

# 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

92. Jahrgang

15. August 1937

Heft 16

## Unterhaltung der Bremsen im Reichsbahnausbesserungswerk Neuaubing.

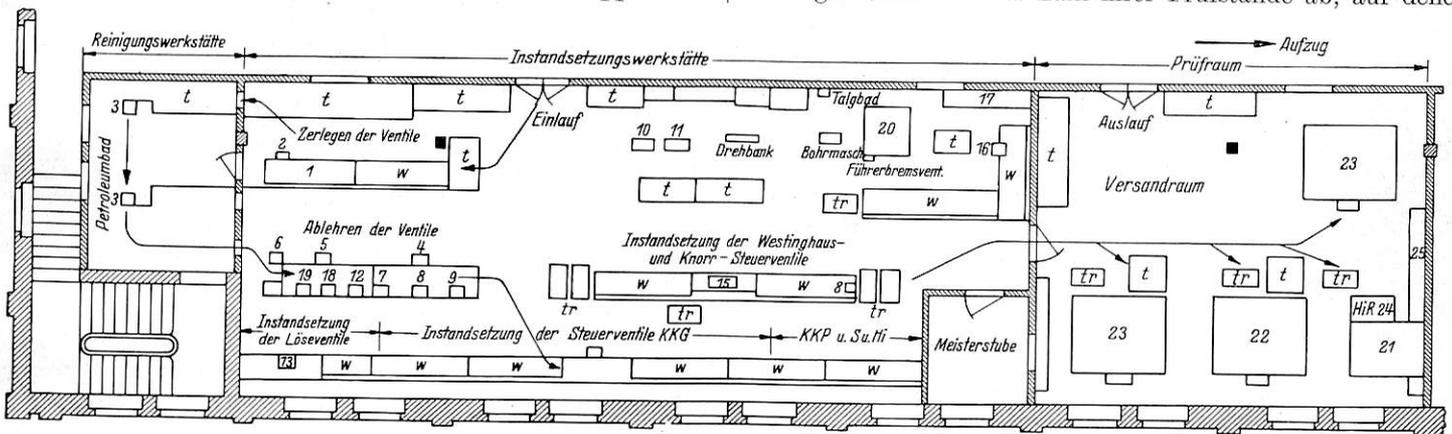
Von Reichsbahnamtman W. Burger, München.

Die heute von den Eisenbahnfahrzeugen geforderten hohen Geschwindigkeiten lassen sich nur bei unbedingt zuverlässig wirkenden Bremsen anwenden. Um dies zu erreichen, müssen die Bremsen nicht nur im Betrieb dauernd nachgeprüft werden, sondern es ist auch in regelmäßigen Zeitabschnitten eine gründliche Nachschau und Instandsetzung in den Reichsbahnausbesserungswerken notwendig (Hauptbremsuntersuchungen, die mit den bahnamtlichen Fahrzeuguntersuchungen vorgenommen werden). Die an den Bremsen vorzunehmenden Arbeiten gliedern sich in zwei Hauptgruppen: Arbeiten an den äußeren Bremsteilen (Gestänge, Bremsklötzen) und Arbeiten an den Bremsapparaten.

artigen Ventilwerkstätten beträgt bei der Deutschen Reichsbahn 28.

Alle im Bereich südlich der Donau, einschließlich Treuchtlingen, anfallenden Ventile werden vom Reichsbahnausbesserungswerk Neuaubing unterhalten. Der jährliche Arbeitsanfall aus diesem Gebiet beträgt etwa: 12000 Steuerventile, 1000 Beschleunigungsventile, 900 G-P-Wechsel, 11000 Auslöseventile und 700 Führerbremsventile. Auf einen Arbeitstag bezogen, muß demnach das Werk eine Durchschnittsleistung von mindestens 40 Steuerventilen erreichen.

Die Leistungsfähigkeit einer Steuerventilwerkstätte hängt im allgemeinen von der Zahl ihrer Prüfstände ab, auf denen



w = Werkbänke, t = Ablegetische, tr = Transportwagen

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| 1 Schnellspannstock zum Zerlegen der Steuerventile                 | 7 Federprüfwaage  | 14 Vorrichtung zum Prüfen der Steuerventil-Unterteile KKB.               | 19 Vorrichtung zum Prüfen der Auslösevorrichtung KKS  |
| 2 Vorrichtung zum Abdrücken der Hahnhebel                          | 8 Vorrichtung zum Prüfen der Steuerventil-Oberteile                         | 15 Vorrichtung zum Prüfen der Rückschlagventile für Westh. Steuerventile | 20 Prüfstand für Führerbremsventile   |
| 3 Vorrichtung zum Ausblasen der Steuerventil-Ober- und Unterteile  | 9 Vorrichtung zum Feilen des Steuerkolbenringschlitzes                      | 16 Vorrichtung zum Zerlegen der Schnelldruckregler                       | 21 Prüfstand für Einkammersteuerventile Westh. und Knorr. Prüfstand für KKS und KKP. Steuer und |
| 4 Spannvorrichtung zum Zerlegen und Zusammenbauen der Stufenkolben | 10 Kolbenringeinschleifmaschine   | 17 „Knorr und Westh.“  | 22 Beschleunigungsventile   |
| 5 Zentriervorrichtung für Steuerkolben                             | 11 Vorrichtung zum Schleifen der Grundschieber                              | 18 Vorrichtung zum Prüfen der Auslösevorrichtung KKP und KKG             | 23 Prüfstand für KKG  |
| 6 Vorrichtung zum Prüfen fertiger Stufenkolben                     | 12 Vorrichtung zum Prüfen der Belastungskolben                              |  | 24 Prüfstand für Hi-K-Haupt- und Nebensteuerventile   |
|  | 13 Vorrichtung zum Einpressen der Lederdichtscheiben für Auslöseventilkegel |  | 25 Steuerventile im Schnitt für Unterrichtszwecke   |

Abb. 1. Bremsventilwerkstätte des Reichsbahnausbesserungswerkes Neuaubing.

Letztere Arbeiten, die besondere Anforderungen an die Genauigkeit stellen, werden in besonderen Werkstättenabteilungen, den Bremsventilwerkstätten, ausgeführt. Die allgemeine Einführung der Kunze-Knorr-Bremse im Güterzugdienst zeitigte einen so großen Anfall an Ventilen, daß die Einführung solcher Ventilwerkstätten zur Bewältigung des Anfalles notwendig wurde. Die in ihnen durchgeführte Fließarbeit erlaubt die Bewältigung der anfallenden Arbeit in wirtschaftlichster und zugleich sorgfältigster Weise. Die Teile, die in solchen Werkstätten unterhalten werden, sind: Steuer- und Auslöseventile, G-P-Wechselventile, Führerbremsventile; in angegliederten Werkstätten werden die Rückschlagventile, Absperrhähne, Brems Schlauchkupplungen usw. untersucht und aufgearbeitet. Die Zahl der zur Zeit vorhandenen der-

die wiederhergerichteten Steuerventile einer Brems-, Löse- und Empfindlichkeitsprüfung unterzogen und die Ergebnisse in einem Diagramm veranschaulicht werden, bevor die Rückgabe dieser Teile an den Betrieb erfolgt.

Im Reichsbahnausbesserungswerk Neuaubing fördert ein Lastenaufzug von 1500 kg Tragfähigkeit, der von einem 11 PS-Motor betätigt wird, die Ventile nach der im 1. Stock gelegenen Ventilwerkstätte. Abb. 1 zeigt den Grundriß dieser Werkstätte, deren Einrichtungen und Betriebsführung im nachstehenden beschrieben werden.

Die Werkstätte gliedert sich in drei für sich abgeschlossene Räume: die Reinigungswerkstätte (Petroleum-Waschraum), die Instandsetzungswerkstätte und den Prüfraum.

Die erfolgreiche Ausführung der einzelnen Arbeitsgänge

und Teilausbesserungen sowie das Bestreben, die Herstellungskosten durch Verkürzen der Herstellungszeiten zu senken, verlangte die Verwendung leistungsfähiger und zweckentsprechender Maschinen und Werkzeuge, zeitsparender Spanneinrichtungen und deren Anwendung durch besonders durchdachte Arbeitsmethoden. In dieser Hinsicht sind in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Bremsventilaufarbeitung bedeutende Fortschritte gemacht worden.

Der Bearbeitung der Steuerventile geht eine Zerlegung, Reinigung und Prüfung voraus. Im Anschluß wird Art und Umfang der Arbeitsausführung an den einzelnen Teilen bestimmt, worauf die Teile, deren Wiederherstellung möglich ist, in den Arbeitsfluß gebracht werden. Unbrauchbar gewordene Teile werden ausgeschieden und durch neue oder altaufgearbeitete ersetzt.

Diese einheitlichen, im ganzen Reichsbahngebiet eingeführten Vorarbeiten zeitigten wesentliche Fertigungsvorteile hauptsächlich deshalb, weil die Fertigung klarer und übersichtlicher geworden ist, nicht durcheinander läuft, sich nicht staut, sondern ihren vorgeschriebenen Weg macht. Bei den Instandsetzungsarbeiten an den Bremsteilen dürfen keinesfalls Änderungen an der Bauart der Teile vorgenommen werden. Sämtliche Teile müssen den Angaben der Werknormen entsprechen.

#### Arbeitsgänge und Sondereinrichtungen.

Jedes Steuerventil muß bei der Bremsuntersuchung in das Ober- und Unterteil und jedes dieser beiden wieder in seine Einzelteile zerlegt werden. Zum Zerlegen der Ventile dient die in Abb. 2 dargestellte Schnellspannvorrichtung, die aus einem auf der Werkbank befestigten Bock besteht.

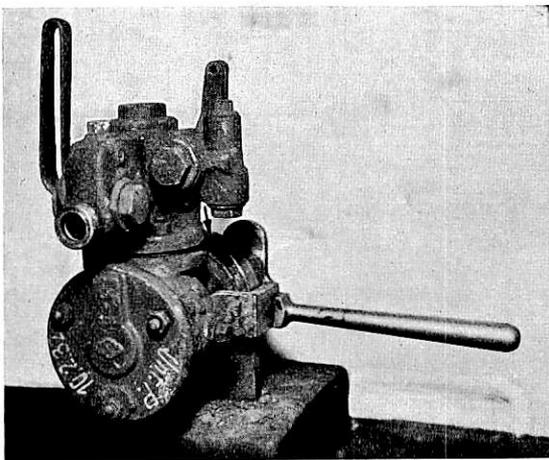


Abb. 2. Schnellspannbock zum Zerlegen der Steuerventile.

Der Ventilflansch des zu zerlegenden Steuerventils wird von oben in die Aussparungen dieses Spannbocks eingeführt. Durch Umlagen des Handhebels um etwa  $90^\circ$  wird eine Schraubenspindel gedreht und der Flansch gegen zwei feste Rippen des Bockes gepreßt. Ein drehbarer Festhaltstift, der in das untere Schraubenloch des Ventilflansches greift, verhindert eine Verschiebung bzw. Drehung. Zur Bearbeitung der Steuer- und Beschleunigungsventile wird der gleiche Spannbock, in entsprechend höherer Ausführung, verwendet.

Abb. 3 zeigt eine Vorrichtung zum Ein- und Auspressen der Absperrhandgriffe, die mit Handgriff und Spindel betätigt wird. Das Ausbauen des festsitzenden Handgriffs von dem Absperrhahn mit Hammer und Meißel hat sehr häufig zu Beschädigungen der Hahngehäuse geführt. Zum Wiedereinpressen dieser Griffe sind besondere Paßstücke erforderlich.

Die eingeschliffenen Teile der Ventile, wie Steuerkolben, Zwischenventile der Kunze-Knorr-Steuerventile,

Z- und U-Hähne, müssen mit dem zugehörigen Ventilgehäuse vereinigt bleiben. Alle übrigen Ventiltteile werden dagegen im Austauschverfahren behandelt. Mit Ausnahme der gußeisernen Ober- und Unterteile sowie der Lederdichtungen sind sämtliche Teile durch Waschen im Petroleumbad und Ausblasen mit kräftigem Luftstrom zu reinigen. Die Reinigung muß gründlich und rasch vorgenommen werden, ohne die mit der Reinigung beschäftigten Leute in ihrer Gesundheit zu gefährden.

Die Ober- und Unterteile sind außen mit Drahtbürsten und Luftstrom zu säubern und innen mit petroleumgetränkten weichen Putztüchern zu reinigen. Auskochen der Teile in Sodalaug oder Waschen im Petroleumbad würde das Erdwachs, mit dem die feinsten, in jedem Gußstück vorhandenen Poren ausgefüllt sind, lösen. Trotz aller Vorsicht zeigen sich nach

der Reinigung oftmals undichte Stellen in der Gehäusewand, die eine neue Tränkung mit Erdwachs notwendig machen. Nach der Reinigung müssen alle Kanäle und Bohrungen mit Preßluft kräftig ausgeblasen werden, damit keine Fremdkörper, die zu einem Versagen der Bremseinrichtung führen können, zurückbleiben. Abb. 4 zeigt eine automatische Ausblasevorrichtung, bei der Ober- und Unterteil befestigt werden.

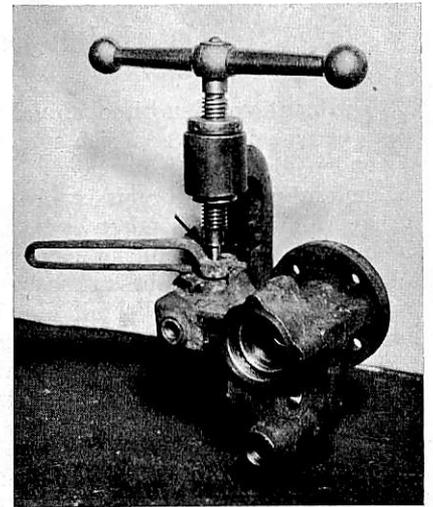


Abb. 3. Vorrichtung zum Aus- und Einbau der Handgriffe.

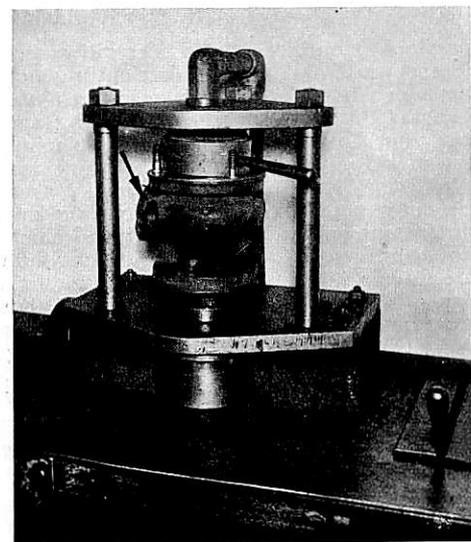


Abb. 4. Vorrichtung zum Ausblasen der Steuerventile.

Als Ausgleich für die Stiftschrauben und die verschiedenen Höhen der Oberteile einzelner Steuerventilarten dienen entsprechende Zwischenstücke, die auf beiden Seiten mit Gummidichtungen ausgerüstet sind. Beim Öffnen des Absperrhahnes strömt Druckluft in die Steuerkolben- und Schieberkammerbüchse ein, wobei sämtliche Kanäle durchgeblasen werden. Um die X-Bohrung der Kunze-Knorr-Bremse besonders

auszublasen, wird nach Umlegen des Absperrhahnes und Entlüften des kleinen Zylinders ein Holzschieber mit aufgeleimter Gummidichtung eingeschoben, der sämtliche Kanäle abschließt und nur die X-Bohrung frei läßt.

Die einzelnen Teile eines Bremsventils werden nach der Reinigung auf Weichholzbrettchen gelegt und den Arbeitsplätzen zugeleitet, wo sämtliche Teile mit den vorgeschriebenen

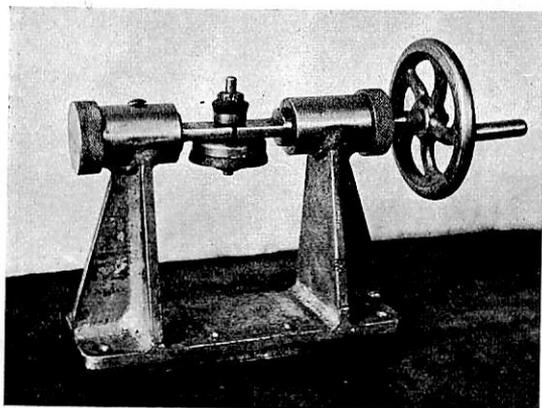


Abb. 5. Spannvorrichtung für Stufenkolben.

Lehren nach Werknormen und Prüfblättern auf Lehrenhaltigkeit nachgeprüft werden. Außer den üblichen Meßwerkzeugen müssen für diesen Zweck Lehren für einfach- und schnellwirkende Steuer- und Beschleunigungsventile, ferner Mikrotastlehren zum Nachmessen der Buchsen in den Steuer-, Beschleunigungs- und Führerbremsventilen, Vorrichtungen zum Führen der Mikrotastlehren beim Messen der Steuerkolbenbuchsen, sowie Messerlineale zum Prüfen der geschliffenen Schieberflächen u. a. vorhanden sein.

Abb. 5 zeigt eine Spannvorrichtung zum Zerlegen und Zusammenbauen der Stufenkolben. Die ausgebauten Lederstulpen werden durch neue oder instandgesetzte ersetzt. Beim Zusammenbau ist der kleine Lederstulp mit einer besonders bearbeiteten Kolbenscheibe derart zu befestigen, daß der Anpreßring dem Boden des Stulpes zugekehrt ist.

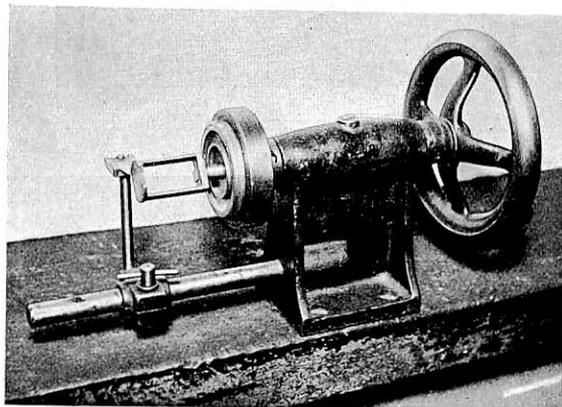


Abb. 6. Zentriervorrichtung für Steuerkolben.

Für die Zentrierung wird die in Abb. 6 dargestellte Zentriervorrichtung verwendet. Hierbei zeigt sich, ob ein Schieberahmen verbogen ist.

Von der Reinigung bis zur Endprüfung des fertigen Steuerventils müssen, aus wirtschaftlichen Gründen an möglichst vielen Stellen Zwischenprüfungen auf richtige Wirkung bzw. Dichtheit eingeschaltet werden. Es handelt sich dabei nicht nur um die Überprüfung der Einzelteile auf richtiges Maß, die je nach Art und Aufgabe des Bauteiles an jedem Stück oder nur stichprobenweise vorzunehmen ist,

es sind vielmehr gerade beim Steuerventil, die schon am Einzelteil oder am Gruppenteil vorgenommenen Zwischenprüfungen ein wesentliches Mittel zur Vermeidung von zeitraubenden Nacharbeiten am fertiggestellten Steuerventil. Jeder Fehler der später im fertigen Ventil auftritt, kann nur mit verhältnismäßig hohen Kosten beseitigt werden. Das RAW. Neuaubing war mit eines der ersten, die die Druckluftprüfung unter Wasser für verschiedene Absperrarmaturen einführte. Dieses einfache, schnelle und sichere Prüfverfahren hat sich bestens bewährt. Die geringsten Undichtheiten in den abzudichtenden Teilen und auch die Poren im Guß werden mit unbedingter Sicherheit durch das Aufsteigen der Luftblasen aus dem Wasser sichtbar.

Zur einwandfreien Durchführung dieser notwendigen Vor- bzw. Zwischenprüfungen sind verschiedene Prüfeinrichtungen in den Werken geschaffen worden.

Abb. 7 zeigt eine Vorrichtung zum Prüfen fertiger Stufenkolben. Die abgenommenen Lederstulpen der Stufenkolben werden, wenn noch brauchbar, von Hand ausgewalkt, im Talkbad, dem Paraffin und Wachs zugesetzt sind, getränkt und dann auf Dichtheit geprüft.

Das Leder ist bekanntlich kein nach allen Anforderungen entsprechender Baustoff, weil es durch verschiedene Ursachen

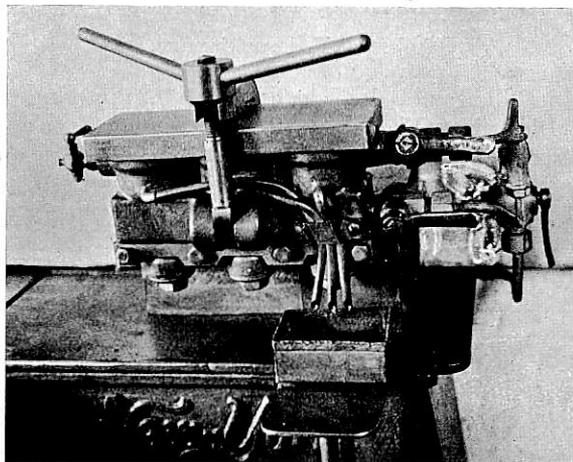


Abb. 7. Prüfvorrichtung für Stufenkolben.

in seinem Verhalten beeinflußt wird. Zwar spielen die Güte des Leders, seine Narbenrichtung und Dicke eine wichtige Rolle, doch führt die Prüfung der Ledergüte mit den hierfür üblichen Werkstoffprüfverfahren nicht zum vollen Erfolg. Auch die Höhe der Zerreißfestigkeit gibt kein untrügliches Bild über die Güte. Häufig angewandte Prüfverfahren sind beispielsweise die Biegeprobe über einen Dorn zur Feststellung der Narbengüte, die Schnittprobe zum Nachweis gleichmäßiger Durchgerbung und die Belastungsprüfung.

Die Steuerventilfedern werden vor dem Einbau, auf der in Abb. 8 dargestellten Laufgewichtswaage auf ihre Spannung geprüft und in der Höhe gemessen.

Ausgeschlagene oder riffige Steuerkolbenbuchsen werden, soweit noch innerhalb der festgelegten Abnutzungsstufen eine Instandsetzung möglich ist, nachgeschliffen. Oberteile mit zu großen Buchsendurchmessern sind neu auszubuchen. Sämtliche bewegliche Teile sind vor dem Zusammenbau mit reiner Naturvaseline einzufetten. Der Steuerkolben wird danach auf Dichtheit geprüft; er muß auf dem ganzen Weg des Kolbenhubes abdichten. Nur wenn der Kolben langsam und gleichmäßig durch die Buchse bewegt wird, können auch geringfügige Undichtheiten festgestellt werden, die später, beim fertigen Steuerventil am Prüfstand ohne größeren Zeitaufwand nicht gefunden werden können. Der Steuerkolben hält noch

ausreichend dicht, wenn der Druck in dem Behälter der Vorprüfeinrichtung in 25 Sek. höchstens  $1 \text{ kg/cm}^2$  ansteigt; hierbei wird von einem Prüfdruck von  $5 \text{ kg/cm}^2$  in der Hauptleitung ausgegangen (Abb. 9).

Ergibt die Prüfung, daß der Steuerkolben dieser Forderung nicht genügt, so muß ein neuer Kolbenring eingesetzt werden. Der Ersatzring ist nach dem Buchsendurchmesser so einzu-

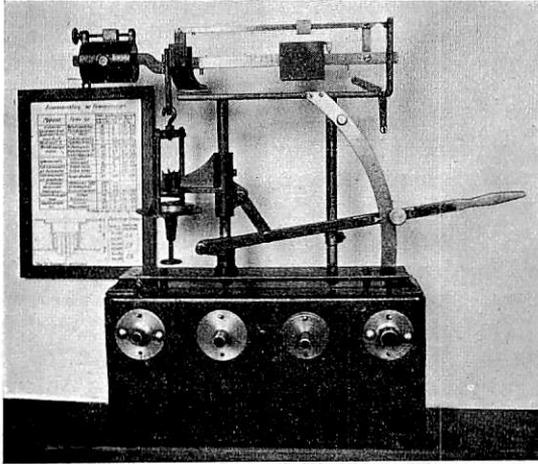


Abb. 8. Federprüfwaage.

passen, daß die Enden des Ringes 0,1 bis 0,2 mm übereinander liegen. Die beiden Flächen des Ringes werden dann in einem besonderen Futter auf einer Richtplatte abgeschliffen, damit sich der Ring in der Nute bewegen kann und an allen Stellen seines Umfanges gleichmäßig auf die Wandung des Zylinders drückt. Abb. 10 zeigt eine Vorrichtung zum Feilen bzw. zum

Zusammenpassen der beiden Schnittflächen des Kolbenringes. Sie besteht aus der Einspannvorrichtung und dem schwenkbaren Arm. Die Achse der Vorrichtung ist schräg angeordnet, um die Höhenlage der zu bearbeitenden Fläche durch geringe Drehbewegungen der Einspannvorrichtung leicht ändern zu können. Die Auflagefläche, auf der der Ring befestigt wird, ist schraubengangartig ausgebildet, damit die beiden Enden des Ringes auseinandergespreizt werden.

Der schwenkbare Arm ist ausziehbar, damit seine Länge verändert werden kann. Er trägt an dem einen Ende die Feile, die durch zwei Schrauben festgehalten wird. Das andere Ende des Armes ist an der senkrechten Welle befestigt,

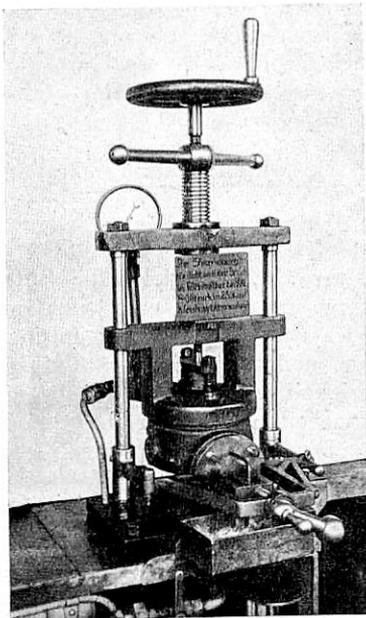


Abb. 9. Prüfvorrichtung für Steuerventiloberteile.

die sich zwischen zwei Körnerspitzen bewegt, so daß die Bewegung der Feile zwangsläufig erfolgt.

Der Steuerkolben mit Ring wird auf der Kolbenring-einschleifmaschine (Abb. 11) in die Buchse des Steuerkolbens eingeschliffen und dabei öfters im Petroleumbad von Schleifrückständen gereinigt; die Ringnute wird mit Druckluft ausgeblasen. Der Hub auf der Einschleifmaschine ist so eingestellt, daß keine Ansätze in der Buchse vorkommen.

Die Grund- und Abstufungsschieber wurden früher von Hand eingeschliffen, ein Verfahren, das besondere Geschicklichkeit erforderte und den Arbeiter stark ermüdete.

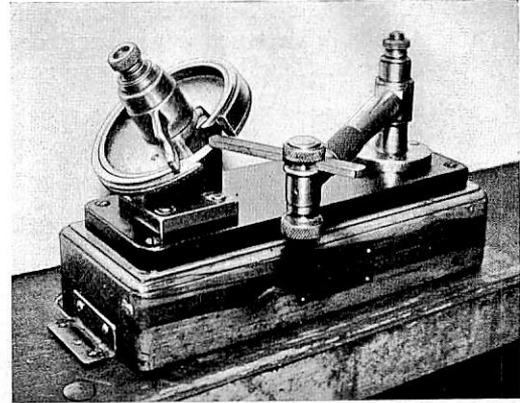


Abb. 10. Vorrichtung zum Feilen der Kolbenringe.

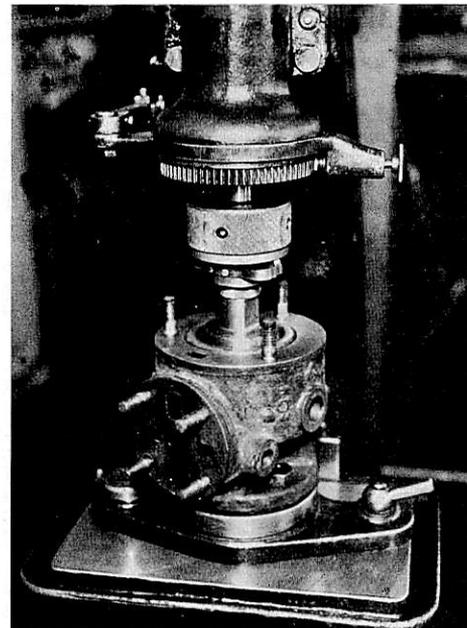


Abb. 11. Kolbenringeschleifmaschine.

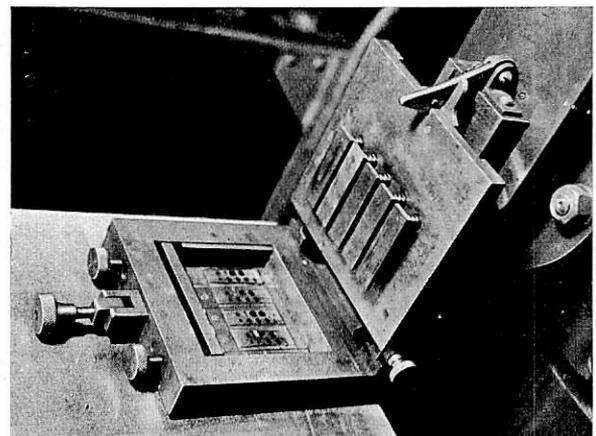


Abb. 12. Vorrichtung zum Schleifen der Grundschieber.

Jetzt wird zum Abrichten der Schieber eine in Abb. 12 dargestellte Schleifmaschine verwendet, die aus einer Kurzhobelmaschine umgebaut wurde. Die bisher von Hand ausgeführte

Hin- und Herbewegung des Schiebers wird hierbei vom Stößel der Maschine ausgeführt und der Fingerdruck auf den Schieber von entsprechend angeordneten Federn geregelt.

Am Stößelsupport ist ein Rahmen zur Aufnahme von fünf Schiebern angebaut, von denen jeder federnd auf einer Druckplatte befestigt wird. Auf dem Aufspanntisch ist eine Grundplatte und auf dieser eine Aufnahmeplatte angebracht, auf der die eigentliche Schleifplatte mit Filzunterlage ruht. Diese Schleifplatte ist aus Grauguß von besonderer Zusammensetzung, mit einem Kohlenstoffgehalt von etwa 3 v. H. gefertigt; sie muß bei ständiger Benutzung ungefähr alle drei Tage ausgewechselt und wieder schleiffähig gemacht werden. Der Vorschub der Maschine ist so eingestellt, daß die Schieber in 2,5 Min. bei etwa 95 Doppelhuben über die ganze Schleiffläche ( $400 \times 400$  mm) geführt werden. Als Schleifmasse wird ein mit Petroleum angerührtes Mississippipulver feinsten Körnung verwendet. Die Schleifmasse ist auf dem ersten Drittel der Schleifplattenfläche, dort wo die Schieber zum Schleifen aufgesetzt werden, leicht aufzutragen. Die Schleifplatte ist von Zeit zu Zeit mit Petroleum gut abzuwaschen und auf ihre Planhaltigkeit zu untersuchen. Die geschliffenen Flächen der Schieber müssen vollständig eben sein und einen sauberen Schliff zeigen. Die Schieber wurden früher durch

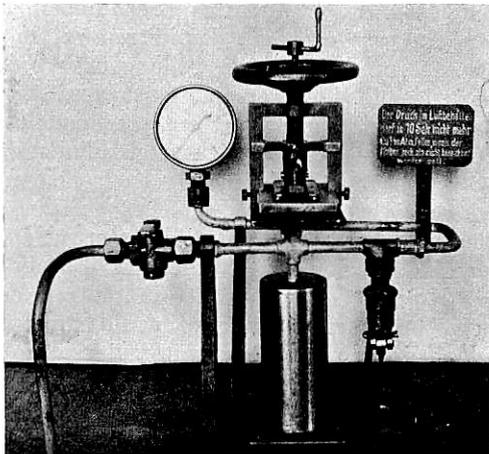


Abb. 13. Vorrichtung zum Prüfen der Belastungskolben.

Schabarbeit abgerichtet; es hat sich aber dabei gezeigt, daß geschliffene Flächen wesentlich satter aufeinander liegen, als geschabte.

Die Grundschieber aus Stahl, wie sie jetzt versuchsweise eingebaut werden, sind auf einer, nur für diesen Zweck verwendeten Graugußplatte leicht abzuziehen (schleifen). Die Schieberrostfläche wird mit Feilen aus Mangankupfer für den Vorschleiff und aus Resistinbronze für Nachschleiff abgerichtet und dann mit einem Tuschierschieber geprüft. Das Schleifen erfordert peinlichste Sorgfalt und Sauberkeit, nicht nur beim Schleifvorgang selbst, sondern auch vor- und nachher. Es können durch die geringsten Unreinigkeiten Kratzspuren entstehen, die ein dichtes Abschließen der Schieber verhindern. Die Empfindlichkeitsnuten, die Ausströmöffnungen, die Schieberroste und bei der Westinghouse-Bremse auch die Bohrungen der Nebenkolben sind mit den dazu vorhandenen Lehren nachzumessen und bei auftretenden Mängeln zu berichtigen.

Die Abb. 13 stellt eine Vorrichtung zum Prüfen der Belastungskolben dar. Der Kolben gilt noch als dicht, wenn der Druckabfall innerhalb 10 Sek. nicht mehr als  $0,1 \text{ kg/cm}^2$  beträgt. Der Anfangsdruck muß  $5 \text{ kg/cm}^2$  betragen. Ist der Druckabfall höher, so muß nötigenfalls das Kolbengehäuse nachgedreht und ein neuer Kolben eingepaßt werden.

Die instandgesetzten Steuerventilunterteile werden auf der Vorrichtung (Abb. 14) geprüft. Dabei ist festzustellen, ob Mindestdruckventil, Stufenkolben, Umstell- und Absperrhahn und Zwischenventil, am Hohlkörper und an der Lederdichtscheibe, abdichten.

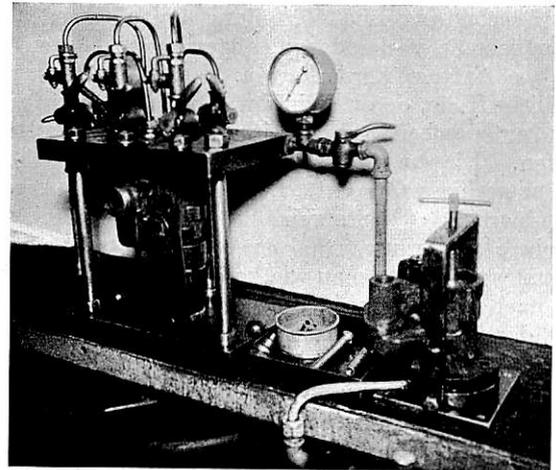


Abb. 14. Prüfvorrichtung der Steuerventilunterteile.

Auf einer ähnlichen Vorrichtung werden die aufgeschliffenen Rückschlagventile der schnellwirkenden Steuerventile der Westinghouse-Bremse geprüft. Die so bearbeiteten und vorgeprüften Ober- und Unterteile werden nach dem Zusammenbau auf einem Steuerventilprüfstand einer erneuten Prüfung, bei schärfsten Anforderungen, unterzogen.

Die Ventile, Ventilsitze, Kolben, Schieber und Schieberrostflächen der verschiedenen Druckregler sind ebenso zu behandeln, wie die Führerbremsventile.

Abb. 15 zeigt eine Prüfvorrichtung für Leitungsdruckregler. Die Druckregler dürfen, richtig eingestellt, den Leitungsdruck nur bis zu  $5 \text{ kg/cm}^2$  ansteigen lassen. Während mindestens 10 Min. darf sich dieser Druck nicht verändern.

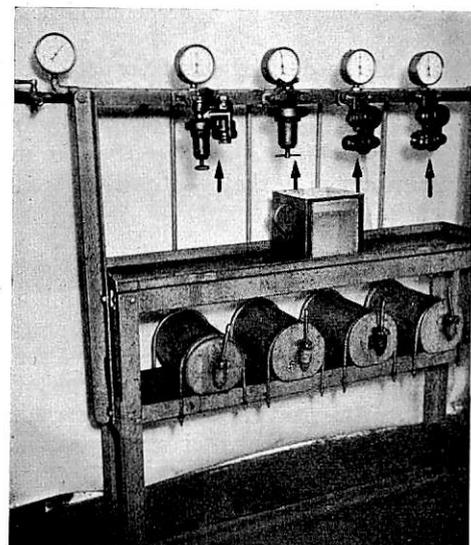


Abb. 15. Prüfvorrichtung für Leitungsdruckregler.

Abb. 16 stellt eine Zerlegvorrichtung für Schnelldruckregler dar, die der Bauart der Schnellspannvorrichtung für Steuerventile (Abb. 2) gleicht. Die Befestigungsklauen sind dem Flansch des Schnelldruckreglers angepaßt.

Im Anschluß hieran seien noch die Fördermittel in der Ventilwerkstätte besprochen.

Die Lieferbereitschaft der Ventilwerkstätte hängt außer von ihrer zweckmäßigen Einrichtung von einer guten Lösung der Förderfrage ab. Deshalb muß eine wirtschaftliche Betriebsführung darauf bedacht sein, das Zusammenarbeiten der verschiedenen Fördereinrichtungen untereinander und in engster Beziehung zum Arbeitsfluß sicher zu stellen. Für manche der zwecks Bearbeitung und Verteilung umzulagernden Ventiltteile genügen die vorhandenen, allgemein benutzten Einrichtungen wie Aufzug, Förderkarren, Förderbehälter usw. Für empfindliche Teile, deren es in der Ventilwerkstätte sehr viele gibt, sind entsprechende Sondereinrichtungen (Förderbrettchen) geschaffen. Die zu fördernden Innenteile der Steuerventile haben nur geringes Gewicht. Da Arbeitsplatz an Arbeitsplatz liegt, ist hierbei das Weitergeben von Hand zu Hand die wirtschaftlichste Förderung. Selbstverständlich müssen die Vorbearbeitungsarbeiten, genau wie bei jedem anderen Fertigungsgebiet, nach einem wohldurchdachten Fristplan ausgeführt werden, damit die Teile mit langer Bearbeitungszeit rechtzeitig an der Zusammenbaustelle eintreffen. Der Versand fertiger Steuerventile an andere Dienststellen erfolgt in eigens dazu hergerichteter Holzkästen, in denen das Ventil fest gelagert und gegen jegliche Verschmutzung gesichert ist.

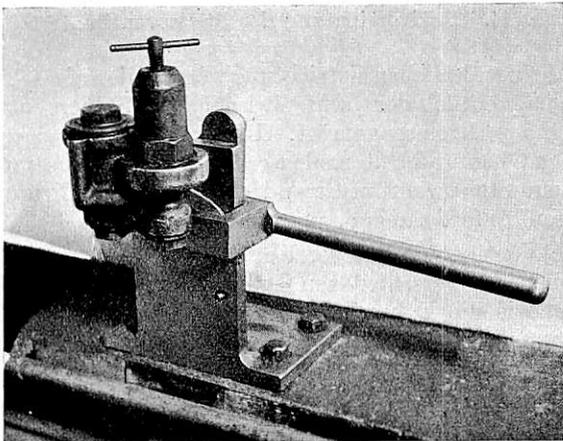


Abb. 16. Zerlegevorrichtung für Schnelldruckregler.

In der Reihenfolge der Arbeitsplätze ist der Prüfstand der letzte Arbeitsplatz in der Ventilwerkstätte. Jedes Steuerventil, das bei der Prüfung die festgelegten Grenzwerte nicht aufweist, wandert, zur Feststellung der Ursache und erneuten Behandlung zum ersten Arbeitsplatz der Instandsetzungswerkstätte zurück.

### Prüfung der Steuerventile.

Zur Prüfung der gewöhnlichen und schnellwirkenden Steuerventile, sowie des Westinghouse-Führerbremsventils mit Leitungsdruckregler und Ausgleichsbehälter, dient ein vollständiger, auf einem Eisengerüst angeordneter Bremsatz. Hierzu gehören der Bremszylinder, der Hilfsbehälter mit dem Auslöseventil, der Leitungsbehälter, der einer Leitungslänge am Zuge von 100 m entspricht, ferner der Empfindlichkeits-hahn, die verschiedenen Luftdruckmesser und schließlich eine Schreibvorrichtung zur bildlichen Aufnahme der Drucksekundenschaulinien für die einzelnen Brems-, Füll-, Löse- und Empfindlichkeitsproben.

Der Bremszylinder hat einen Durchmesser von 8"; der Hilfsbehälter hat eine dem Zylinderinhalt entsprechende Größe. Mit diesem Bremsatz werden 8" Schnellsteuerventile geprüft. Um auch Schnellsteuerventile für 10, 12, 14 und 16" Bremszylinder zu prüfen, können durch besondere Hähne einschaltbare Zuschaltkammern 1, 2, 3 und 4 für die Bremszylinder, die Kammern 1', 2', 3', 4' für die Hilfsbehälter an-

geschlossen werden. Zur Prüfung eines 10" Steuerventils z. B. wird der Inhalt des Hilfsluftbehälters durch Öffnen des Hahnes 1' um die entsprechenden Zuschaltkammern 1 und 1' vergrößert. — Ein in die Hauptleitung eingebauter Empfindlichkeits-hahn hat zwei Ausströmungsbohrungen von 0,8 mm und 2,0 mm lichter Weite, um bestimmte Undichtheiten in der Hauptleitung künstlich hervorrufen zu können.

Zur Aufnahme von Druckschaulinien für abgestufte und volle Betriebsbremsungen, für die Schnellbrems- und Löseprobe sowie für die Empfindlichkeitsproben, wird die Schreibvorrichtung über dem Dreiweghahn mit dem Bremszylinder und für die Füllprobe mit dem Hilfsbehälter verbunden.

Die Schreibvorrichtung besteht aus der von einem Uhrwerk angetriebenen Papiertrommel, dem Schreibmanometer und der Schreibfederhebevorrichtung. Zur genauen Einstellung der Umlaufgeschwindigkeit der Trommel ist das Uhrwerk durch eine Schraube regulierbar. Die zur Aufnahme der Schaulinien notwendige Umdrehungszahl der Trommel ist 6 Min. Das Uhrwerk ist durch eine Hemmung gesperrt, die elektromagnetisch ausgelöst wird. Liegt der Führerbremshebel in Füll- oder Lösestellung, in Fahrt- oder Bremsstellung, so ist der elektrische Stromkreis geschlossen, ebenso beim Öffnen des Empfindlichkeits-hahnes. Durch einen besonderen Schalter kann der Stromkreis unterbrochen werden. Die Abszisseinteilung des Prüfblattes (Schaulinienpapier) entspricht sechs Umdrehungen der Papiertrommel im Zeitraum von einer Minute, und damit die Teilung des Papierstreifens genau einer Sekunde. Die Ordinate ist den Atmosphärenabständen des Schreibmanometers entsprechend in sechs Abschnitte geteilt. Daher kann aus den Schaulinien der Verlauf der Brems-, Löse- und Füllvorgänge nach Zeit und Druck genau abgelesen werden.

Zu jedem Prüfstande gehören Prüfblätter für die einzelnen Ventilgrößen, Lehren zum Nachprüfen der Empfindlichkeitsnuten in den Kolbenbuchsen und der Füllnute in den Haupt- oder Steuerkolben. Ferner gehören dazu Lehren zum Nachmessen der Bohrungen in den Ausströmstutzen bei den Knorr-Steuerventilen, in den Ausströmschrauben und in den Nebenkolben der Westinghouse-Steuerventile, außerdem Lehren für den Schieberspiegel. Die Schaulinien der geprüften Steuerventile sollen sich in den Grenzen entsprechend der Musterschaubilder halten. Diese Musterschaulinien sind von Ventilen aufgenommen, die restlos allen Anforderungen der einzelnen Brems-, Löse-, Füll- und Empfindlichkeitsproben genügen. Alle an den Steuerventilen auftretenden Unregelmäßigkeiten sind aus den von ihnen aufgenommenen Schaulinien zu erkennen. Der Grad der Abweichung von den Musterschaulinien ergibt zugleich den Maßstab für die Beurteilung des Ventils.

Bei sehr empfindlichen Steuerventilen, besonders bei den kleineren Ventilgrößen 8" und 10", wird zuweilen mit der Drucksekundenschaulinie ein Spiel des Abstufungsventils aufgezeichnet, der durch den jeder Luftwelle folgenden Hauptkolben hervorgerufen wird; hierbei verlaufen die Schaulinien treppenförmig, aber ohne wesentlichen Einfluß auf die Bremswirkung.

Bei den Schnellbremsproben zeigen die Schaulinien im ersten Abschnitt, in dem die Leitungsluft durch das Rückschlagventil (bei Knorr) oder unter Vermittlung des Nebenkolbens (bei Westinghouse) überströmt, die Verschiedenheiten, welche durch die Anwendung gleicher Rückschlagventile oder Nebenkolbengrößen bei verschiedenen Bremszylindergrößen bedingt sind. Im zweiten Abschnitt dieser Druckschaulinie für die Schnellbremsung, in der das allmähliche Ansteigen des Bremsdruckes infolge von Luftzufuhr durch die Schieberrostöffnung (bei Knorr), durch die Schieberrostöffnung und die Nebenkolbenbohrung (bei Westinghouse) beobachtet wird, verlaufen diese Schaulinien für alle Ventilgrößen in ungefähr

gleichen Zeiten und in gleicher Weise. Um bei den einzelnen Proben alle Zufälligkeiten mit Sicherheit auszuschalten, muß jede Probe zweimal ausgeführt werden. Nur wenn beide Proben völlig einwandfrei ausgefallen sind, darf zur nächsten Ventilprüfung übergegangen werden. \*

#### Prüfung der schnellwirkenden Steuerventile für Tender und Wagen.

Für die Prüfung eines schnellwirkenden Steuerventils wird das Führerbremsventil von Westinghouse mit Leitungsdruckregler verwendet. Jedes Steuerventil wird unter einem Luftdruck von 5 atü, bei Stellung des Führerbremsventils in Fahrstellung, durch Bestreichen mit Seifenwasser auf Dichtheit geprüft. Durch Zuhalten der Ausströmöffnung mit dem Finger wird festgestellt, ob der Schieber sowohl in der Brems- als auch in der Lösestellung dicht ist. Nach ausgeführter Bremsung wird die Verschraubung an dem Leitungsstutzen gelöst und ebenfalls durch Zuhalten der Öffnung geprüft, ob das Rückschlagventil dicht ist und der Steuerkolben sich dichtend gegen den Kolbenkammerdeckel legt.

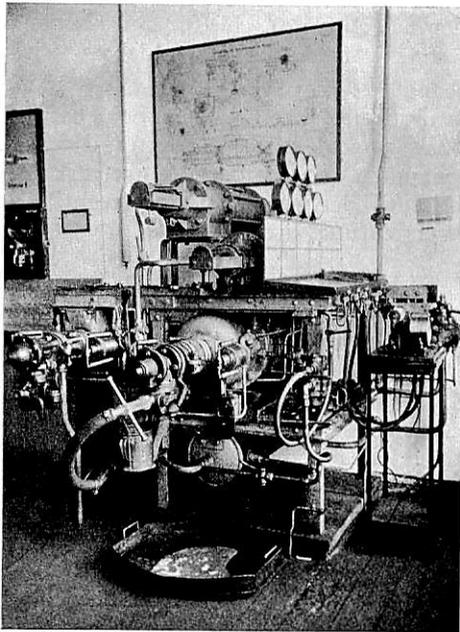


Abb. 17. Prüfstand für Einkammersteuerventile.

**Füllprobe.** Der Hilfsluftbehälter wird, nachdem er bis auf 3,4 atü entleert ist, aufgefüllt.

**Betriebsbremsung.** Der Druck im Bremsventilluftbehälter wird bei stufenweiser Bremsung zunächst um 0,3 atü und dann um weitere 0,1 atü vermindert. Die Stufen sind bis zur vollen Bremswirkung zu wiederholen. Bei einer vollen Betriebsbremsung wird festgestellt, ob der Druck im Bremszylinder gleichmäßig ansteigt und kein Steuerventil in Schnellwirkung sich umstellt.

**Schnellbremsung.** Der Hebel des Führerbremsventils wird bis zur völligen Entleerung der Leitung in Schnellbremsstellung belassen und dann in Abschlußstellung gebracht.

**Löseprobe.** Die Leitung wird vollständig entleert. Während dieser Zeit ist der Schalter am Schreibapparat auszuschalten. Hierauf wird der Führerbremshebel, bei wieder eingeschaltetem Schreibwerk, in die Abschlußstellung gebracht und dann in die Füllstellung gelegt.

**Empfindlichkeitsprobe.** Der Hilfsluftbehälter wird auf 5 atü aufgefüllt und der Führerbremshebel in Abschlußstellung gelegt. Beim Öffnen der 1 mm weiten Ausströmbohrung des Empfindlichkeitshahnes darf das Steuerventil nicht um-

steuern; dagegen muß beim Öffnen der 2,5 mm weiten Bohrung das Ventil spätestens nach 6 Sek. umgesteuert sein. Abb. 17 zeigt eine Diagrammaufnahme eines Einfachsteuerventils.

Abb. 18 zeigt einen Prüfstand für die Prüfung der Steuer- und Beschleunigungsventile der Kunze-Knorr-Bremse für Personenzüge (P) und Schnellzüge (S). Dieser Prüfstand besteht aus einem vollständigen Bremszylinder mit zugehörigem Hilfsbehälter, sowie dem Füllbehälter für die S-Bremse. Die P- und S-Bremse kann durch je ein besonderes Führerbremsventil für sich bedient werden. Der Hub der Einkammerkolben beider Zylinder ist auf 150 mm einzustellen. Der Hub des Zweikammerkolbens des P-Zylinders soll 200 mm betragen. Außer dem üblichen Auslöseventil besitzt jeder Zylinder noch ein besonderes Auslöseventil für den C-Raum. Die Hauptleitung ist durch einen Behälter dargestellt, dessen Inhalt einer Leitungslänge von ungefähr 100 m entspricht.

Die Aufnahme der Druckschaulinien erfolgt ebenfalls durch ein Schreibwerk. Die Ablaufgeschwindigkeit wird durch eine sogenannte Sirenenregulierung eingestellt, die aus einem schnellaufenden Zahnrad und einer Blattfeder besteht. Die

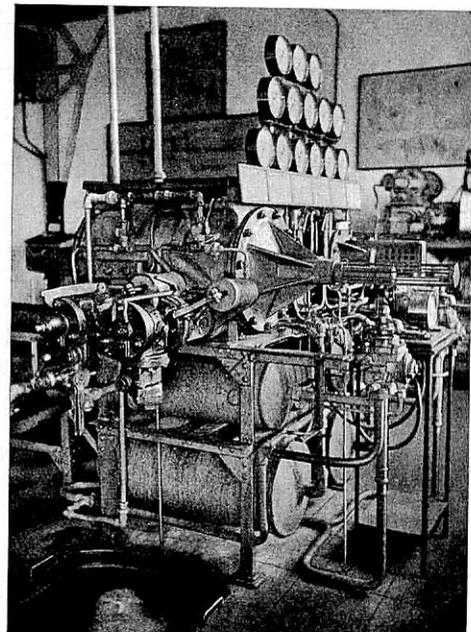


Abb. 18. Prüfstand für Steuerventile der Kunze-Knorr-Bremse.

Feder ist an einem Ende fest eingespannt und springt mit dem anderen Ende in die Lücken des Zahnrades ein.

Der Prüfstand hat Bremsempfindlichkeitshähne und Löseempfindlichkeitshähne. Mit den Bremsempfindlichkeitshähnen kann eine größere oder kleinere Undichtheit in der Leitung hervorgerufen werden, um festzustellen, ob das Steuer- oder Beschleunigungsventil empfindlich genug ist. Beim Öffnen der kleinsten Bohrung (0,8 mm) sollen die Ventile nicht umsteuern. Beim Öffnen der nächstgrößeren Bohrung (2,0 mm) sollen die Kolben der Steuerventile in die Bremsstellung übergehen, die der Beschleunigungsventile dagegen nur in die Betriebsbremsstellung. Wird die größte Bohrung (5,5 mm) geöffnet, dann sollen die Beschleunigungsventile in die Schnellbremsstellung überspringen.

Der Löseempfindlichkeitshahn ist zwischen Hauptbehälter und Leitung eingeschaltet; er dient dazu, festzustellen, ob auch bei nur geringer Druckerhöhung in der Leitung die Steuerventile in die Lösestellung umsteuern. Die Steuerventile werden mit einem Beschleunigungsventil, das ständig als Musterventil beim Prüfstand verbleibt, geprüft; ebenso werden die Beschleunigungsventile selbst stets mit dem gleichen

Mustersteuerventil geprüft; Steuerventil und Beschleunigungsventil eines Wagens lassen sich also nicht zusammen prüfen. Auf diese Weise lassen sich Unstimmigkeiten am Steuer- und Beschleunigungsventil feststellen.

Abb. 19 zeigt Musterschaulinien für das Steuerventil P. Die voll ausgezogenen Linien sind beim Schnellgang, die gestrichelten Linien mit dem langsamen Gang der Schreibtrommel aufgenommen worden. Bei Aufzählung der aufzunehmenden Druckschaulinien sind die bei Schnellgang der Trommel zu schreibenden durch ein + gekennzeichnet. Die im Musterdruckschaulinienbild angewandten Kennzeichen bedeuten:

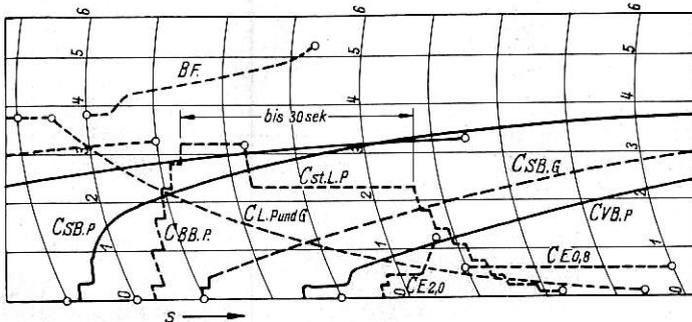


Abb. 19. Musterschaulinien für das Steuerventil P (Personenzüge).

- |           |   |
|-----------|---|
| CSBP      | = Druckverlauf in der C-Kammer bei Schnellbremsung in Hahnstellung P, +                         |
| CSBG      | = Druckverlauf in der C-Kammer bei Schnellbremsung in Hahnstellung C,                           |
| CVBP      | = Druckverlauf in der C-Kammer bei einer vollen Betriebsbremsung in Hahnstellung P, +           |
| CBBP      | = Druckverlauf in der C-Kammer bei stufenweisem Bremsen in Hahnstellung P,                      |
| CstLP     | = Druckverlauf in der C-Kammer bei stufenweisem Lösen in Hahnstellung P,                        |
| CLP und G | = Druckverlauf in der C-Kammer beim Lösen in Hahnstellung P oder G,                             |
| BF        | = Druckverlauf in der B-Kammer bei Füllen der Kammer B,   |
| CE 0,8    | = Druckverlauf in der C-Kammer bei den Empfindlichkeitsprüfungen mit der 0,8 mm großen Bohrung, |
| CE 2,0    | = Druckverlauf in der C-Kammer bei den Empfindlichkeitsprüfungen mit der 2,0 mm großen Bohrung. |

Zur Prüfung der Ventile der Hildebrand-Knorr-Bremse, die durch weitere Verbesserungen der Kunze-Knorr-Bremse entstanden ist und gegenüber allen bisher angewandten Bremsarten wesentliche Vorzüge aufweist, dient ein ähnlicher Prüfstand wie der in Abb. 17 beschriebene. Er hat außerdem Einrichtungen für den Lastbremszylinder und zur Prüfung der Mehrlösigkeit. Das Steuerventil der Hildebrand-Knorr-Bremse besteht aus dem Haupt- und Nebenventil, die an einem gemeinsamen Träger am Fahrzeuguntergestell befestigt sind. Das Hauptsteuerventil ist ein einfaches Zweidruckventil mit Kolben, Schieber, Abstufventil, Stoßkolbenbeschleuniger und Stufenkolben mit Mindestdruckventil. Der Kolben, der nur vorübergehend Druckunterschiede zu scheiden hat, ist mit einem Liderungsring ausgerüstet, der bei Undichtheit ausgewechselt werden muß. Alle übrigen Teile können instandgesetzt werden. Das Nebensteuerventil ist ein Dreidruckventil mit zwei Kolben und einem Schieber. Es regelt das Nachspeisen und das Lösen der Bremse. Die Kolben sind Wälzhautkolben, die eine vollkommene Abdichtung der Räume gegeneinander verbürgen und eine große Bewegungsempfindlichkeit haben. Schadhafte Wälzhäute müssen durch neue ersetzt

werden. Gummiwälzhäute haben sich im Dauerbetrieb bestens bewährt.

Die Hauptsteuerventile sind mit dem Musternebensteuerventil zu prüfen. Ebenso müssen die Nebensteuerventile mit einem Musterhauptsteuerventil am Prüfstand geprüft werden. Niemals dürfen Haupt- und Nebensteuerventile eines Wagens zusammen geprüft werden, weil sich nicht einwandfrei erkennen ließe, an welche von beiden Ventilen die beobachteten Mängel zu suchen sind. Daher sind auch für die beiden Ventile getrennte Druckschaulinien aufzunehmen.

Auf den Steuerventilprüfständen werden auch die Führerbremsventile nach ihrer Instandsetzung der Abnahmeprüfung unterzogen. Diese umfaßt vor allem das Abrichten der Schieber- und Schieberflächen. Ausgeschlagene und riffige Ausgleichkolbenbuchsen werden nachgeschliffen. Die zulässigen größten Durchmesser dieser Kolbenbuchsen dürfen nicht überschritten werden. Ventile mit größerem Buchsendurchmesser werden ausgebucht. Der Ausgleichkolben wird mit dem Kolbenring in seine Buchse eingeschliffen, er muß auf dem ganzen Weg seines Hubes gut abdichten, andernfalls muß ein neuer Kolbenring eingesetzt und so eingepaßt werden, daß die Enden des Ringes 0,1 bis 0,2 mm übereinander liegen. Die Schieberfläche des Ausgleichschiebers wird auf einer Schleifplatte geschliffen.

Die Ventile, Ventilsitze, Kolben, Schieber und Schieberrostflächen der verschiedenen Leitungsdruckregler sind ebenso zu behandeln, wie die der Bremsventile; sie sind nach Fertigstellung entweder an einem Bremsventil oder an einer besonderen Vorrichtung zu prüfen.

#### Äußere Teile der Bremsen.

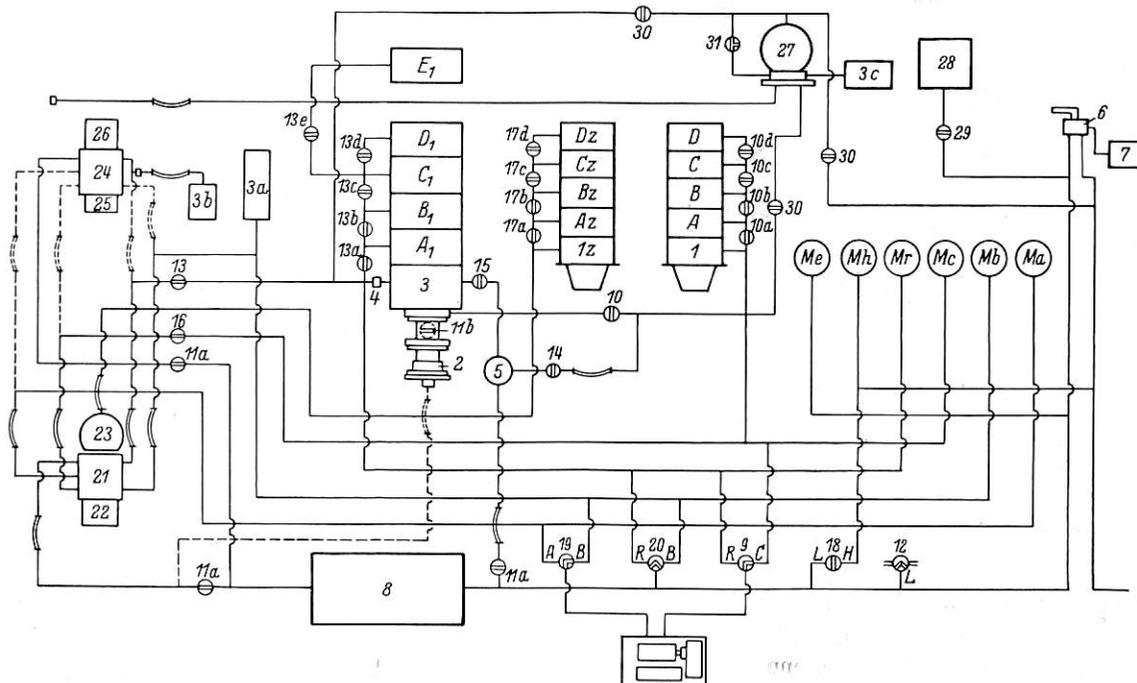
Das Gestänge wird bei jeder Hauptbremsuntersuchung ausgebaut, gereinigt und jedes Einzelteil auf Anbrüche und Abnutzung untersucht sowie auf Maßhaltigkeit geprüft. Fast alle dem Verschleiß unterworfenen Stellen (Dreh- und Gelenkpunkte) des Bremsgestänges tragen Buchsen, deren Bohrungen für alle Gestängeteile einheitlich festgelegt und nach Passungen hergestellt werden, so daß ein rascher Austausch über das Ersatzteillager möglich ist. Auch die Bolzen werden nach Passungen gefertigt, dazu ist an Stelle der früheren Einzelanfertigung die wirtschaftlichere Reihenfertigung der Bolzen und Buchsen getreten. Der Verschleiß der einzelnen Bolzen und Buchsen zwischen zwei bahnamtlichen Hauptbremsuntersuchungen ist erheblich, so daß jedesmal Bolzen und Buchsen erneuert werden müssen. Soweit die Bohrungen bestimmter Gestängeteile nicht ausgebucht sind und den Werkgrenzmaßen nicht entsprechen, werden die Bohrungen zugeschweißt und neu gebohrt. Auch die Maße der Federn, ihre Länge und ihre Spannung müssen den Vorschriften entsprechen. Um den Zusammenbau fertiger Teile ohne zeitraubende und kostspielige Nacharbeit sicherzustellen, wurde für sämtliche Bremsgestängeteile ein bestimmtes Passungssystem (Einheitsbohrung) eingeführt und nach diesem System eine einheitliche Passung (Paßsitz für Buchsen und Grobsitz für Löcher und Bolzen) festgelegt mit den zulässigen Spielen und Übermaßen. Außerdem werden für die Prüfung der Lochentfernung Stichmaße, auch teilweise den Norm- und Formstücken angepaßte Blechsablonen verwendet. Ferner wird die Lage des Festpunktblockes zum Bremszylinder bei den mit Kunze-Knorr-Bremse ausgerüsteten Fahrzeugen mit einer besonderen Lehre geprüft ebenso die Hebel an der Handbremswelle auf ihre richtige Stellung zueinander, von der sie nur um  $\pm 20^\circ$  abweichen dürfen. Dadurch war es möglich, die Kosten der Bremsunterhaltung erheblich zu senken und die Arbeit selbst zu beschleunigen.

Die Rückziehstangen werden auf das vorgeschriebene Maß nachgeprüft und bei größeren Abweichungen ausge-

wechselt, da bei zu kurzen Rückziehstangen die Rückziehfeder übermäßig gespannt und dadurch die Bremskraft beeinträchtigt wird; bei zu langen Rückziehstangen bleiben die Bremsbacken an den Rädern liegen. Die Rückziehfedern sind gegen geprüfte Federn auszutauschen. Die Bremsgestänge werden mit dem Gestänge bei jeder Hauptbremsuntersuchung ausgebaut. Die Stellvorrichtungen selbst werden nur alle drei bis vier Jahre, gelegentlich der Hauptbremsuntersuchung oder Zwischenbremsuntersuchung der Personenwagen zerlegt und untersucht. Nach jeder Auswechslung oder Abdrehung der Räder und nach jeder Gestängeuntersuchung wird der Verschleiß der Radreifen, Bolzen und Bolzenlöcher

die für die verschiedenen Drehgestell- und Bremsklotzbauarten anzuwendenden Prüfspannungen der Bremsdruckfedern sind für sämtliche Wagengewichte festgelegt. Diese Gewichte sind von Tonne zu Tonne abgestuft, um die Bremsdruckregler besser dem Wagengewicht anzupassen; aus dem gleichen Grunde sind die Unterlegscheiben von 2,5 zu 2,5 mm abgestuft. Um das Aufsitzen der Federn und damit ein Versagen des Reglers zu vermeiden, ist die Gesamthöhe der Unterlegscheiben auf 35 mm begrenzt.

Bremskolben und -zylinder. Die Bremskolben werden bei jeder Hauptbremsuntersuchung aus dem Zylinder herausgenommen und durch aufgearbeitete und geprüfte Kolben



Erläuterung.

- |                                 |  |   |  |   |  |
|---------------------------------|--|---|--|---|--|
| 1                               | Bremszylinder  | 5   | Zu prüfendes Einfachsteuerventil                     | 23                                      | Muster Nebensteuerventil der Hik-Bremse                  |
| A + D                           | Zuschaltkammern für Bremszylinder  | 6   | Führerbremsventil                                    | 24                                      | Ventilträger mit Lösevorrichtung für Hikpt-Steuerventile |
| 1 z                             | Lastbremszylinder für Hikbr  | 7   | Ausgleichbehälter                                    | 25                                      | Muster Hauptsteuerventil der Hik-Bremse                  |
| Az - Dz                         | Zuschaltkammern für Lastbremszylinder  | 8   | Hauptleitungsbehälter                                | 26                                      | Muster Nebensteuerventil der Hik-Bremse                  |
| 2                               | Zu prüfendes, schnellwirkendes Steuerventil  | 9   | Dreiweghahn für Schreibapparate                      | 27                                      | Druckübersetzer  |
| 3                               | Hilfsluftbehälter der einlösigen Druckluftbremsen oder Vorratsluftbehälter für Hikbr | 10 a-d, 11 a-d, 12, 13 a-d, 14, 15, 17 a-d, 18, 19, 20, 29, 30 und 31 | Absperr-, Zuschalt-, Füll- und Empfindlichkeitshähne | 28                                      | Gekoppelter Beschleuniger                                |
| A <sub>1</sub> + E <sub>1</sub> | Zuschaltkammern für Hilfsluftbehälter oder Vorratsluftbehälter                       | 22  |  | Muster Hauptsteuerventil der Hik-Bremse | M  |
| 3 a                             | Steuerbehälter B. 3 b Steuerkammer A   |   |  |   |  |
| 3 c                             | Vorsteuerbehälter CB   |   |  |   |  |
| 4                               | Löseventil für die einlösige Bremse  |   |  |   |  |

Abb. 20. Prüfstand für Einkammer- und Hildebrand-Knorr-Steuerventile (Schaltbild).

aufs neue mittels der Handnachstellvorrichtung nachgestellt; dagegen ist die Bremsklotzabnutzung ausschließlich mittels des Bremsgestängestellers nachzustellen.

Bei den Wagen ohne selbsttätigen Gestängesteller werden die Endbremszugstangen mittels der Nachstecklöcher auf die vom Raddurchmesser abhängige größte Länge gebracht, um im Betrieb die Möglichkeit der Bremsnachstellung durch Verkürzung der Endbremszugstange zu sichern.

Beim Bremsdruckregler muß der Abstand zwischen dem Reglerkolben und dem Reglergehäuse 10 + 1 mm betragen. Die Federn müssen in Maßen und Windungsarten den Bedingungen entsprechen und so weit zusammengedrückt werden können, daß sich zwischen Reglerkolbenkopf und Reglergehäuse ein Prüfmaß von 30 mm Höhe einschieben läßt. Auch

ersetzt. Die Zylinderwandungen soweit sie nicht riffig sind, werden vom alten Fett gereinigt, sämtliche Kanäle und Bohrungen durchgeblasen und die Wandungen eingefettet. Zylinder mit riffiger Innenwandung werden ausgeschliffen oder ersetzt. Zylinderfedern werden grundsätzlich entrostet und nach Prüfung der Abmessungen und Spannungen leicht eingefettet. Die Zweikammerkolbenstangen Kunze-Knorr-Bremse werden eingemittelt, verbogene Stangen gerichtet. Die fertig behandelten Einkammer- und Zweikammerkolben der Kunze-Knorr-Bremse werden auf Sondereinrichtungen geprüft. Nach dem Zusammenbau der Bremszylinder, dem Einbau der Bremsapparate, der Bremsklötze bzw. der Bremssohlen wird das Gestänge angeschlossen und auf den kürzesten, zulässigen Kolbenhub eingestellt.

**Bremsschläuche.** Die dem Verschleiß sehr stark ausgesetzten Bremskupplungen und Luftverbindungsschläuche müssen bei jeder Hauptbremsuntersuchung abgenommen und der Schlauchwerkstätte zur weiteren Behandlung zugeführt werden. Hier werden sie zunächst auf ihre äußere Beschaffenheit, auf die vorgeschriebene Länge (620 mm) und den lichten Durchmesser (1") geprüft. Bremsschläuche, die als überaltert anzusehen sind, sowie schadhafte Schläuche werden innen durchleuchtet, um festzustellen, ob die Innenwandung Risse oder sonstige Beschädigungen aufweist, insbesondere, ob sich Gummiteile, meist in Lappenform auftretend, gelöst haben, die den Schlauchquerschnitt verringern bzw. den Luftdurchgang verstopfen und damit zu Störungen in der Bremswirkung führen können.

Das Zerlegen und Zusammenbauen der Kupplungsschläuche erfolgt mit eigens für diese Zwecke gebauten Maschinen und Vorrichtungen in fließender Fertigung. Nach dem Zusammenbau werden die Bremsschläuche unter Druck von 7 kg/cm<sup>2</sup> in ein Wasserbad getaucht. Steigen bei dieser Druckprüfung Luftblasen auf, so wird die Prüfung 5 Min. fortgesetzt. Verschwinden die Luftblasen nach dieser Zeit, so sind die Schläuche als dicht anzusehen. Unbrauchbare Bremsschläuche werden zerlegt, die Kupplungsköpfe außen und innen auf umlaufenden Bürsten gesäubert, durch Eintauchen mit Farbüberzug versehen und nach dem Trocknen mit Paragummilösung bestrichen und auf Aufziehpressen in neue Schläuche gepreßt. Öl darf zum Bestreichen der Anschlußstücke nicht verwendet werden. Nach dem Aufziehen werden die Innenwandungen der Schläuche wieder untersucht und die beim Aufziehen an den Enden rissig gewordenen Schläuche abermals durch neue ersetzt. Aus jeder Lieferung wird ein Teil der Schläuche auf Prüfmaschinen einer Dauerprüfung unterzogen. Die Schläuche stehen dabei unter Druck und werden auf Biegung so beansprucht, als ob sie sich zwischen zwei Wagen eingebaut im fahrenden Zuge befänden. Die Dichtungsringe in den Kupplungsköpfen müssen genau die vorgeschriebenen Abmessungen haben und mittig eingepreßt sein. Sitzt ein Ring richtiger Abmessung nicht genügend fest, so wird die Ringnut nachgeprüft.

**Luftleitung.** Die Luftabsperrhähne, Bremskupplungen und Luftschläuche werden bei der Hauptbremsuntersuchung abgenommen, die Rohre der Hauptluftleitung und die Abzweigröhre entrostet und auf äußerlich erkennbare Mängel untersucht. Hierauf wird die Hauptleitung zuerst von der einen und dann von der anderen Stirnseite des Fahrzeuges aus mit Druckluft von mindestens 5 kg/cm<sup>2</sup> kräftig durchgeblasen und währenddem durch Beklopfen erschüttert. Durch diese vorbehandelten Leitungs- und Anschlußrohre wird dann eine Stahlkugel von 18 mm Durchmesser geblasen, um zu erkennen, ob an jeder Stelle der volle Leitungsquerschnitt vorhanden ist. Durch Verrostung stark geschwächte Rohre werden durch neue ersetzt.

Peinliche Säuberung der neuen Rohrleitungen vor Ingebrauchnahme ist unbedingt erforderlich. Die Innenwandungen müssen frei sein von Poren, Rissen, Lunkern, Abschieferungen und Graten. In Bogen oder Krümmungen dürfen die Rohre nicht zusammengeschweißt werden. Gerade Rohre werden nur dann miteinander verschweißt, wenn der dabei entstehende Grat aus dem Rohrrinnern restlos entfernt werden kann. Auch neueingebaute Rohre müssen kräftig durchgeblasen und von Sandresten, Rostteilen, Schweißperlen und dergl. gesäubert werden, die sich sehr leicht zwischen die abzudichtenden Flächen setzen. Etwa 70 v. H. aller Undichtheiten sind auf diese Ursachen zurückzuführen.

Die Luftabsperrhähne werden grundsätzlich bei jeder Hauptbremsuntersuchung nachgeschliffen, damit sie im Betriebe auf längere Zeit dichthalten. Hahnkegel und Gehäuse werden vor dem Schleifen mit Petroleum gründlich gereinigt. Das Einschleifen der Kegel selbst wird auf einer Hahneinschleifmaschine durchgeführt, die genau nach den Grundsätzen des Handschleifens arbeitet. Die Maschine arbeitet mit sechs Schleifstellen. Ihre Leistungen betragen beim Nachschleifen von alten Hähnen etwa 42 bis 48 Hähne in der Stunde. Das frühere Einschleifen eines Hahnkegels von Hand erforderte eine Gedingezeit von 0,50 Stunden.

#### Abnahmeprüfung.

Bevor das Fahrzeug das Werk verläßt, wird die Bremse unter den vorgeschriebenen Luftdruck gesetzt und die Verbindungsstellen der Leitung, der Luftabsperrhähne und Anschlußflanschen mit Seifenwasser abgepinselt; dabei zutage tretende Undichtheiten werden beseitigt. Die Bremse ist noch als dicht anzusehen, wenn der Druck von 5 kg/cm<sup>2</sup> in 10 Min. um höchstens 0,1 kg/cm<sup>2</sup> sinkt. Es darf immer nur ein Wagen zur Abnahmeprüfung angeschlossen werden. Nach dieser Abschlußprüfung in der Richthalle folgt die Abnahmeprüfung durch den Abnahmewagenmeister. Die Prüfung der betrieblichen Brauchbarkeit einer Bremse kann jedoch nur am fahrenden Zug erfolgen, da Versuche am stehenden Zuge zu leicht zu Trugschlüssen verleiten. Es sind daher vor Übergabe von Personen- und D-Zugwagen an den Betrieb Probefahrten auszuführen. Die Geschwindigkeit dieser Probefahrten ist den Verhältnissen anzupassen, unter denen die Wagen im Betriebe laufen müssen. Sollen bei diesen Probefahrten besondere Beobachtungen und Feststellungen, z. B. Bremsversuche, gemacht werden, so wird dem Probezug ein Meßwagen mit den entsprechenden Einrichtungen beigegeben.

Bei diesen Probefahrten handelt es sich in erster Linie darum, die Bewegungen innerhalb der Zugmasse während des Bremsvorganges bei den verschiedenen Bremsarten (Betriebs- und Schnellbremsung) festzustellen sowie den Bremsweg zu ermitteln.

## Die Hauptablaufanlage der Gefällbahnhöfe bei flacher Geländegestaltung\*).

Von Bauassessor Dr. Ing. Walter Holfeld †.

Hierzu 11 Abbildungen auf Tafel 21.

Die Ausbildung der Zulaufanlage eines Gefällbahnhofs in Grund- und Aufriß wurde im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1936, Seite 405 ff. behandelt. Danach wird es im allgemeinen genügen, wenn sowohl die mittlere Neigung der Anlauframpe für den 120-Achsenzug als auch das Gefälle der anschließenden Vorrückstrecke bis zum Ablaufpunkt 1:130 betragen. Diese verhältnismäßig flache Gestaltung des oberen Bahnhofteils ermöglicht es, die Hauptablaufanlage steiler auszubilden und

\*) Der junge strebsame Verfasser des Aufsatzes wurde vor kurzem durch den Tod abberufen.

dadurch die Bergleistung zu erhöhen. So läßt sich schon bei der für Gefällbahnhöfe üblichen Durchschnittsneigung von 1:100 ein Ablaufberg anlegen, wie er für Flachbahnhöfe zur Erzielung hoher Leistung erforderlich ist.

Die Ablaufanlagen der Flachbahnhöfe müssen aber aus verschiedenen Gründen steiler sein als die der Gefällbahnhöfe, wenn sie dieselbe Leistungsfähigkeit gewährleisten sollen: Einmal müssen die durch Umsetzbewegungen der Abdrücklokomotive verlorenen Zwischenzeiten durch schnelleres Abdrücken wieder aufgeholt werden; höhere Zuführungsge-

schwindigkeit bedingt aber unter sonst gleichen Verhältnissen größeres Ablaufgefälle. Ferner liegen die Ablaufpunkte der Wagen verschiedenen Laufwiderstandes auf der Ausrundung des Berggipfels ungünstig zueinander, so daß sich gutlaufende Wagen eher beschleunigen als Schlechtläufer. Auch deshalb muß zur Verbesserung der Wagentrennung die Rampe möglichst steil sein.

Bei den Gefällbahnhöfen dagegen kommt man vor allem dann mit sehr flachen Ablauframpen aus, wenn sie mit einer mechanischen Zuführungseinrichtung ausgerüstet sind. So gestattet die Seilanlage, mit der auf den Verschiebebahnhöfen Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf gearbeitet wird, die Anwendung des veränderlichen Ablaufpunktes. Da mit Hilfe des endlosen Seiles sowohl Zug- als auch Druckkräfte auf den Zug übertragen werden können, ist es auch möglich, diesen zwischen den einzelnen Abläufen entweder zu beschleunigen oder zu verzögern, je nachdem die folgende Ablaufabteilung einen großen oder kleinen Widerstand hat. Durch solche Maßnahmen wird die Lauffähigkeit von gut- und schlechtlaufenden Wagen einander angeglichen; Zeit- und Wegabstände sich folgender Wagen, die in der Weichenzone ein zur Bedienung von Weichen und Gleisbremsen erforderliches Mindestmaß nicht unterschreiten dürfen, werden größer, und damit wird die Leistung der Ablaufanlage erhöht.

Auch dann, wenn die Zulaufbewegung mit Hilfe einer Gleisbremse geregelt wird, kann die Zuführungsgeschwindigkeit durch verschieden starkes Bremsen dauernd verändert werden. Durch zeitweises Öffnen der Gleisbremse wird sogar eine Verlegung des Ablaufpunktes erreicht. So kann ein Schlechtläufer seinen freien Ablauf schon innerhalb der Bremse beginnen, während man einen Gutläufer so lange verzögern kann, bis er diese mit seiner zweiten Achse verlassen hat.

Die Durchführung dieser Maßnahmen ist bei beiden Zuführungseinrichtungen ganz verschieden. Die Wirkungsweise hängt in beiden Fällen von anderen Bedingungen ab. Bei dem am Seil hängenden Zug sind die Kupplungen gestreckt. Ein abzulassender Wagen kann deshalb erst unmittelbar vor seinem Ablauf losgehängt werden, und die Handlungen am Ablaufkopf, also auch die oben angedeuteten Vorgänge, sind hier von der Arbeitsgeschwindigkeit der Ablaufmannschaft abhängig. Die Zulaufbremse dagegen staucht den ganzen Zug; die Loshänger können schon oberhalb der Gleisbremse arbeiten. Die Veränderung der Ablaufgeschwindigkeit richtet sich vielmehr nach der Leistungsfähigkeit der Bremse, die den ganzen Zug verzögern muß, wenn ein Gutläufer nach einem Schlechtläufer abrollen soll.

Bei der Verschiedenartigkeit der Verhältnisse beider Zuführungssysteme ergibt sich die Frage, mit welcher Arbeitsmethode die größte Wirkung auf die Ablaufleistung zu erzielen ist. Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung soll ermittelt werden, wie weit es möglich ist, durch Anwendung von „Veränderlichem Ablaufpunkt“ und „Veränderlicher Zuführungsgeschwindigkeit“ mit den Neigungen der Ablaufanlage herunterzugehen, wenn eine bestimmte Bergleistung gefordert wird. Daraus geht dann auch hervor, welche Gesamthöhe der aus Zulauf- und Ablaufanlage bestehende obere Teil eines Gefällbahnhofs haben muß, auf dem nur mit natürlichen Beschleunigungskräften gearbeitet wird. Ist die Zulaufanlage mit einem Seilantrieb ausgestattet, so können ja auch die Einfahrgeleise in eine flachere Neigung gelegt werden, als das bei der Anlauf rampe mit Gleisbremse möglich ist. So kommt man z. B. auf Vbf. Chemnitz-Hilbersdorf mit einem Gefälle von 1:180 aus. Berücksichtigt man auch diese Ersparnis an Gefällhöhe, so erhält man schließlich die Grenzneigung, in der der obere Teil eines Gefällbahnhofs mindestens liegen muß.

Bevor die geplanten Untersuchungen durchgeführt werden können, müssen die dynamischen Grundlagen für die Ver-

änderung der Zulaufgeschwindigkeit bei Seil und Bremse noch geklärt werden. Für das Arbeiten mit dem veränderlichen Ablaufpunkt bei gleichförmiger Zuführung ist das bereits geschehen. In dem Fachheft „Die Rationalisierung des Verschiebebahnhofs Dresden-Friedrichstadt“ (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 41) hat Dr. Frohne die Vorgänge bei dieser Betriebsweise grundsätzlich dargestellt. Anschließend hat Dr. Massute auf S. 46 ff. eine ablaufdynamische Untersuchung des veränderlichen Ablaufpunktes durchgeführt, in der er nachgewiesen hat, daß die Anwendung dieses Hilfsmittels bei gleichbleibender Zuführungsgeschwindigkeit eine wesentliche Zeitersparnis gegenüber dem Ablauf mit festem Ablaufpunkt ergibt. Die in diesem Aufsatz enthaltenen Bezeichnungen sowie die Zahlenwerte, die auf Bahnhof Dresden-Friedrichstadt ermittelt wurden, werden für die weiteren Berechnungen übernommen.

## I. Veränderung von Zuführungsgeschwindigkeit und Ablaufpunkt.

### 1. Seilanlage.

Die Handlungsweise der Ablaufmannschaft sei nochmals kurz geschildert (vergl. Abb. 1 a auf Taf. 21): Der abzuhängende Wagen wird von dem „Verteiler“ durch Vorlegen einer Krücke gestaucht. Die erste Kupplung wird schlaff und kann von dem „Loshänger“ gelöst werden. Dieser geht darauf dem sich abwärts bewegenden Zug entgegen, bis er die nächste Kupplung erreicht hat, die er auszuhängen hat. Ist der jetzt abzulassende Wagen ein Schlechtläufer, dessen Ablaufpunkt möglichst hoch liegen möchte, so hebt der Loshänger den Kupplungsbügel sofort aus dem Haken. Er geht dabei neben dem Zug her. Folgt aber ein Gutläufer, so löst er die Kupplung etwas später. Die Aufgabe des Verteilers ist es, den Wagen im richtigen Augenblick zu verzögern.

Während die Abwärtsverlegung des Ablaufpunktes von der Ablaufmannschaft in beliebigem Maße ausgeführt werden kann, ist die Bergwärtsverlegung durch die Geschwindigkeiten von Zug und Arbeiter ( $v_0$  und  $v_1$ ) und die Loshängezeit  $t_k$  begrenzt. Bei gleichförmiger Zuführung ( $v_0 = \text{const.}$ ) ist nach Massute\*) das Maß der Bergwärtsverlegung des Loshängepunktes  $\Delta l = \frac{n_2 \cdot l_w \cdot v_1}{v_1 + v_0} - t_k \cdot v_0$ . Für Wagengruppen von gleicher Länge ist  $\Delta l = \Delta l'$  die Verschiebung des Ablaufpunktes. Haben Vor- und Nachläufer verschiedene Gruppenstärken  $n_1$  und  $n_2$ , so ist  $\Delta l' = \Delta l - \frac{l_w}{2} (n_2 - n_1)$ . Für die

Auswertung der Formeln war angenommen: die mittlere Wagenlänge  $l_w = 9,30$  m, die Laufgeschwindigkeit des Loshängers  $v_1 = 1,2$  m/sec und die Loshängezeit  $t_k = 3$  sec.

Mit der Größe von  $\Delta l'$  ist die gegenseitige Lage der Ablaufpunkte bekannt, so daß die Bewegung der ablaufenden Wagen ermittelt werden kann. In Abb. 2 kann der Wert für  $\Delta l'$  jeder in Frage kommenden Wagenfolge abgelesen werden, wenn die Zuführungsgeschwindigkeit gegeben ist. Aus dieser Abbildung ist auch zu ersehen, daß die Bergwärtsverlegung des Ablaufpunktes bei der Folge von Einzelwagen am geringsten ist. Wie bei dem festen Ablaufpunkt, ist also auch hier die Wagenfolge 1 Schlechtläufer vor 1 Gutläufer (1 S/1 G) die ungünstigste. Die Wagenfolgezeit ist  $T_0 = \frac{l_w \pm \Delta l'}{v_0}$ .

Bei veränderlicher Zulaufgeschwindigkeit ist die Bewegung des Loshängers dieselbe wie bei gleichförmiger Zuführung (Abb. 1 b). Wenn dieser dem Zug entgegenght, wird er jedoch die nächste Kupplung eher oder später erreichen, je nachdem der Zug beschleunigt oder verzögert wurde. Die

\*) „Ablaufdynamische Untersuchungen des veränderlichen Ablaufpunktes“, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 46.

Strecke, um die Loshängepunkt und Ablaufpunkt aufwärts verlegt werden, wird also im Falle der Beschleunigung kleiner werden als bei konstanter Geschwindigkeit. Im anderen Falle wird von der Möglichkeit, den Wagen höher ablaufen zu lassen als seinen Vorläufer, kein Gebrauch gemacht, da damit die Wirkung der Verzögerung wieder aufgehoben würde. Es ist somit auch hier lediglich zu ermitteln, an welchen Punkten und mit welchen Geschwindigkeiten schlecht laufende Wagen oder Wagengruppen frei abzurollen beginnen, wenn ihnen eine Rangierabteilung mit kleinem Widerstand voranlief und wenn der Zug darauf beschleunigt wurde.

Aus Abb. 3 geht die Berechnung der Bergwärtsverlegung des Loshängepunktes hervor. Hiernach ist:

$$\Delta l = n_2 \cdot l_w + x_1 - x_3.$$

Das Maß der Verlegung des Ablaufpunktes ergibt sich wie oben zu

$$\Delta l' = \Delta l - \frac{l_w}{2} (n_2 - n_1).$$

Gleichung der Zeit-Weg-Linie des Zugrumpfes:  $t^2 = \frac{2}{b} \cdot x$ .

Beginn der Beschleunigung ( $x_1$ ;  $t_1$ ;  $v_1$ ):

$$v_1 = \frac{dx}{dt} = b \cdot t_1; \quad t_1 = \frac{v_1}{b}; \quad x_1 = \frac{b \cdot t_1^2}{2}.$$

Beginn des Entkuppelns ( $x_2$ ;  $t_2$ ;  $v_2$ ): Schnittpunkt der Parabel

$$x = \frac{b \cdot t^2}{2}$$

und der geradlinigen Bewegungslinie des Loshängers

$$v_1 = \frac{x_1 + n_2 \cdot l_w - x}{t - t_1}$$

oder

$$t = \frac{x_1 + n_2 \cdot l_w - x + v_1 \cdot t_1}{v_1} = \frac{p - x}{v_1},$$

wenn man

$$x_1 + n_2 \cdot l_w + v_1 \cdot t_1 = p$$

setzt.

$$x_2 = \frac{b \cdot t_2^2}{2} = \frac{b}{2 v_1^2} (p - x_2)^2 = \frac{b \cdot p^2}{2 v_1^2} - \frac{b \cdot p}{v_1^2} \cdot x_2 + \frac{b \cdot x_2^2}{2 v_1^2};$$

$$x_2^2 - 2 \left( p + \frac{v_1^2}{b} \right) \cdot x_2 + p^2 = x_2^2 - 2 q x_2 + p^2 = 0$$

$$x_2 = + q - \sqrt{q^2 - p^2}; \quad \text{wo } q = p + \frac{v_1^2}{b} \text{ ist; } t_2 = \frac{p - x_2}{v_1}.$$

Beendigung des Entkuppelns ( $x_3$ ;  $t_3$ ;  $v_3$ ):

$$t_3 = t_2 + t_k; \quad x_3 = \frac{b \cdot t_3^2}{2}; \quad v_3 = \left( \frac{dx}{dt} \right)_3 = b \cdot t_3;$$

$v_3$  ist zugleich die Ablaufgeschwindigkeit des Nachläufers.

Bei der Aufstellung dieser Beziehungen wurde vorausgesetzt, daß der Geschwindigkeitswechsel unmittelbar nach dem Ablauf eines Wagens eintritt. Mit einer Reaktionszeit, wie sie sich z. B. auf den Flachbahnhöfen durch die schwierigere Verständigung von Rangierleiter und Lokomotivmannschaft ergibt, wurde also nicht gerechnet. Bei der Seilanlage regelt der Rangierleiter von seinem Bedienstetenstand aus, wo er den Ablaufkopf genau übersehen kann, die Geschwindigkeit selbst.

Zur Auswertung obiger Formeln ist noch die Beschleunigung  $b$  festzulegen. Sie richtet sich nach dem Gefälle  $s_z$ , auf dem der Zug steht und nach der Druckkraft  $D$ , die der Seilwagen auf den Zug ausüben kann, also auch nach der Zugfestigkeit des Unterseiles. Es ist  $b = \frac{g' (s_z - w_z)}{1200} + \frac{D \cdot g'}{G_z}$ .

Mit  $g' = 9,3 \text{ m/sec}^2$ ,  $s_z = 6 \text{ ‰}$ ,  $w_z = 3 \text{ kg/t}$ ,  $G_z = 1200 \text{ t}$  und  $D = 3 \text{ t}$  wird z. B.  $b = \frac{9,3 \cdot (6 - 3)}{1000} + \frac{3,0 \cdot 9,3}{1200} = 0,05 \text{ m/sec}^2$ .

Bei fortschreitender Zerlegung eines Zuges wird mit abnehmendem Zuggewicht die Beschleunigung größer. So ist sie bei

$G_z = 400 \text{ t}$  schon  $0,1 \text{ m/sec}^2$ . Mit noch stärkerer Beschleunigung wird man aber kaum arbeiten können, da sonst die Geschwindigkeit für den Loshänger zu groß wird.

Um die Beziehungen zwischen Verlegung des Ablaufpunktes und Beschleunigung darzustellen, wurden in Abb. 4  $\Delta l' / v_0$ -Kurven für  $b = 0, 0,05$  und  $0,1 \text{ m/sec}^2$  aufgetragen. Da auch bei veränderlicher Zuführungsgeschwindigkeit die Wagenfolge Einzelwagen vor Einzelwagen am ungünstigsten ist, wurde nur dieser Fall berücksichtigt. Die Kurve für  $b = 0$  ist die gleiche wie die Linie 1/1 in Abb. 2. Für  $b > 0$  waren zwei Kurven zu zeichnen, eine für die Geschwindigkeit  $v_{01}$  vor der Beschleunigung, die Ablaufgeschwindigkeit des Vorläufers, und eine für die höhere Ablaufgeschwindigkeit  $v_{03}$  des Nachläufers. Die zusammengehörigen Werte für  $\Delta l'$ ,  $v_{01}$  und  $v_{03}$  liegen auf einer Waagerechten und sind leicht abzulesen. Es wurden zwei Beispiele eingetragen: Für  $v_{01} = 0,5 \text{ m/sec}$  ergibt sich  $v_{03}$  zu  $0,9 \text{ m/sec}$  und  $\Delta l'$  zu  $3,6 \text{ m}$ ; für  $v_{01} = 1,0 \text{ m/sec}$  ist  $v_{03} = 1,35 \text{ m/sec}$  und  $\Delta l' = 1,05 \text{ m}$ . Die Wagenfolgezeit ist

$$T_0 = \frac{2 (l_w \pm \Delta l')}{v_{01} + v_{03}}.$$

Wenn der Talwärtsverlegung des Ablaufpunktes auch keine Grenzen gesetzt sind, die in den Arbeitsvorgängen am Ablaufkopf oder in dem System der Seilanlage begründet sind, so muß doch — vor allem bei ungünstigen Witterungsverhältnissen — darauf geachtet werden, daß die Gefällhöhe der Ablaufanlage nicht zu gering wird. Besonders dann, wenn sich die ungünstigste Wagenfolge einige Male wiederholt, läßt sich der Ablaufpunkt nur wenig aufwärts verschieben. Es wird deshalb bei den späteren Ermittlungen auch bei der Abwärtsverlegung nur mit diesem Maß gerechnet werden, das die Erhaltung der erforderlichen Ablaufhöhe sicherstellt.

## 2. Zulaufbremse.

Im Gegensatz zum Seilantrieb ist es mit der Zulaufbremse nicht möglich, dem Zug Beschleunigungsenergie zu übertragen. Anlauf- und Zulauframpe werden aber so konstruiert, daß während der Zerlegung eines Zuges jederzeit positive natürliche Bewegungskraft vorhanden ist. Es können deshalb auch mit einer Gleisbremse die Ablaufgeschwindigkeiten der Wagen den Laufwiderständen angepaßt werden.

Betrachtet man zunächst einmal die Wagenfolge 1 G/1 S/G (Abb. 1 c), so ergibt sich folgender Vorgang: Ein Gutläufer hat die Bremse mit der Geschwindigkeit  $v_{01}$  verlassen. Sein Ablaufpunkt liegt um die Länge des halben Achsabstandes unterhalb der Gleisbremse. Der nachfolgende Schlechtläufer soll höher abgelassen werden. Die Bremse ist also zu lösen, wenn dieser den gewählten Punkt erreicht hat, der um  $\Delta l$  höher liegt als der Ablaufpunkt des Gutläufers. Mit dem Öffnen der Bremse beschleunigt sich auch der ganze Zugrumpf auf die Geschwindigkeit  $v_{02}$ , die er erreicht hat, wenn der Schlechtläufer aus dem Wirkungsbereich der Bremse gelangt ist und diese wieder geschlossen werden kann. Ein nunmehr folgender zweiter Gutläufer soll wieder mit niedrigerer Geschwindigkeit ablaufen, damit er von seinem Vorläufer genügenden Abstand hält. Der Zug ist deshalb zu verzögern und muß nach Zurücklegung einer Wagenlänge auf die Ablaufgeschwindigkeit  $v_{01}$  des Gutläufers abgebremst sein, wenn auch hier wieder mit der Wiederholung dieser Wagenfolge gerechnet wird.

Der skizzierte Bewegungsvorgang läßt sich durch eine einfache Gleichung ausdrücken, da der Zuwachs der Bewegungsenergie infolge der Beschleunigung auf dem Wege  $\Delta l$  gleich ihrer Abnahme auf der Verzögerungsstrecke  $l_w$  ist. Die Arbeitsgleichung lautet:

$$G_z \cdot (s_z - w_z) \cdot \Delta l = \Sigma G_a \cdot b \cdot l_a - G_z \cdot (s_z - w_z) \cdot l_w.$$

$G_a \cdot b$  ist die Kraft, welche die Bremse auf eine Achse vom Gewicht  $G_a$  ausübt,  $l_a$  ist der Bremsweg (s. Abb. 1 c unten).

Aus dieser Gleichung erhält man eine Strecke  $\Delta l$ , die angibt, wie weit die hintere Achse einer Ablaufabteilung vor dem Ende der Gleisbremse frei ablaufen darf.

$$\Delta l = \frac{\sum G_a \cdot b \cdot l_a}{G_z \cdot (s_z - w_z)} - l_w.$$

Für die Folge von Einzelwagen ist  $\Delta l$  zugleich die Strecke, um die der Ablaufpunkt verschoben wurde. Die allgemeine Gleichung für das Maß der Veränderung des Ablaufpunktes lautet:

$$\Delta l' = \Delta l - \frac{l_w}{2} (n_2 - n_1).$$

$\Delta l$  entspricht also der Verlegung des Loshängepunktes bei der Seilanlage.

Aus der Gleichung für  $\Delta l$  geht hervor, daß die Veränderung des Ablaufpunktes nicht von der Zulaufgeschwindigkeit abhängt. Es können deshalb hier höhere Geschwindigkeiten in Kauf genommen werden, die z. B. dann auftreten, wenn bei kleiner Zuglänge eine größere Gruppe schlechtlaufender Wagen sehr zeitig freigegeben wurde, so daß sich der Zug stark beschleunigt, bevor er von der Bremse wieder aufgefangen werden kann. Auf die Arbeitsgeschwindigkeit des Loshängers braucht dabei keine Rücksicht genommen zu werden, da dieser dem Zug immer genügend weit entgegengehen kann, wenn er eine Gruppe abzukuppeln hat.

Zur Auswertung dieser Formeln wurde ein Zulaufprofil angenommen, dessen nach der Gleichung dritten Grades geformte 540 m lange Anlauframpe wie auch die 200 m lange Vorrückstrecke eine Neigung von 1:130 haben. Die Zulaufbremse, Bauart Thyssenhütte, sei 20 m lang und liege in einer Übergangsneigung von 15‰. Mittlerer Zugwiderstand  $w_z$  sei 3‰, das Zuggewicht 2,22 t/m. Als gebremste Wagen wurde außer dem Gutläufer von 25 t mit 10 t-Wagen gerechnet, um den ungünstigsten Fall zu berücksichtigen. Der Bremswert  $b$  ist (nach den eingangs angeführten Untersuchungen im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1936, Heft 20, S. 410) für den schweren Wagen 0,311 und für den leichten 0,400. Damit ergibt sich bei einer 20 m langen Zulaufbremse  $\sum G_a \cdot b \cdot l_a = 12,5 \cdot 0,311 \cdot (4,7 + 9,3) + 5 \cdot 0,4 \cdot (9,3 + 9,3) + 5 \cdot 0,4 \cdot (6,0 + 1,4) = 105,5$  mt. Aus Abb. 5 sind die Strecken abzulesen, um die der Ablaufpunkt verlegt werden kann. Sie wachsen mit fortschreitendem Ablauf, da die abzubremsende Zugmasse kleiner wird. Das Maximum von  $\Delta l$  ist gleich der Länge des Nachläufers, daher ist  $\Delta l'_{\max} = l_w \frac{n_1 + n_2}{2}$ .

Bei der Zulaufbremse ist bemerkenswert, daß es eine unbeschränkte Talwärtsverlegung des Ablaufpunktes nicht gibt. Ihr Größtmaß ist gleich dem der Aufwärtsverschiebung, vorausgesetzt, daß der Vorläufer so zeitig wie möglich abließ. Die tiefste Lage des Ablaufpunktes ist dann erreicht, wenn die letzte Achse einer Rangierabteilung die Gleisbremse verläßt. Dieser Nachteil hat seinen Grund in der ortsfesten Lage der Bremse. Er kommt vor allem dann zur Geltung, wenn ein einzelner Gutläufer nach einer Gruppe von Schlechtläufern abrollt. Würden diese auch höher abgelassen, so liegt ihr Ablaufpunkt immer noch unter dem des Gutläufers. Außer der Folge von Einzelwagen ist deshalb auch dieser Fall zu behandeln.

Zur Ermittlung der Wagenfolgezeit  $T_0 = \frac{2(l_w + \Delta l)}{v_{01} + v_{02}}$ , in der ein Gutläufer nach einem Schlechtläufer abläuft, ist die Beziehung zwischen  $v_{01}$  und  $v_{02}$  erforderlich. Sie lautet:

$$v_{02} = \sqrt{v_{01}^2 + 2g' \cdot \Delta l (s_z - w_z)}.$$

## II. Profilgestaltung der Hauptablaufanlage.

Eine Ablauframpe soll vor allem eine schnelle Zerlegung der Züge gestatten. Zu diesem Zweck ist sie am Anfang

möglichst steil auszubilden, während die Weichenzone unterhalb der Gleisbremse in der Horizontalen liegen soll\*). Als Übergangsstrecke zwischen beiden Zonen ist eine Zwischenneigung anzulegen, in der die Bremse angeordnet wird und die so steil sein muß, daß sich festgebremste Wagen wieder genügend stark beschleunigen\*\*).

Weiter ist bei der Bemessung einer Ablaufanlage die Bedingung zu stellen, daß ein Schlechtläufer bei tiefer Temperatur und Gegenwind bis zum Anfang der Richtungsgleise rollt. Dies gelingt um so besser, je geringer die Widerstände und damit auch die Geschwindigkeiten sind. Aus diesem Grunde möchte die Ablauframpe möglichst flach geneigt sein; die Gefällhöhe müßte über die ganze Anlage gleichmäßig verteilt werden\*\*\*).

Um beiden Forderungen gerecht zu werden, ist ein Mittelweg zu beschreiten. Bei dem geringen Längsgefälle, das in vorliegender Abhandlung zugrunde gelegt werden soll, fällt die zweite Bedingung besonders ins Gewicht. Deshalb ist die Abweichung von der Durchschnittsneigung um so schwächer angenommen worden, je kleiner diese selbst ist.

Für die endgültige Gestaltung des Längsprofils muß die Entwicklung des Gleisplans im Ablaufbereich sowie die Lage des Ablaufkopfes bekannt sein. Als Gleisplan der Zuführungszone wurde der Entwurf für zwei Ablaufstränge auf Taf. 30 des Jahrgangs 1936 dieser Zeitschrift gewählt. Die Weichenentwicklung der Verteilungszone, die möglichst gedrängt auszubilden ist, wurde für 30 Richtungsgleise mit einfachen Weichen 1:9 entworfen. Der Gleisplan von Zuführungs- und Ablauframpe ist in Abb. 6 dargestellt.

Die Lage des Ablaufpunktes im Gleisplan ergibt sich mit der Überlegung, ob die Züge unmittelbar aus der Einfahrstellung zerlegt werden sollen, oder ob das Vorrücken nach dem Ablaufkopf in Kauf genommen werden kann. Für die Zulauframpe mit Gleisbremse hat sich die Anlage einer Vorrückstrecke mit besonderer Zulaufbremse sowohl betrieblich als auch wirtschaftlich als zweckmäßig erwiesen†). Bei kleineren Gefällhöhen ist diese Lösung noch viel eher zu wählen.

Auch bei der Seilanlage ergeben kürzere Ablaufzone und steilere Rampe schnelleren Wagenablauf als die lange Flachrampe. Es ist aber zu berücksichtigen, daß der Seilwagen, an dem der zu zerlegende Zug befestigt ist, nicht über die Zuführungsweichen hinweggeführt werden kann. Deshalb könnte der letzte Teil des Zuges auf eine Länge von immerhin  $\sim 150$  m nicht mehr vom Ablaufmeister gesteuert werden. Die Zuführungsbewegung müßte entweder durch Bedienung einer Wagenspindelbremse geregelt werden, oder der Zug könnte durch ein endliches Seil gehalten werden, das vom Seilwagen ausgeht und nach Abkuppeln der Deichsel in Tätigkeit treten müßte. Dieser Wechsel in der Zuführungsweise hat in beiden Fällen eine Herabsetzung der Leistung zur Folge, da die gleichzeitige Anwendung von veränderlichem Ablaufpunkt und veränderlicher Zuführungsgeschwindigkeit nicht mehr möglich ist. Es soll deshalb bei der Seilanlage auch der direkte Ablauf behandelt werden.

Nach den Gleisplänen wurde die kurze Ablaufzone von 250 m Länge gegliedert in eine 50 m lange Anfangsstrecke, eine 100 m lange Zwischenstrecke und eine ebenfalls 100 m lange Endstrecke. Bei der langen Ablaufanlage für unmittelbare Zugzerlegung sind diese drei Abschnitte 142,5 m, 100 m und 100 m lang. Der Ablauf kann hier etwas oberhalb der Zuführungsweichen beginnen.

\*) Frölich, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1926, S. 238.

\*\*) Müller, Gestaltung des Ablaufprofils, Verkehrstechn. Woche 1930, S. 631.

\*\*\*) Bäseler, Grundsätzliches zur Rangiertechnik, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, S. 535.

†) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1936, S. 405 ff.

Als Durchschnittsneigungen der kurzen Ablaufanlage wurden  $13\text{‰}$ ,  $12\text{‰}$  und  $11\text{‰}$  gewählt. In Berücksichtigung der ablaufdynamischen Regeln müssen die drei Profile etwa wie folgt zusammengesetzt sein:

Profil	Durchschnittsneigung ‰	Anfangsstrecke		Zwischenstrecke		Endstrecke	
		Neigung ‰	Länge m	Neigung ‰	Länge m	Neigung ‰	Länge m
1	13	30	50	15	100	2,5	100
2	12	25	50	12,5	100	5	100
3	11	20	50	10	100	7	100

Eine Variante des dritten Profils von der Gliederung  $20\text{‰}$ ,  $12\text{‰}$ ,  $5\text{‰}$  ergab, daß der Schlechtläufer in der flachen Weichenzone stecken bleiben würde.

Die lange Ablaufanlage weist die drei Neigungen  $15,4\text{‰}$ ,  $10\text{‰}$  und  $7\text{‰}$  auf. Es ergibt sich bei diesem Längsprofil dieselbe Höhe, die das erste Profil der kurzen Ablaufzone zusammen mit der Vorrückstrecke hat. Die Umformung der beiden Profile von  $12\text{‰}$  und  $11\text{‰}$  mittleren Ablaufgefälles und mit  $1:130$  geneigter Vorrückstrecke in eine lange Ablauframpe ergab zu ungünstige Verhältnisse.

### III. Der Einfluß von Profilgestaltung und Zuführungsart auf die Leistung der Ablaufanlage.

#### 1. Darstellungsweise der Ablaufvorgänge.

Wie auf S. 412 des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1936 gesagt wurde, ergibt sich ein anschauliches Bild über den Ablauf zweier nacheinander abrollenden Wagen, wenn die Abstände beider Wagen im Verlauf dieser Bewegung aufgetragen werden. Es läßt sich dann gut beurteilen, in welchem Bereich der Ablaufzone der Wagenabstand genügt, um die erforderlichen Bedienungen von Weichen und Gleisbremsen durchführen zu können, ohne daß man für jede Weiche oder Bremse den Nachweis erbringen muß, daß die erforderliche Bedienungszeit zur Verfügung steht. Ganz besonders vorteilhaft ist diese Darstellungsweise, wenn es sich wie in vorliegender Abhandlung darum handelt, eine Reihe von Vergleichen durchzuführen. Während einerseits die Wagentrennungslinien für verschiedene Profile gegenübergestellt werden können, läßt sich andererseits damit zeigen, wie der Wagenablauf auf einer Rampe durch Einführung des veränderlichen Ablaufpunktes oder durch Änderung der Zuführungsgeschwindigkeit beeinflusst werden kann.

Die Wagenabstandslinien (Abb. 7) für die Wagenfolgen S/G und G/S haben bei gleichem Ablaufpunkt und derselben Zuführungsgeschwindigkeit unterhalb des Ablaufpunktes keinen Schnittpunkt. Durch Beschleunigung des Schlechtläufers oder Verzögerung des Gutläufers wird die Linie für S/G nach oben, die für G/S dagegen nach unten gedrückt. Beide Linien schneiden sich dann innerhalb der Verteilungszone. Je größer die Wirkung der Zuführungseinrichtungen am Ablaufkopf ist, um so mehr verschieben sich auch die Abstandslinien gegeneinander. Ihr Schnittpunkt rückt dabei immer weiter vom Ablaufpunkt ab. Vor dem Schnittpunkt ergeben sich die kleineren Wagenabstände für die Folge G/S, im übrigen Bereich für S/G. Die Trennung der Wagen wird daher im Anfang etwas verschlechtert, weshalb auch die Wagenfolge G/S untersucht werden muß, wenn Ablaufpunkte und Zulaufgeschwindigkeiten stark verändert wurden.

Das Aufzeichnen der Trennungslinien ist sehr einfach: Die jeweiligen Entfernungen der Wagenschwerpunkte, für die eine Ablaufbewegung im allgemeinen ermittelt wird, werden aus den Zeit-Weg-Linien abgegriffen und über dem augenblick-

lichen Ort  $l_N$  des Nachläufers aufgetragen. Handelt es sich um den Ablauf von Wagengruppen, so betrachtet man am besten den Mittenabstand von letztem Wagen der Vorläufergruppe und erstem Wagen der Nachläuferabteilung. Dieser ist  $a_w = a_g - l_w \frac{n_1 + n_2 - 2}{2}$ , wenn  $a_g$  der Schwerpunkts-

abstand der beiden Gruppen von der Stärke  $n_1$  und  $n_2$  ist. Man erhält die Linie für  $a_w$ , indem man die Abstände der Zeit-Weg-Linien von einer Waagerechten aus aufträgt, die  $l_w \cdot \frac{n_1 + n_2 - 2}{2}$  unterhalb der  $l_N$ -Achse liegt. Diese Darstellungsweise gestattet es, die Aufeinanderfolge von Ablaufabteilungen beliebiger Zusammensetzung miteinander zu vergleichen.

Soll eine bestimmte Wagenfolge bei einer geforderten Zuführungsgeschwindigkeit möglich sein, so muß die diesbezügliche Trennungslinie zwischen Ablaufkopf und Gleisbremse über die Linie für die Sperrstrecke der Weichen bleiben. In der unteren Verteilungszone wird die Wagentrennung durch Abstandsbremung künstlich erhöht. Der für das Umstellen einer Weiche erforderliche Abstand der Wagenschwerpunkte ist  $a_{w_{\text{erf}}} = a + z + t_w \cdot v_N$ , worin  $a = 4,5$  m den Achsabstand,  $z = 5$  m die Länge einer Weichenzunge,  $t_w$  die Umstellzeit und  $v_N$  die Geschwindigkeit des Nachläufers bedeuten.  $t_w$  ist bei Fernbedienung durch Drahtzugstellwerk sowie bei Kraftstellwerken mit geringer Umstellgeschwindigkeit gleich  $2,5$  Sek. \*) . Damit ergibt sich  $a_{w_{\text{erf}}} = 9,5 + 2,5 \cdot v_N$ , was sich bequem auftragen läßt. Zur Bedienung einer Gleisbremse genügt der Wagenabstand  $(L_w + a)$  m.

Als Maßstab für die Leistungsfähigkeit wurde die ungünstigste Wagenfolge zugrunde gelegt. Da die Hauptablaufanlage trotz ihres flachen Durchschnittsgefälles möglichst schnelles Zerlegen gewährleisten soll, wurde für die einzelnen Zuführungsarten untersucht, ob die ungünstigste Wagenfolge bei  $v_0 = 1,0$  m/sec Zulaufgeschwindigkeit die erforderliche Wagentrennung ergibt. Als Witterung wurde tiefe Temperatur und Windstille angenommen. Es braucht also auch im Winter mit der Zerlegungsgeschwindigkeit eines Zuges nicht unter  $1,0$  m/sec heruntergegangen zu werden. Nur mit der gleichzeitigen Wirkung von Kälte und starkem Gegenwind wurde bei Behandlung der Wagentrennung nicht gerechnet. In diesem Fall würden die Abstandslinien etwas tiefer liegen.

In der Widerstandsformel  $w = w_0 + c \cdot \frac{F}{16 G} \cdot v_r^2$  sind nach „Neuere Methoden“ S. 39 folgende Werte einzusetzen: für einen Gutläufer:  $w_0 = 4,3$  kg/t;  $F = 4,0$  m<sup>2</sup>;  $G = 20$  t; für einen Schlechtläufer:  $w_0 = 8,1$  kg/t;  $F = 7,0$  m<sup>2</sup>;  $G = 9$  t; für drei Schlechtläufer:  $w_0 = 7,2$  kg/t;  $F = 9,4$  m<sup>2</sup>;  $G = 27$  t.

Die Widerstände der Gleis- und Weichenkrümmungen wurden gemittelt und betragen für die ganze Ablaufzone  $1,7$  kg/t, wenn ein Gleisstrang mit stärkeren Krümmungen betrachtet wird.

#### 2. Die Wagentrennungslinien.

In den Abb. 8 bis 11 wurden die Wagentrennungslinien für die vier gewählten Ablaufprofile aufgetragen. Die Linie der Weichensperrzeiten  $a_{w_{\text{erf}}}$  brauchte für jedes Profil nur einmal gezeichnet zu werden, da die Unterschiede der Geschwindigkeiten des Nachläufers bei den verschiedenen Zuführungsarten so gering sind, daß sie auf  $a_{w_{\text{erf}}}$  keinen Einfluß haben. Die Länge der Gleisbremse richtet sich nach der abzubremsenden Geschwindigkeit des Gutläufers. Der Abstand  $(L_b + a)$  muß

\*) Müller, Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen der Bahnanlagen, S. 36.

$\frac{a}{2}$  m vor der Bremse vorhanden sein. Es zeigt sich in jedem Fall, daß  $L_b + a \leq a_{w_{\text{erf}}}$ , so daß als Grenzwert des Wagenabstandes nur die Linie der Sperrzeiten zu beachten ist.

Die Wagentrennungslinien wurden nur für die Folge S/G wiedergegeben. Lediglich in Abb. 9 wurde eine Kurve für G/S eingetragen. Es zeigte sich, daß die Linien dieser Wagenfolge in keinem Falle unterhalb der  $a_{w_{\text{erf}}}$ -Linie beginnen.

Die Bezeichnung der Abstandslinien ist folgende: „0“ bedeutet fester Ablaufpunkt und gleiche Zulaufgeschwindigkeit, also  $\Delta l' = 0$  und  $\Delta v_0 = 0$ . Bei Seilantrieb wird durch Verlegung des Ablaufpunktes die Kurve „a“ erreicht; wird außerdem noch die Zuführungsgeschwindigkeit verändert, so ergibt sich die Linie „b“. Die Wirkung der Regelung mittels Zulaufbremse endlich wird durch die mit „c“ bezeichnete Kurve dargestellt. Als Ausgangspunkt der Kurven wird der mittlere Ablaufpunkt bei  $l_N = 0$  angenommen.

Für die Zulaufbremse war noch die ungünstigste Wagenfolge festzustellen. Zu diesem Zweck wurde für das erste Profil außer der Linie für die Folge von Einzelläufern auch diejenige für die Wagenfolge 3 S/1 G ermittelt, die nach Teil I, 2 deshalb zu untersuchen ist, weil der Ablaufpunkt des Gutläufers höher liegt als der einer Wagengruppe. Es zeigt sich aber, daß dieser Nachteil durch die längere Folgezeit am Ablaufkopf wieder aufgehoben wird. Am ungünstigsten ist es also auch bei der Zulaufbremse, wenn ein Gutläufer auf einen Schlechtläufer folgt.

Um an einem Beispiel zu zeigen, daß die Wirkung der Zulaufbremse bei fortschreitender Zerlegung eines Zuges schnell ansteigt, wurde — ebenfalls in Abb. 8 — die Abstandskurve für ein Zuggewicht von  $G_z = 1000$  t aufgetragen, während bei der Ermittlung der übrigen Kurven  $G_z = 1200$  t eingesetzt wurde.

Betrachtet man die Kurven eines der Profile, so erkennt man, wie ihr Schnittpunkt mit der  $a_{w_{\text{erf}}}$ -Linie durch Ausnützung der Zuführungseinrichtungen nach rechts wandert. Der Bereich, in dem die Umstellung einer Trennungswelle gewährleistet ist, wird also größer. Dabei bedeutet es bei der Seilanlage eine erhebliche Leistungssteigerung, wenn außer dem veränderlichen Ablaufpunkt auch die veränderliche Zulaufgeschwindigkeit angewandt wird. Ganz dicht neben der b-Linie liegt auch diejenige der Zulaufbremse. Beide Systeme sind also in ihrer Wirkung auf die Bergleistung etwa gleichwertig. Wendet man ein, daß die Wirkung der Bremse schnell ansteigt, wenn der Zug leichter wird — bei der Seilanlage ist diese Steigerung, wie gesagt, nicht in der Weise möglich, da die Arbeitsgeschwindigkeit des Loshängers zu berücksichtigen ist — so wird man das Maß, um welches man den Ablaufpunkt talwärts verlegt, beim Seilbetrieb immer dann etwas größer wählen können, wenn auf den tiefer aufgelaufenen Gutläufer eine Gruppe von Wagen folgt, die eine ausreichende Bergwärtsverlegung des Ablaufpunktes ermöglicht.

Aus dem Vergleich der entsprechenden Kurven verschiedener Profile ist die Abhängigkeit der Leistung von der Profilgestaltung ersichtlich. Trotz des geringen Unterschiedes der mittleren Neigungen von je  $1\text{‰}$  ist die Wirkung der Abflachung erheblich. Das erste Profil mit  $s_m = 13\text{‰}$  trennt die Wagen so gut, daß schon bei gleichem Ablaufpunkt und gleichförmiger Zulaufbewegung bis zur Abstandsbremse  $a_w > a_{w_{\text{erf}}}$  bleibt. Die Mitwirkung einer mechanischen Zuführungseinrichtung ist also gar nicht nötig. Aber schon beim

nächsten Profil mit  $s_m = 12\text{‰}$  wird die gestellte Bedingung mittels veränderlichen Ablaufpunktes (a) nur knapp erfüllt; die Kurven für „b“ und „c“ liegen allerdings wesentlich günstiger. Bei noch weiterer Herabminderung des Längsgefälles auf  $s_m = 11\text{‰}$  (Profil 3) wird es bei der gewählten Zulaufgeschwindigkeit durch keine der Methoden erreicht, daß die Abstandslinie bis zur Bremse über der Linie für die Weichenbedienung liegt. Dieses Profil ist also für hohe Bergleistung bereits zu flach, aber schon bei  $v_0 = 0,75$  m/sec genügt allein die Verlegung des Ablaufpunktes, um auch auf dieser Anlage arbeiten zu können.

Schließlich sollte untersucht werden, ob die Züge bei der Seilanlage gleich aus der Einfahrstellung zerlegt werden können, ohne daß dadurch die Bergleistung herabgesetzt würde. Die Ermittlungen für das diesbezügliche Profil 4 zeigen jedoch, daß das nicht möglich ist; man müßte hier etwa mit  $v_{0m} = 0,70$  m/sec zuführen, während bei dem Profil 1, das dieselbe Gesamthöhe besitzt, bereits die Kurve „0“ für  $v_0 = 1,0$  m/sec wesentlich günstiger liegt.

### 3. Ergebnisse.

Nach diesen Ausführungen kann folgendes gesagt werden:

1. Die Hauptablaufanlage eines reinen Gefällbahnhofs, bei dem nur natürliche Beschleunigungskräfte wirksam sind, muß ein Profil erhalten, das in seinen Neigungsgrößen zwischen Profil 2 und 3 liegt. Es kommt etwa die Neigungsfolge  $22\text{‰} - 12\text{‰} - 6\text{‰}$  in Frage. Die Durchschnittsneigung muß ungefähr  $11,6\text{‰}$  betragen. Damit ist auch bekannt, welches mittlere Gefäll der gesamte obere Bahnhofsteil zu erhalten hat.

$$\text{Dieses ist } s_{m0} = \frac{(540 + 200) \cdot 7,7 + 250 \cdot 11,6}{540 + 200 + 250} = 8,7\text{‰}$$

oder 1:115. Die Werte 540 und 200 sind die Längen von Anlauframpe und Vorrückstrecke.

2. Bei der Seilanlage bringt die Anlage einer Vorrückstrecke ebenfalls eine Erhöhung der Bergleistung. Mit Rücksicht darauf, daß ein wesentlicher Teil des Zuges während der Zerlegung nicht vom Ablaufmeister gesteuert werden kann, wird hier eine etwas höhere Durchschnittsneigung erforderlich sein ( $s_m = 11,8\text{‰}$ ).

3. Besonders wissenswert ist vor allem, daß durch Einführung eines Seilantriebes gegenüber der Regelung mit Zulaufbremse keinerlei Verbesserungen bezüglich der Leistungsfähigkeit erzielt werden. Wie Professor Dr. Ammann in seinem Aufsatz über Rangiertechnik\*) nachgewiesen hat, ergeben sich auch sonst keine betriebstechnischen Vorteile des Seilantriebes; wirtschaftlich ist er der Anlage mit Zulaufbremse sogar weit unterlegen.

Die Seilanlage wird also nur dort in Frage kommen, wo künstliche Antriebskräfte unbedingt erforderlich sind. Örtliche Verhältnisse können diese bedingen. Dann läßt sich natürlich die Gesamtneigung des oberen Bahnhofsteils noch weiter herunterdrücken. Mit der Neigung der Einfahrgleise von Chemnitz-Hilbersdorf und einer Ablaufanlage nach Profil 2 ist z. B.

$$s_{m0} = \frac{(540 + 44) \cdot 5,5 + 156 \cdot 7,7 + 250 \cdot 11,8}{990} = 7,5\text{‰}$$

Damit aber dürfte die Grenzneigung dieses Bahnhofsteils erreicht sein.

\*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 211.

## Die Stromlinienlokomotive der Niederländischen Eisenbahnen.

Von Ing. P. Labrijn, Maschinendirektor-Stellvertreter der Niederländischen Eisenbahnen, Utrecht.

Die guten Erfolge, welche nach Zeitschriftenmitteilungen bei einer Reihe von Bahnen mit Stromlinienformgebung der Dampflokomotiven erzielt worden sind, haben vor etwa zwei Jahren den Niederländischen Eisenbahnen Veranlassung gegeben, zu prüfen, inwieweit auch hier durch Bekleidung der vorhandenen Lokomotiven Vorteile erzielt werden könnten.

Durch Anbringung eines Stromlinienmantels an einer dem Bestand entnommenen Lokomotive wird der Vorteil erreicht, daß man diese Lokomotive vergleichen kann mit genau derselben Lokomotive ohne Stromlinienmantel und also genau den Vorteil, welchen die Stromlinienform gibt, feststellen kann. Für den Umbau wurde eine Lokomotive der Reihe 3700 [Abb. 1\*)] in Betracht gezogen.

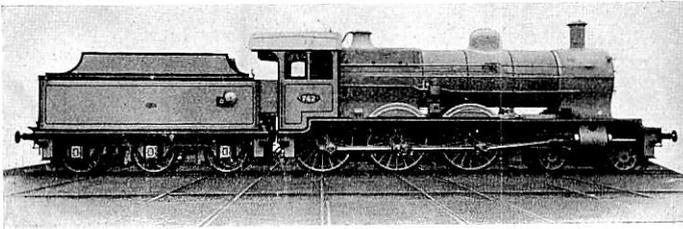


Abb. 1.

Lokomotive Reihe 3700 (früher Reihe 700 der Staatsbahn-Ges.)

Die Hauptabmessungen dieser Lokomotive sind in nachstehender Übersicht angegeben.

Kessel	{	Heizfläche . . . . .	145 m <sup>2</sup>
		Überhitzerfläche . . . . .	41 „
		Rostfläche . . . . .	2,84 „
		Dampfdruck . . . . .	12 kg/cm <sup>2</sup>
Zylinder	{	Zahl . . . . .	4
		Durchmesser . . . . .	400 mm
		Hub . . . . .	660 „
Treibraddurchmesser . . . . .		1850 „	
Radbelastungen betriebsfähig	{	Vorderes Drehgestell . . . . .	24 t
		Kuppelachsen . . . . .	48 „
		Tender . . . . .	45 „

Um den voraussichtlichen Vorteil der Stromlinienform zu bestimmen, wurden zuerst Versuche im Windtunnel des Reichsstudiendienstes für die Luftfahrt in Amsterdam angestellt. Zu Versuchen an den Eisenbahnfahrzeugen selbst wurde aus dem Grunde nicht sofort übergegangen, weil Änderungen, die im Laufe der Versuche erwünscht erscheinen, viel einfacher an Modellen als an wirklichen Fahrzeugen ausgeführt werden können.

Für die Versuche im Windtunnel wurden im Maßstab 1:20 Holzmodelle angefertigt, die Lokomotive mit einem vierachsigen D-Zugwagen, und zwar die Lokomotive in normalem Zustand und bekleidet mit einem Stromlinienmantel. Um den Einfluß des Bodens auszuschalten, wurde die Spiegelbildmethode angewandt, d. h. es wurde immer ein doppelter Satz Modelle mit den Rädern zueinander gekehrt aufgehängt mit einem Zwischenraum zwischen den Rädern von der doppelten Schienenhöhe. Weil dieses Doppelmodell symmetrisch ist, kann mit genügender Genauigkeit angenommen werden, daß die Luftströmung auch symmetrisch sein wird und daß also in der gedachten Bodenebene nur Geschwindigkeiten parallel zu dieser Ebene auftreten können. Zwar wird in Wirklichkeit die relative Geschwindigkeit zwischen Luft und Lokomotive bei wirklichem Wind mit der Höhe über dem Boden zunehmen, es ist aber nicht zu erwarten, daß dieser Umstand eine große Rolle spielen wird.

\*) Beschrieben im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1911, S. 426.

Bei den Versuchen im Windtunnel wurde der Luftwiderstand der aufgehängten Modelle bestimmt und der Einfluß von Änderungen der Modelle untersucht. Bei diesen Widerstandsmessungen war das Modell parallel zur Windrichtung aufgehängt. Der Widerstand der Lokomotive und des Wagens wurde getrennt gemessen. Alle Messungen wurden vorgenommen bei zwei, einzelne bei fünf Luftgeschwindigkeiten. Außerdem wurden bei einzelnen Modellformen Messungen ausgeführt, bei denen das Modell nicht in der Windrichtung aufgestellt war, sondern mit ihr einen Winkel von 10° oder 20° bildete. Dabei wurden sowohl der Widerstand in Längsrichtung wie die auf die Lokomotive ausgeübte Querkraft gemessen. Obwohl der Wagen auch bei diesen Versuchen hinter der Lokomotive aufgehängt war, wurden die hierauf wirkenden Kräfte nicht gemessen. Bei schiefer Lage des Modells ist der gemessene Längswiderstand nicht allein maßgebend. Es tritt noch eine Querkraft auf, die zwar keine Leistungsvermehrung herbeiführt, aber die Räder gegen die eine Schiene drückt und dadurch einen Reibungswiderstand verursacht. Es wurde festgestellt, daß die Querkraft bei einer relativen Windrichtung\*) von 10° bis 20° bei der Stromlinienlokomotive ungefähr 10% größer sind als bei der unbeeideten Lokomotive. Bei diesem geringen Unterschied wird angenommen werden können, daß die Vergrößerung der Schienenreibung keine große Rolle spielt, um so weniger, als die Wagen und deren Schienenreibung ungeändert geblieben sind.

Außer obengenannten Kraftmessungen wurden Versuche angestellt, inwieweit die Aussicht des Lokomotivführers von den aus dem Schornstein entweichenden Rauchgasen und Dampf nachteilig beeinflusst wurde. Dazu wurde aus dem Schornstein Titantrichlorid geblasen, welches Gas durch Heranziehen von Wasserdampf aus der Atmosphäre einen weißen Dampf bildet. Die Strömung dieses Dampfes wurde beurteilt, nicht aber zahlenmäßig bestimmt.

Die Modelle waren nicht in allen Einzelheiten der Wirklichkeit getreu nachgebildet. Insbesondere war dies nicht der Fall bei der normalen Lokomotive, bei welcher die Stangen und kleineren Kesselarmaturen und sonstige Unebenheiten in der Oberfläche fehlten. Auch waren die Räder als Vollscheiben ohne Speichen gebildet. Dadurch wurde das Modell der Lokomotive ohne Mantel hinsichtlich des Widerstandes ungünstiger wie das Modell der Stromlinienlokomotive. In den Abb. 2 und 3 sind die Modelle wiedergegeben.

Es stellte sich heraus, daß mit genügender Genauigkeit angenommen werden kann, daß der Luftwiderstand proportional mit dem Quadrat der Luftgeschwindigkeit sich ändert, die Leistung dieses Widerstandes also mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit zu- oder abnimmt.

Die Versuche zeigten, daß Änderungen in der Form der Lokomotive oder des Wagens einander gegenseitig beeinflussen, und zwar ändert sich der Widerstand bisweilen in derselben Richtung, manchmal auch in entgegengesetzter Richtung.

Wie gesagt wurden die Versuche ausgeführt mit einer Lokomotive und einem Wagen. Nach obigen Feststellungen ist es nun fraglich, welcher Wert den Ergebnissen zuerkannt werden kann für den wirklichen Fall, wo der Zug aus mehreren Fahrzeugen besteht. Es erscheint zulässig, die Ergebnisse der Modellversuche (Lokomotive mit einem Wagen) auch für die Wirklichkeit (Lokomotive mit mehreren Wagen) praktisch mit genügender Genauigkeit als gültig anzusehen, wenn man von der Annahme ausgeht, daß der Einfluß einer Änderung an

\*) Die relative Windrichtung wird bestimmt durch den Winkel zwischen die Resultierende der Zug- und Windgeschwindigkeit mit der Fahrriehtung des Zuges.

einem Fahrzeug des Zuges sich nicht weiter erstreckt als auf das nächstvorhergehende oder nächstfolgende Fahrzeug.

Um einen etwas tieferen Einblick auf den Luftwiderstand, der bei fahrenden Eisenbahnzügen auftritt, zu bekommen, wurden auch Formen der Lokomotive und des Wagens untersucht, die heute noch nicht für die Wirklichkeit angewandt werden können, jedenfalls nicht bei den bereits vorhandenen Fahrzeugen.

Die Ergebnisse der Windtunnelversuche umgerechnet auf natürliche Größe bei 100 km/h Geschwindigkeit ohne Windgeschwindigkeit sind in nachstehender Übersicht angegeben.

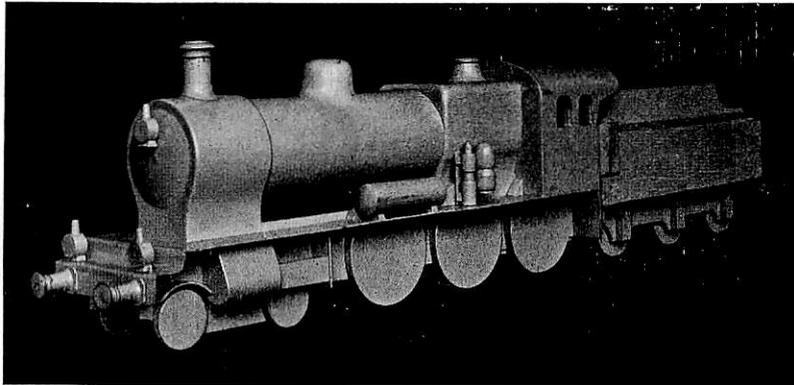


Abb. 2. Modell 1:20 der Lokomotive ohne Stromlinienverkleidung.

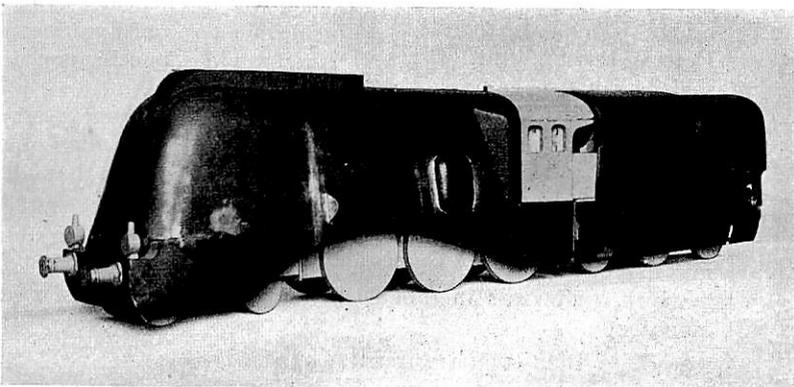


Abb. 3. Modell 1:20 der Stromlinienlokomotive.

	Leistungsbedarf zur Überwindung des Luftwiderstandes in PS		
	Lokomotive und Tender	Wagen	Lokomotive, Tender und Wagen
Unbekleidete Lokomotive.	151	61	212
Stromlinienlokomotive . . .	72	54	126
Unterschied . .	79	7	86

Die Wirkungen von Änderungen am Stromlinienmantel sind folgende:

- a) Bei paralleler Aufhängung, also ohne Seitenwind.
  1. Das Ausschneiden der Bekleidung neben den gekuppelten Rädern (vergl. Abb. 3) erfordert eine Mehrleistung von 7 PS.
  2. Die Anbringung der Windleitbleche am Kessel, wobei gleichzeitig der Schornstein glatt mit der Bekleidung abgeschnitten wurde, hat eine Ersparnis von 4 PS ergeben.
  3. Die Anbringung eines stromlinienförmig verlaufenden Ansatzes an der hinteren Stirnfläche des Wagens hat eine Ersparnis von 22 PS ergeben.

4. Die Verkleidung — so weit möglich — des Raumes zwischen Tender und Wagen hat eine Ersparnis von 7 PS gebracht.

5. Durch Anbringung von Schürzen an dem Wagen zwischen den Drehgestellen durch Verlängerung der Seitenwände nach unten und Verkleidung des Raumes zwischen den Schürzen wurde der Widerstand des Wagens vergrößert, der Widerstand der Lokomotive aber verringert, so daß schließlich ein Gewinn von 2 PS erhalten wird. Für einen Zug aus mehreren Wagen sollen aber hieraus keine Folgerungen gezogen werden.

b) Bei schräger Aufhängung, also mit Seitenwind.

1. Bei Seitenwind nehmen Längswiderstand und Querkraft zu, und zwar mehr bei größeren Anfallwinkeln.

2. Die Querkraft ist für die Stromlinienlokomotive etwas größer als für die ursprüngliche Lokomotive.

Zu erwähnen ist noch, daß die Öllaternen auf dem vorderen Pufferträger einen allerdings nur kleinen günstigen Einfluß auf den Widerstand haben. Diese Laternen füllen den Raum zwischen den rechteckigen Pufferträgern und der abgerundeten Bekleidung einigermaßen aus.

Nach den im Windtunnel gewonnenen Erfahrungen wurde nun zum Bau der Stromlinienbekleidung von Lokomotive und Tender übergegangen.

Über die Ausführung des Stromlinienmantels sei folgendes mitgeteilt.

Der Teil oberhalb des Fußbleches besteht aus Querspannten (Winkeleisen  $50 \times 50 \times 5$ ), welche durch Längsstreben verbunden sind, und Bekleidungsblechen von 2 mm Stärke. Diese Bekleidungsbleche sind an den Spannten und den Längsstreben genietet. Das Kopfende der Bekleidung ist zusammengestellt aus einer großen Zahl kleinerer miteinander verschweißter Blechstücke. Vor der Rauchkammertür ist in der Bekleidung eine große Doppeltür angebracht, um die Rauchkammer zugänglich zu machen. Diese Tür ist auch nötig zum Schmieren und zur Kontrolle der vor den Zylindern angeordneten Umkehrhebel der Steuerung, durch welche die Bewegung der Schieber der Außenzylinder von der der Innenzylinder abgeleitet wird. Seitlich sind im Bekleidungsblech einige Türen und Klappen angebracht für Schmierung des Innetriebwerkes und zum Kesselwaschen. Der obere Teil des Bekleidungs mantels (oberhalb des Trittblechtes) kann in einem Stück abgehoben werden. Der untere Teil ist neben den gekuppelten Rädern weggelassen, um die Achsbüchsen, äußeren Stangen, Stopfbüchsen usw. zugänglich zu machen.

Die Bekleidung paßt sich dem Querschnitt des Führerhauses an, welches ungeändert geblieben ist.

Die obere Tenderbekleidung besteht aus zwei Teilen. Der vordere Teil kann mittels einer Handkurbel am Führerstand und einer Zahnradübersetzung nach hinten geschoben werden über den hinteren festen Teil. In zurückgeschobenem Zustand ist die vordere Hälfte des Tenders offen zum Kohlenladen und Wassereinnehmen. Der hintere Teil des Kohlenraumes wird nicht mehr benutzt. Der dadurch verloren gegangene Kohlenraum ist zurückgewonnen durch Erhöhung des vorderen Teiles. Auch sind die hinteren seitlichen Wasserfüllöffnungen dem Stromlinienmantel geopfert worden.

Der hintere Teil der Tenderbekleidung ist weitmöglichst nach hinten verlängert, damit der Zwischenraum zwischen Tender und Wagen so klein wie möglich gehalten werden konnte.

Die Gewichtsvermehrung der Lokomotive hat etwa 2 t, die des Tenders etwa 1,2 t betragen.

Die Abb. 4 und 5 veranschaulichen die Lokomotive mit geöffneten Türen und Klappen.

Mit dieser Stromlinienlokomotive sind Versuchsfahrten gemacht worden mit und ohne Stromlinienmantel. Auf der Meßstrecke zwischen Tilburg und Vlissingen wurden mehrere Fahrten hin und zurück gemacht, wobei immer mit derselben Füllung (20%) und derselben Geschwindigkeit (100 km/h) gefahren wurde bei maximalem Dampfdruck (12 at) im Kessel.

Die Versuchszüge bestanden aus Versuchslokomotive, Meßwagen und Widerstandswagen\*). Bei diesen Fahrten wurde die Zugkraft am Tenderzughaken gemessen.

So war es möglich, auf indirekte Weise mit dem Meßwagen den Unterschied des Lokomotivwiderstandes mit und ohne Stromlinienmantel zu bestimmen. Die Indikatorleistung war bei allen Probefahrten die gleiche, so daß der Unterschied in der Tenderzughakenkraft den Unterschied des Lokomotiv-eigenwiderstandes darstellt.

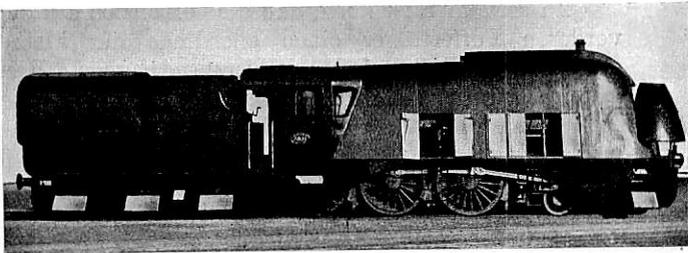


Abb. 4. Stromlinienlokomotive mit geöffneten Türen und Klappen.

Die Ergebnisse dieser Probefahrten sind in nachstehender Übersicht wiedergegeben.

Lokomotive	Zugkraft am Tenderzughaken bei 100 km/h, 20 % Zylinderfüllung, 12 at Kesselspannung		
	Max.	Min.	Mittelwert
Mit Stromlinienmantel .	2000 kg	1850 kg	1940 kg
Ohne Stromlinienmantel	1660 „	1580 „	1650 „
Unterschied . .			325 kg

Die Stromlinienlokomotive erspart also bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h eine Leistung von

$$325 \times \frac{100000}{3600 \times 75} = 120 \text{ PS.}$$

Diese Ersparnis hängt praktisch nicht ab von der von der Lokomotive abgegebenen Leistung, ist also nicht in einem Prozentsatz anzugeben.

Die Meßstrecke hat eine Länge von 54 km; diese wurde mehrmals in beiden Richtungen mit jeder Lokomotive durchfahren, um Witterungseinflüsse so viel als möglich auszuschalten.

Die Windtunnelversuche hatten eine Ersparnis von 86 PS errechnen lassen. Der Unterschied muß wohl hauptsächlich der Unvollkommenheit des Modells der Lokomotive ohne Mantel zugeschrieben werden. Außerdem hatte das Modell der Stromlinienlokomotive zwei Ansätze für Vorwärmer und Speisepumpe und einen Absatz in der Bekleidung vor dem Vorwärmer um sich dem Trittbloch anzupassen. Diese Unvollkommenheiten kommen bei der wirklichen Stromlinienlokomotive nicht vor, weil diese nicht mit Vorwärmer und Speise-

\*) Als Widerstandswagen wird eine ausrangierte 2 B 1-Schnellzugs-Lokomotive verwendet, wobei die Zylinder als Luftkompressoren wirken und die angesaugte Luft in einen Behälter pressen, in welchem der Druck regelbar ist.

pumpe sondern mit Abdampfstrahlpumpe ausgerüstet ist und das Trittbloch geändert worden ist, so daß es überall dieselbe Breite bekommen hat.

Die Frage ist nun, welche wirklichen Ersparnisse im Zugdienst erreicht werden.

Bei der Beurteilung dieser Frage darf nicht außer Betracht gelassen werden, daß heute die Höchstgeschwindigkeit auf den Niederländischen Eisenbahnen noch 100 km/h ist, daß die Stationen, in denen die Schnellzüge halten, im allgemeinen nicht in sehr großen Entfernungen voneinander liegen und daß es bei den Verhältnissen im Lokomotivdienst nicht möglich ist, bestimmte Lokomotiven ausschließlich Schnellzüge befördern zu lassen.

Zur Beurteilung des Kohlenverbrauchs gilt nachstehende Vorschrift.

Für jeden Zug wird je Kilometer eine gewisse Menge Kohle zugestanden, abhängig von der Type der Lokomotive und der Zahl der Wagenachsen des zu befördernden Zuges. Außerdem sind gewisse Kohlenmengen zugewiesen für Anheizen der kalten Lokomotive, Feuerhalten der Lokomotive, Reservendienst und Verschiebedienst.

Monatlich werden für jede Lokomotive die zugewiesene und die verbrauchte Menge Kohlen bestimmt. Wenn die Lokomotive weniger verbraucht hat als zugewiesen, so hat die Lokomotive Kohlenprämie verdient.

Die Stromlinienlokomotive ist nun verglichen worden mit den in demselben Dienstplan verwendeten anderen Lokomotiven, und zwar in drei Dienstplänen, jede während zwei Monaten.

Diese Dienstpläne waren:

1. der sogenannte Dampfdeseldienst\*);
2. der A-Dienst in Utrecht;
3. der A-Dienst in Rotterdam-Feyenoord.

Für die Lokomotiven im Dampfdeseldienst wird ein besonderer Zuschlag zu der zugewiesenen Menge Kohle gegeben für das rasche Anfahren und die größere Geschwindigkeit dieser Züge.

Die Kohlenersparnisse der Stromlinienlokomotive wurden nun wie folgt bestimmt.

Es sei

- A<sub>0</sub> die von der Stromlinienlokomotive verbrauchte Kohlenmenge,
- B<sub>0</sub> die an diese Lokomotiven zugewiesene Kohlenmenge,
- C<sub>0</sub> die Kohlenersparnis der Stromlinienlokomotive,
- D die von den Vergleichslokomotiven verbrauchte mittlere Kohlenmenge,
- E die an diese Lokomotiven zugewiesene mittlere Kohlenmenge,
- F die Kohlenersparnis der Vergleichslokomotiven,

\*) Unter Dampfdeseldienst wird verstanden der Dienst, welcher von Dampflokomotiven gefahren wird an Stelle von Dieselmotorzügen und in demselben Fahrplan als diese. Die Dampfdeselzüge waren als Regel zusammengestellt aus sieben vierachsigen Wagen mit einem Gewicht von etwa 250 t.

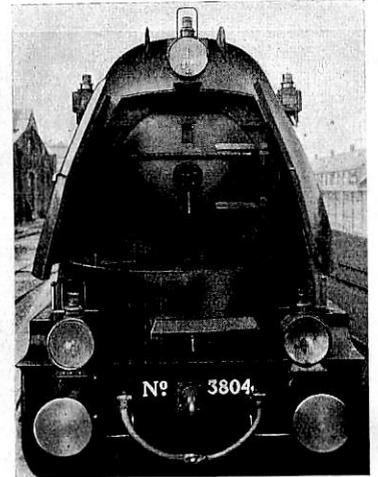


Abb. 5. Stirnansicht der Stromlinienlokomotive mit geöffneten Türen vor der Rauchkammer.

- A die Kohlenmenge, welche von der Stromlinienlokomotive verbraucht worden wäre, wenn ihr nicht die Menge  $B_0$  sondern die Menge E zugewiesen worden wäre,  
 C die Kohlenersparnis, welche die Stromlinienlokomotive erzielt hätte, wenn nicht die Menge  $B_0$  sondern die Menge E zugewiesen worden wäre.

Alle diese Kohlenmengen sind gerechnet in Kilogramm als Mittelwert pro Kilometer während desselben Monats.

$$\text{Nun ist } C_0 = B_0 - A_0$$

$$A = \frac{E}{B_0} A_0$$

$$F = E - D$$

$$C = E - A = E - \frac{E}{B_0} A_0$$

Diese Rechnungsweise ist zwar nicht ganz genau, wird aber für den vorliegenden Fall genügen, weil die Werte, aus welchen die Mittelwerte bestimmt sind, nicht weit auseinandergehen. Sie ist der Einfachheit wegen angewandt worden.

In nachfolgender Übersicht sind die Kohlenersparnisse für dreimal zwei Monate errechnet.

Dienstplan	Monat	Nicht-Stromlinienlokomotive			Stromlinienlokomotive					Ersparnis		
		D	E	F	$A_0$	$B_0$	$C_0$	A	B	C	C-F	in % zu E
1	I	17,6	13,1	4,5	16,9	11,1	5,8	17,6	11,7	5,9	1,4	11
	II	16,9	13,7	3,2	16,1	10,6	5,5	16,9	11,1	5,8	2,6	19
2	III	15,8	11,6	4,2	15,8	12,2	3,6	15,8	12,2	3,6	-0,6	-5
	IV	16,8	11,7	5,1	16,8	11,6	5,2	16,8	11,6	5,2	0,1	1
3	V	15,7	11,8	3,9	16,0	11,3	4,7	15,7	11,1	4,6	0,7	6
	VI	14,9	11,9	3,0	14,5	9,9	4,6	14,9	10,2	4,7	1,7	14

Wie schon gesagt, war es nicht möglich, die Stromlinienlokomotive nur im Schnellzugdienst zu verwenden.

In nachstehender Übersicht ist die im Schnellzugdienst (S), Personenzugdienst (P) und Güterzugdienst (G) zurückgelegte Kilometerzahl angegeben.

Dienstplan	Kohlenersparnis	Prozentsatz der zurückgelegten Kilometerzahl		
		S	P	G
1	15%	90%	—	10%
2	-2%	51%	15%	34%
3	10%	54%	19%	27%

Wie hieraus ersichtlich, sind nennenswerte Ersparnisse im gewöhnlichen Zugdienst nur zu erreichen, wenn vorwiegend Schnellzüge befördert werden.

Daß im Dienstplan 2 keine Kohlenersparnis erreicht worden ist, sondern ein kleiner Mehrverbrauch stattgefunden hat, muß wohl dem Umstand zugeschrieben werden, daß die Stromlinienlokomotive, als sie in diesem Dienstplan lief, schon ziemlich viele Kilometer nach der letzten Hauptrevision geleistet hatte, die Vergleichslokomotiven dagegen bedeutend weniger. Außerdem können auch besondere Verhältnisse eine Rolle gespielt haben, wenn man bedenkt, daß die eine Stromlinienlokomotive mit fünf anderen Lokomotiven verglichen wurde, und dann nur während zweier Monate.

Die obengenannten Versuche beziehen sich nur auf eine Stromlinienlokomotive. Die Ergebnisse sind so, daß es begründet erscheint, die Versuche auf mehrere Lokomotiven auszudehnen. Es wurde daher beschlossen, weitere fünf Lokomotiven derselben Reihe mit Stromlinienmantel zu versehen.

## Verschiedenes.

### 75. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure.

Die Tagung fand in der Kriegsmarinestadt Kiel vom 28. Juni bis 2. Juli d. J. statt. Eine große Zahl von Vorträgen war daher Fragen des Schiffbaues gewidmet. Zu den Vorträgen allgemein technischen Interesses gehörte der von Dr. Ing. Ude Berlin: „Werkstoffforschung als Grundlage der Konstruktion“. Manche Werkstofffragen sind immer noch nicht gelöst, so daß dem Konstrukteur zuverlässige Berechnungsunterlagen zur vollen Ausnutzung des Werkstoffs fehlen. In vertiefter Forschungsarbeit wurde in den letzten Jahren dahin gestrebt, den Zusammenhang zwischen den auftretenden Beanspruchungen, der Gestalt des Werkstücks und den Festigkeitseigenschaften der Werkstoffe zu klären. Die Erkenntnisse haben bereits gezeigt, daß richtige Gestaltung des Werkstücks die Festigkeit verdoppeln kann und sich die Wahl hochwertigeren Werkstoffs erübrigt. Die Bedeutung der Kerbwirkung ist erkannt. Erfolgreiche Mittel, die Dauerbruchgefahr einzuschränken, konnten gefunden werden. Es fehlen jedoch noch in vielen Fällen ausreichende Untersuchungen über die Größe und Häufigkeit der tatsächlich auftretenden äußeren Kräfte.

In der Fachsitzung Schweißtechnik wies Dr. Ing. Berthold Berlin in seinem Vortrag „Neue Möglichkeiten der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung“ auf die zunehmende Bedeutung fortlaufender Überwachung durch Röntgenprüfung hin. Die Reichs-Röntgenstelle hat hier viel fördernde Arbeit geleistet. Sie wirkte auch auf die Verbesserung und Vereinfachung der Röntgenapparate ein. Eine neue Röntgenröhre wurde als Fingertyp entwickelt, bei der die Ausstrahlung an der Spitze der Röhre erfolgt. Dies ist z. B. bei Rundschweißnähten an Kesseln, bei deren Untersuchung die Röhre in das Kessellinnere eingeführt wird, wegen des großen Strahlungswinkels von Vorteil. Das Röntgenverfahren ist jedoch nicht in jedem Falle geeignet (Nachweis feiner Risse, Unzulänglichkeit der Schweißnähte, Wirtschaftlichkeit

des Verfahrens). Hierfür wurde als wichtigste Ergänzung das Magnet-Pulververfahren eingeführt. Dieses zeigt in einfacher Weise Wurzel- und Bindefehler an dünnwandigen Schweißungen und Bindefehler bzw. Risse an beliebig dicken Schweißungen.

In den Vorträgen von Dr. Ing. Brenner und Dr. Ing. Kleiner wurde über Fortschritte und Aufgaben beim Schweißen von Aluminiumlegierungen berichtet. Heute gibt es Flußmittel, um Aluminiumlegierungen einwandfrei zu schweißen. Auch Silumin läßt sich schweißen. Schwierigkeiten bietet jedoch das Schweißen der Legierungen höherer Festigkeit und der aushärtbaren Legierungen. — Auf die Eignung der Aluminiumlegierungen für die verschiedenen Anforderungen am Werkstück beim Schweißen ging besonders Dr. Ing. Kleiner ein. Die Schweißung findet als Gasschmelzschweißung, elektrische Lichtbogen- und Arcatom-Schweißung Anwendung. Das Anwendungsgebiet der verschiedenen Verfahren hängt von den geforderten Eigenschaften der Schweißverbindung, sowie von den Arbeitsmöglichkeiten beim Schweißen selbst ab. Die Leichtmetallschweißung stellt höhere Anforderungen an den Schweißer als die Schweißung von Eisen.

In der Fachsitzung Kraftwerksbau und -betrieb erörterte Dr. Ing. E. Schulz Berlin den „Werkstoffaufwand in Dampfkraftwerken“. Bei der zu erwartenden Steigerung des Energieverbrauchs infolge Durchführung des Vierjahresplanes werden Neuanlagen erheblichen Ausmaßes erforderlich, die Rückwirkungen auf die heutige Rohstofflage Deutschlands haben werden. Die neue Arbeitsgemeinschaft deutscher Kraft- und Wärmeingenieure (ADK) hat sich als wichtigster Aufgabe der Erfassung des tatsächlichen Werkstoffaufwandes in Kraftwerken zugewandt. Der durchschnittliche Bedarf an den verschiedenen Werkstoffen je kW bzw. kVA oder je t Dampf wurde ermittelt. Dr. Ing. Lent Bochum berichtete über Erfahrungen bei der Er-

weiterung des Kraftwerks Scholven der Hibernia A. G., die Ende Oktober v. J. in Betrieb kam. Die Anlage besteht aus drei Zwangsdurchlaufkesseln System Benson von 70 t Normalleistung, überlastbar auf 100 t/h bei 125 atü und 530° Dampftemperatur. Als Vorschaltturbine wurde eine MAN-Ljungströmturbine von 21 000 kW-Leistung aufgestellt.

Nach dem Bericht von Presser Essen über „Untersuchungen an neueren Feuerungsbauarten“ ist die Wanderrostfeuerung in ihrer Entwicklung als ausgereift zu betrachten. Ihre letzte Vervollkommnung liegt im Wanderzonenrost und Vielzonenwanderrost. Unter den Schürrosten wurden näher auf den neuen mechanischen Steinmüller-Planrost eingegangen, bei dem ein in seinem Querschnitt dreieckiger Räumler, der im Ruhestand vorn auf dem Rost unter der grünen Kohle liegt, in einstellbaren Zeitabständen mittels Gallscher Kette von vorn nach hinten und wieder zurückfährt.

Dr. Ing. Schultz Grunow berichtete über Versuche über die Flammenströmung an dem Modell eines Großkessels mit Mühlenfeuerung. Anlaß gab der unerwünschte Aschensatz in Brennkammern mit Mühlenfeuerung bei Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe. Zu klären war auch, welchen Einfluß verschiedene Sekundär-Luftzuführungen auf die Flammenführung und damit auf die Aschenablagerung haben. Becker Berlin sprach über „Lagerwerkstoffe im Kraftwerk“. Der jetzt vollzogene Übergang auf Bleibasislager sei nur ein erster Schritt. Ihm folge die Anpassung der Ausgußstärken und als weiteres Ziel weitestmögliche Verwendung reiner Heimstoffe. Abschließend behandelte W. Simon Leipzig die „Ölpflege im Kraftwerk“.

Przygode VDI VDE.

## Hundertjahrfeier der Borsig Lokomotivwerke.

Unter den deutschen Lokomotivfabriken, die an der Wiege der Deutschen Eisenbahnen standen, nimmt die Firma Borsig eine der ersten Stellen ein. Nicht ganz zwei Jahre nachdem zwischen Nürnberg und Fürth der erste Dampflokomotivzug Deutschlands lief, am 22. Juli 1837 gründete August Borsig in Tegel bei Berlin eine Fabrik zur Herstellung von Maschinen, die kurz darauf auch den Lokomotivbau aufnahm. Vor wenigen Wochen jährte sich dieser Tag zum 100. Male. Am Anfang der Lieferungen stand eine nach amerikanischem Vorbild gebaute 2 A-Schnellzuglokomotive, am Ende des Jahrhunderts steht die mächtige Stromlinienlokomotive der Reihe 05 der Deutschen Reichsbahn, die bei Probefahrten bekanntlich die Rekordgeschwindigkeit von 200 km/h erreichte. Am Geburtstag selbst, der mit der gesamten Belegschaft in der Fabrik in Hennigsdorf festlich begangen wurde, wurde dem zur Feier persönlich erschienenen Reichsverkehrsminister Dr. Dorpmüller die 100. Lokomotive der Regelbauart 03 übergeben. Auch eine weitere, eine neuartige Form der Lokomotive darstellende Bauart, eine mit Kohlenstaub gefeuerte, den Führerstand am vorderen Ende tragende Lokomotive wird im Jubiläumsjahr das Werk verlassen.

Das Werk in Tegel war durch drei Generationen hindurch im Besitz der Familie Borsig. Der wirtschaftliche Niedergang am Ende der 20er Jahre führte im Jahre 1930 zu einer Vereinigung des Lokomotivbaues mit den Lokomotivabteilungen der AEG., die zuerst in Tegel und ab 1935 in den ehemaligen Lokomotivwerkstätten der AEG. in Hennigsdorf die Tradition des Borsig-schen Lokomotivbaues fortführt.

Zur Feier des Tages haben die Borsigwerke eine Denkschrift „100 Jahre Borsig-Lokomotiven“ 1837 bis 1937 herausgegeben.

## Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

### Preisverteilung

Der Preisausschuß des Vereins hat von den auf das Preisausschreiben vom Juli 1934 eingegangenen Bewerbungen folgende mit einem Preise bedacht:

- |   |         |  |           |
|---|---------|--|-----------|
| 1. Die Messung der gegenseitigen Höhenlage der Fahrschienen in Oberbaumeßwagen:<br>Reichsbahnrat Herrmann, Berlin . . . . .   | 1500 RM | 9. Entwurf des ersten Schnelltriebwagens der Deutschen Reichsbahn (Fliegender Hamburger):<br>Reichsbahndirektor a. D. Dr. Ing. e. h. Fuchs, Berlin<br>Direktor bei der Reichsbahn Breuer, Berlin<br>Reichsbahnoberrat Dähnle, Berlin | } 1500 RM |
| 2. Klammerspitzenverschluß für Weichen:<br>Oberingenieur Gansler, Mannheim . . . . .  | 2000 „  | 10. Raschlaufender Dieselmotor für Eisenbahnfahrzeuge:<br>Diplom-Ingenieur Jendrassik, Budapest  |           |
| 3. Einrichtung zur Veränderung der Übersetzung von Wagenbremsgestängen:<br>Sektionschef Ing. Rihosek, Wien }<br>Ministerialrat Ing. Engels, Wien }                                    | 1500 „  | 11. Neue Bauform mechanischer Verschlußregister für Mehrreihen-Kraftstellwerke und neues Verfahren zur Prüfung ihrer Verschlüsse:<br>Bouman, Utrecht . . . . .   | 1500 „    |
| 4. Gestaltung von Motorkleinlokomotiven:<br>Maschinendirektor-Stellvertreter Labrijn, Utrecht . . . . .   | 2000 „  | 12. Geräte für Messungen am Laufwerk der Fahrzeuge:<br>Ingenieur Bereznai, Budapest . . . . .  | 1500 „    |
| 5. Drehgestell für Triebwagen:<br>Oberingenieur Jób, Budapest . . . . .   | 1500 „  | 13. Statistik und Eisenbahn:<br>Reichsbahndirektionspräsident<br>Dr. Steuernagel, Frankfurt (Main) . . . . .   | 1500 „    |
| 6. Vervollkommnung der Dampflokomotive für hohe Geschwindigkeiten:<br>Direktor bei der Reichsbahn Dr. Ing. e. h. Wagner, Berlin . . . . .   | 1500 „  | 14. Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft:<br>Professor Dr. Ing. Pirath, Stuttgart . . . . .   | 3000 „    |
| 7. Vollautomatisches Führerbremsventil:<br>Dr. Ing. Hildebrand, Berlin }<br>Dr. Möller, Berlin }  | 2000 „  | 15. Neuere Methoden für die Betriebsuntersuchungen der Bahnanlagen:<br>Professor Dr. Ing. Wilhelm Müller, Berlin   | 1500 „    |
| 8. Konstruktive Durchbildung der Straßenfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn für die Beförderung von Eisenbahnwagen und Schwerlasten:<br>Reichsbahndirektor Culemeyer, Berlin . . . . . | 2000 „  | 16. Über das Aufschumpfen von Radreifen:<br>Oberbaurat Ing. Scheck, Wien . . . . .   | 2000 „    |
|   |         | 17. Die Wärmeübertragung im Lokomotivrauchrohr:<br>Diplom-Ingenieur Carl Theodor Müller, Berlin . . . . .  | 2000 „    |

Berlin, im August 1937.

Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

*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.