren bei weitem nicht benötigt wurde, nämlich 80 v. H. Sie wurde auf 70 v. H. vermindert, indem die Hebelverhältnisse der äußeren Steuerung ohne große Kosten verändert wurden. Dadurch erhielten die Kolbenschieber einen erheblich größeren Hub, und die für die Einströmung eröffneten Querschnitte ließen sich dadurch um durchschnittlich 30 v. H. vergrößern. Erst recht erwies sich eine Verbesserung notwendig bei den Niederdruckzylindern der Verbundlokomotiven, bei denen sich die betrieblich erforderlich niedrigen Füllungsgrade überhaupt nicht oder nur mit großen Verlusten erreichen ließen.

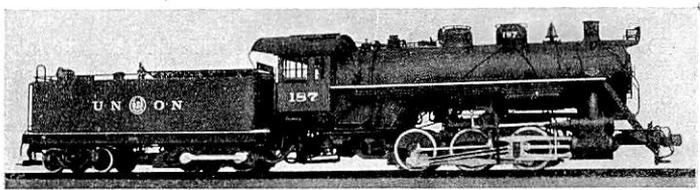
Abhilfe versprach die Benutzung einer Ventilsteuerung für den Niederdruckteil, aber sie hätte neue Zylinderfußstücke erfordert. Man entschloß sich deshalb zum Einbau neuer Doppelkolbenschieber an Stelle der vorhandenen einfachen, teils mit innerer, teils mit äußerer Einströmung. Ihr größeres Gewicht wird durch verminderten Hub ausgeglichen, so daß die Massenkräfte jedenfalls nicht steigen; um günstige Einströmungsverhältnisse zu erhalten, wird der Durchmesser zugunsten vergrößerter Kanalquerschnitte verkleinert, und zwar auf 250 mm für den Hochdruck- und 350 mm für den Niederdruckkolbenschieber. Hierbei brauchen an den Zylindern nur die Schieberbüchsen erneuert zu werden. Zugleich gelang es damit, die Füllungen im Niederdruckzylinder auf 50 und 40 v. H. bei normaler Beanspruchung herabzumindern, was ziemlich gut dem theoretischen Bestwert entspricht. Die höchste Niederdruckfüllung beträgt 60 bis 65 v. H. Nach dem Einbau dieser neuen Steuerung hat auch der Zwischendruck im Aufnehmer einen günstigeren Wert angenommen, so daß nunmehr eine gewünschte einigermaßen gleichmäßige Verteilung der Leistung auf den Hoch- und Niederdruckteil der Dampfmaschine erreicht ist. Bei zwei Baureihen wurde im Zusammenhang hiermit auch der Durchmesser der Hochdruckzylinder vermindert, von 405 auf 370 mm bei gleichbleibendem Hub, so daß nunmehr das Verhältnis der beiden Zylinderräume 2,5 beträgt. Die Verbesserung der Saugzuganlage erfolgte gleichfalls auf Grund langwieriger Versuche mit dem Ziele, den Unterdruck in der Feuerbuchse und den einzelnen Rohrreihen möglichst gleichmäßig zu halten, die Regelung der Verbrennung auf dem Rost bis auf 600 kg je m² Rostfläche und Stunde zu treiben, möglichst hohe Überhitzung zu erzielen und den Rückdruck in den Zylindern möglichst nieder zu halten. Mehrere Bauarten der Saugzuganlage sind noch im Versuchsstadium. Zunächst wird jedenfalls ein Blasrohr erheblich größerer Öffnung verwendet, das den Gegendruck etwa auf die Hälfte herabsetzt und dessen Querschnitt in der in Frankreich üblichen Weise veränderlich ist, z. B. von 146 auf 234 cm². Damit hat der Heizer die Möglichkeit, auf langen Steigungen bei geringer Geschwindigkeit, aber hoher Anstrengung der Lokomotive die Feueranfandung durch Vergrößerung des Gegendrucks zu steigern, sie ferner dem Zustand des Feuers anzupassen und Veränderungen des Anteils von Dampf, der nicht durch die Dampfmaschine und durch das Blasrohr geht, wie den Heizdampf, zu berücksichtigen. Betriebsmäßig wird freilich im allgemeinen mit voll geöffnetem Blasrohr gefahren. Die Erfolge dieser vorbeschriebenen Maßnahmen sind beachtlich: Bei den 2 C-Verbundlokomotiven verschob sich der Scheitel der Leistungskurve von 65 auf 85 km/h, die Leistung selbst von 1000 auf 1350 Zughaken-PS, bei einer Rostleistung von 550 kg/m² und h, der Brennstoffverbrauch fiel (je Zughaken-PS und h) von 1,39 kg auf 0,93 kg bei 60 km/h und von 1,97 auf 1,16 kg bei 90 km/h, der Wasserverbrauch von 8,6 kg (bei 950 PS) auf 6,42 kg (bei 1200 PS) bei 60 km/h und von 10,6 kg (bei 950 PS) auf 6,6 kg (bei 1300 PS) bei 90 km/h, das ist eine Ersparnis von 33 bis 41 v. H. an Kohle und 25 bis 37 v. H. an Wasser.

Bei den anderen umgebauten Bauartreihen liegen die Verbesserungen vergleichsweise ähnlich. Besonders beachtlich ist die Steigerung der Leistung und Wirtschaftlichkeit. Bei den 2 C 1-Verbundlokomotiven steigerte sich die Leistung bei 110 km/h sogar von 910 auf 1637 PS, also um 79 v. H., der Brennstoffverbrauch sank dabei um 40 und der Wasserverbrauch um 37 v. H. Bei den 2 D 1-Schnellzugverbundlokomotiven ließ sich auf dem Versuchsstand sogar bei 120 km/h und 834 kg Rostanstrengung eine indizierte Leistung von 3650 PS erzielen. Jedenfalls zeigen diese Zahlen, in wie hohem Maße sich Dampflokomotiven wirtschaftlich verbessern lassen, ohne daß hohe Kosten entstehen, wenn ihre Bauart an sich eine solche Leistungssteigerung zuläßt. Auch im praktischen Betrieb haben die umgebauten Lokomotiven nach dem Ergebnis eines vollen Jahres einen um 8,5 und 10 v. H. geringeren Brennstoffverbrauch auf Leistungstonnenkilometer bezogen, erzielt, trotzdem sie bevorzugt für die schwersten und schnellsten Züge benutzt werden. Die Umbaukosten bewegten sich dabei nur auf der Höhe von 25 bis 30 v. H. derjenigen, die ein vollständiger Umbau nach allen neuen Erkenntnissen erfordert haben würde, und betragen 31 000 bis 63 000 Franken je nach der Bauartreihe, nach dem Werte vom Juni 1936. Inwieweit freilich die so viel höher getriebene Beanspruchungslage der Lokomotiven auf die längere Dauer die Unterhaltungskosten und die Zahl der Brüche beeinflussen wird, bleibt abzuwarten.

Daß insbesondere der Rahmen und die Triebwerksteile der höheren Leistung entsprechend erheblich stärker beansprucht werden, liegt ja auf der Hand. Erfahrungen an anderen Stellen sprechen dafür, daß solche Lokomotiven zunehmend unter Dauerbrüchen zu leiden beginnen. Trotzdem bleibt aber als wesentlicher Erfolg, daß mit erträglichen Mitteln eine Auffrischung des Lokomotivparks durchgeführt werden konnte, die anders nicht möglich gewesen wäre.
(Rev. gén. Chem. de Fer.) Günther-Gleiwitz.

Ch 2-Verschiebelokomotive mit Schlepptender der Union-Bahn.

Die von den Lima-Lokomotivwerken gebaute Lokomotive ist ein Musterbeispiel einer neuzeitlichen nordamerikanischen Verschiebelokomotive. Die rund 90 t schwere Lokomotive ruht auf drei eng zusammengeschobenen Achsen; die beiden Lokomotivenden hängen daher außerordentlich stark über. Die letzte Achse wird angetrieben. Der Kessel besitzt eine breite Feuerbüchse, die hinter dem letzten Kuppelradsatz liegt. Der vierachsige Tender läuft auf zwei Drehgestellen, deren vorderes mit einer Hilfsmaschine ausgerüstet ist. Bei einem Achsdruck von über 30 t dürfte die Lokomotive hinsichtlich ihrer Leistung einer europäischen E- oder 1 E-Lokomotive gleichkommen.



Ch 2-Verschiebelokomotive der Union-Bahn.

Die Abmessungen von Lokomotive und Tender sind sehr beträchtlich; die wichtigsten sind nachstehend aufgeführt:

Kesselüberdruck	15,5 at
Zylinderdurchmesser	2 × 559 mm
Kolbenhub	2 × 711 „
Kesseldurchmesser	1829 „
Heizrohre: Anzahl/Durchmesser	179 Stück/51 „
Rauchrohre: Anzahl/Durchmesser	28 „ /140 „
Rohrlänge	4572 „
Verdampfungsheizfläche	207,0 m ²
Heizfläche des Überhitzers	45,0 „
Rostfläche R	4,65 „
Durchmesser der Treibräder	1295 mm
Achsstand der Lokomotive	3353 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	91 t
Dienstgewicht der Lokomotive mit Tender	168 „
Vorrat an Wasser	31,8 m ³
Vorrat an Brennstoff	7,3 t
H:R	54
H:G	2,78 m ² /t
Größte Zugkraft ohne Hilfsmaschine	22500 kg
Größte Zugkraft mit Hilfsmaschine	29100 „
(Rly. Gaz.)	R. D.

Ein neuer Lastwechsel über das Gestänge an der Bremse der Italienischen Staatsbahnen.

In der „Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane“ wird eine neue Vorrichtung zur Veränderung des Übersetzungsverhältnisses des Bremsgestänges beschrieben, die auf den Italienischen Staatsbahnen mit Erfolg erprobt wurde und die auch anderswo Beachtung verdienen dürfte.

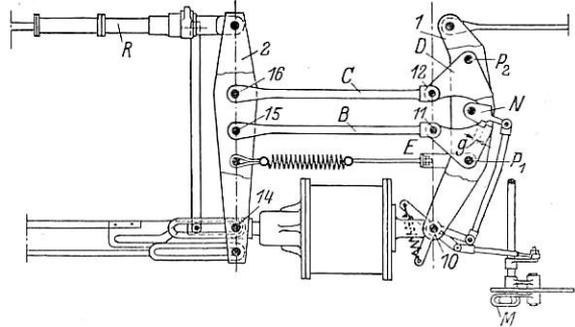
Von den verschiedenen Möglichkeiten, die größte Bremskraft in Abhängigkeit von der jeweiligen Belastung des Wagens zu ändern — Veränderung des größten Bremszylinderdruckes oder Veränderung der Zahl der wirksamen Bremszylinder oder Veränderung des Übersetzungsverhältnisses des Bremsgestänges — ist besonders die letztere in neuerer Zeit weiter entwickelt worden, weil hierbei der Luftteil der Bremseinrichtung denkbar einfach wird.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXXV. Band.

Bei der „Bredabremse“ wurde der Versuch gemacht, die vorgeschriebene Abbremsung durch Veränderung des Übersetzungsverhältnisses des Bremsgestänges zu erreichen.

Diese und ähnliche Einrichtungen müssen, um sicher arbeiten zu können, folgende Forderungen erfüllen: entweder werden in den beiden Stellungen „Leer“ und „Beladen“ gleiche Hübe des Bremskolbens verlangt; dann muß das Gestänge mit einem doppeltwirkenden Regler versehen sein, der verhindert, daß der Kolbenhub einen gewissen Mindestwert unterschreitet, weil sonst eine Bremsung eintreten würde, die der Stellung „Beladen“ entspricht, auch wenn der Apparat in der Stellung „Leer“ ist; oder der Apparat gestattet zwei je nach der Stellung „Leer“ oder „Beladen“ verschieden große Kolbenhübe, dann muß man, um die Füll- und Lösezeiten des Zylinders unverändert zu halten, die Größe der Füll- und Lösebohrungen verändern können.

Wenn man an Wagen sowohl den Wechsel „Leer-Beladen“ als auch den G-P-Wechsel vorsehen will, so ergeben sich schon recht verwickelte Konstruktionen.



Zur Lösung dieser Schwierigkeiten wurde von den italienischen Staatsbahnen die im folgenden beschriebene Vorrichtung entwickelt:

Die beiden horizontalen Hebel 1 und 2 (siehe Abbildung) sind miteinander durch die beiden Zugstangen B und C verbunden, und zwar in der Art, daß zwischen die Zugstangen und den Hebel 1 die Winkelhebel D und E geschaltet sind.

Diese Winkelhebel können sich um die Bolzen P₁ und P₂ drehen, wenn die Stellung des Nockens N dies gestattet. Dieser Nocken kann von Hand mittels der Umstelleinrichtung M am Längsträger des Fahrzeugs so eingestellt werden, daß er entweder den Winkelhebel D oder E sperrt. Wenn der Nocken, wie gezeichnet, den Hebel E sperrt, so tritt nur die Zugstange B in Tätigkeit (geringere Bremskraft) während der Hebel D sich frei um den Punkt P₂ drehen kann, und somit die Zugstange C keine Kraft überträgt.

Entsprechend liegen die Verhältnisse, wenn der Nocken N den Winkelhebel D feststellt.

Um zu verhindern, daß in den verschiedenen Ruhestellungen, die die Hebel 1 und 2 infolge der Bremsklotzabnutzung einnehmen können, Verschiebungen in der Lage der Winkelhebel D und E und des Nockens N zueinander eintreten, sind die Längen der Stangen C und B und die Form der Winkelhebel so gewählt, daß in der Ruhestellung die Stangen C und B parallel sind und daß die Punkte 10, 11 und 12 auf einer Geraden liegen, die ihrerseits wieder der Mittellinie des Hebels 2 parallel ist.

Der Handgriff M kann auch betätigt werden, wenn die Bremsen angezogen sind; der Nocken nimmt dann die gewünschte Stellung erst ein, wenn die Bremsen gelöst sind.

Um trotz des verschiedenen Übersetzungsverhältnisses gleiche Bremskolbenhübe zu erzielen, ist das Spiel g vorgesehen. Die Stange B tritt erst in Tätigkeit, wenn der Winkelhebel E den kleinen Weg g zurückgelegt hat; durch diese Maßnahme wird ein zusätzlicher Kolbenhub bei dem kleineren Übersetzungsverhältnis erreicht. Infolgedessen sind auch die Füll- und Lösezeiten des Bremszylinders in beiden Fällen gleich.

Es ist daher auch möglich, unter einem Wagen, der mit dem Wechsel „Leer — Beladen“ versehen ist, auch den G-P-Wechsel anzubringen, dann brauchen die Füll- und Lösebohrungen nur für die Stellungen G und P verschieden zu sein, nicht aber für die Stellungen „Leer und Beladen“. Der Hauptvorteil der beschriebenen Einrichtung ist darin zu erblicken, daß es unmöglich ist, daß — selbst bei falscher Bemessung des Spiels g oder bei

schlechter Einstellung des Bremsgestänges — eine der Zugstangen B oder C ungewollt in Tätigkeit tritt. Die Bauteile sind einfach und wenig empfindlich.

Die Einrichtung ist bei den Italienischen Staatsbahnen sowohl an Güterwagen als auch an Personenwagen erprobt worden: An Güterwagen zur „Lastabbremung“, an Personenwagen, um erhöhte Abbremsung bei hohen Geschwindigkeiten zu erzielen.

In der Normalstellung wird bei Personenwagen eine Abbremsung von 75 bis 80% des Achsdruckes eingestellt, in der anderen Stellung eine solche von 130 bis 140%. Wenn dafür gesorgt wird, daß bei abnehmender Geschwindigkeit selbsttätig eine teilweise Entlüftung des Bremszylinders eintritt, so tritt auch bei einer so hohen Abbremsung kein Gleiten der Räder ein. Mue.

Riv. tecn. Fer. Ital. 1937.

Turbo-Speisepumpe für Lokomotiven.

Die von der amerikanischen Hancock-Gesellschaft hergestellte Speisevorrichtung besteht aus einer vierstufigen Kreiselpumpe, die von einer Dampfturbine mit drei Stufen und 50 PS Leistung angetrieben wird, und aus einer Niederschlagkammer, in der ein Teil des aus den Dampfzylindern kommenden Abdampfes zum Vorwärmen des Speisewassers nutzbar gemacht wird. Pumpe und Turbine sitzen auf einer gemeinsamen Welle; ihre Gehäuse sind zu einem Block zusammengeflanscht, der in der Regel seitlich unter dem Führerhaus untergebracht wird. Die Niederschlag-einrichtung besteht aus einem Behälter, der verschiedene Düsen mit Rohrleitungen enthält, ähnlich denen, die bei Strahlpumpen verwendet werden. Sie kann an jedem beliebigen Platz zwischen Blasrohr und Pumpensatz — etwa unter oder neben dem Kessel — angeordnet werden. Die Wärmeübertragung entspricht also der eines Abdampfinjektors.

Das vom Tender kommende Frischwasser wird nach dem Durchfluß durch die erste Pumpenstufe in die Niederschlags-

kammer gedrückt und saugt beim Durchgang durch die Düsen Abdampf aus den Abdampfkanälen an, der sich dann in der Kammer niederschlägt. Das so erzeugte Heißwasser wird durch ein gemeinsames Rückschlag- und Regelventil entweder völlig zur zweiten Pumpenstufe und von dort über die dritte und vierte Stufe in den Kessel gespeist, oder zur Erzielung einer gleichmäßigen Speisewasserwärme zum Teil wieder selbsttätig zur ersten Stufe zurückgeleitet. Das Ventil arbeitet durch den Druckunterschied zwischen dem in die Niederschlagkammer eintretenden Kaltwasser und dem ausfließenden Heißwasser; es ermöglicht eine Regelung der Pumpenleistung von der Volleistung bis herab zu einer Teilleistung von 30%.

Zum Anlassen der Pumpe ist auf dem Führerstand ein Anstellventil vorgesehen, das die Frischdampfzufuhr zur Turbine regelt. Ein weiteres Doppelventil in der Rohrleitung zwischen den Abdampfkanälen und der Niederschlagkammer unterbricht die Verbindung zwischen diesen Teilen solange die Pumpe nicht arbeitet, oder wenn die Lokomotive steht oder ohne Dampf fährt. In diesem Fall läßt zugleich ein besonderes Heizventil, das mit dem letztgenannten Doppelventil verbunden ist und selbsttätig arbeitet, Frischdampf in die Niederschlagkammer eintreten, der ein Kalt-speisen verhindert und die Wärme des Speisewassers auf mindestens 95° C bringt. Zur Überwachung der Pumpenarbeit sind besondere Anzeigeräte für Druck und Wärmegrad des Speisewassers vorgesehen.

Die gesamte Speiseeinrichtung einschließlich der Ventile, aber ohne die Rohrleitungen, wiegt annähernd 600 kg; der Pumpensatz allein wiegt rund 350 kg. Seine Höchstleistung beträgt 53 m³/h; die Fördermenge läßt sich bis zu den kleinsten Mengen herab abtufen. Die Speisewasserwärme, die erzielt werden kann, ist abhängig vom Blasrohrdruck; sie soll um etwa 10° C niedriger sein als die Wärme gesättigten Dampfes vom Blasrohrdruck.

(Rly. Age 1937, 1. Halbj.)

R. D.

Verschiedenes.

Neuorganisation der französischen Eisenbahnen.

Während bisher in Frankreich fünf private und zwei staatliche Eisenbahngesellschaften bestanden, ist durch das Gesetz vom 31. August 1937 eine einzige Gesellschaft geschaffen worden. Diese „Nationale Eisenbahngesellschaft von Frankreich“ hat das Recht, sämtliche französischen Eisenbahnen ab 1. Januar 1938 zu betreiben. Zu diesem Zeitpunkt treten die alten Gesellschaften der neuen Nationalen Eisenbahngesellschaft außer dem Betriebsrecht auch den Besitz an allen rollenden und festen Gegenständen und Betriebsvorräten ab.

Die Nationale Eisenbahngesellschaft besteht demnach seit dem 1. Januar 1938. Sie ist gegründet auf die Dauer von 45 Jahren. Bis zum 31. Dezember 1982 müssen demnach alle ihre Aktien getilgt sein. Die Gesellschaft geht an diesem Tage in den Besitz des Staates über.

Die neue Eisenbahngesellschaft ist eine Aktiengesellschaft mit einem Aktienkapital von 1419412000 Frs. Dieses Kapital ist zwischen den fünf alten Eisenbahngesellschaften und dem Staat aufgeteilt worden, wobei der letztere die Mehrheit von 51% erhielt als Entschädigung für die Hergabe der bisherigen Staatsbahnen und für die bisher von ihm übernommenen erheblichen Fehlbeträge der alten Eisenbahngesellschaften. Die französischen Bahnen sind demnach noch immer keine Staatsbahnen, denn die neue Gesellschaft ist eine reine Privatgesellschaft, auf die der Staat allerdings einen maßgebenden Einfluß ausüben kann.

Die neue Eisenbahngesellschaft wird verwaltet von der Aktionärversammlung, von einem Verwaltungsrat und von einem Direktorium. Der Verwaltungsrat umfaßt 33 Mitglieder, von denen 21 der Staat ernennt. Die restlichen 12 Mitglieder werden von den alten Gesellschaften gestellt. Vom Jahre 1956 ab besteht der Verwaltungsrat nur noch aus 27 Mitgliedern. Das Direktorium besteht aus einem Präsidenten, zwei Vizepräsidenten und bis 1955 aus acht Mitgliedern, von da ab aus vier Mitgliedern.

Die Angestellten der alten Eisenbahngesellschaften, die am 31. Dezember 1937 bei diesen beschäftigt waren, werden mit allen Rechten in die neue Gesellschaft übernommen.

Das neue Gesetz sieht vor, daß nach den erheblichen Fehlbeträgen der letzten Jahre nach einer Frist von fünf Jahren das Gleichgewicht im Haushalt wieder erreicht werden soll. Zu diesem Zweck sollen die Tarife den Erfordernissen des Haushaltes angepaßt werden. Sie werden vom Verwaltungsrat vorgeschlagen und erhalten Gültigkeit, wenn die Ministerien der Öffentlichen Arbeiten und der Finanzen nicht binnen einem Monat Einspruch erheben. In diesem Fall, wenn also der Staat eine Erhöhung der Tarife verbietet oder gar eine Herabsetzung fordert, muß er zusätzliche Kredite bereitstellen. Gibt das Parlament diesen Krediten nicht seine Zustimmung, dann treten die zum Zweck des Haushaltsausgleiches vom Verwaltungsrat der Nationalen Eisenbahngesellschaft von Frankreich vorgeschlagenen Tarifierhöhungen in Kraft.

Um den Eifer aller derer anzufeuern, die zu einem guten finanziellen Ergebnis der Eisenbahnen mit beitragen können, wurde wie bereits früher eine besondere Leistungsprämie geschaffen.

Die alten fünf Eisenbahngesellschaften werden nur als Finanzgesellschaften und Aktionäre der neuen Gesellschaft weiter bestehen bleiben. Sie bleiben Träger der ihnen erteilten Zulassungsurkunden, übertragen aber das Betriebsrecht an die neue Eisenbahngesellschaft. Da die Zulassungsurkunden dieser fünf alten Eisenbahngesellschaften im Zeitraum von 1950 bis 1960 ablaufen, wurde als mittlerer Zeitpunkt der 31. Dezember 1955 gewählt. Von diesem Tage an scheiden die fünf alten Eisenbahngesellschaften auch finanziell als Aktionäre aus der neuen Nationalen Eisenbahngesellschaft von Frankreich aus. -dei.

Rev. gén. Chem. de Fer 1937.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.