

### Beitrag zur Frage der selbsttätigen Hemmschuhbremsen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 5 vom Jahre 1928 haben die Herren Kaempf\*) und Wöhrl\*\*) u. a. über die mechanisierten Hemmschuhbremsen auf den französischen Verschiebehöfen Lille und Bordeaux berichtet und sich dabei warm dafür eingesetzt, derartige Bremsen auch auf deutschen Verschiebehöfen zu versuchen. Es ist vielleicht nicht unwichtig, die Aufgabe, den Hemmschuh fernbedienbar zu machen, einmal vom Standpunkte des Betriebswissenschaftlers zu beleuchten. Die nachstehenden Untersuchungen, die das Ergebnis einer Besichtigungsreise darstellen, werden erkennen lassen, daß die uneingeschränkte Anerkennung der französischen Lösungen nicht geteilt werden kann, so geistreich und technisch bemerkenswert diese Versuche auch sind. Vielleicht geben aber diese Zeilen Anregungen, nach welcher Richtung hin die ganze Frage weiter entwickelt werden muß.

In Ergänzung der Ausführungen von Kaempf und Wöhrl a. a. O. soll nachstehend zunächst für jede Bremse eine kurze Beschreibung der in betrieblicher Hinsicht wissenswerten baulichen Anordnung und der Bedienung und sodann eine Beurteilung vom betrieblichen Standpunkte gegeben werden, soweit sie auf Grund der örtlichen Besichtigung und theoretischer Überlegungen möglich ist.

#### A. Bauliche Anordnung und Bedienung der mechanisierten Bremsen.

##### 1. Nordbahnbremse (Erfinder Deloison und Deyon) (Abb. 1).

Das Bestreben der Erfinder ging dahin, den Bremsvorgang so, wie er sich in einer handbedienten Hemmschuhbremse (Büssingsche Gleisbremse) abspielt, möglichst ohne irgendwelche Abänderungen zu mechanisieren. Zu diesem Zwecke behielten sie den Hemmschuh in seiner gewöhnlichen Form im wesentlichen bei. Sie setzten ihn auf eine Stahlplatte, an deren Unterseite ein Gleitstück angenietet ist, das in einer an der Außenseite der Schiene angebrachten Rille geführt ist (Abb. 2).

In dieser Führungsrille läuft ein vom Hemmschuh vollkommen unabhängiges zweites Gleitstück (im folgenden mit „Schlitten“ bezeichnet), das in ein unendliches Seil eingeschaltet ist und mittels eines Seilantriebes hin und her bewegt werden kann. Der Schlitten befindet sich immer auf der Talseite, also der der Auswurfstelle zugekehrten Seite des Hemmschuhes. Der Antriebmotor mit der Seilscheibe liegt wie ein Weichenmotor außerhalb des Gleises am Anfang der Bremsstrecke (Abb. 3).

Der 1 PS-Motor kann von einem entfernt liegenden Bremshäuschen (ein hoher Bremssturm für drei Wärter war zur Zeit der Besichtigung gerade im Bau) gesteuert werden. Die Steuerung ist sehr sinnreich durchgebildet, und es ist

\*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 5 vom 1. März 1928, S. 79 „Neuerungen in französischen Güterbahnhöfen mit besonderer Berücksichtigung der Mechanisierung“ von Baurat W. Kaempf, Direktor der Gesellschaft für Oberbauauforschung, Berlin.

\*\*) Desgl. S. 86: „Selbsttätige Hemmschuhbremsen“ von Reichsbahnoberrat Wöhrl, Nürnberg.

ohne weiteres möglich, den Hemmschuh mit Hilfe des Schlittens auf jede beliebige Entfernung von der Auswurfstelle vorzuschieben. Wenn der Hemmschuh die gewünschte Stelle erreicht hat, kehrt der Schlitten selbsttätig in die Ruhelage am Ende der Auswurfstrecke zurück. Dieses selbsttätige Zurückkehren des Schlittens ist von größter Bedeutung, da die Anlage zerstört werden würde, wenn der belastete Hemmschuh mit einem plötzlichen Stoß auf den Schlitten auflaufen würde. Aus diesem Grunde ist auch das Gleis auf die gesamte Länge der Bremse isoliert. Wird der

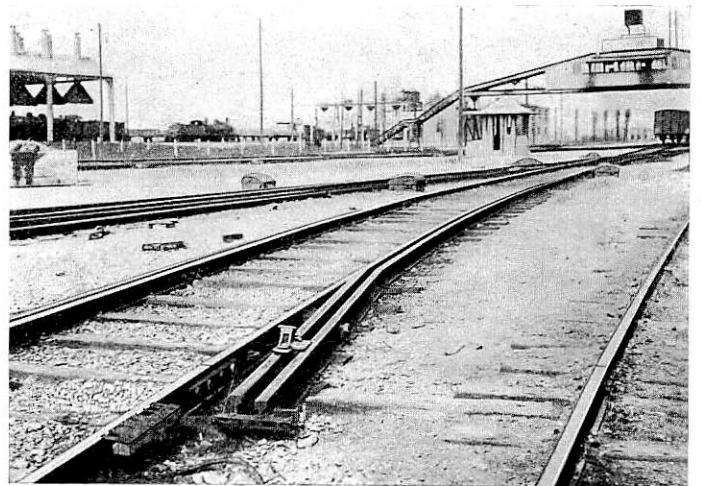


Abb. 1. Nordbahnbremse.

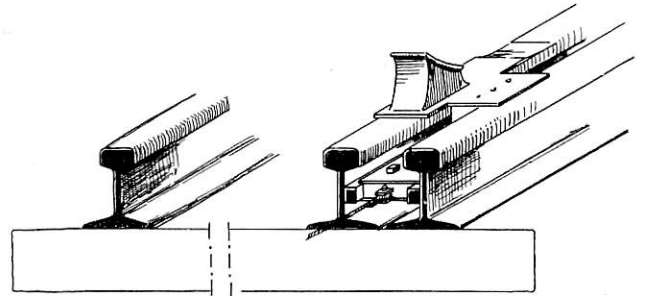


Abb. 2. Nordbahnbremse.

Hemmschuh erst kurz vor Ankunft eines Wagens vorgeschoben, so wird der Motor des Seilantriebes selbsttätig auf Rücklauf umgeschaltet, sobald der Wagen in die isolierte Strecke einfährt, also bevor der Hemmschuh die vorgesehene Anfangsstellung erreicht hat. Hierin liegt die Sicherheit, daß Schlitten und Hemmschuh während des Bremsvorganges nicht miteinander in Berührung kommen.

##### 2. Südbahnbremse (Erfinder Cadis) (Abb. 4).

Der Erfinder der Südbahnbremse ist von wesentlich anderen Grundgedanken ausgegangen. Er wollte vor allem erreichen, daß das Vorschieben des Hemmschuhes völlig unabhängig vom Ablauf wird. Zu diesem Zwecke ist der Hemmschuh auch geführt, und zwar mittels einer Muffe auf einer Stange, aber die Führungsstange ist beweglich und wird von

der Bremsschiene während des Vorschiebens des Hemmschuhes entfernt.

Die Ruhestellung des Hemmschuhes ist die Bereitschaftsstellung am Beginn der Bremsstrecke (Abb. 5).

seite der Bremsschiene ist eine zweite Schiene angeschraubt, an deren Ende ein abweisendes Schienenstück befestigt ist. Der Hemmschuh selbst ist auf eine Platte aufgenietet, die an der unteren Seite einen Anschlag hat, der während der

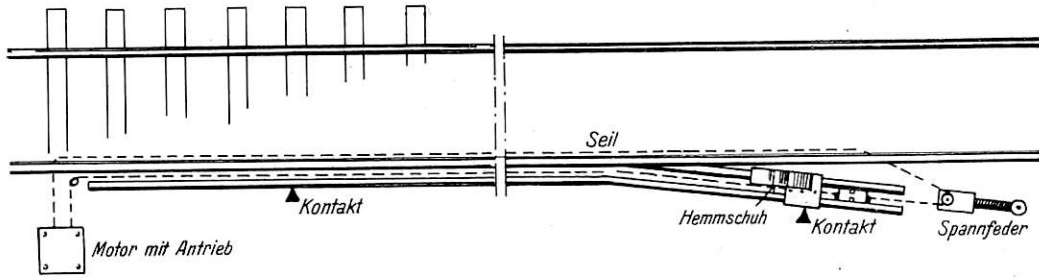


Abb. 3. Nordbahnbremse. Draufsicht.



Abb. 4. Südbahnbremse.

Bremmung an der Außenschiene entlanggleitet und am Ende den Hemmschuh unter dem Rade hervorzieht (Abb. 7). Auf der anderen Seite ist an die Platte eine gußeiserne Hülse angeschraubt, die eine Welle umschließt, auf der eine Reihe loser Spiralfedern sitzen (Abb. 8). Mit der Welle ist an beiden Enden eine Gleitstange verbunden, die in der Hauptsache zum Tragen der Konstruktion bestimmt ist, wenn der Hemmschuh nicht aufliegt.

Beim Bremsvorgang werden die Federn mitgenommen und am Ende der Bremsstrecke zusammengedrückt (Abb. 9). Sie haben ihre größte Spannung, wenn der Hemmschuh unter dem Rade herausgezogen wird. In diesem Augenblicke gehen Welle und Gleitstange in Grundstellung, die Federn entspannen sich und schleudern den Hemmschuh in die Ausgangsstellung zurück. In dieser Stellung bleibt der Hemmschuh, bis Welle und Führungsstange durch den im Gleise liegenden Antrieb wieder an die Bremsschiene herangerückt werden und der Hemmschuh damit wieder aufgelegt wird.

Der Bremswärter befindet sich in einem etwa 8 bis 10 m

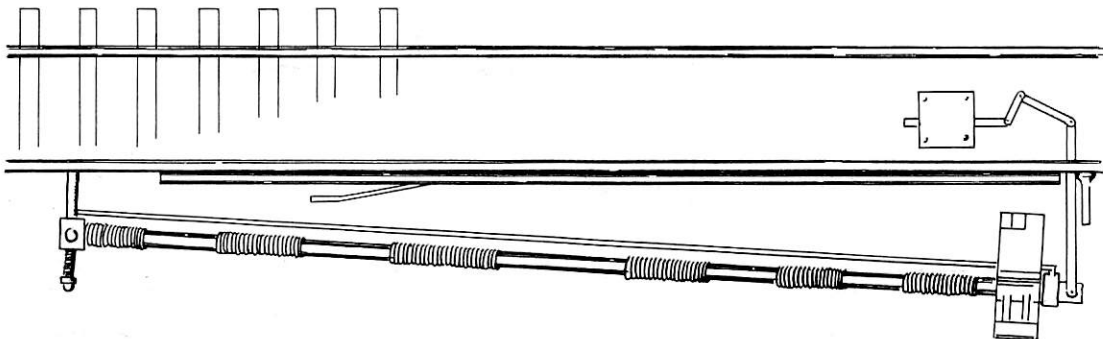


Abb. 5. Südbahnbremse. Hemmschuh in Bereitschaftsstellung.

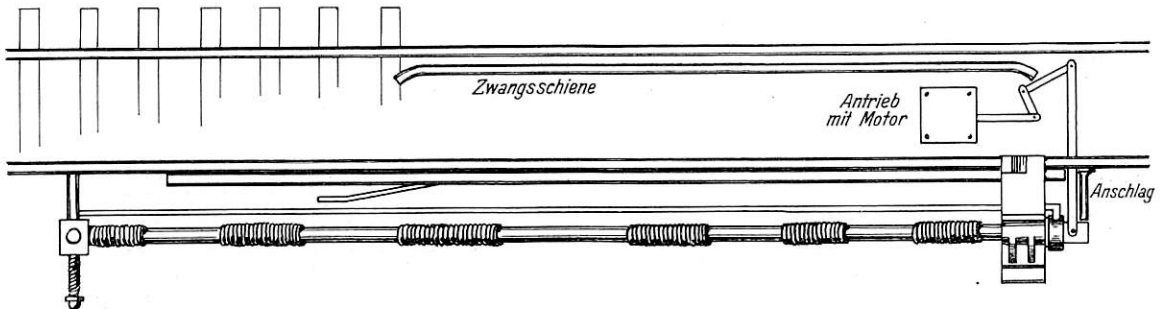





Abb. 6. Südbahnbremse. Draufsicht. Hemmschuh ausgelegt.

Soll der Hemmschuh aufgelegt werden, so muß die Führungsstange mittels eines Antriebs an die Bremsschiene herangeführt werden (Abb. 6).

Die Bremsschiene läuft durch, hat also kein Herzstück wie die gewöhnliche Hemmschuhgleisbremse. An der Außen-

über dem Erdboden liegenden Bedienungsraume (Abb. 10). Er hat vor sich auf einem Tisch einen schematisch dargestellten Gleisplan, in dem die Bremsen durch rechteckige Handknebel angegeben sind (Abb. 11). Die Knebel geben die jeweilige Stellung des Hemmschuhes an. Gleichzeitig

werden mit ihnen die Schaltungen ausgeführt. Es gibt drei Lagen der Knebel.

1. Lage  bedeutet: Der Hemmschuh ist in Bereitschaftsstellung. Der Motor steht. Wird der Knebel in die
2. Lage  gebracht, so wird der Hemmschuh aufgelegt (Bremsstellung). Wird der Knebel in die
3. Lage  gebracht, so wird der Hemmschuh wieder in die Bereitschaftsstellung zurückgeführt.

Die Bedienung des Apparates ist sehr einfach. Der Wärter hat nur den Knebel aus Lage 1 in Lage 2 zu bringen, um den Hemmschuh aufzulegen, wenn er eine Bremsung vornehmen will. Sieht er im letzten Augenblick, daß die Bremsung unnötig ist, so bringt er den Knebel in Lage 3 und zieht damit den Hemmschuh in die Bereitschaftsstellung zurück.

### B. Beurteilung der Bremsen vom betrieblichen Standpunkte.

Im folgenden sollen die beiden mechanisierten Bremsen mit einer handbedienten Bremse verglichen werden, und zwar sollen:

1. die bei einem Handbremsvorgange erforderlichen Tätigkeiten festgestellt und die Art ihrer Ausführung bei den mechanisierten Bremsen untersucht werden, und

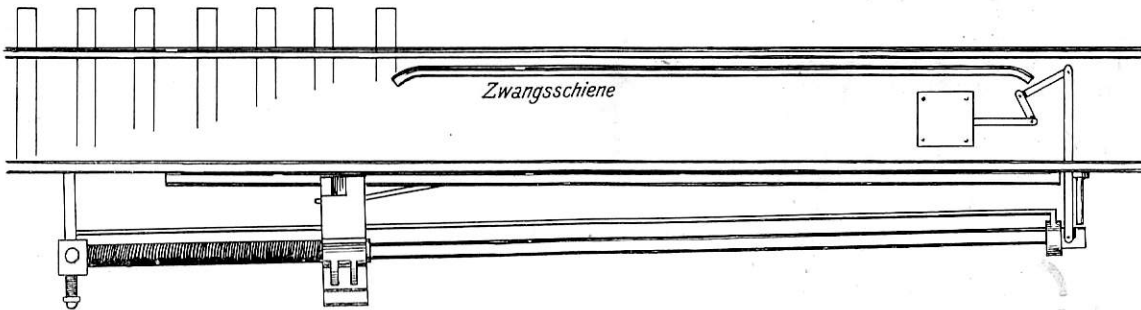


Abb. 9. Südbahnbremse. Federn zusammengedrückt.

2. sollen die Gründe behandelt werden, aus denen eine Mechanisierung in Frage kommen kann.

Zu 1. Durch Arbeits- und Zeitstudien wurden bei dem Wärter einer handbedienten Hemmschuhbremse folgende Tätigkeiten festgestellt:

- a) geistige Tätigkeiten beim eigentlichen Hemmschuhlegen:
  - Ablesen des Wagengewichts und des Richtungsgleises vom Rangierzettel.
  - Feststellen der Laufweite aus der Anfüllung des Richtungsgleises.
  - Beurteilen des Laufweges auf Widerstände.
  - Einschätzen der Lauffähigkeit des Wagens.
  - Bemessen des Bremsweges aus Laufweite, Laufweg, Lauffähigkeit und Entfernung des vorhergehenden und des folgenden Wagens.
  - Beobachten des Bremsvorganges.
- b) mechanische Tätigkeiten beim eigentlichen Hemmschuhlegen:
  - Auflegen des Hemmschuhes.
  - Verändern der Lage des Hemmschuhes.
  - Weg zur Auswurfstelle.
  - Aufheben und Zurücktragen des Hemmschuhes bis in Höhe der Auflegestelle.
  - Schmieren des Hemmschuhes.
  - Anwärmen des Hemmschuhes.
  - Reinigen der Bremschiene.
- c) sonstige Tätigkeiten:
  - Kuppeln von Wagen.

Verteilen der Rangierzettel.  
Begleiten von Gruppen- oder Vorsichtswagen.  
Ausladen neuer und Verladen unbrauchbarer Hemmschuhe.

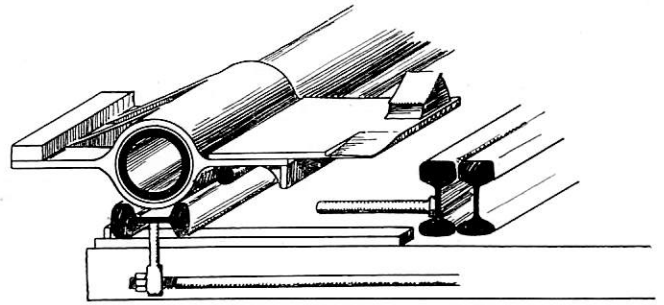


Abb. 7. Südbahnbremse. Bereitschaftsstellung.

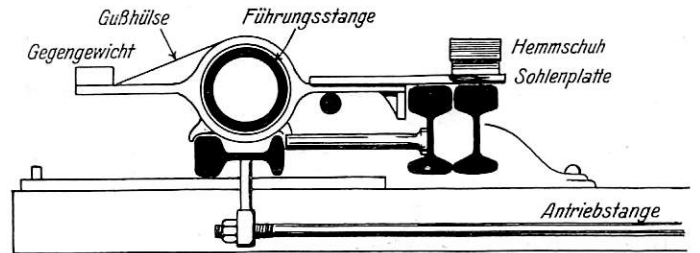


Abb. 8. Südbahnbremse. Hemmschuh aufgelegt.

Abladen von Kohle für den Hemmschuhwärmeofen.  
Beihilfe bei Eingleisungen.  
Schmieren der Schienen.



Abb. 10. Bedienungsturm.

Bei den beiden Bremssystemen der Nord- und Südbahngesellschaft tritt keine Automatisierung (vollständige Mecha-

nisierung), sondern nur eine Teilmechanisierung ein, da ja der Posten des Bremswärters an sich bestehen bleibt. Dem Bremswärter wird nur ein größerer Aufgabenkreis zugewiesen, indem er eine ganze Reihe von Bremsen von einem entfernt gelegenen Standorte aus zu bedienen hat. Aufgabe der Kritik ist es nunmehr, zu untersuchen, ob die Mechanisierung Ersatz für alle vorkommenden Tätigkeiten schafft, wie sie ihn schafft und ob sie darüber hinaus Vorteile bringt, die bei der handbedienten Bremse nicht vorhanden sind.

#### Nordbahnbremse.

Sämtliche geistige Tätigkeiten bleiben im gleichen Umfange wie bei der handbedienten Bremse bestehen und werden auf den Bremswärter im Bremssturm übertragen. Eine wesentliche Verschlechterung in der Ausübung der geistigen Tätigkeiten tritt durch die Verlegung nicht ein. Im Gegenteil wird die Ausübung einzelner Tätigkeiten, so z. B. das Einschätzen der Lauffähigkeit der Wagen und das Bemessen der Bremswege aus Laufweite, Laufweg, Lauffähigkeit und Entfernung des vorhergehenden und des folgenden Wagens dem Bremswärter dadurch erleichtert, daß er die Wagen von der Seite her beobachten kann; allerdings nur unter der einen Voraussetzung, daß er die gleiche Zeit hierzu zur Verfügung

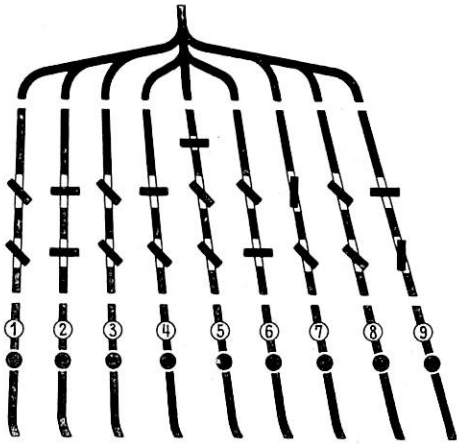


Abb. 11. Südbahnbremse. Bedienungsstand.

hat wie bei der Handbedienung. Aber dies ist leider nicht der Fall, da, wie unten näher erörtert werden wird, aus Gründen der Wirtschaftlichkeit dem Bremswärter eine so große Anzahl von Gleisbremsen zugewiesen werden muß, daß er nicht die genügende Zeit zur Ausübung der geistigen Tätigkeiten hat. Tatsächlich tritt also eine Verschlechterung in der Ausübung der geistigen Tätigkeiten ein.

Von den mechanischen Tätigkeiten beim eigentlichen Hemmschuhlegerdienst sind folgende mechanisiert: Auflegen des Hemmschuhes, Weg zur Auswurfstelle sowie Aufheben und Zurücktragen des Hemmschuhes bis zur Auflegestelle. Inwieweit vom betrieblichen Standpunkte aus die Art der Lösung als geglückt angesehen werden kann, wird unten näher erörtert werden. Durch die Mechanisierung ist nicht erfaßt: Das Verändern der Lage des Hemmschuhes, das Schmieren und Anwärmen des Hemmschuhes und das Reinigen der Bremschienen. Die Lage des Hemmschuhes kann — wenigstens talwärts — nicht verändert werden, weil sich der Schlitten auf der Talseite des Hemmschuhes befindet und den Hemmschuh bei der Rückwärtsbewegung nicht mitnehmen kann. Damit ist zugleich ausgesprochen, daß ein einmal eingeleiteter Bremsvorgang bei Eintreten unvorhergesehener Umstände nicht wieder rückgängig gemacht werden kann. Diese Tatsache muß als wesentlicher Nachteil gegenüber der Handbedienung angesehen werden, weil sie den Bremswärter dazu bringt, den Bremsvorgang immer erst im letzten Augen-

blick einzuleiten, damit er möglichst alle Geschehnisse im Ablaufbetriebe berücksichtigen kann. Die betrieblichen Folgerungen aus dieser Tatsache werden unten noch weiter behandelt. Der Wegfall des Schmierens und Anwärmens beim mechanisierten Hemmschuh ist wohl ebenfalls als ein Nachteil zu bezeichnen, der übrigens allen bisher bekannten Versuchen, die Handbedienung der Hemmschuhbremse zu mechanisieren, anhaftet. Wenn auch die Ansichten über den Wert und die zweckmäßigste Art des Schmierens und Anwärmens noch nicht einwandfrei geklärt sind, und die feste Führung den Hemmschuh vor dem Abspringen schützt, so ist doch anzunehmen, daß auch bei einem geführten Hemmschuh die Zahl der Versager größer ist, wenn nicht geschmiert und im Winter nicht angewärmt wird. Der Wegfall der Schmierung bringt insofern einen erheblichen Nachteil, als der Reibungskoeffizient bei Einsetzen des Bremsvorganges seinen Größtwert hat. Hierzu kommt, daß die Massen, die beim Aufstoß des Rades auf den Hemmschuh zu beschleunigen sind, erheblich größer sind als beim einfachen Hemmschuh; es muß also befürchtet werden, daß der Hemmschuh bei größeren Geschwindigkeiten leicht übersprungen wird. Wenn Nachteile der geschilderten Art bisher angeblich nicht eingetreten sind, so ist das darauf zurückzuführen, daß die Geschwindigkeit der ablaufenden Wagen verhältnismäßig gering ist. Es war leider nicht möglich, Geschwindigkeitsmessungen vorzunehmen, aber sicher waren die beim Ablauf vorkommenden Geschwindigkeiten wesentlich geringer als auf den meisten deutschen Ablaufanlagen.

Die sonstigen Tätigkeiten des Bremswärters werden bei der mechanisierten Bremse ganz ausgeschlossen. Für das Kuppeln der Wagen, für das Begleiten von Vorsichtswagen und die sonstigen Arbeiten, die von den Handbremswärttern nebenbei mit erledigt werden können, müssen besondere Leute eingesetzt werden. Das Verteilen der Rangierzettel kommt in Lille nicht in Frage, da ohne Zettel gearbeitet wird.

Der Punkt „Ausladen neuer und Verladen unbrauchbarer Hemmschuhe“ gibt Veranlassung, noch die Frage der Haltbarkeit der verwendeten Hemmschuhe zu streifen. Leider standen zur Klärung dieser Frage Unterlagen, aus denen ein einwandfreies Bild über die Zahl der Aufläufe auf einen Hemmschuh zu gewinnen gewesen wäre, nicht zur Verfügung. Das Auswechseln des Hemmschuhes ging verhältnismäßig rasch.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen einer handbedienten Bremse und der Nordbahnbremse besteht noch darin, daß bei der mechanisierten Bremse immer der gleiche Hemmschuh zum Auflauf verwendet wird. Jeder Hemmschuh erwärmt sich während des Bremsvorganges außerordentlich stark, da die gesamte Bremsarbeit in Wärme umgesetzt wird. Diese starke Erwärmung macht es bei handbedienten Bremsen notwendig, die Hemmschuhe häufig zu wechseln. In einer mechanisierten Bremse ist dies nicht möglich. Wenn Nachteile aus diesem Umstände bisher noch nicht beobachtet worden sind, so ist dies darauf zurückzuführen, daß die Wagenfolge nicht so dicht ist wie bei uns, so daß der Hemmschuh zwischen zwei Bremsvorgängen genügend Zeit zur Abkühlung hat.

Als neue Arbeit gegenüber der handbedienten Bremse kommt bei der mechanisierten Bremse die Unterhaltung und Schmierung der mechanischen und elektrischen Teile hinzu. Wenn a. a. O. gesagt wird, daß die Wartung dieser Bremsen nur wenig Arbeit erfordere, so kann dem wohl nicht zugestimmt werden. Sowohl der mechanische als auch vor allem der elektrische Teil der Anlage besteht aus vielen Einzelteilen, die ständiger Unterhaltung bedürfen, wenn sie einwandfrei arbeiten sollen. In dieser Beziehung bedeutet eine geistreiche, dafür aber verwickelte Lösung der mechanisierten Bremse immer einen Nachteil gegenüber der einfachen handbedienten Bremse.

### Südbahnbremse.

Im Gegensatz zur Nordbahnbremse ist bei der Südbahnbremse eine starke Mechanisierung der geistigen Tätigkeiten eingetreten. Cadis arbeitet mit einem konstanten Bremswege. Dadurch ist die geistige Tätigkeit für den Bremswärter wesentlich verringert. Das Bemessen des Bremsweges entfällt; der Wärter hat nur noch die Lauffähigkeit des Wagens abzuschätzen und unter Berücksichtigung der Laufweite und der Widerstände des Laufweges hinter der Bremse sowie unter Berücksichtigung der Entfernung des vorhergehenden und folgenden Wagens die Entscheidung zu treffen, ob überhaupt gebremst werden soll oder nicht. Jede Abstufung der Bremsarbeit ist ausgeschaltet. Die Südbahnbremse ist damit zu einem wesentlich einfacheren Instrument geworden als die handbediente Hemmschuhbremse oder die Nordbahnbremse.

Von den mechanischen Tätigkeiten beim eigentlichen Hemmschuhlegerdienst sind die ersten vier einwandfrei mechanisiert. Der große Unterschied zwischen Süd- und Nordbahnbremse besteht darin, daß der Hemmschuh unabhängig von der Bremschiene nach der Auflegestelle zurückgeführt wird und daß es möglich ist, einen schon eingeleiteten Bremsvorgang durch Wiederabziehen des Bremschuhes rückgängig zu machen.

In bezug auf das Schmieren und Anwärmen des Hemmschuhes und das Reinigen der Bremschienen gilt das gleiche wie bei der Nordbahnbremse.

Die Südbahnbremse hat aber gegenüber der Nordbahnbremse noch den großen Nachteil, daß die beim Aufstoß des Wagens zu beschleunigenden Massen durch Hinzutreten der Sohlenplatte, der Gußstahlhülse usw. erheblich größer sind. Ferner sitzt die Führung auf der Welle verhältnismäßig weit vom eigentlichen Hemmschuh entfernt, so daß ein Verkanten der Sohlenplatte eintreten kann, was u. U. ein Festklemmen der Hemmschuhkonstruktion zur Folge haben könnte. Hier kann nur lange Beobachtung bei stärkstem Betriebe entscheiden, ob das günstige Urteil, das a. a. O. über die Bewährung dieser Bremse gefällt wurde, auch auf unseren Bahnhöfen und bei unseren Betriebe zutreffend sein würde.

Die unter sonstige Tätigkeiten aufgeführten Arbeiten müssen ebenso wie bei der Nordbahnbremse von Hilfskräften ausgeführt werden.

Zu 2. Man kann aus vier Gründen auf eine Mechanisierung der handbedienten Bremse kommen:

- a) Erhöhung der Bremswirkung,
- b) Steigerung der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges,
- c) Erhöhung der Sicherheit für Mannschaft, Wagen und Ladungen,
- d) Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

#### Zu a) Erhöhung der Bremswirkung.

Die Bremsarbeit einer Hemmschuhbremse ergibt sich aus der Bremskraft und dem Bremsweg. Die Bremskraft ist abhängig vom Wagengewicht, von der Gleitfläche und dem Reibungsbeiwerte.

Es soll im folgenden nicht die Aufgabe sein, den Unterschieden in der Bremskraft nachzugehen, die aus der Verschiedenartigkeit der Konstruktion der drei zum Vergleiche stehenden Bremsen (Handbremse, Nordbahn- und Südbahnbremse) entstehen. Die Bremskraft ist bei den mechanisierten Bremsen wegen der größeren Gleitfläche sicher etwas größer als bei der handbedienten Bremse. Bei der Südbahnbremse kommt u. U. noch die Wirkung der Federn hinzu. Aber ausschlaggebend für die Unterschiede in der Bremswirkung sind nicht die Unterschiede in der Bauart, sondern in der Bedienung.

Bei der handbedienten Bremse kann der Bremswärter die Größe der Bremskraft durch sachgemäßes oder un-

geschicktes Schmieren des Hemmschuhes und durch Reinigen der Bremschiene wesentlich beeinflussen. Von noch größerer Bedeutung ist aber sein Mitwirken bei Festsetzung des Bremsweges. Der Bremswärter muß versuchen, die Bremsarbeit dadurch zu einem Größtwerte zu machen, daß er den Bremsweg möglichst groß wählt. Die Festsetzung der Bremsweglänge aus den oben angegebenen Größen ist Sache des Gefühls und der Erfahrung. Als einziges Hilfsmittel steht dem Bremswärter der Rangierzettel zur Verfügung, aus dem er ersehen kann, ob der ankommende Wagen beladen ist oder nicht.

Die meisten Bremswärter haben, wie häufige Beobachtungen z. B. auf den Bahnhöfen Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf erkennen ließen, eine große Fähigkeit im richtigen Festsetzen des Bremsweges. Auf Bahnhöfen mit wagerechten oder schwach geneigten Richtungsgleisen wird der Bremswärter immer nur einen gewissen Teil der lebendigen Kraft des Wagens zu vernichten haben. Der Wagen muß die Bremse noch mit so viel lebendiger Kraft verlassen, daß er bis an sein Ziel läuft. Auf Gefällsbahnhöfen dagegen wird der Bremswärter im allgemeinen immer das Maximum an Bremsarbeit zu erreichen suchen, namentlich dort, wo die Wagen lange Fahrwege in starkem Gefälle bis nach den Richtungsgleisen zu durchlaufen haben. Hier werden wiederholte Abbremsungen notwendig, deren Zahl in hohem Maße davon abhängig ist, mit welcher durchschnittlichen Geschwindigkeit die Wagen die Bremsen verlassen.

Beispiel: Nimmt man an, daß die durchschnittliche Einlaufgeschwindigkeit in die Bremse 5 m/Sek. beträgt (womit nicht gesagt sein soll, daß in Ausnahmefällen nicht auch erhebliche höhere Geschwindigkeiten vorkommen können), so wird bei einem Gefälle von 1:100 in der Geraden die nächste Bremsung notwendig

bei einer Auslaufgeschwindigkeit von	0,5 m/Sek.	nach	190 m
„ „ „ „	1,0 „ „	„ „	185 m
„ „ „ „	1,5 „ „	„ „	175 m
„ „ „ „	2,0 „ „	„ „	164 m
„ „ „ „	2,5 „ „	„ „	145 m
„ „ „ „	3,0 „ „	„ „	123 m
„ „ „ „	3,5 „ „	„ „	98 m
„ „ „ „	4,0 „ „	„ „	69 m
„ „ „ „	4,5 „ „	„ „	36 m

Bei einem Laufweg von 400 m, wie er auf älteren Bahnhöfen nicht selten ist, beträgt damit die Zahl der Bremsposten 2 bei einer Auslaufgeschwindigkeit von 0,5 m/Sek. gegenüber 6 bei 4,0 m/Sek. Hieraus ist deutlich zu erkennen, welche große Bedeutung namentlich auf Gefällsbahnhöfen der Frage einer möglichst großen Bremsleistung beizumessen ist.

Bei Beurteilung der Bremsarbeit bei der Nordbahn- und bei der Südbahnbremse muß man von anderen Voraussetzungen ausgehen wie bei der handbedienten Bremse.

Bei der Nordbahnbremse waren sämtliche geistige Tätigkeiten, die beim Wärter der handbedienten Bremse vorkommen, in gleichem Umfange bestehen geblieben. Es war oben ausgeführt, daß an sich die Arbeitsbedingungen für den Wärter eher besser als schlechter werden, da er in den meisten Fällen den Wagen nicht auf sich zurollen sieht, sondern von der Seite her beobachten kann. Auf der anderen Seite war aber festgestellt worden, daß aus wirtschaftlichen Gründen die Zahl der einem Bremswärter zugeteilten Bremsen verhältnismäßig groß werden wird, so daß für die Ausübung der geistigen Tätigkeiten bei einem Bremsvorgange erheblich weniger Zeit übrig bleibt als bei der handbedienten Bremse. Von einer feinstufigen Regelung der Bremsarbeit wird also im allgemeinen schon aus Zeitmangel keine Rede sein können. Es kommt aber noch etwas hinzu. Der Wärter wird den Bremsweg auf jeden Fall so bemessen, daß er eher zu klein als zu groß ist.

Die Möglichkeit, daß ein Unfall eintritt, ist bei einem zu groß bemessenen Bremswege viel eher gegeben als bei einem zu kurz bemessenen, weil die Gefahr besteht, daß der Wagen auf dem Hemmschuh sitzen bleibt. Bei einer handbedienten Bremse führt dieser Umstand fast niemals zu einem Unfall, namentlich wenn die Bremse in der Neigung liegt und wenn Bremschuhe mit stark geneigter Sohle verwendet werden (Abb. 12). Bei derartigen Hemmschuhen läuft der Wagen nach dem Stillstand wieder vom Hemmschuh zurück und der Wärter hat bis zum Wiederauflauf Zeit, den Hemmschuh wegzuziehen. Infolge der Neigung des Gleises kommt der Wagen verhältnismäßig rasch wieder in Gang; gegebenenfalls schiebt der Bremswärter etwas an. In den meisten Fällen braucht der nachfolgende Wagen überhaupt nicht aufgehalten zu werden. Aber selbst wenn dies notwendig wird, und wenn in ungünstigen Fällen noch mehrere Wagen hintereinander derselben Bremse zulaufen, braucht der Ablauf nur in ganz seltenen Fällen unterbrochen zu werden, weil dann von den benachbarten Gleisbremsen die Wärter zuspringen, die zulaufenden Wagen aufhalten und wieder flottmachen.

Auf einem Bahnhof, der mit mechanisierten Bremsen der Nordbahngesellschaft ausgerüstet ist, ist dieses Verfahren nicht mehr möglich, weil Hilfskräfte zu ebener Erde nicht mehr

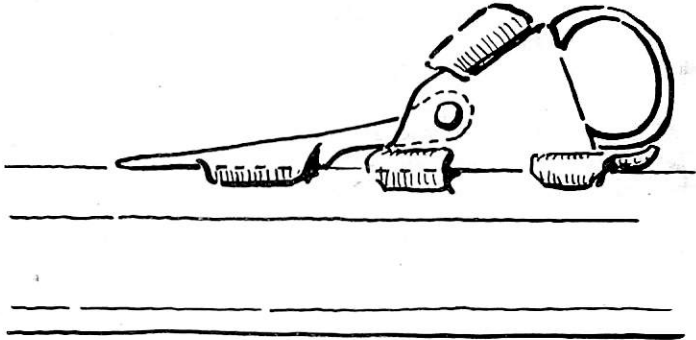


Abb. 12. Hemmschuh mit geneigter Sohle. (Wird in Sachsen auf allen Bahnhöfen mit geneigten Gleisen verwendet).

vorhanden sind. Der Bremswärter muß infolgedessen ein Sitzenbleiben des Wagens auf jeden Fall verhüten. Dies kann er nur dadurch erreichen, daß er den Bremsweg kurz genug bemißt. Der gewählte Bremsweg wird also in den Fällen, wo es auf eine möglichst große Bremsleistung ankommt, erheblich unter dem zulässigen Bremsweg liegen. Daraus folgt aber, daß im allgemeinen die Bremsarbeit, die in einer Nordbahnbremse geleistet wird, praktisch erheblich unter derjenigen liegt, die im Durchschnitt bei einer handbedienten Bremse erreicht wird. Durch die Mechanisierung wird also der Wirkungsgrad verschlechtert. Es war leider nicht möglich, Geschwindigkeitsmessungen in Lille vorzunehmen, aber es war augenfällig, wie verhältnismäßig gering die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen Einlauf und Auslauf waren. Es ist anzunehmen, daß sich dieses Ergebnis bei Nacht und ungünstiger Witterung — vor allem bei Nebel — noch mehr verschlechtert.

Bei der Südbahnbremse ist der Unterschied gegenüber der handbedienten Bremse noch größer. Da ein konstanter Bremsweg vorhanden ist, mußte dieser ein für allemal von Anfang an so festgesetzt werden, daß alle Wagen, die überhaupt abgebremst werden müssen, die Bremse durchlaufen können, ohne sitzen zu bleiben. Cadis hat diesen Mangel nach kurzer Zeit erkannt und verwendet nunmehr, wenigstens am Anfang der Richtungsgleise, wo es auf eine möglichst große Bremswirkung ankommt, zwei hintereinander geschaltete Bremsen von 7,5 und 4,5 m Bremsweglänge, so daß die Möglichkeit besteht, wenigstens vier Stufen zu erreichen (Bremsweg 0, 4,5, 7,5 und 12 m). Allerdings wird dadurch die Anlage wesentlich verteuert. Die örtliche Beobachtung ließ auch bei

der Südbahnbremse erkennen, daß die geleistete Bremsarbeit verhältnismäßig gering war.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die in einer handbedienten Bremse im Durchschnitt erreichte Bremswirkung größer ist als bei den mechanisierten Bremsen.

#### Zu b) Steigerung der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges.

Bei einer handbedienten Hemmschuhbremse wird der Hemmschuh von der Seite her aufgelegt. Es ist deshalb möglich, den Hemmschuh für den nächstfolgenden Wagen aufzulegen, sobald die letzte Achse der vorhergehenden Gruppe am Bremswärter vorbeigefahren ist; sie braucht die Bremse noch nicht verlassen zu haben. Die Bremse kann deshalb im Notfalle auch bei dichtester Wagenfolge bedient werden, so daß die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges nicht durch die Leistungsfähigkeit der Bremsen begrenzt zu sein braucht, wenn diese im übrigen die ihnen obfallenden Aufgaben erfüllen können.

Bei der Nordbahnbremse wird der Bremschuh auf demselben Wege vorgeschoben, auf dem er abgelaufen ist. Dies ist erst dann möglich, wenn die letzte Achse der abgebremsten Gruppe die Auswurfstelle überfahren, d. h. die isolierte Schiene verlassen hat. Die Möglichkeit, zwei Wagen, die sich ganz oder nahezu eingeholt haben, in der Bremse dadurch zu trennen, daß man den ersten Wagen frei laufen läßt und den zweiten abbremst, besteht also nicht. Allerdings scheint in Lille die Wagenfolge auch nicht so dicht zu sein, daß dieses Verfahren notwendig wäre. Dies hängt einmal wohl damit zusammen, daß die Bündelung der Richtungsgleise ganz vorzüglich ist, und daß infolgedessen gleiche Laufwege aufeinanderfolgender Wagen selten vorkommen, und daß zum anderen der Ablauf wesentlich langsamer vor sich geht als auf den deutschen Ablaufanlagen. Die mittlere Ablaufdauer betrug am Beobachtungstage etwa 12 Minuten für einen Zug von 42 Wagen. Das ist wesentlich mehr als auf den großen Verschiebebahnhöfen der Deutschen Reichsbahn. Die durchschnittliche Gruppenstärke, die drittens schließlich von Bedeutung ist, war am Beobachtungstage verhältnismäßig hoch; sie beträgt aber nach Angaben des Betriebschefs im Mittel nur 1,6 Wagen. Immerhin scheinen die Erfinder den Mangel, daß die Wagenfolge bei ihrer mechanisierten Bremse nicht so dicht sein kann als bei einer handbedienten Bremse, bereits erkannt zu haben, denn sie haben versucht, ihm wenigstens teilweise dadurch abzuweichen, daß sie die isolierte Strecke, die zur Ankündigung eines Wagens und zum Schutze des Apparates vorhanden ist, bei den neueren Ausführungen unterteilt haben.

Versucht man, sich die Verhältnisse einmal rechnerisch klar zu machen, so ergibt sich folgendes Bild:

Angenommen, die isolierte Strecke ist 30 m lang und der Wagen läuft mit einer Geschwindigkeit von 5 m/Sek. in die Bremse ein, durchläuft die ersten 18 m ungebremst und erfährt in den letzten 12 m eine Abbremsung von 5 auf 2 m/Sek., so berechnet sich die kürzeste Wagenfolgezeit wie folgt:

Durchlauf vom Anfang der isolierten	
Strecke bis zum Hemmschuh:	$\frac{18}{5} = 3,6 \text{ Sek.}$
„ der Bremsstrecke (mittlere Geschwindigkeit $\frac{5+2}{2}$ ):	$\frac{12}{3,5} = 3,4 \text{ Sek.}$
Schaltdauer (Auflösen der Sperre, Einschalten des Motors)	= 1,0 Sek.
Rückweg des Schlittens mit 3 m/Sek. Geschwindigkeit unter der Annahme, daß der nächste Bremsweg wiederum 12 m beträgt:	$\frac{12}{3} = 4,0 \text{ Sek.}$
zulässig kleinste Wagenfolgezeit	= 12,0 Sek.

Dieser Wert ist außerordentlich hoch. Auf Bahnhöfen mit langen Randweichenstraßen (Dresden-Friedrichstadt, Chemnitz-Hilbersdorf, Nürnberg) würde bei dieser Wagenfolgezeit die Leistungsfähigkeit stark sinken.

Die Unterteilung der isolierten Strecke in zwei Abschnitte von je 15 m Länge bringt in dieser Beziehung eine gewisse Verbesserung, wenn die Bremswege unter 13 m liegen. (Zweite isolierte Strecke von 15 m vermindert um rund 2 m Entfernung des Begrenzungskontaktes von der ersten isolierten Strecke.) Die Wagenfolge würde sich für diesen Fall unter gleichen Annahmen wie folgt berechnen:

Durchlauf vom Anfang der zweiten isolierten Strecke bis zum Hemmschuh . . . . .	$\frac{3}{5} = 0,6$ Sek.
Durchlauf der Bremsstrecke (mittlere Geschwindigkeit $\frac{5+2}{2}$ ) . . . . .	$\frac{12}{3,5} = 3,4$ Sek.
Schaltdauer . . . . .	= 1,0 Sek.
Rückweg des Schlittens . . . . .	$\frac{12}{3} = 4,0$ Sek.
zulässig kleinste Wagenfolgezeit . . . . .	9,0 Sek.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß die Leistungsfähigkeit einer mit Nordbahnbremsen ausgerüsteten Ablaufanlage davon ungünstig beeinflusst wird, daß die zulässig kleinste Wagenfolgezeit ein bestimmtes Maß nicht unterschreiten darf.

Bei der Südbahnbremse wird der Hemmschuh abseits von der Bremschiene zurückgeführt und von der Seite her eingelegt. Dies schafft wesentlich günstigere Verhältnisse. Einmal können dadurch die zahlreichen Sicherungen, die bei der Nordbahnbremse notwendig sind, entfallen, und zum anderen ist, wenigstens was das Trennen sich dicht folgender Wagen anlangt, die Wagenfolge in keiner Weise begrenzt. Eine Begrenzung tritt nur dadurch ein, daß nur ein Hemmschuh verwendet wird, so daß die folgende Bremsung immer erst nach Rückkehr des Hemmschuhes möglich ist. Die kürzeste Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abbremsungen berechnet sich unter der Annahme, daß ein Wagen in die 7,5 m lange Bremse mit 5 m/Sek. ein- und mit 3 m/Sek. ausfährt, etwa wie folgt:

Bremsweg (mittlere Geschwindigkeit $\frac{5+3}{2}$ ) $\frac{7,5}{4} = 1,9$ Sek.	
Zeitdauer zwischen Ende des Bremsvorganges und Rückführung des Hemmschuhes . . . . .	= 1,5 Sek.
Rückführung (schätzungsweise mit 5 m/Sek.) . . . . .	$\frac{7,5}{5} = 1,5$ Sek.
Auflegen des Hemmschuhes . . . . .	= 1,5 Sek.
	6,4 Sek.

Bei der 4,5 m langen Bremse verringert sich diese Zeit auf 5 Sek.

Hieraus läßt sich ohne weiteres auch berechnen, daß bei einer größeren Gruppe eine mehrmalige Bremsung möglich ist. Der Erfinder gibt an, daß eine Gruppe von drei Wagen mindestens zweimal abgebremst werden kann.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß eine mit Südbahnbremsen ausgestattete Ablaufanlage in bezug auf die Wagenfolge leistungsfähiger ist als eine solche mit Nordbahnbremsen. In beiden Fällen wird aber die bei Handbedienung mögliche Leistungsfähigkeit nicht erreicht.

*Zu c) Erhöhung der Sicherheit für Bedienungsmannschaft, Wagen und Ladungen.*

In den französischen Veröffentlichungen wird dieser Wunsch immer als ein Hauptgrund für die Mechanisierung

der handbedienten Hemmschuhbremsen hervorgehoben. Es ist notwendig, hierauf näher einzugehen.

Bei der handbedienten Hemmschuhbremse treten persönliche Unfälle in der Hauptsache dann auf, wenn der Wärter den Hemmschuh erst im letzten Augenblick auflegt. Dies ist aber bei weitem nicht in dem Umfange notwendig, als es heute noch auf den meisten Verschiebebahnhöfen geschieht. Man muß zwei Fälle unterscheiden:

Das Auflegen des Hemmschuhes bei gewöhnlicher Wagenfolge und das Trennen von Wagen, die sich eingeholt haben.

Auf vielen Bahnhöfen legt der Bremswärter den Hemmschuh erst dann auf, wenn er sich aus den oben angegebenen



Abb. 13. Handbediente Hemmschuhbremse. Der Bremswärter legt den Hemmschuh mit dem Drahtthaken auf.

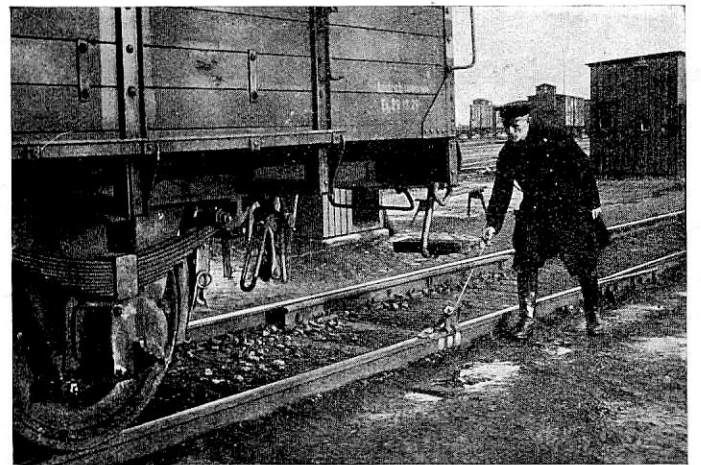


Abb. 14. Handbediente Hemmschuhbremse. Der Bremswärter verändert den Bremsweg mittels des Drahtthakens.

Größen ein Bild über die Länge des Bremsweges gemacht hat, was immer erst kurz vor Ankunft des Wagens möglich ist. Dieses Verfahren ist falsch und führt, weil es viel geübt wird, zu vielen Unfällen. In Dresden-Friedrichstadt wird darauf gehalten, daß die Bremswärter den Hemmschuh möglichst nicht von Hand, sondern mit einem Drahtthaken auflegen und auf der Bremschiene vorschieben (Abb. 13). Sie behalten den Hemmschuh mittels des Drahtthakens in der Hand und können auf diese Weise, ohne selbst gefährdet zu sein, den Bremsweg bis zum letzten Augenblick verändern (Abb. 14). Die Einführung dieses Verfahrens in Dresden-Friedrichstadt und seine Einführung auf anderen Bahnhöfen bereitete an-

fänglich große Schwierigkeiten, da die Hemmschuhleger aus Bequemlichkeit immer wieder auf das frühere Verfahren zurückgriffen, die Schuhe mit der Hand aufzulegen. Es ist dringend erwünscht, das Auflegen und Verschieben des Hemmschuhes mit Drahtaken wenigstens auf den Bahnhöfen, die den sächsischen Hemmschuh mit Gelenksohle haben, als unfallverhütende Maßnahme tatkräftig durchzusetzen. Bei Hemmschuhen mit starrer Sohle ist das Auflegen mit Drahtaken schwieriger. Immerhin braucht hierbei der Hemmschuh mit der Hand nur aufgelegt zu werden, während seine Lage dann mit dem Haken verändert werden kann, so daß dieser Punkt als Ursache für persönliche Unfälle ausscheidet. Weit ungünstiger liegen dagegen die Verhältnisse beim Trennen dicht aufeinanderfolgender Wagen. Dazu kann der Wärter nicht mit dem Drahtaken arbeiten, sondern er muß den Hemmschuh mit der Hand einlegen (Abb. 15). Dies geschieht eigentlich immer unter Lebensgefahr. Hier ist Abhilfe dringend erforderlich. Es ist möglich, daß der kippbare Hemmschuhauflieger, der zur Zeit in Dresden-Friedrichstadt probeweise eingebaut ist, in dieser Richtung als unfallverhütende Einrichtung von großer Bedeutung wird (Abb. 16).

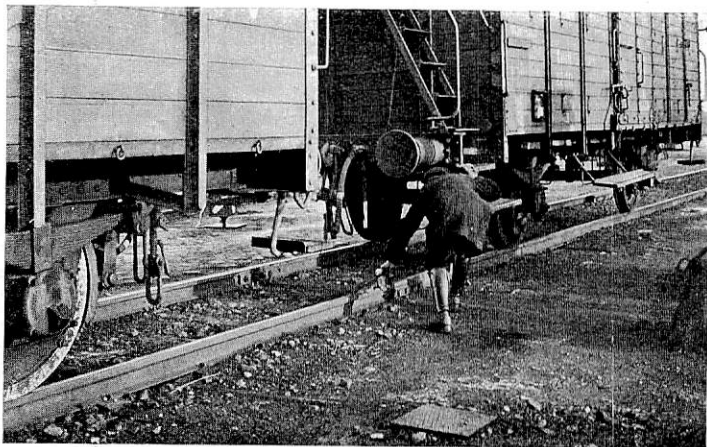


Abb. 15. Handbediente Hemmschuhbremse. Auflegen des Hemmschuhes zum Trennen dicht aufeinander folgender Wagen.

Aus Vorstehendem geht hervor, daß die Hemmschuhleger an der handbedienten Bremse nur bei einzelnen, im Betriebe verhältnismäßig selten vorkommenden Arbeitshandlungen tatsächlich gefährdet sind. Wenn bei den französischen Bahnen der unfallverhütende Wert der mechanisierten Bremsen immer wieder in den Vordergrund gestellt wird, so ist das wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß früher einem Bremswärter immer eine große Anzahl handbedienter Bremsen zugeteilt war, wodurch der Arbeitsanfall so groß wurde, daß der Wärter die Hemmschuhe immer erst im letzten Augenblick auflegen konnte. Dieses Verfahren mußte selbstverständlich Unfälle mit sich bringen.

Sachschäden an Wagen und Ladungen können bei der handbedienten Hemmschuhbremse eintreten, wenn überhaupt keine Bremsung vorgenommen wird (Leutemangel), wenn die Bremsung nicht ausreichend ist, wenn der Hemmschuh weggeschleudert oder übersprungen wird, endlich wenn ein Wagen in der Bremse sitzen bleibt. In den ersten drei Fällen läuft der Wagen beschleunigt bis zur nächsten Bremsstelle weiter, und es besteht dann die Gefahr, daß er hier infolge der größeren Geschwindigkeit den Hemmschuh weggeschleudert und daß dadurch ein starker Aufprall auf die bereits im Gleise stehenden Wagen eintritt. Im letzten Falle kann der sitzengebliebene oder der auflaufende Wagen beschädigt werden, wenn nicht rechtzeitig gedeckt wird. Sachschäden können in der Regel vermieden werden, wenn genügend viele

Bremsposten in nicht zu großer Entfernung vorhanden sind, so daß bei einem Versager in der einen Bremse die nächste Bremse noch einwandfrei arbeiten kann. Auf Ablaufanlagen mit handbedienten Bremsen ist also die Zahl der persönlichen und sächlichen Unfälle von der Kopfbemessung und der örtlichen Kräfteverteilung in hohem Maße abhängig.

Bei der Nordbahnbremse sind persönliche Unfälle ausgeschlossen, da keine Handbremswärter mehr vorhanden sind. Wenn in bezug auf die sächlichen Unfälle tatsächlich eine Verminderung eingetreten ist, so kann dies wohl nicht auf die Mechanisierung der Bremse, sondern (wie oben bereits erwähnt) nur darauf zurückgeführt werden, daß früher wegen zu geringer Besetzung die erforderliche Anzahl von Abbremsungen überhaupt nicht vorgenommen werden konnte.

Die oben näher erörterte Tatsache, daß bei der Nordbahnbremse eine Bremsung überhaupt nur stattfinden kann, wenn die Wagenfolgezeit größer als 12 bzw. 9 Sek. ist, muß bei starkem Betriebe zu einer größeren Zahl von Unfällen führen. Es wird häufig vorkommen, daß ein Gutläufer einen Schlechtläufer einholt und auf ihn aufstößt, da keine Möglich-

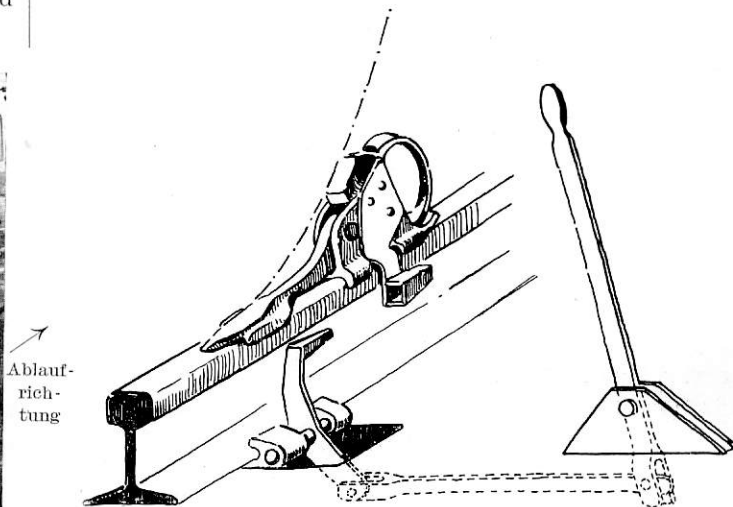


Abb. 16. Kippbarer Hemmschuhauflieger.

keit besteht, ihn aufzuhalten. Wenn die Verhältnisse im Bahnhof Lille nach Einbau der mechanisierten Bremsen in dieser Beziehung so wesentlich besser geworden sind wie a. a. O. angeführt wird, so läßt das darauf schließen, daß die Zahl der sächlichen Unfälle früher prozentual größer gewesen sein muß als auf den deutschen Bahnhöfen.

Bei der Südbahnbremse sind persönliche Unfälle ebenfalls ausgeschlossen, da der örtliche Bremswärter fehlt. Bezüglich der sächlichen Unfälle liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger als bei der Nordbahnbremse, da die kürzeste Wagenfolgezeit erheblich geringer ist (6,4 bzw. 5 gegen 12 bzw. 9 Sek.) und weil die Möglichkeit besteht, wenigstens die zweite oder dritte Achse sicher abzubremsen, wenn die erste Achse nicht abgebremst werden konnte. Es kann somit wohl immer verhütet werden, daß Wagen sich einholen. Die Tatsache, daß es möglich ist, den Hemmschuh ohne jede Gefährdung des Bremswärters von der Seite her auch vor die zweite oder eine der folgenden Achsen vorzulegen, bedeutet einen wesentlichen Vorteil gegenüber der handbedienten Bremse.

Wichtig ist in diesem Zusammenhange bei beiden Bremsensystemen auch die Beurteilung der Frage der sog. Hemmschuhversager. Angeblich sollen Hemmschuhversager weder in Lille noch in Bordeaux vorkommen, während sie bei handbedienten Bremsen trotz sorgfältigster Verhütungsmaßnahmen, wie Schmierens und Anwärmen der Hemmschuhe, Schmierens der Bremschiene usw. nicht zu vermeiden sind. Die restlose



Klärung dieser Frage ist für die weitere Entwicklung der mechanisierten Hemmschuhbremse in Deutschland von ausschlaggebender Bedeutung.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die mechanisierten Bremsen der handbedienten Bremse zwar in der Verhütung persönlicher Unfälle überlegen sind, daß sie sich aber in bezug auf Zahl und Umfang sächlicher Unfälle bei starkem Betriebe voraussichtlich wesentlich ungünstiger erweisen werden als die Handbremsen.

#### Zu d) Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

Die ersten drei Punkte: Steigerung der Bremswirkung, Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges und Verminderung der persönlichen und sächlichen Unfälle haben keine Begründung für die Einführung mechanisierter Bremsen an Stelle handbedienter Hemmschuhbremsen bringen können. Es bleibt damit die Wirtschaftlichkeit als Hauptpunkt übrig.

Leider war es nicht möglich, für die Nordbahnbremse genaue Kostenangaben zu erhalten, weil bisher nur Versuchsausführungen gebaut waren, deren Kosten nicht als Regelpreis angesehen werden dürfen. Wöhrl gibt a. a. O. die Kosten für eine Nordbahnbremse mit 2 bis 3000 *R.M.* für einen Apparat an. Es wird kaum möglich sein, die Bremse für diesen Preis einschließlich aller zugehörigen Einrichtungen und Apparate (Stromlieferungsanlage, Bremssturm usw.) betriebsfertig zu bauen, zumal in Deutschland schon die Löhne wesentlich höher sind. Man wird alles in allem die Nordbahnbremse nicht viel unter 7500 *R.M.* betriebsfertig herstellen können.

Die Kosten einer Südbahnbremse betragen nach Angaben von Cadis etwa 14000 Papierfrancs für einen Apparat, wobei alle Kosten für den Motor, für den Bremssturm, für Kanalisation usw. enthalten sein sollen. Rechnet man diesen Betrag nicht nur nach der Währung, sondern nach den tatsächlichen Lohnkosten um, so dürfte auch die Südbahnbremse in Deutschland kaum unter 3000 bis 3500 *R.M.* zu bauen sein.

Für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Frage von ausschlaggebender Bedeutung, wieviel Handbremsen in einem Turme zusammengefaßt werden können. Die Entscheidung hängt davon ab, welche Arbeit ein Bremswärter bei einer Bremsung zu leisten hat und wie häufig sich die einzelnen Bremsungen folgen. Oben ist ausgeführt, daß die geistigen und mechanischen Tätigkeiten bei der Nordbahnbremse erheblich größer sind als bei der Südbahnbremse, so daß die Zahl der bei einem Posten zusammenfaßbaren Nordbahnbremsen geringer sein muß als die der Südbahnbremsen.

Im Bahnhof Lille werden insgesamt 63 Bremsen eingebaut, wodurch die elf Hemmschuhleger auf drei Bremswärter in der Schicht vermindert werden sollen. Der Versuch, aus diesen Zahlen eine Wirtschaftlichkeitsbegründung aufzustellen, schlägt fehl, wie folgende Überlegung zeigt:

Früherer Zustand, jährliche Betriebskosten:	
3 × 11 Bremsen + 12% = 37 Mann zu	
2500 <i>R.M.</i> . . . . .	= 92 500 <i>R.M.</i>
Neuer Zustand, jährliche Betriebskosten:	
3 × 3 Bremswärter + 12% = 10 Mann	
zu 2500 <i>R.M.</i> . . . . .	= 25 000 <i>R.M.</i>
3 × 1 örtliche Hilfskraft + 12%	
= rund 3,5 Mann zu 2500 <i>R.M.</i> . . . . .	= 8 800 <i>R.M.</i>
(zur Handbedienung bei ausgeschalteten	
Apparaten, zur Auswechslung von	
Hemmschuhen usw.)	
3 × 1 Mechaniker zur Überwachung und	
Instandhaltung der Apparate zu	
3000 <i>R.M.</i> . . . . .	= 9 000 <i>R.M.</i>
Verzinsung und Tilgung von	
63.7500 = 472500 <i>R.M.</i> zu 15% . . . . .	= 71 000 <i>R.M.</i>
Betriebskosten, geschätzt . . . . .	= 5 000 <i>R.M.</i>
	<hr/>
	118 800 <i>R.M.</i>

An dem Ergebnis wird nicht viel geändert, wenn man auch die Herstellungskosten etwas niedriger ansetzt. Erst wenn der Preis einer Bremse unter 5000 *R.M.* herabgeht, sind die Kosten im alten und neuen Zustand etwa gleich. Könnte man die Bremse tatsächlich für 3000 *R.M.* bauen — wie Wöhrl angibt —, so würde eine Ersparnis von 17000 *R.M.* eintreten, der die unter a) bis c) behandelten Nachteile gegenüberstehen. Diese Ersparnis wiegt aber die Nachteile nicht auf. Es müssen also noch andere Gründe für die weitgehende Einführung der mechanisierten Bremsen gesprochen haben, und zwar scheint die Verminderung der sächlichen Schäden von ausschlaggebender Bedeutung gewesen zu sein. Kaempff gibt a. a. O. für Lille die wöchentlichen Beschädigungskosten vor Einführung mechanisierter Bremsen zu 3000 Papierfrancs an, das sind rund 26000 *R.M.* in einem Jahre. Diese Zahl ist verhältnismäßig hoch, namentlich wenn man bedenkt, daß hierin doch nur ein Teil der tatsächlich entstandenen Kosten steckt. Wahrscheinlich wären die sächlichen Unfälle geringer gewesen, wenn die Zahl der Hemmschuhleger größer gewesen wäre.

Für die Südbahnbremse kann mangels Unterlagen auch eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht aufgestellt werden; sie muß aber etwas günstiger ausfallen, da die Apparate in der Herstellung und Unterhaltung sicher billiger sind als die Nordbahnbremse.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß auch die Beurteilung vom wirtschaftlichen Standpunkte aus kein besonders günstiges Ergebnis hat.

### C. Schlußfolgerungen.

Das Ergebnis der vorstehenden Untersuchung läßt sich wie folgt zusammenfassen:

In betrieblicher Hinsicht ist die handbediente Hemmschuhbremse der mechanisierten Bremse nach Bauart Deloison oder Cadis unbedingt überlegen, sofern eine dem Arbeitsanfall entsprechende Besetzung vorhanden ist.

Vom sicherheitlichen Standpunkte bieten mechanisierte Bremsen der Bedienungsmannschaft unbedingten Schutz. Bei handbedienten Bremsen kann die Zahl persönlicher Unfälle durch eine bessere Erziehung der Beteiligten und durch Einbau von Hilfseinrichtungen zum Auflegen von Hemmschuhen zwischen dicht aufeinanderfolgenden Gruppen auf ein Mindestmaß gebracht werden. Gegen sächliche Unfälle bieten — ausreichende Kopfbemessung vorausgesetzt — handbediente Bremsen unbedingt einen größeren Schutz als mechanisierte, da ein Mann an Ort und Stelle in schwierigen Lagen viel mehr zur Verhütung eines Unfalles beitragen kann als ein Bremswärter auf einem hohen Bremssturm.

In wirtschaftlicher Beziehung ist vor übertriebenen Hoffnungen zu warnen. Jedenfalls sollten vor Einführung mechanisierter Bremsen auf einem Bahnhofs genaue Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufgestellt werden, bei denen die Eigenart des Bahnhofs, die Höhe des Berges und die dadurch bedingte Geschwindigkeit der Wagen, die Gleisentwicklung, die Laufwege und -widerstände sowie die Lage der Bremsen und die im Durchschnitt geringere Bremswirkung mechanisierter Bremsen genau zu berücksichtigen sind.

Vom technischen Standpunkte aus befriedigen beide Lösungen nicht restlos. Der ungünstige Einfluß der Hemmschuhführung auf die Wagenfolge bei der Nordbahnbremse und der immer gleiche Bremsweg bei der Südbahnbremse müssen gegenüber der handbedienten Bremse als wesentliche Nachteile bezeichnet werden. Von beiden Bremsarten steht die Nordbahnbremse technisch wohl höher, da sie eine feinstufige Regelung der Bremsarbeit gestattet. Die Südbahnbremse muß dagegen wegen der unabhängigen Bremsschuhrückführung und der seitlichen Einführung des Hemmschuhes

— praktische Bewährung im Dauerbetriebe vorausgesetzt — im Gegensatz zu dem Urteil von Wöhrl für den Betrieb wohl brauchbarer sein.

Für weitere Versuche, die Handbedienung einer Hemmschuhbremse zu mechanisieren, müssen folgende Forderungen aufgestellt werden:

1. Die Bremse muß in der baulichen Anlage und in der Bedienung möglichst einfach sein.
2. Die Bremse muß betriebssicher arbeiten. Versager müssen ausgeschlossen sein, weil sie an den Hauptbrennpunkten des Ablaufberges von unübersehbaren Folgen sein können.
3. Das Sitzenbleiben von Wagen auf dem Hemmschuh in der Bremse muß unbedingt ausgeschlossen sein.
4. Die Unterhaltung der Bremse muß möglichst wenig Arbeit erfordern.
5. Die Bau- und Betriebskosten der Bremse müssen möglichst gering sein.
6. Der Hemmschuh muß unabhängig von der Bremsschiene zurückgeführt werden.
7. Der Hemmschuh muß von der Seite her eingelegt werden, so daß das Trennen dicht aufeinanderfolgender Wagen unbedingt möglich ist.
8. Der Bremsweg muß veränderlich sein.

Alles in allem bedeuten die vorstehend besprochenen Versuche, die Hemmschuhgleisbremsen fernbedienbar zu machen, keinen großen technischen Fortschritt. Der Hemmschuh ist für die Eisenbahn ein unendlich wertvolles und praktisch unbedingt brauchbares, aber trotz alledem ein einfaches Hilfsmittel, das seine außerordentlich große Verwendung nicht allein seinen technischen Vorzügen, sondern vor allem der Tatsache verdankt, daß es nicht an einen festen Ort gebunden ist, und ohne Veränderung an jeder Stelle eines Bahnhofs ohne weiteres benutzt werden kann, wenn der Bedienende zuverlässig und sorgfältig arbeitet. Bei dem Versuche, den Bedienungsvorgang fernbedienbar zu machen, wird der denkende und handelnde Mensch, dem bei einem Bremsvorgang die Hauptaufgabe zufällt, vom Orte der Handlung entfernt. Dies bringt Nachteile, die die allgemeine Brauchbarkeit dieses Hilfsmittels beschränken, und zwar auf die Stellen, an denen zwar auch eine Abbremsung notwendig ist, die aber betrieblich nicht sehr belastet sind, wie z. B. am Anfang der Richtungsgleise. Als Hauptbremsen am Fuße der Ablauframpe dürften mechanisierte Hemmschuhbremsen — soweit die Entwicklung übersehen werden kann — nicht brauchbar sein; die Mechanisierung des Bremsvorganges an dieser Stelle ist anderen Bremssystemen vorbehalten.

### Verschiebetechnik.

Die Studiengesellschaft für Rangiertechnik (Stugera) hat als Heft 10 der „Verkehrstechnischen Woche“ ihr zweites Sonderheft über Rangiertechnik herausgegeben, das den stattlichen Umfang von 58 Seiten aufweist und mit zahlreichen Abbildungen ausgestattet ist. Den Abhandlungen vorangestellt ist der Jahresbericht der Stugera und die Berichte der Sonderausschüsse über ihre Arbeiten auf dem Gebiet der Ab- und Beidrückenanlagen, der Bremsmittel und der Profilgestaltung, der Weichenbedienung und der Verständigungsmittel, sowie über Auslandserfahrungen.

Die Abhandlungen entstammen der Feder führender Fachleute und sind fast ausnahmslos technischen Inhalts. Ein Bericht über „Die Seilablaufanlage auf dem Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichstadt“ erläutert die Gründe und die allgemeinen Vorbedingungen für die Errichtung einer solchen Anlage, er beschreibt die einzelnen Teile in ihrer Wirkungsweise und schildert den Bedienungsvorgang und die mit der Anlage gemachten guten Erfahrungen. In einem weiteren Aufsatz ist der Beschleunigungsantrieb Pösentrup-Heinrich nach Bauart und Wirkungsweise beschrieben. Eine Abhandlung „Über den Einfluß der Abbremsung auf die Wagenfolgezeiten“ untersucht die größtmögliche Abdrückgeschwindigkeit, die aber, wie der Verfasser selbst zugibt, hauptsächlich theoretische Bedeutung hat und bei Abbremsung auf gleiche Geschwindigkeit am Ende der Gefahrzone nahezu erreicht ist. Der gleichen Frage ist eine Abhandlung:

„Beziehungen zwischen Bremsmaß eines Gutläufers und erzielbarer Abdrückgeschwindigkeit“ gewidmet. Ein Aufsatz über die „Beanspruchung der Wagenachsen in Gleisbremsen“ bringt die Frage vorläufig abschließend, ein für die Praxis geeignetes Rechenverfahren. „Die Wirbelstromgleisbremse auf dem Verschiebebahnhof Magdeburg-Buckau“, die sich bereits seit 15. November vorigen Jahres im Dauerbetrieb bestens bewährt hat, ist einschließlich der auf dem Prüffeld der Siemens-Schuckert-A. G. vorgenommenen Vorversuche in allen Einzelheiten beschrieben. Einen breiten Raum nimmt die Darstellung der „Entwicklung der automatischen Ablaufeinrichtungen in den letzten drei Jahren“ ein. Rund 14 Anlagen sind der im Jahre 1925 erbauten Anlage in Hamm inzwischen gefolgt, mit wenigen Ausnahmen alle in Deutschland. Soweit sie gegen die früheren Ausführungen Neuerungen oder Besonderheiten aufweisen, sind diese dargestellt. Nach einer kurzen Betrachtung: „Einiges über das Beidrücken“, in der die Erprobung einer Beidrückenanlage mit Einholschlitten empfohlen ist, sind zum Abschluß ausführlich die für die Stugera in der aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen ausgeführten „Versuche zur Ermittlung der Luftwiderstände von Eisenbahnfahrzeugen“ beschrieben. Die Modellversuche haben die bisherigen Zahlen als Durchschnittswerte bestätigt, ergeben aber als Höchstwerte je nach dem Anblaswinkel Beträge, die bis zu 44 v. H. höher sind. Sp.

### Verschiebung von Wagen mittels Schleppers.

Ein Personenwagenausbesserungswerk der Boston und Maine Eisenbahn hat zum Verschieben von Wagen Schlepper in Verwendung genommen. Das Werk besteht aus zwei Hallen, zwischen denen eine Schiebebühne liegt. Wenn die Wagen in einer Halle fertiggestellt sind, werden sie zur Anstricherneuerung in die andere Halle verbracht. Eine Gruppe von fünf Mann war damit beschäftigt die Wagen mittels eines 150 m langen Seiles und der Verholwinde auf der Schiebebühne zu und von den Ständen in den beiden Hallen zu bringen. Zeitstudien ergaben, daß der Vorgang mittels Motorschleppers wesentlich kürzer zu gestalten war, insbesondere nachdem der Fristplan so gestellt worden war,

daß alle auf dem gleichen Ausbesserungsgleis stehenden Fahrzeuge gleichzeitig abgezogen werden konnten.

Der verwendete Motorschlepper besitzt zur Erhöhung der Zugkraft eine starke Übersetzung und einen besonders kräftigen Rahmen für rauhen Dienst. Die Gleise außerhalb der Hallen wurden mit starken Bohlen ausgelegt, um dem Schlepper gute Wege zu schaffen. Er schleppt die Wagen in die erste Halle, bringt sie über die Schiebebühne in die zweite Halle und liefert die fertigen Wagen auf das Abnahmegleis. Die Zugkraft reicht mühelos für drei Wagen aus. Der Schlepper wird auch zum Fortbewegen von Radsätzen und für verschiedene andere Zwecke verwendet. Eb.

## Die halbautomatische Rangierbremse.

Von Dr. Ing. Ewald Hering, Hermsdorf b. Berlin.

Wie allgemein im Verkehr, so wächst auch auf den Rangierbahnhöfen der Reichsbahn die Betriebssicherheit mit der Güte und Vollkommenheit der Bremsen. Aus dieser Erkenntnis heraus wurden für den Rangierbetrieb eine Reihe Bremsmittel ausgebildet, um vom Gleise aus den freilaufenden Wagen abbremsen zu können. Neben der einfachsten Brems-einrichtung, dem Hemmschuh, der den Wagen bis zum Stillstand abbremst, sind verschiedene Gleisbremsen in Betrieb genommen worden in dem Bestreben, den Bremsvorgang beliebig nach Wunsch und Erfordernis unterbrechen zu können. Diese Bremsen stellen teils mechanisierte Hemmschuhe, teils Backenbremsen dar, die durch Anpressen von Brems-schienen an die Radflanken oder durch elektromagnetische Bremswirkung die Wagen fassen und abbremsen. Beide Arten sind in erster Linie zur Unterstützung des Ablaufbetriebes gedacht.

Was ist denn eigentlich beim Ablaufbetrieb das erstrebenswerte Ziel? Doch in erster Linie das, die anfallenden Züge so rasch und sicher wie möglich über den Berg zu führen und in die Richtungsgleise zu verteilen, also die in kurzer Folge vom Ablaufberg herabrollenden Wagen zu jeder Zeit so in der Hand zu haben, daß störende Zwischenfälle schon in Keime erstickt werden können und die Wagen zuverlässig den vorgeschriebenen Standort erreichen. Dies würden etwa auf jedem Wagen mitfahrende Bremsen erreichen. Bei Ablauf größerer Wagengruppen wird das auch getan, ist jedoch allgemein wirtschaftlich nicht durchführbar. In zwei Richtungen hat man die Lösung gesucht: Man hat die an den Ablaufberg anschließende Weichenzone dicht mit Gleisbremsen belegt, die, wenn auch nicht fortlaufend, so doch mit nur kurzen Unterbrechungen die Laufregelung der Wagen ermöglichen. Zweitens ist der störungsfreie Lauf der Wagen in der Weichenzone bei Basälers zwangsläufigem Ablauf gegeben.

In beiden Fällen jedoch dienen die Anlagen nur der Erfassung der Weichenzone, die erst eigentlich produktive Tätigkeit des kuppelreifen Zusammensetzens der Wagen in den Richtungsgleisen wird dadurch nicht erfaßt. Das erfolgt noch, wie seit Jahrzehnten, durch Abbremsen mit dem Hemmschuh und Zusammendrücken der dabei zwischen den Wagen entstehenden großen Lücken. Man beschränkte sich darauf, besondere Einrichtungen zum Zusammendrücken auszubilden.

Wir hatten gesehen, daß ein mitfahrender Bremsen den Wagen an der richtigen Stelle zum Halten bringen kann, also das Hemmschuhlegen und das Beidrücken ersparen würde. Könnte man die Wagenbremsen aus der Ferne von einer Zentralstelle aus betätigen, eine mögliche Lösung der Zukunft, so ließe sich dasselbe erreichen. Der Verfasser schlägt nun vor, den Mittelweg zu gehen, und zwar den einzelnen Wagen besondere, fernsteuerbare Bremsen mit auf den Weg zu geben, durch die die Wagen in die Hand einer Zentralstelle kommen und nun in der gewünschten Weise geführt werden können.

Grundsätzlich läßt sich das folgendermaßen erreichen:

Ein auf dem Gleis geführter Bremsmagnet erfaßt den abrollenden Wagen und bewegt sich mit ihm vorwärts. Der fernsteuerbare Bremsmagnet ermöglicht es dann, den Wagen an jedem beliebigen Punkte mit größter Genauigkeit zum Stehen zu bringen. Nach erfolgter Abbremsung kehrt der Bremsmagnet zurück und erfaßt den nächsten Wagen.

Diesem Grundgedanken entspricht die grundsätzliche Ausführungsform. In Abb. 1 ist sie wiedergegeben.

Zwischen den Schienen verläuft ein Eisenband, auf dem ein Bremsmagnet gleitet, dessen Pole gegen das Eisenband

zu gerichtet sind. Wir wollen ihn „Bremshund“ nennen. Der Strom wird ihm durch Stromschienen zugeführt, die gut geschützt unter dem Eisenband liegen. Zur Übertragung der Bremskraft auf die Achse sind an der Stirnseite des Bremshundes zwei um einen gemeinsamen Zapfen horizontal drehbare Flügel angebracht, die mit ihren Enden über die Schienen reichen. Dort tragen sie kleine, 130 mm hohe Böcke, die sich gegen die Spurkränze der heranrollenden Achse legen (Abb. 2). Der gemeinsame Drehpunkt dieser beiden Flügel ist als elektromagnetische Reibungskupplung ausgebildet. Sie legt die Flügel gegeneinander fest, behindert jedoch die gemeinsame Drehung um den Zapfen nicht, so dass, wie an einem Wagebalken, die an den beiden Flügelenden wirkenden Bremskräfte immer im Gleichgewicht sind. Die Bremskraft wird mithin gleichmäßig auf beide Räder verteilt und trifft

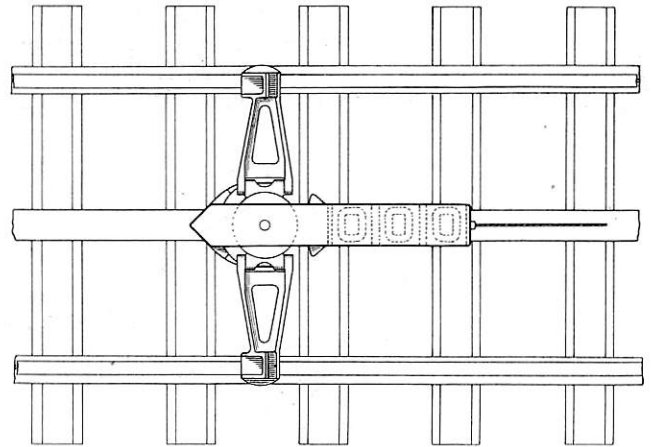


Abb. 1. Bremshund.

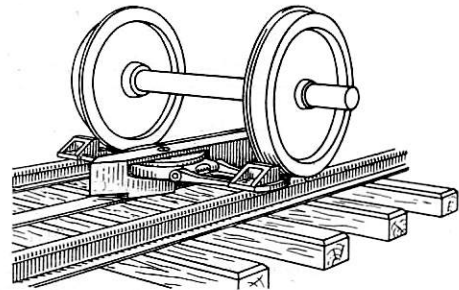


Abb. 2. Lage des Bremshundes vor der Achse.

den Wagen so einwandfrei symmetrisch, wie es weder schwere Gleisbremsen noch Hemmschuhe gewährleisten können.

Nach vollendeter Bremsung legen sich durch Abschalten der Kupplung die Flügel nach vorne zusammen, so daß der Bremshund unter dem Wagen hindurch zurückgeholt werden kann.

### Die Mechanik des Bremshundes.

Die Wirkungsweise des Bremshundes ist mit keinem bisher üblichen Bremsmittel vergleichbar, es ist daher zum Verständnis der Verwendungsfähigkeit notwendig, zuerst die mechanischen Vorgänge zu klären. Hierbei ist im wesentlichen zu unterscheiden zwischen dem Beschleunigungsvorgang bei der Mitnahme des Bremshundes und dem eigentlichen Bremsvorgang.

Das Drehmoment der Magnetkupplung, die die Flügel gegeneinander festlegt, ist so bestimmt, daß die Flügelenden einen bestimmten Raddruck, z. B. je 1250 kg aufnehmen können. Nach diesen 1250 kg richtet sich der Beschleunigungs-

druck der Räder, das heißt, der Bremshund selbst wird mit einer Kraft von  $2 \times 1250 \text{ kg} = 2500 \text{ kg}$  beschleunigt. Setzt man das Gewicht des Bremshundes mit  $250 \text{ kg}$  ein, so beträgt die Beschleunigung

$$b = \frac{P}{G/g} = \frac{2500}{250/9,81} \approx 100 \text{ m/sec}^2.$$

Bei Drehung der Flügel um ihre gemeinsame Achse bestreichen ihre Enden einen Teil des Gleises. Dreht man sie bis in die Lage, in der sie die Achsen noch gerade vollkommen erfassen, so haben ihre Enden ein Gleisstück von etwas mehr als  $0,5 \text{ m}$  überstrichen. Soweit kann demnach die Kupplung unbeschadet des nachfolgenden Bremsvorganges nachgeben, diese  $0,5 \text{ m}$  stehen daher als Dämpfungsweg beim Gegenlaufen der Achse gegen die Flügel zur Verfügung, das ergibt eine Geschwindigkeit von  $v = \sqrt{2 \cdot b \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 0,5 \cdot 100} = 10 \text{ m/sek}$ . Bis zu dieser Geschwindigkeit wird also der Bremshund sicher vom Wagen mitgenommen. Wie wir später sehen werden, können die Werte für den Dämpfungsweg, die Kupplungskraft und für das Gewicht noch günstiger in Rechnung gesetzt werden, für den normalen Rangierbetrieb sind aber  $10 \text{ m/sek} = 36 \text{ km/Std}$ . Wagengeschwindigkeit vollkommen ausreichend.

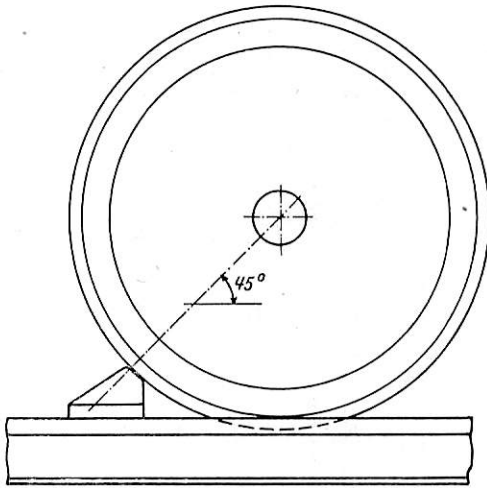


Abb. 3. Lage des Bockes vor dem Rad.

Es fragt sich nun, wie große Bremskräfte durch den Bremshund auf die Achse übertragen werden können, inwiefern die Gefahr besteht, daß die Achse den Bremshund übersteigt, und mit welchen Abnützungserscheinungen zu rechnen sein wird. Zur Beantwortung dieser Fragen ist es unerlässlich, sich eingehender mit den Kräften zu befassen, die zwischen den Böcken des Bremshundes, den Rädern und den Schienen auftreten.

Bei den gegebenen Abmessungen des Rades und einer Bockhöhe von  $130 \text{ mm}$  ergibt sich, wie Abb. 3 zeigt, geometrisch die radiale Richtung der Kraft zwischen dem Bock und neuen Rädern zu rund  $45^\circ$ ; bei abgelaufenen Radkränzen ist der Winkel flacher, also günstiger, etwa  $41^\circ$  gegen die Schiene geneigt. Wir rechnen nur mit dem ungünstigen Fall von  $45^\circ$ . Für den Bock erhalten wir dann die vom Bremsmagnet herrührende, horizontal und gegen die Laufrichtung wirkende Bremskraft  $B_1$ , die senkrecht auf den Schienen stehende Auflagerkraft  $Q_1$  mit deren Reibungskomponente  $Q_1 \cdot \mu$ , und die unter  $45^\circ$  geneigte Druckkraft  $P$  zwischen Bock und Rad. Dazu kommt schließlich noch die zwischen Bock und Rad entstehende Reibungskraft, die einstweilen  $R$  genannt sei. In Abb. 4 sind diese Kräfte im Kräfteck I zusammengesetzt. Das Kräfteck II stellt die auf das Rad wirkenden Kräfte dar.  $P$  und  $R$  sind jetzt gleich groß, aber

entgegengesetzt gerichtet, da  $R$ , die zwischen Bock und Rad auftretende Reibungskraft, durch eine gleich große, zwischen Rad und Schiene wirkende Kraft im Gleichgewicht gehalten werden muß, tritt sie ein zweitesmal in horizontaler, gegen die Laufrichtung gerichteter Lage im Kräfteck II auf.  $Q$  stellt die Radlast einschließlich Eigengewicht des Rades dar,  $Q_2$  den restlichen Raddruck zwischen Rad und Schiene und  $B_2$  die resultierende, auf die Achse wirkende Bremskraft.

Die Kraft  $R$  entsteht sowohl zwischen Bock und Rad, als auch zwischen Schiene und Rad. Wären beide nicht gleich, so würde am Umfang des Rades in einer Richtung noch ein Kraftüberschuß bleiben, das Rad wäre also nicht mehr im Gleichgewicht. Nun kann  $R$  aber sowohl gleich  $P \cdot \mu$ , entsprechend der Druckkraft  $P$ , als auch  $Q_2 \cdot \mu$ , entsprechend dem restlichen Auflagerdruck  $Q_2$ , werden. Es entscheidet nun immer die kleinere Kraft, die andere Reibungskraft wird dann eben nicht voll in Anspruch genommen.

Wir wollen zuerst den Fall  $P > Q_2$  untersuchen, also  $R = Q_2 \cdot \mu$ . In Abb. 5 sind die Kräfte maßstäblich unter Annahme einer Reibungsziffer  $\mu$  von  $0,2$  wiedergegeben. Wir können die Kräftepolygone, für beide Räder, gleiche Reibungs-

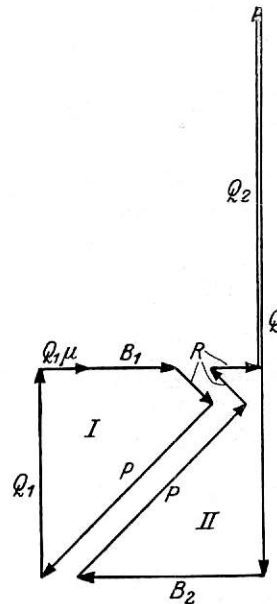


Abb. 4. Kräfte an Bock und Rad.

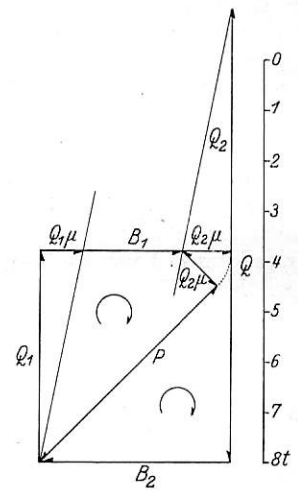


Abb. 5. Kräftepolygon.

ziffern vorausgesetzt, auch auf die ganze Achse beziehen, dadurch verdoppelt sich lediglich der Zahlenwert der einzelnen Kräfte. Aus diesem Bilde lassen sich sehr leicht die maßgebenden Verhältnisse ablesen. Wir sehen einmal, wie sich der gesamte Achsdruck durch  $Q_1$  und  $Q_2$  auf Räder und Böcke verteilt. Vor allem erkennen wir aber, daß die resultierende Bremskraft  $B_2$  wesentlich größer ist als die aufgedrückte Bremskraft  $B_1$  der Bremsmagnete. Sie setzt sich aus  $B_1 + Q_1 \mu + Q_2 \mu$  zusammen, worin man für  $Q_1 + Q_2$  auch die gesamte Radlast  $Q$  setzen kann, und wir bekommen als Ergebnis:

$$B_2 = B_1 + Q\mu.$$

Die Bremskraft ist demnach gleich der von den Bremsmagneten herrührenden Kraft zuzüglich der durch die gesamte Achslast erzeugten Bremskraft der Reibung. Die letztere ist aber die bei der Hemmschuhbremsung auftretende Bremskraft, die halbautomatische Rangierbremse bremst daher mit der Kraft des normalen Hemmschuhs, erhöht um die volle, durch die Bremsmagnete aufgebraachte Bremskraft.

Wir gewinnen durch diese Eigenheit eine Vervielfachung der Bremskraft unter Beibehaltung der selbsttätigen Angleichung an das Wagengewicht und trotzdem eine weitgehende Unabhängigkeit von den Zufälligkeiten der Hemm-

schuhbremsung. Dafür ein kurzes alltägliches Beispiel: Eine Gruppe von drei Wagen von insgesamt 50 t Gewicht laufe bei nassem Wetter mit 6 m/Sek. Geschwindigkeit auf einen Hemmschuh. Das Gewicht der abgremsten Achse sei 4,5 t, die Reibungsziffer bei schlüpfrigen Schienen 0,1, dann erhält man eine Bremskraft von 0,45 t, eine Verzögerung von 0,08 m/sek.<sup>2</sup> und einen Bremsweg von 200 m. Setzen wir als normale Bremskraft der Bremsmagnete 2 t an, so wird bei Abbremsung der Wagen mit dem Bremshund die Bremskraft 2,45 t, die Verzögerung 0,49 und der Bremsweg 36,8 m. Während im ersten Fall, bei 200 m Bremsweg, die Wagen schon längst auf andere aufgefahren sein können, kommen wir mit der Rangierbremse auf nur 1/6 dieses Bremsweges.

Für den anderen Bereich ( $P < Q_2$ ), das ist der Bereich der kleinen Bremskräfte, wird  $R = P \cdot \mu$  und somit  $B_2 = B_1 + Q_1 \mu + P \cdot \mu$ . Die Bremskraft erhöht sich noch immer, ist aber nicht mehr abhängig vom Achsgewicht, was bei hohen Achsdrücken bzw. bei kleinen Bremskräften ja auch vollkommen überflüssig ist.

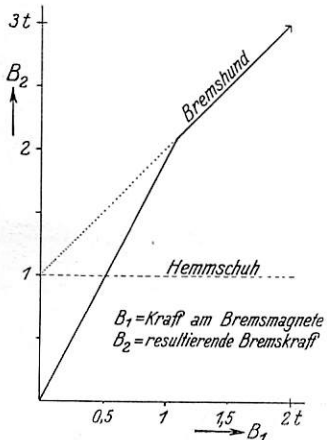


Abb. 6. Bremskraft-Charakteristik für eine 5 t Achse.

eine Magnetkraft  $B_1 = 2 t$  und die Reibungsziffern 0,16 und 0,2.

Wird schließlich die Erregung der Bremsmagnete ganz abgeschaltet, so läuft der Bremshund unter ganz geringem Widerstand mit dem Wagen mit.

Bei Abbremsung durch einen Hemmschuh kommt es unter gewissen ungünstigen Verhältnissen vor, dass die auflaufende Achse ihn überspringt und entgleist. Es wäre daher zu untersuchen, ob diese Gefahr auch für die Rangierbremse besteht.

Für den Bremsvorgang selbst erhalten wir hierfür wieder aus Abb. 4 Klarheit. Ein Übersteigen rückt offenbar in den Bereich der Möglichkeit, wenn  $Q_2$  gleich Null wird, und dies tritt ein, wenn

$$B_1 = Q - Q \cdot \mu$$

$$\text{oder } B_2 = Q$$

wird. Die Bremsmagnete müßten dazu eine Bremskraft nahezu gleich dem Achsgewicht aufbringen, wobei die Beschleunigungskraft für das Hochdrücken der Achse noch gar nicht berücksichtigt ist. In Abb. 7 ist das Gebiet der Übersteigegefahr durch eine strichpunktierte Linie abgegrenzt. Eine so außerordentlich hohe Bremskraft liegt weit jenseits des praktisch Erforderlichen, und es ist keineswegs schwierig zu verhüten, daß der Grenzwert auch bei der leichtesten Achse durch Zufall nicht überschritten wird.

Beim Gegenlaufen des Wagens gegen den Bremshund ist, im Gegensatz zum Hemmschuh, die Sicherheit gegen das Überspringen noch wesentlich größer. Wenn hier immer der Hemmschuh zum Vergleich herangezogen wird, so sollen damit

lediglich die Eigenschaften der Rangierbremse an dem jedem Eisenbahner geläufigen Bremsmittel dem Verständnis nähergebracht werden, betriebsmäßig müßte der Vergleich mit den steuerbaren Gleisbremsen gezogen werden, der jedoch erst nach längeren Betriebserfahrungen zweckmäßig erscheint.

Die drei ausschlaggebenden Unterschiede zwischen der Rangierbremse und dem Hemmschuh sind einmal das sofortige Einsetzen der vollen Bremskraft beim Hemmschuh im Moment des Anlaufens, wodurch ein beginnendes Aufsteigen bis zum vollen Überspringen gesteigert werden kann, während beim Bremshund die Bremskraft der Magnete erst nach völligem Gleichlauf eingeschaltet wird, in der kritischen Zeit der Beschleunigung also gar nicht auftritt. Zweitens verläuft die Drucklinie beim Hemmschuh wesentlich steiler als beim Bremshund, da der Hemmschuh das Rad tiefer trifft. Da die Gefahr des Überspringens mit dem Sinus des Neigungswinkels wächst, genügen beim Hemmschuh wesentlich kleinere Kräfte, um das Rad hochzudrücken. Schließlich erhält das Rad bereits beim Auflaufen auf die Hemmschuhzunge einen aufwärts

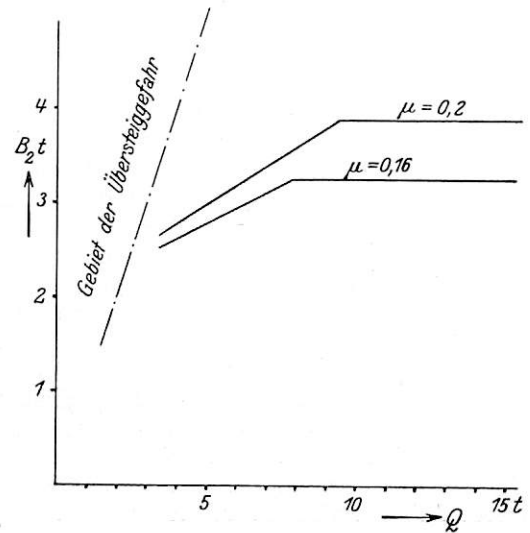


Abb. 7. Bremskraftverlauf, abhängig vom Achsdruck für  $B_1 = 2 t$ .

gerichteten Beschleunigungsstoß, der das Übersetzen über den Bock schon einleitet, während die Räder die Böcke des Bremshundes völlig unvorbereitet treffen. Die Skizzierung dieser Umstände zeigt mit Rücksicht darauf, daß schon beim Hemmschuh das Überspringen der Achse sehr selten auftritt, daß diese Gefahr für die Rangierbremse praktisch ausgeschlossen ist.

Und nun noch ein kurzes Wort über den zu erwartenden Verschleiß. Da weitaus der größte Teil der Bremskraft elektromagnetisch erzeugt wird, wird der Oberbau einschließlich der Schienen nur sehr geringfügig in Mitleidenschaft gezogen. Die Kraft wird von den Böcken an der Stirnseite des Spurkranzes auf die Achse übertragen. Der Hemmschuh schleift die Lauffläche der Räder ab und beschleunigt so ihre Abnutzung, die schweren Backenbremsen erfassen die Seitenflanken und gefährden durch Abnutzung der inneren Flanken die Führung in den Herzstücken der Weichen, nur die Stirnseite des Spurkranzes ist, drastisch gesagt, bisher immer zu viel da und muß von Zeit zu Zeit abgedreht werden, um der fortschreitenden Abnutzung der Laufflächen Rechnung zu tragen. Es könnte also fast als Gewinn gewertet werden, wenn die Rangierbremse an den Spurkränzen einen geringen Verschleiß erzeugt und damit das periodische Abdrehen etwas hinauszögert. Da der Winkel, unter dem die Böcke anliegen, je nach Geschwindigkeit des Wagens verschieden ist, bleibt eine Abrundung des Spurkranzes immer erhalten.

### Konstruktive Durchbildung.

Verschiedenartige Ausbildung der Rangierbremse ergibt sich in der Hauptsache unter dem Einfluß eines Punktes, der bisher noch nicht berührt wurde, nämlich der Rückführung des Brems Hundes nach Beendigung der Bremsung. Wurde ein Wagen an der gewünschten Stelle zum Stehen gebracht, so muß der Brems Hund rechtzeitig für den nachfolgenden Wagen in Bremsbereitschaft gebracht werden. Grundsätzlich wurden zwei Ausführungsformen durchgebildet, womit aber nicht gesagt sein soll, dass nicht noch an anderen Formen gearbeitet wird, die unter besonderen Bedingungen zweckmäßiger sein können.

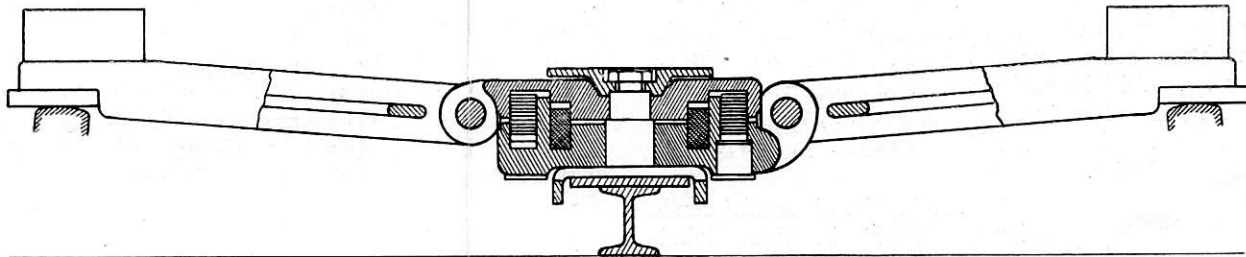


Abb. 8. Querschnitt durch die Kupplung.

Für kurze Baulängen ist ein Seilzug zum Rückholen vorzuziehen, zumal der Brems Hund in diesem Falle immer nur am Anfang des Führungsbandes in Bremsbereitschaft gebracht wird. Den sehr einfachen Aufbau dieser Anordnung zeigen Abb. 1 und 2. Abb. 8 bringt einen Querschnitt durch die Kupplung und die Flügel. Diese sind durch Gelenke an die Kupplung angesetzt und können so jede Lage annehmen, ohne dadurch ein Ecken der Kupplung oder des Brems Hundes auf dem Eisenband zu verursachen. Wie der Schnitt quer zu den Schienen zeigt, liegt der ganze Brems Hund nicht nur für Wagen, sondern auch für Lokomotiven profilfrei, denn auch die Böcke senken sich ab, sobald sie die Schienen verlassen. Die Kupplung selbst ist eine Lamellenkupplung mit verschleißfesten Ferrodo-Asbestos-Ringen, die magnetisch zusammengezogen wird. Der eigentliche Kupplungsdruck wird jedoch erst durch einen Satz weicher Federn erzeugt, wodurch ein sattes Aufeinanderliegen beider Magnethälften möglich wird, die nun mit außerordentlich großer Kraft aufeinanderhaften und gegen die Stöße beim Gegenlaufen des Wagens vollkommen unempfindlich sind. Weiter wirkt ein, im Laufe jahrelangen Betriebes wohl möglicher Verschleiß der Lamellen nur in ganz geringem Maße auf die Größe des Drehmomentes der Kupplung zurück, da sich dabei die Kraft der Federn nur sehr wenig ändert. Diese Kupplung erzeugt so ganz unabhängig von äußeren Einflüssen ein ganz gleichmäßiges Drehmoment, selbst Eis und Frost setzen sie nicht außer Betrieb, da sie durch die Erregerwicklung wirksam geheizt wird. Da beim Abschalten die untere Hälfte abfällt, sind die Lamellen dann vollkommen entlastet und setzen der Bewegung der Flügel nicht den geringsten Widerstand entgegen.

Das Eisenband wird durch ein sehr kräftiges I-Eisen getragen, das auch die Stromschienen führt. Mehrere Stromabnehmer sorgen für zuverlässige Stromzuführung. Der erste Meter der Stromschiene ist vom übrigen Teil isoliert, so daß die Bremskraft erst nach völligem Gleichlauf des Brems Hundes mit dem Wagen einsetzt.

Da der Brems Hund durch die Dämpfung der Kupplung gleichförmig beschleunigt wird, bekommt auch das an der Rückseite angeschraubte Rückholseil keinen Stoß, sondern macht die gleiche allmähliche Beschleunigung durch. Es wird auf eine von einem Motor mit Schneckentrieb angetriebene Trommel aufgerollt. Diese Trommel ist durch eine eingebaute, nicht ausrückbare Lamellenkupplung mit der Welle ver-

bunden. Da die Welle durch das selbstsperrende Schneckengetriebe während des Bremsens festgehalten wird, hält die Kupplung das Seil immer gut gespannt und verhütet auch ein weiteres Abrollen des Seiles nach Stillstand des Brems Hundes. Es kann dann nicht mehr auf die Schienen springen und dadurch abgefahren werden. Diese Anordnung verhindert auch, daß der Antriebsmotor während des Seilabrollens in Bewegung kommt und unzulässig hohe Drehzahlen erreicht. Beim Aufrollen des Seiles reicht die Kupplungskraft aus, um den Brems Hund sicher in die Anfangslage zurückzuziehen.

Zur Bremsbereitschaft müssen die Flügel auf das Gleis aufgelegt werden. Dazu legen sich im letzten Teil des Weges

Druckfinger, die auf den Schwellen sitzen, gegen Nocken, die jedem Flügel gegenüberliegen und drücken dadurch die Flügel über Führungen auf die Schienen.

Zur weiteren Veranschaulichung der Rangierbremse seien noch zwei Bilder, Abb. 9 und 10, einer Versuchsausführung des Brems Hundes im Maßstab 1:5 gebracht, die die bremsbereite Lage auf dem Gleis und in Bremslage vor dem Wagen zeigen.

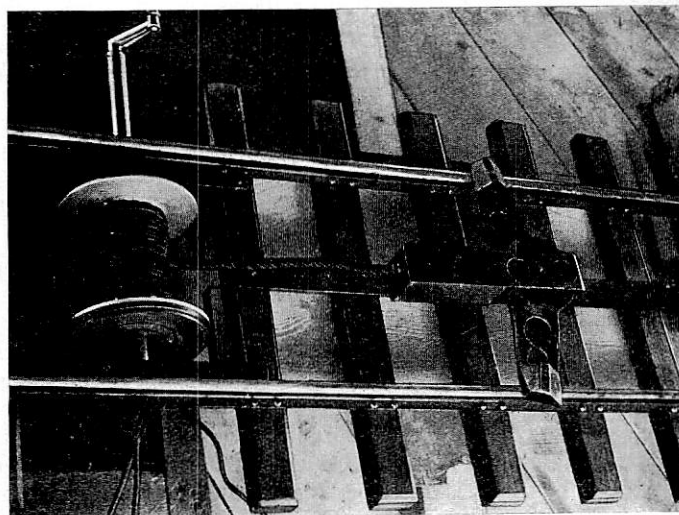


Abb. 9. Versuchsausführung einer Rangierbremse. Bremsbereite Lage auf dem Gleis.

Die Gesellschaft für Oberbauforschung in Berlin, die die Schutzrechte erworben hat, hat zur Zeit eine derartige Ausführung im Bau, die probeweise auf einer geeigneten Ablaufanlage betriebsmäßig eingebaut werden wird.

Das Ziel, das wir uns anfangs gestellt hatten, die Wagen durch die ganzen Richtungsgleise zu führen, erreichen wir mit der bisher geschilderten Form noch nicht. Dafür muß der Brems Hund freizügig sein, muß das ganze Richtungsgleis bestreichen und an jedem Punkte des Gleises bremsbereit gemacht werden können. Die Vorrichtungen, die bisher noch ortsfest am Anfang des Bremsbandes lagen, müssen nun durch entsprechende, in den Brems Hund eingebaute Elemente ersetzt werden.

Die Abb. 11 zeigt diese zweite, vollkommen unabhängige Ausführungsform.

Zur Bewegung der Flügel und des ganzen Bremshundes dient nunmehr ein Doppelmotor, dessen beide Teile symmetrisch zu beiden Seiten des Bremshundes liegen. Der Doppelmotor ermöglicht bei einfachster Ausführung eine querliegende Welle und die volle Ausnützung des über den Schwellen liegenden lichten Raumes für den Motor. Als Stromart wurde Drehstrom gewählt, einmal wegen der Unempfindlichkeit der

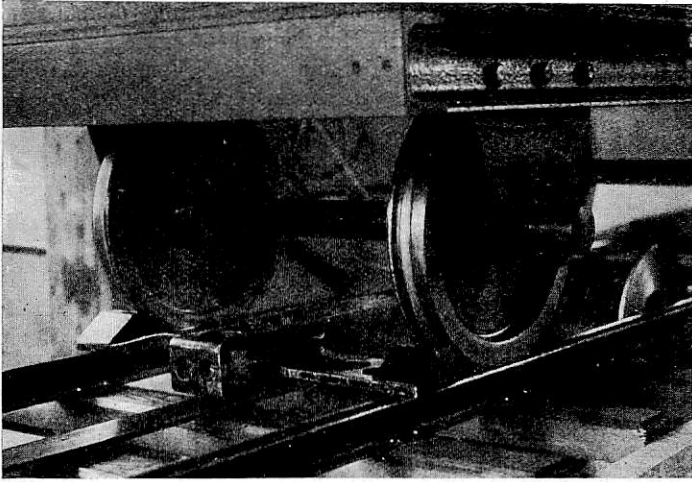


Abb. 10. Bremslage vor dem Wagen.

Drehstrom-Kurzschlußmotoren und zweitens wegen der einfachen Umschaltbarkeit der Drehrichtung. Denn der Antrieb ist so getroffen, daß beim Arbeiten des Motors in dem einen Drehsinn die Bremshund zurückläuft, bei Drehung im andern Drehsinn die Flügel in Bremsbereitschaft gezogen werden.

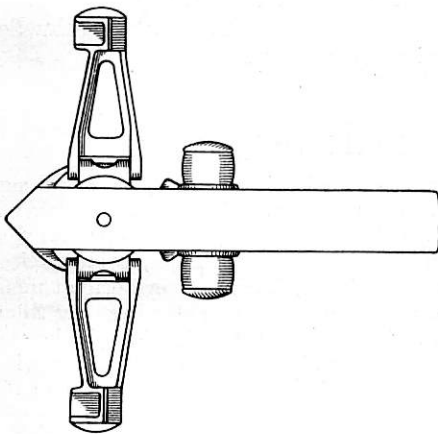


Abb. 11. Der freizügige Bremshund.

Die beiden Anker der Motoren sind fliegend auf der gemeinsamen Welle aufgesetzt und treiben über ein Zahnradpaar die Schwingachse an. Diese liegt nahezu im Schwerpunkt des Bremshundes, so daß fast das ganze Gewicht als Reibungsgewicht

dient. Die Schwingachse ist so abgefedert, daß sie das Gewicht des Bremshundes trägt, der Zugkraft der Bremsmagnete aber

nachgibt und daher das vollkommene Aufliegen der Bremsmagnete nicht behindert. Das Auslegen der Flügel wird durch einen Endschalter begrenzt, der gleichzeitig die beiden Stromschienen vom Motor auf Kupplung und Bremsmagnete umschaltet, wobei jedoch die Bremsmagnete erst erregt werden können, wenn der Endschalter nach Gegenlaufen des Wagens gegen die Arme wieder freigegeben ist. Dadurch wird das verzögerte Einsetzen der Bremskraft zur ungehinderten Beschleunigung des Bremshundes erreicht. In dieser Lage bleibt der Endschalter so lange, als die Kupplung eingeschaltet ist. Wird der Wagen nach Lösen der Kupplung freigegeben, so fällt auch der Endschalter zurück und schaltet wieder den Motor an die Stromschienen. Die dritte Phase wird durch die Erde zugeführt.

Bei der Beschreibung der Kupplung wurde darauf hin-

gewiesen, daß beim Einschalten der untere Teil der Kupplung gegen den oberen hochgezogen wird. Es dient nun zur besseren Ausnutzung der Erregerwicklung, wenn sie beim Einschalten Bruchteile einer Sekunde sehr hoch belastet wird. Sobald sich der Luftspalt geschlossen hat, genügt ein schwacher Strom als Haltestrom. Die Herabsetzung des Stromes wird durch einen Schutzwiderstand erreicht, der sich selbsttätig durch das Hochgehen der unteren Kupplungshälfte einschaltet. Nebenher erhalten wir dabei als wichtigen Gewinn, daß das Auftreten dieses Haltestromes dem Bremswärter das ordnungsgemäße Arbeiten der Kupplung anzeigt, worauf später noch besonders zurückgekommen wird.

Das Führungsband der freizügigen Ausführungsform nimmt ein bis zwei Drittel der Richtungsgleise ein, wobei es lieber etwas zu lang als zu kurz gewählt werden sollte, denn die volle Ausnützung der halbautomatischen Rangierbremse ist erst dann gewährleistet, wenn die Möglichkeit besteht, jeden Wagen kupplungsreif an die vorhandenen anzusetzen und damit Hemmschuhbremsen und jegliche Beidrückarbeit zu sparen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sei angegeben, daß der Stromverbrauch bei Vollbremsung etwa 3 kW beträgt. Der Preis dürfte noch nicht den zehnten Teil der Kosten einer schweren Backenbremse erreichen, wenn man also bisher auf acht bis neun Gleise eine schwere Gleisbremse rechnete, so würde sich die Ausrüstung der Richtungsgleise zumindestens nicht teurer, jedenfalls aber im Betrieb wirtschaftlicher stellen.

#### Der Rangierbremsenbetrieb.

Es soll hier nicht im einzelnen darauf eingegangen werden, in welcher Form Bremshunde im Rahmen des bisherigen Rangierbetriebs zweckentsprechend verwandt werden können, denn dazu wäre es notwendig, auf die vielen verschiedenen Arten des Ablaufbetriebes näher einzugehen, die sich im Laufe der Zeit herausgebildet haben. Fast jeder Bahnhof unterliegt anderen Betriebsbedingungen und muß zur Modernisierung seinen Eigenheiten gemäß behandelt werden. Sondern es soll der Rangierbremsenbetrieb geschildert werden, der sich nur auf Verwendung von frei beweglichen Bremshunden stützt und diese so zweckmäßig wie möglich verwendet, wobei sowohl an Gefällsbahnhöfen als auch an Flachbahnhöfen gedacht ist.

Die Ausbildung des Ablaufberges und der Weichenzone ist schon so häufig erörtert worden, daß die Forderung kürzester Weichenentwicklung als hinreichend bekannt vorausgesetzt werden kann. Ebenso wenig soll darauf eingegangen werden, ob gleichzeitig schwere Talbremsen als Sicherungsanlagen für die Weichenzone wirtschaftlich sein können, sondern es sollen nur die Vorgänge nach der letzten Weiche ins Auge gefaßt werden. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Geschwindigkeiten, bei denen die Rangierbremse betriebsicher arbeitet, wesentlich höher liegen, als für Hemmschuhe im allgemeinen als zulässig erachtet wird. Höhere Ablaufgeschwindigkeiten ermöglichen in der Weichenzone eine entsprechend schnellere Wagenfolge und steigern damit die Leistungsfähigkeit dieser Ablaufanlagen in hohem Maße. Hier Zahlen anzugeben, würde aber über den Rahmen dieser Arbeit hinausführen, da für einen einwandfreien Vergleich eine ganz bestimmte Weichenentwicklung zugrunde gelegt und besprochen werden müßte.

Bei Zentralisierung des Bremsbetriebes werden den Bremswärtern je eine größere Gruppe von Gleisen zugeteilt. Ihr Standort wird zweckmäßig so gewählt, daß sie mit einem Blick die Vorgänge auf ihren Gleisen übersehen können. Trotzdem muß man damit rechnen, daß sie nicht jeden einzelnen Bremshund verfolgen können, sich in der Geschwindigkeit

täuschen und bei unsichtigem Wetter unter Umständen fast gar nichts sehen können. Man muß also dem Bremswärter die Möglichkeit geben, sich an Hand seines Schaltpultes jeder Zeit ein klares Bild über den jeweiligen Zustand seiner Gleisgruppe machen zu können, über die Bewegungen der Brems Hunde, ihre Lage und Bremsbereitschaft, über den Wageneinlauf und die Füllung der Gleise. Es seien daher die hierfür dienenden Einrichtungen vorausgeschickt.

Wir sahen bereits im vorigen Abschnitt, daß in der bremsbereiten Lage des Brems Hundes nur die eine Stromschiene Strom führen kann und sich so die Bremsbereitschaft kenntlich macht. Weiterhin macht sich das ordnungsgemäße Arbeiten der Kupplung dadurch kenntlich, daß sich beim Einschalten nach einem größeren Strom durch Einlegen des Schutzwiderstandes bei Anziehen der Kupplung ein ganz bestimmter niedrigerer Stromwert einstellt. Das Auftreten dieses Stromwertes gibt dem Bremswärter die Gewißheit einwandfreien Ansprechens. Die anderen wissenswerten Zustandsformen werden dem Bremswärter durch folgende einfache Einrichtung bekannt gegeben: Die, die Kupplung speisende Stromschiene wird in drei parallele Zweige aufgelöst, indem man sie in etwa meterlange Stücke aufteilt. Diese werden fortlaufend 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2 usf. bezeichnet und die Gleichnamigen zu je einem Zweig zusammengeschlossen. Diese drei Zweige werden im Schaltpunkt verbunden, so daß zwischen ihnen kein Spannungsunterschied besteht und der in Bewegung befindliche Brems Hund der Reihe nach abwechselnd aus den drei Zweigen den Strom bezieht.

Diese Einrichtung ist sehr weitgehend verwertbar. Einmal läßt sich aus dem Takt, in dem die drei Stromkreise sich ablösen, in bekannter Weise jederzeit die augenblickliche Geschwindigkeit des Brems Hundes und damit des Wagens erkennbar machen. Zweitens lassen sich die drei Stromkreise über einen dem Drehstrommotor ähnlichen Magnetapparat leiten, der sich dann entsprechend der Bewegung des Brems Hundes vor oder rückwärts dreht und den jeweiligen Standort des Brems Hundes genau festlegt. Dann ist es auch ein Leichtes,

### Frosthügel auf russischen Eisenbahnen und die Mittel zu ihrer Beseitigung\*).

Die von den Frosthügeln eingenommenen Gleislängen betragen in Rußland 1923/24 und 1924/25 5500 bis 6000 km oder ungefähr 7,5 v. H. der Gesamtlänge der Hauptbahnen. Man scheidet die Frosthügel aus in Grund-, Oberflächen- und Brückenfrosthügel. Am einschneidendsten sind die Grundfrosthügel, die bis zu 32, ja selbst 54 cm Höhe gehen, während Oberflächenfrosthügel selten 2—3 cm übersteigen. Die Brückenfrosthügel bestehen in einer zusammenhängenden, mehr oder weniger gleichmäßigen Hebung in bedeutender Ausdehnung, bisweilen bis zu einigen Werst, in ganzen Einschnitten, zuweilen auch in Dämmen geringer Höhe, wobei die Brückenwiderlager und Pfeiler natürlich diese Hebung nicht mitmachen. Fehlt die Schneedecke, so treten die Frosthügel früher auf und greifen auch viel tiefer. Die Zeit der Frosthügel beginnt für das mittlere Rußland Mitte November und dauert bis Mitte Februar, wo die Frosthügel abzunehmen beginnen. Sie hören Mitte oder Ende Mai, manchmal auch erst Mitte Juni auf. Wasserdurchlässiger Boden auf undurchlässigem Grunde begünstigt bei mangelhafter Wasserabführung das Auftreten der Frosthügel. Die Tiefe der Frosthügel hängt von der geographischen Lage, von der Beschaffenheit des Grundes und vor allem von der Frosttiefe ab. In Rußland schwankt diese Tiefe mit Ausnahme von Sibirien und Kaukasus zwischen 64 cm und 2,14 m und erreichte in ausnahmsweise schwereren Wintern sogar 2,57 bis 3,21 m.

Die Anwendung von Unterlagern bildet auch in Rußland das Hauptbekämpfungsmittel der Frosthügel. Bei größeren Frosthügeln arbeitet man mit sogenannten durchgehenden Schwellen-

\*) Quellen: „Frosthügel, ihre Bekämpfung und Beseitigung“ von N. W. Charlamow, „Frosthügel auf den Eisenbahnen und die Maßnahmen zu ihrer Beseitigung“ von L. N. Ljubimow.

daran durch einen Schleppeizer den Punkt festzuhalten, an dem der Wagen zum Stehen gekommen ist, und dadurch die fortschreitende Gleisfüllung am Schaltpunkt selbsttätig zu markieren.

Es muß dabei ganz besonders darauf hingewiesen werden, daß diese Vorrichtungen gänzlich ohne irgendwelche Kontakte oder Unterbrechungsmöglichkeiten ausgeführt werden und damit den höchstmöglichen Grad der Betriebssicherheit erreichen.

Läßt man noch den Wagen beim Einlauf in das Richtungsgleis einen Schienenkontakt betätigen, so sind dem Bremswärter alle Unterlagen an die Hand gegeben, um völlig „blind“ arbeiten zu können. Damit kann der Ablaufbetrieb auch bei Nebel und Schneetreiben unvermindert fortgeführt werden.

Schließlich erfordert es nur noch eines mit dem Standortzeiger verbundenen Relais, das den Brems Hund selbsttätig nach Stillstand des Wagens eine vorgeschriebene Strecke zurücklaufen und dort in Bremsbereitschaft gehen läßt, um folgenden Bremsbetrieb zu erhalten:

Der in das Richtungsgleis einlaufende Wagen meldet sich durch Niederdrücken des Schienenkontaktes an und schaltet dabei selbst die Kupplung des Brems Hundes ein, was sich durch Aufleuchten einer Lampe kenntlich macht. Nach erfolgter Mitnahme des Brems Hundes regelt der Bremswärter die Bremskraft so, daß der Wagen sich noch eben an den letzten Wagen ansetzt. Da er den Wagen im letzten Teil des Weges mit ganz geringer Fahrt ungebremst laufen lassen kann, erfordert das richtige Bremsen keine große Geschicklichkeit. Der Wagen kann mit einer für das Auflaufen schon gänzlich ungefährlichen Geschwindigkeit noch eine ganze Strecke weiter rollen, und diese Geschwindigkeit kann der Bremswärter auf seinem Geschwindigkeitsmesser genau verfolgen. Nach Stillstand des Wagens läuft der Brems Hund automatisch zurück und setzt sich wieder in Bremsbereitschaft. Folgt dem eben abgebremsten Wagen in kurzer Entfernung ein zweiter, so kann der Brems Hund durch einen Druckknopf schneller in Bremsbereitschaft gebracht werden.

auflagen, die verschieden stark sind (bis zu etwa 9 cm) und sich auf die ganze Schwellenlänge auflegen. Für den Ausgleich der Frosthügel sind für Züge bis zu 45 km/St. Geschwindigkeit Zwischensteigungen bis zu 1:200, bei größeren Geschwindigkeiten von 1:400 üblich. Das Verschwinden der Frosthügel erfolgt meist allmählich, zuweilen aber auch plötzlich unter der Last der Züge. Letzteres ist bei Frosthügeln großer Höhe für den Zugbetrieb besonders gefährlich. An Stellen, wo solches befürchtet wird, muß man ständige Wachen aufstellen. In vielen Fällen geht der Frost aus der Bettung, ohne daß sich die Frosthügel sogleich setzen. Man muß sich da vor zu frühem Nachhelfen mit Unterstopfung hüten, weil sonst das ganze Gleis aus seiner Ruhe kommt.

Zu den in der Ausübung viel gebräuchlichen Mitteln zur Abmilderung der Frostbeulen gehört die Überdeckung mit Stoffen, die das Wasser durchlassen. Ein eigenartiges Mittel zur Bekämpfung der Frostbeulen, das auf den Südwestbahnen versucht wurde, ist die künstliche Anwärmung des Bahnkörpers mit Pferdedünger. Man gräbt zu diesem Zwecke zwischen den Doppelgleisen einen etwa 1,07 m tiefen, 0,64 m breiten Graben, den man mit Pferdedünger ausfüllt. Zur Verstärkung des Brandes werden Lüftungsöffnungen aus lotrecht eingesteckten Strohbüscheln angebracht. Man hat auf diese Weise schon Frostbeulen von 13 cm Höhe beseitigt.

Schon beim Bau der Bahnen durch Ausbau ungeeigneten Grundes dem künftigen Auftreten von Frostbeulen vorzubeugen, ist besonders für das nördliche Rußland und für Sibirien, in erster Linie für Örtlichkeiten kontinentalen Klimas wichtig. Als Ersatz ungeeigneten Grundes wendet man Sand, Kies, zuweilen auch Schotter, Feldsteine und Steinkohlenschlacke an. Dr. S.



## Schlepperbetrieb in Rangierbahnhöfen.

Von Regierungs- und Baurat a. D. **Kaempff**, Direktor der Gesellschaft für Oberbauforschung, Berlin.

Im Rangierbahnhof Magdeburg-Rothensee haben Reichsbahndirektor Leibbrand und Vizepräsident Niemann zum Zusammendrücken der in der Gleisharfe der Richtungsgleise frühzeitig stehengebliebenen Wagen eine rühmlichst bekannte Anlage geschaffen, die einen Akkulatorenschlepper aufweist, der in den Gleiszwischenwegen auf Schmalspurgleisen verfahren wird (Abb. 1). Diese Anlage, die erste derartige in Deutschland, hat sich hervorragend bewährt und bedeutende Betriebsersparnisse eingebracht.

Es wird nicht unerwünscht sein, hiermit eine Einrichtung zu vergleichen, die auf französischen Bahnen vielfach verwendet wird, und zwar bei der Nordbahn in den Bahnhöfen Blainville, Lumes, Patin, Is-sur-Tille, Conflans und Champigneulles,



Abb. 1. Schlepperbetrieb in Magdeburg.

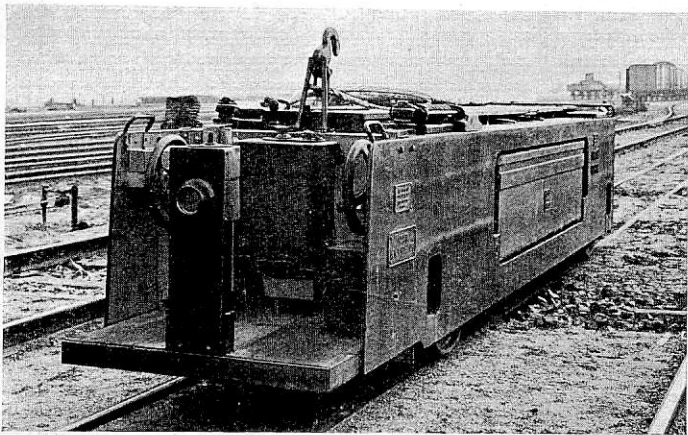


Abb. 2. Akkulatorenschlepper in Magdeburg.

Bei der Südbahn bestehen solche Anlagen in Toulouse, Cerbère und Montauban; die Bahnhöfe Bayonne, Castres, Sète Perpignan und Tabres werden gerade ausgerüstet; außerdem hat die Staatsbahn solche Anlagen in Sotteville und die P.L.M.-Bahn in Maisons-Alfort\*).

Beide Anlagen, die deutsche wie die französische, haben das Gemeinsame, daß jede Schleppereinheit von zwei Mann bedient wird, einem Fahrer und einem Kuppler, der neben den erforderlichen Zeichen für Heranfahren und Halten auch die zusammengedrückten Wagen zu kuppeln hat. Ferner

\*) Die Abbildungen für den französischen Schlepperbetrieb wurden entgegenkommender Weise von der *Révue Générale des chemins de fer* (Paris) zur Verfügung gestellt. Die Unterlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung lieferten die französischen Eisenbahnverwaltungen.

stimmen sie darin überein, daß in jedem zweiten Gleiszwischenwege gearbeitet wird, und daß daher, wenn man sich zu diesem Betriebe entschlossen hat, alle Licht- und Telegraphenmasten und sonstigen Hindernisse entfernt werden müssen, um dem Schlepper freien Weg zu schaffen. Der deutsche Akkulatorenschlepper (Abb. 2) mit einem Betriebsgewicht von 9,4 t wird von zwei Gleichstrommotoren angetrieben, die zusammen 19 PS entwickeln. Die gleiche Pferdestärke besitzt der französische Schlepper (Abb. 3), der einen vierzylindrigen Benzinmotor hat und 1950 kg wiegt. Beide Fahrzeuge, die

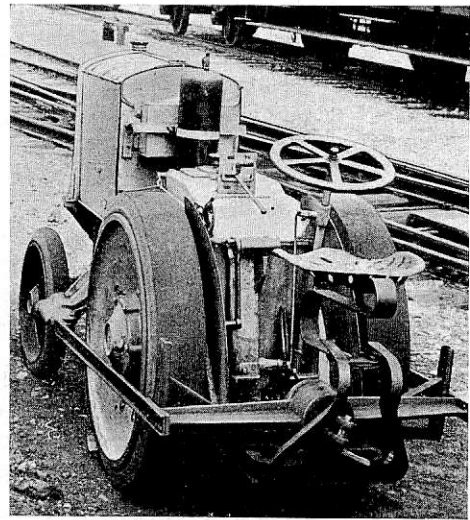


Abb. 3. Hinteransicht des Benzinschleppers.

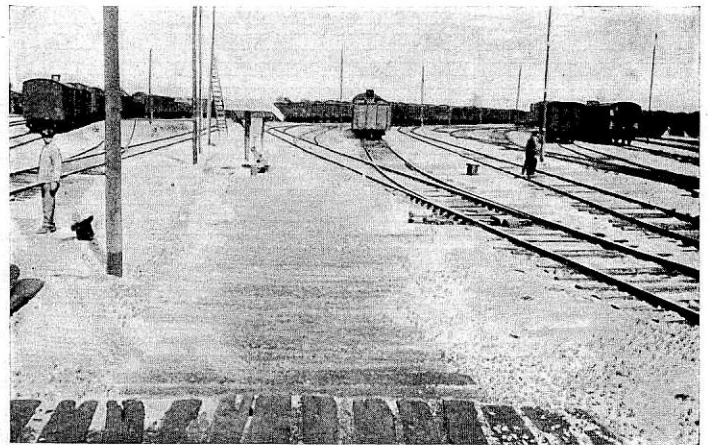
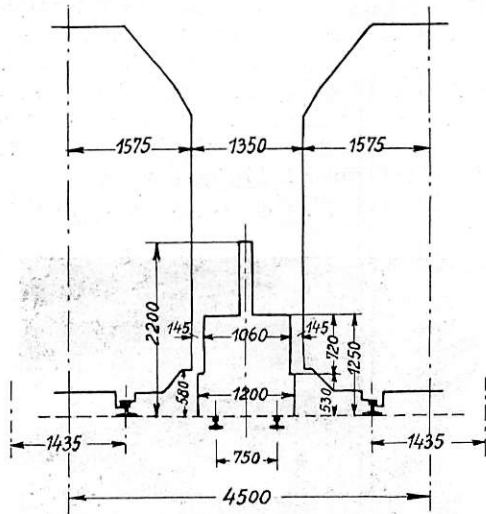


Abb. 4. Längsbahn in Blainville.

ungefähr 1,0 m breit sind, gestatten vollspurige Wagen bis 150 t Bruttogewicht aus dem Stillstande anzuziehen oder eine bis 500 t schwere, bereits im Gange befindliche Wagengruppe zu schleppen. Ein großer Unterschied besteht in der Geschwindigkeit. Der Magdeburger Schlepper hat ohne Last eine größte Geschwindigkeit von 15 km/Std., mit Last von 6 km/Std. Der französische Schlepper fährt hingegen vorwärts unter Last im ersten Gange 3, im zweiten 6 km/Std. Für Rückwärtsfahrt hat er nur eine Geschwindigkeit und zwar 6 km/Std.

Im grundsätzlichen Unterschied wird der Akkulatorenschlepper fest im Gleis geführt (Schmalspurgleis mit 76 cm Spur) und muß daher Räder mit Spurkränzen haben, während der Benzinschlepper schienenlos fährt und daher mit gewöhnlichen Rädern ausgerüstet ist, die mit Vollgummi belegt sind. Die Franzosen behaupten, daß die Gummibereifung hinsicht-

lich der Reibung und der Gleichmäßigkeit des Anfahrmomentes einerseits sowie des für den Fahrer und den Motor günstigen sanften Fahrens andererseits die besten Erfahrungen geliefert habe. Raupen erforderten wegen des scharfen Schotters sehr hohe Unterhaltungskosten und verböten sich daher ganz von



[Abb. 5. Umgrenzungsprofil.]

selbst. Bei Eisenrädern sollen sich Querleisten oder Zähne sehr schnell abnutzen, wie groß auch ihre Ausmaße seien, und damit geht die Adhäsionswirkung in beträchtlichem Maße verloren; der Motor selbst sowie die anderen Teile sollen ebenfalls auf die Dauer diese Erschütterung nicht ohne Schaden

mit einer 5 cm starken Schicht von guten Schotters bedeckt. Eine andere Art solcher Fahrbahnen wird dadurch geschaffen, daß auf eine Bettung geteerten Schotters eine Schicht geteerten Splitts kommt. Die auf diese Weise sehr gut hergerichteten Gleiszwischenwege bieten auch für den Fußverkehr eine sehr fühlbare Verbesserung.

Seitliche Führung besitzen diese Bahnen nicht. Eine besondere Kupplung verhindert, daß sich der Schlepper infolge schrägen Zuges schieft; außerdem erlangen die Fahrer bald die Fertigkeit, selbst bei schneller Fahrt und bei seitlich vorbeifahrenden Wagen tadellos die Richtung zu halten, ohne anzustoßen. Je breiter die Gleiszwischenwege sind, um so bequemer geht natürlich das Fahren, wie in Blainville, wo die Gleismittentfernung 5 m ausmacht. Bei anderen Bahnhöfen, bei denen dieses Maß nur 4,5 m beträgt, soll der Verkehr ebenfalls ohne jede Schwierigkeit stattfinden. Der freie Raum zwischen den Umgrenzungslinien der Wagen hat dann eine Breite von 1350 m (Abb. 5). Die Südbahn behauptet, daß der Abstand der Gleismitten bis 4,2 m herabgehen kann, jedoch nur als Mindestmaß in äußersten Fällen.

Für den deutschen Schlepper sind die Gleisjoche der Schmalspurbahn fast ganz in Schotter eingebettet, um eine Behinderung des Fußverkehrs auf den Gleiszwischenwegen zu vermeiden und Unfälle zu verhüten.

Ein wesentlicher Unterschied der beiden Anlagen besteht in der Verbindung der Fahrbahnen. In Magdeburg ist diese ganz am unteren Ende der Richtungsleisgruppe geschaffen. Da der Gleisplan, wie meistens, nicht ganz regelmäßig rechteckig ausgebildet ist, hat der Schlepper beim Wechseln der Arbeitsstelle bisweilen Sägebewegungen auszuführen, die

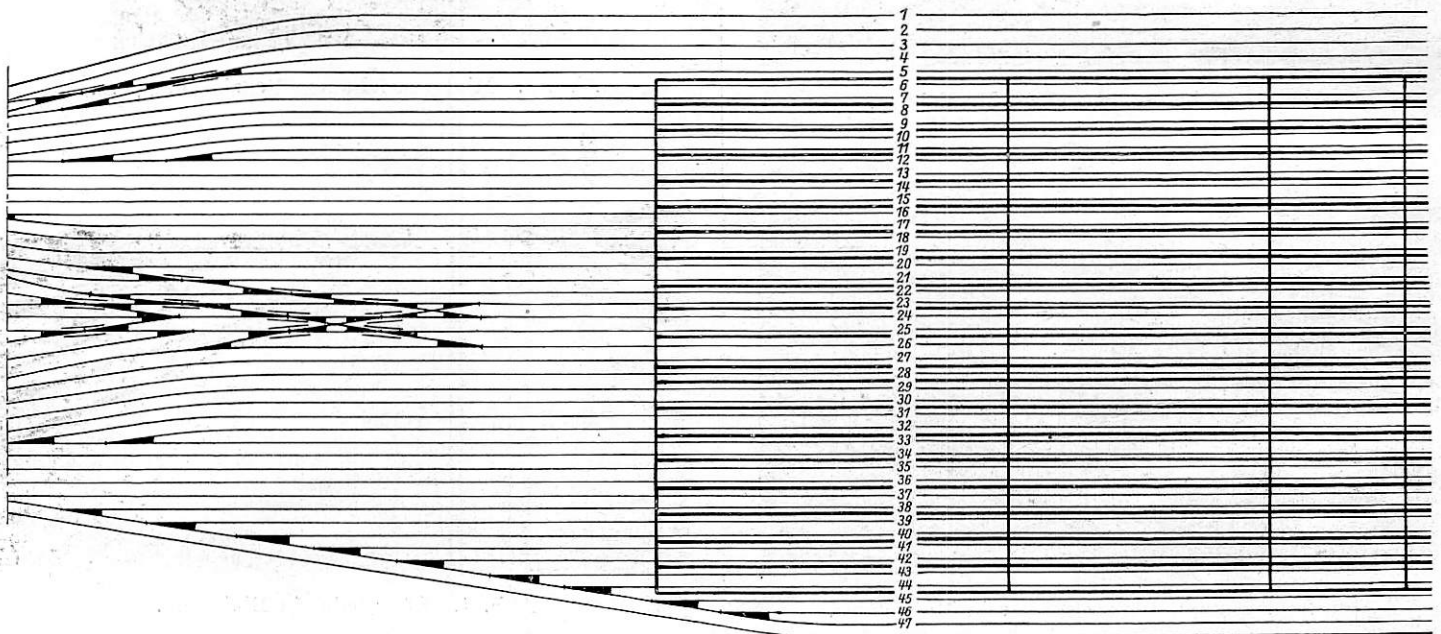


Abb. 6.

ertragen. Ein einziger Nachteil der Gummibereifung ist nur das Rutschen bei Glatteis oder starkem Frost; aber dieser Nachteil ist mit Schneeketten oder irgendeiner der vielen, zu diesem Zweck erfundenen Vorrichtungen zu beheben. Bei leichtem Betrieb benötigt der Benzinschlepper keine besonderen Laufbahnen. Es genügt, den Boden gut zu ebenen und nötigenfalls eine Lage Schotter darüber auszubreiten. An den Stellen jedoch, wo der Boden zu weich, oder wo der Betrieb sehr lebhaft ist, hat es sich als erforderlich herausgestellt, die Fahrbahn genügend zu befestigen. Dieses geschieht in der Weise, daß in den Gleiszwischenwegen parallel zu den anderen Schwellen die Hälften gebrauchter Schwellen mit Zwischenräumen von halber Schwellenbreite verlegt werden (Abb. 4). Sie liegen noch mit ihrer Oberfläche etwas versenkt und werden

immerhin etwas Zeit kosten, zumal die Schlepperbemannung hierbei Verbindung mit dem betreffenden Stellwerk halten muß. Bei den französischen Anlagen sind mehrere Querverbindungen geschaffen, und zwar vornehmlich in der oberen Hälfte, wo auch das hauptsächlichste Arbeitsgebiet ist (Abb. 6). Diese Verbindungen (Abb. 7) — in Blainville gibt es sechs — sind in der Weichenzone in Abständen von 50 bis 60 m und von hier an alle 100 m angeordnet, in ähnlicher Herrichtung wie die Längsbahnen; sie liegen in Höhe der Schienenoberkante, damit der Schlepper stoßlos kreuzen kann, und haben Ausgleichrampen zu den Längsbahnen. Bei ihrer einfachen Art können diese Querbahnen kurzer Hand an jeder gewünschten Stelle angelegt werden; dadurch gewähren sie den Schleppern die Möglichkeit, ohne Schwierigkeit und Zeitverlust von einer

Fahrbahn zu einer anderen hinüberzuwechseln und schnell ihren Tätigkeitsort zu ändern. Diese leichte Beweglichkeit, selbst bei einem Ablauf von zehn Wagen in der Minute, ist eine Grundbedingung für die Wirtschaftlichkeit. Der Nachteil

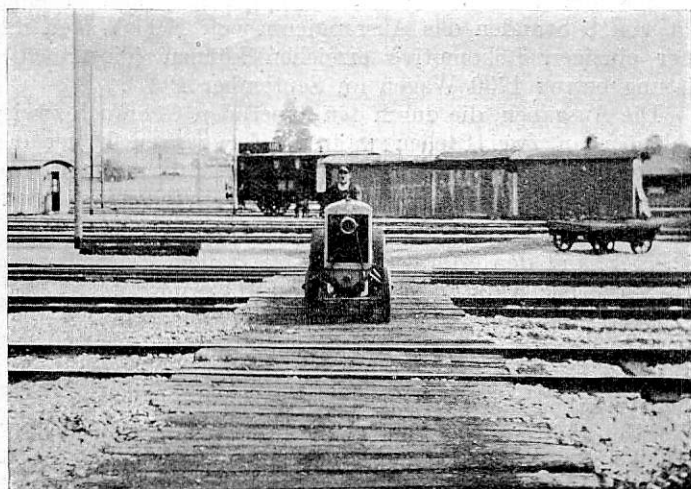


Abb. 7. Querbahn.

ihrer geringeren Geschwindigkeit wird durch dieses rasche Umsetzen mindestens wettgemacht. Sicherheit gegen Unfälle ist dadurch angestrebt, daß das Überfahren derjenigen Querbahn verboten ist, auf deren Gleis ein Wagen anrollt. Der begleitende zweite Mann, der Kuppler, hat gleichfalls auf die Sicherheit des Fahrers und des Schleppers zu achten. Vor

Spitze sich leicht in dem Wagenuntergestell verfangen und so die Ursache zu Beschädigungen des Wagens oder des Schleppers geben kann, hat man dem Haken, der zur

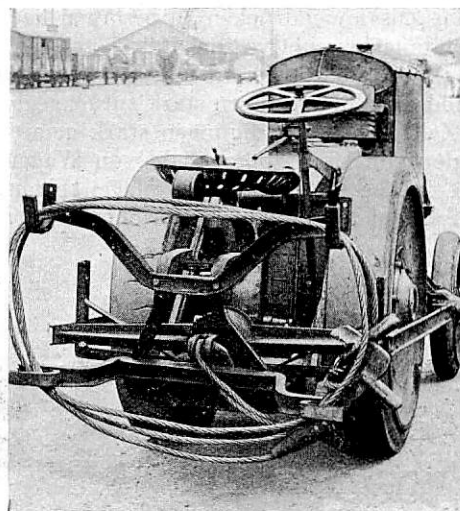
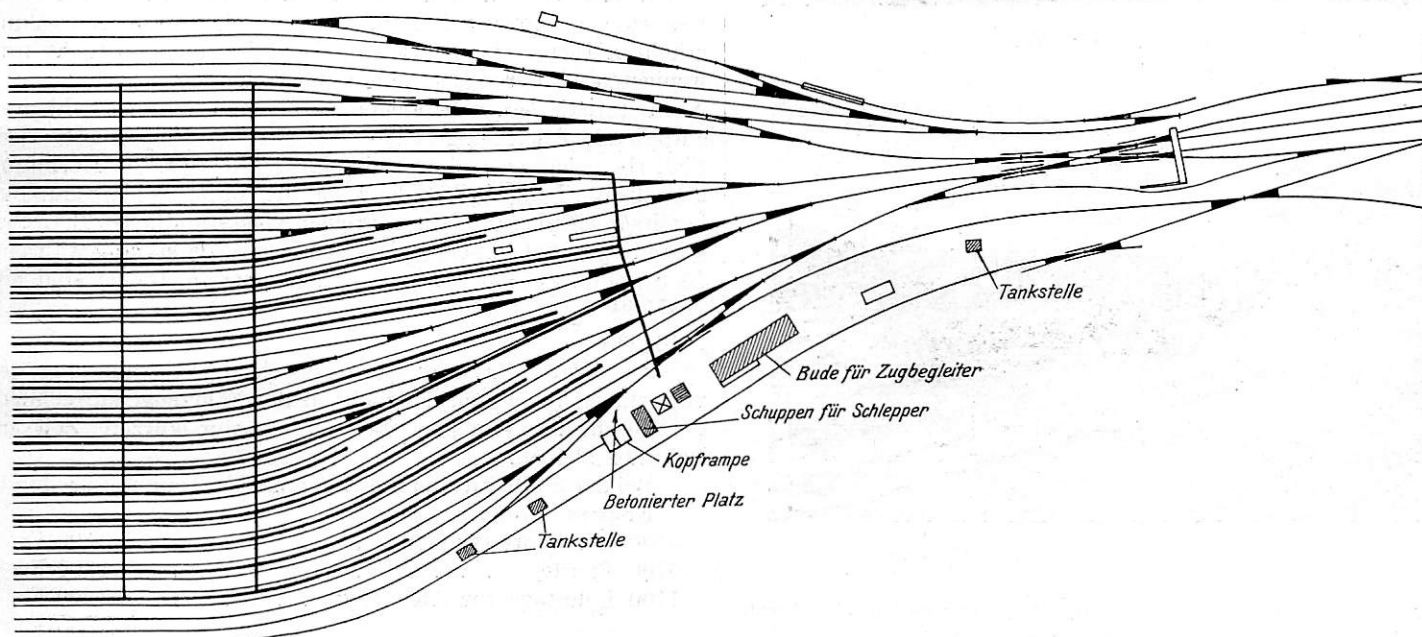


Abb. 8. Aufwickelvorrichtung.

bequemen Handhabung zwei Handgriffe besitzt, eine flache, gerauhte Nase gegeben, die sich an alle Flächen des Wagens gut anlegt.

Mehrere bequem gelegene Benzinentnahmestellen im Bahnhofe erhöhen die Bereitschaft der Schlepper (Abb. 10). Selbst-



Bahnhofsplan Blainville.

dem Überfahren eines Gleises hat er einen Hemmschuh auf dieses auszulegen, um gefahrbringende Wagen anzuhalten. Durch diese Vorsichtsmaßregeln sollen Unfälle fast ganz vermieden werden.

Eine besondere Aufwickelvorrichtung ermöglicht dem Kuppler, das 7,50 m lange Zugseil gegebenenfalls schnell aufzuwickeln (Abb. 8). Das ist erforderlich, wenn der Fahrer zum Fahren in entgegengesetzter Richtung nicht erst wendet, um unnötigen Zeitverlust zu vermeiden. Aus demselben Grunde ist es wichtig, daß der Schlepper bei Rückwärtsfahrt, bei der er keine Leistung auszuführen hat, nicht mit kleiner, sondern im Gegenteil mit größter Geschwindigkeit fährt.

Der Seilzughaken weist eine besondere Ausbildung auf (Abb. 9). Da die sonst meist ausgeführte, zurückgebogene

verständlich ist ein Schuppen nebst Reparaturwerkstatt vorhanden, ferner auch eine Sehrägrampe, um den Schlepper auf einen Eisenbahnwagen fahren zu können. Die Zahl der gleichzeitig in Dienst zu stellenden Schlepper wird aus einer Formel  $NLO=K$  errechnet, wobei N die Zahl der Gleise, L die Gleislänge, und O die in 24 Stunden zu verschiebenden Wagen bedeutet. Ist K kleiner als 30 Millionen, so genügt ein Schlepper; ist K größer, so sind deren zwei erforderlich. Für jeden Schlepper soll ein zweiter in Bereitschaft stehen, um jeden Augenblick einspringen zu können. Darüber hinaus wird noch eine weitere Reserve bereitgehalten, so zwar, daß bei zwei gleichzeitig arbeitenden Schleppern im ganzen fünf vorhanden sind. Hierfür sind bei achtstündigem Dienst erforderlich: als Bemanning der Schlepper acht Beamte, für

die Werkstatt zwei Beamte und weitere zwei für Ruhe, Urlaub und Krankheit, im ganzen also zwölf Beamte.

Die französische Ostbahn gibt an, daß durch Einführung der Schlepper die Leistung der Zerlegelokomotive, die nun nicht mehr das Zusammendrücken zu besorgen hat, um 50%, die der Zugbildungslokomotive um 10% gestiegen sei.

Da die Gleise im vorderen Teil der Richtungsgruppe freibleiben, sind die Entgleisungen stark zurückgegangen, auch hat sich die Zahl der Beschädigungen stark gemindert. Aus diesem Grunde kann eine größere Zahl von Wagen ablaufen, ohne daß wie früher sämtliche Gleisanlagen benutzt werden müssen. Durch gleichzeitige Verbesserung der Gefällverhält-

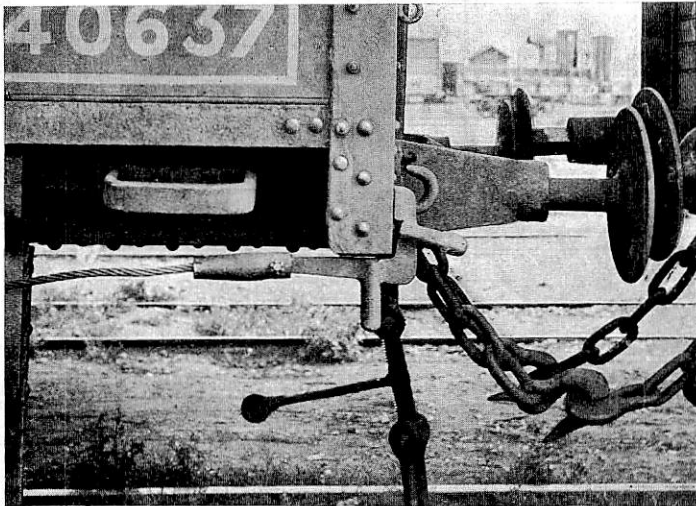


Abb. 9. Zughaken.

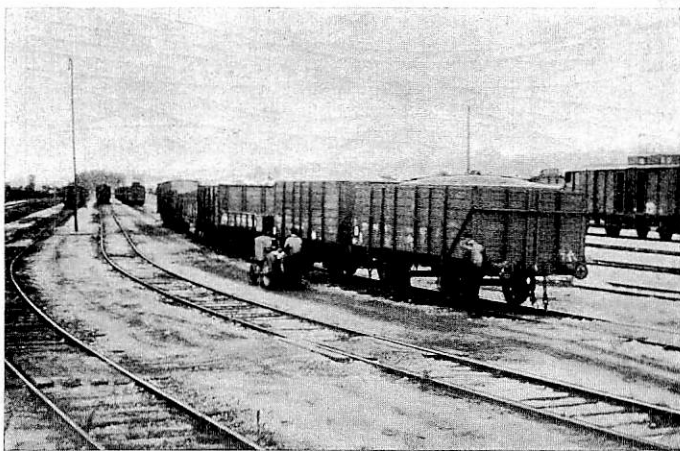


Abb. 10. Schlepperbetrieb in Blainville.

nisse des Eselsrückens und der Weichenzone sowie durch Einführung von Rangierprämien ist im Zerlegen eine Verbesserung von 115%, in der Zugbildungsgruppe von 60% und im gesamten Rangieren von 78% erreicht. Die Zeit des Rangiergeschäftes ist von früher 24 Stunden auf 16 Stunden zurückgegangen. An einer Zugbildungsstelle ist eine tägliche Lokomotivsparsnis von 8 Stunden erreicht, an einer anderen beträgt die Ersparnis 4 Stunden. Dergestalt konnten in Blainville 62 Angestellte und täglich 60 Lokomotivstunden eingespart werden. Dies hat seinen Grund besonders darin, daß die Verbesserungen gestattet, einen bestimmten Teil der Zugbildungsgruppe ganz stillzulegen, während er früher 16 Stunden benutzt wurde; in dem Bezirk der Richtungs-gleisgruppe, in der bislang den ganzen Tag gearbeitet wurde, kann die Arbeit in 16 Stunden erledigt werden.

Grundlegend ist die Forderung, daß die erreichte Ver-

besserung dazu führen müsse, bestimmte Bahnhofgruppen 8 Stunden schließen zu können. Sonst können sich die Ersparnisse infolge der dann fortbestehenden Personalkosten nicht gehörig auswirken.

Seit der Verwendung der Schlepper hat man in einer Zeit von 8 Stunden das Ausrangieren von 1600 Wagen mit einer einzigen Lokomotive erreichen können (die Höchstleistung betrug 1730 Wagen im September 1927).

Die Ausgaben, die durch den dauernden Gebrauch zweier Schlepper an zwei Stellen während der ganzen Dauer des Rangierbetriebes, und zwar während einer Gesamtzeit von 16 Stunden in Blainville entstehen, stellen sich folgendermaßen:

A. Jährliche Kapitalkosten für fünf Schlepper samt den erforderlichen Ersatzteilen	32500 Fr.
B. Jährliche Kapitalkosten für den übrigen Teil der Anlage, und zwar Laufbahn, Werkstatt, Schuppen, Tankstationen, Rampe . . . . .	20000 Fr.
C. Ausgaben für Benzin, Öl, Reinigung und Unterhaltung der Schlepper . . . . .	160000 Fr.
D. Ausgaben für Unterhaltung zu B. . . . .	15000 Fr.
E. Lohnkosten für zwölf Köpfe . . . . .	180000 Fr.
	407500 Fr.

Die an anderer Stelle gemachten Minderausgaben gestatten, auf das Jahr die folgenden Ersparnisse zu buchen:

A. Rangiermaschinen 60 Stunden täglich	876000 Fr.
B. Lohnkosten für 62 Köpfe . . . . .	930000 Fr.
	1806000 Fr.

Es ergibt sich somit eine Ersparnis von 1400000 Fr., von denen ein Teil in den im Bahnhof vorgenommenen Verbesserungen, ein zweiter in dem durch Prämienverteilung erhöhten Dienstes der Personals und schließlich nicht zum wenigsten in der Verwendung der Schlepper begründet ist. Nach statistischen Erhebungen beträgt der auf die Schlepper entfallende Anteil ungefähr die Hälfte der Ersparnisse. Der Sicherheit halber soll er mit nur 500000 Fr. in Rechnung gestellt werden. Selbst dann ist die ganze Schlepperanlage bereits in einem Jahre abgeschrieben. Die stündlichen Betriebskosten eines Schleppers stellen sich somit, da ständig während 16 Stunden an 365 Tagen zwei Schlepper im Dienst sind auf

$$\frac{407500}{2 \cdot 16 \cdot 365} = 35 \text{ Fr.}$$

Zu obigen Ersparnissen ist noch der Gewinn aus der vermehrten Benutzungsmöglichkeit der Fahrzeuge zu rechnen, die durch die schnellere Behandlung nur kürzere Zeit im Bahnhof bleiben.

Bei der Südbahn sind die Ergebnisse in Toulouse wie folgt: Erspart wurden:

5100 Lokomotivstunden . . . . .	280500 Fr.
5700 Pferde . . . . .	51300 Fr.
1100 Lohntage für Angestellte . . . . .	53200 Fr.
	385000 Fr.

Ausgegeben wurden:

Schlepper einschließlich allem . . . . .	208000 Fr.
--	------------

Somit eine Ersparnis von . . . 177000 Fr.

Der Unterschied in dem Ergebnis ist darauf zurückzuführen, daß der Verkehr in Toulouse viel geringer ist als in Blainville und daß daher die Einrichtung sich nicht in dem gleichen vollen Maße auswirken konnte. Außerdem ist die neue Betriebsform bei der Ostbahn, die als erstes französisches Netz die Schlepper bereits 1925 einführt, schon weiter ausgebildet als bei der Südbahn, die noch in der Zeit der Versuche steht. Erst seit Juni 1928 ist dort die endgültige Form gefunden. Aus diesem Grunde können die angegebenen Ersparnisse als ein Minimum angesehen werden, die sicher noch stark steigerungsfähig sind.