

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXXIII. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich.

Ergänzungsheft. 1896.

### Locomotiven und Wagen auf der Bayerischen Landesausstellung in Nürnberg.

Mitgetheilt von Zehnder, Betriebs-Maschinen-Ingenieur zu München.

(Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XL, XLI und XLII.)

Die bayerische Landesausstellung in Nürnberg enthält in der Abtheilung für Verkehrswesen die Sonderausstellung der bayerischen Staatseisenbahnen. Neben zahlreichen zeichnerischen Darstellungen, Modellen und sonstigen Gegenständen aus dem Gebiete des Eisenbahnbaues und -betriebes hat die General-direction der bayerischen Staatsbahnen im Vereine mit den bayerischen Locomotivbauanstalten Maffei und Kraufs in München und den Wagenbauanstalten Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg, Rathgeber in München und Waggonfabrik Ludwigshafen eine größere Zahl von Eisenbahnfahrzeugen ausgestellt, welche, größtentheils für die bayerischen Staatsbahnen bestimmt, die neuesten Grundformen der von diesen verwendeten Betriebsmittel darstellen.

#### I. Locomotiven.

Im Ganzen sind 8 Locomotiven und 17 Wagen ausgestellt. Unter den ersteren befinden sich:

3 Schnellzuglocomotiven, 2 von Maffei und 1 von Kraufs; 2 Güterzuglocomotiven, je eine von Kraufs und Maffei und 3 Tenderlocomotiven von Kraufs.

##### 1. Schnellzuglocomotiven von Maffei.

Die auf Taf. XL, Fig. 1 dargestellte, von Maffei gelieferte Schnellzug-Verbundlocomotive (B. XI) mit zwei gekuppelten Triebachsen und vordern, zweiachsigen Drehgestelle mit seitlicher Verschiebung entspricht der Grundform der Schnellzuglocomotiven der bayerischen Staatsbahnen, von welchen in den letzten Jahren einschließlicher der in Lieferung gegebenen bereits 117 Stück, darunter 39 Zwillings- und 78 Verbundlocomotiven beschafft wurden. Die allgemeine Anordnung stimmt mit der früher\*) beschriebenen Zwillings-Locomotive überein, größere Abweichungen sind nur insofern vorgenommen, als dies durch die Anwendung der Verbundwirkung bedingt ist. Die

von Maffei erbaute, Taf. XI, Fig. 2 gezeichnete Anfahrvorrichtung besitzt einen Umschalte-Rundschieber D, welcher selbstthätig beim Verlegen der Steuerung über 75 % Füllung hinaus durch einen am Steuerhebel A angebrachten Mitnehmer verstellt wird, die Verbindung zwischen Hoch- und Niederdruckcylinder aufhebt und ersteren mit der Ausströmung verbindet, während der Eintritt frischen Kesseldampfes in den Verbinder durch das gleichzeitige Oeffnen des Ventils K bewirkt wird.

Die Wiederherstellung der Verbundwirkung wird durch Schraubenfedern erzielt. Der am Hebel A sitzende Mitnehmer wirkt je nach der Fahrriichtung auf einen der beiden Winkelhebel B und B<sub>1</sub>, welche unter sich gekuppelt und an dem verlängerten Ende von B<sub>1</sub> mit dem Gestänge des Umschalteschiebers verbunden sind. Am Verbinder ist noch das Sicherheitsventil H angebracht, welches bei 6 at Ueberdruck abbläst. Das Querschnittsverhältnis der Dampfeylinder beträgt 1 : 2,17. Beide Cylinder sind mit entlasteten Schiebern nach der Bauart der American Balance Slide Valve Co. versehen. Die Anordnung dieser Entlastungsvorrichtung ist auf Taf. XL in Fig. 3 näher angegeben. Die Abdichtung wird durch einen elastischen gulseisernen Ring C bewirkt, welcher nach oben an die mit dem Schieberkastendeckel verbundene Dichtungsfläche D, nach unten an den auf dem Schieberrücken liegenden Mitnehmer B dampfdicht angepresst wird. Letzterer ist mit einem Schutzrande E versehen, um bei etwaigem Bruche des Ringes C das Herabfallen der Bruchstücke zu verhüten. Durch die Bohrung A steht der vom Dichtungsringe abgeschlossene Raum mit der Schiebermuschel in Verbindung, wodurch kleinere Undichtigkeiten in der Entlastung unschädlich gemacht, und größere durch den in die Ausströmung entweichenden Dampf angezeigt werden. Beim Leerlaufe öffnet sich der nicht mehr unter Druck stehende Entlastungsring ein wenig und gestattet den Eintritt der Luft in die Dampfkammer. Infolge der günstigen Erfahrungen, welche mit der vorgenannten Schieberentlastung

\*) Organ Erg.-Bd X, 1893.

erzielt wurden, werden sämtliche neueren Hauptbahnlocomotiven der bayerischen Staatsbahn damit ausgerüstet. Um bei längerer Thalfahrt ein unnöthiges Anfachen des Feuers durch die aus dem Blasrohre strömende Luft zu verhüten, kann die Ausströmung vom Niederdruckcylinder gegen das Blasrohr abgesperrt und die Luft unmittelbar ins Freie geleitet werden. Dies wird durch einen unterhalb der Rauchkammer angebrachten Drehschieber bewirkt, welcher vom Führerstande aus verstellt wird.

Der Langkessel besteht aus zwei mit Wasserdruck genieteten Schüssen mit doppelter Laschennietung der Längsnähte und doppelter Ueberlappungsnietung der Quernähte; er ist, wie der Feuerkasten, aus Krupp'schem Flusseisenbleche hergestellt. Die 226 Heizrohre von  $41/45,5^{\text{mm}}$  Durchmesser haben eine feuerberührte Heizfläche von 112 qm, die kupferne Feuerbüchse 9,7 qm. Letztere ist mit Feuergewölbe versehen; der aus drei Theilen zusammengesetzte Rost ist nach vorn geneigt. Die Hauptrahmen der Locomotive bestehen aus  $25^{\text{mm}}$  starken Flusseisenblechen, welche aufer der Verbindung an den Stirnenden noch durch vier Quersteifen, sowie durch Blechboden und Winkeleisen versteift sind. Die Rahmenbleche sind in ihrer vordern Hälfte um  $100^{\text{mm}}$  gegeneinander eingezogen, wodurch der zur Seitenbewegung des Drehgestelles und der für den Niederdruckcylinder erforderliche Raum gewonnen wurde. Das vordere Drehgestell entspricht in seiner Anordnung jenem der früher beschriebenen Zwillingslocomotive, nur sind an Stelle der bei letzterer angewendeten zwei Längstragfedern vier kleinere Federn mit Ausgleichhebel angebracht worden.

Die Locomotive ist mit Heusinger-Steuerung, Dampfsandstreuengebläse, Patent Steinle und Hartung,\*) Westinghouse-Triebrad und -Tenderbremse, Geschwindigkeitsmesser, Körting'schen Strahlpumpen, de Limon-Schmierung für die Dampfschieber u. s. w. versehen. Der mitausgestellte regelmäßige Tender von 18 cbm Wasserraum besitzt zwei zweiachsige Drehgestelle.

Neben dieser Normalschnellzug-Locomotive hat die Bauanstalt Maffei eine für die Beförderung schwerer Züge von 300 t Wagengewicht bestimmte Viercylinder-Verbund-Schnellzuglocomotive mit drei gekuppelten Achsen und vordern, zweiachsigem Drehgestelle ausgestellt (Taf. XL, Fig. 4). Die beiden Hochdruckcylinder liegen innerhalb der  $30^{\text{mm}}$  starken Rahmen über dem Drehgestelle und wirken auf die vorderste, gekröpfte Triebachse, während die Kolben der außen liegenden Niederdruckcylinder an der mittlern Triebachse angreifen. Das Hochdruckcylinderpaar ist mit seinen Dampfkammern in einem Stücke gegossen und bildet so eine feste Verbindung des vordern Rahmenendes, es trägt zugleich die Rauchkammer.

Die gekröpfte Vorderachse ist aus bestem Krupp'schem Nickelstahle hergestellt und hat einen Schenkeldurchmesser von  $210^{\text{mm}}$ . Die Kurbeln der Hochdruckmaschine sind gegenüber jenen der Niederdruckmaschine auf jeder Maschinenseite um  $180^{\circ}$  versetzt, um eine gegenseitige Ausgleichung der schwingenden Massen zu erzielen.

Der für 13 at Ueberdruck gebaute Kessel besteht in seinem cylindrischen Theile aus drei Schüssen mit doppelter Laschennietung für die Längs- und Ueberlappung für die Quernähte. Die hintere Feuerkastenwand ist behufs Gewichtersparnis schräg angeordnet. Die 194 Heizrohre von  $47,5/52^{\text{mm}}$  Durchmesser haben eine feuerberührte Heizfläche von 118,7 qm; die Gesamtheizfläche beträgt 128,4 qm. Für die Dampfentnahme ist im Dampfdom ein entlastetes Doppelsitzventil aus Rothmetall angebracht. Zwei Ramsbottom-Sicherheitsventile sind vorhanden. Die auferhalb der Rahmen liegenden kupfernen Verbinderrohre zwischen Hoch- und Niederdruckcylinder sind vorn mit Stopfbüchsen versehen und gegen Abkühlung durch Schnurwicklung und Blechmantel geschützt. Der Abdampf geht durch ein gußeisernes Kreuzstück und ein mittleres Kupferrohr nach dem ringförmig ausgebildeten Blasrohre. Behufs leichtern Anfahrens ist an der Hochdruckleitung in der Längsachse ein Dampfbahn angebracht, dessen Hebel zwangläufig mit der Steuerung verbunden ist, sodafs bei ausgelegter Steuerung von 65 % Cylinderfüllung an frischer Dampf durch seitliche Rohrleitungen nach den Verbindungsrohren strömt. An letzteren sitzt je ein Sicherheitsventil für 6 at Ueberdruck. Sämtliche Schieber sind mit der vorher beschriebenen Entlastungsvorrichtung versehen. Die Locomotive hat Heusinger-Steuerung mit Excenterantrieb für die Hochdruckmaschine von der Kurbelachse aus, und die Steuerungen der Hoch- und Niederdruckmaschine sind mit einander verbunden. Im Uebrigen sind die gleichen Einrichtungen wie bei der B XI-Locomotive angebracht; auch der nicht ausgestellte Tender entspricht dem der letztern Locomotive. Probefahrten haben mit dieser Locomotive noch nicht stattgefunden.

## 2. Schnellzuglocomotive mit Vorspannachse von Kraufs & Co.

Diese der Bauanstalt patentirte, ungekuppelte Locomotive ist auf Taf. XLI in Fig. 1 dargestellt und bildet ein beachtenswerthes Gegenstück zu der Normalschnellzug-Locomotive B XI. Die Bauart bezweckt, die Vortheile einer ungekuppelten Locomotive hinsichtlich des leichten und ruhigen Laufes und der bessern Ausnutzung der Dampfkraft mit der größern Zugkraft der gekuppelten zu vereinigen. Zu dem Zwecke sind zwei gesonderte Triebachsen angebracht, deren jede durch ein besonderes Cylinderpaar angetrieben wird. Bei dem Bau der ausgestellten Locomotive war bedungen, das ihre Leistungsfähigkeit der der zweifach gekuppelten Locomotive gleich sein, und für den Fall, das der Versuch infolge unvorhergesehener Umstände fehlschlagen würde, von vornherein der nachträgliche Umbau in eine von der regelmäßigen nur wenig abweichende, gekuppelte Locomotive möglich bleiben solle. Dementsprechend wurde das zweiachsige Drehgestell, der Kessel und die Haupttriebachse in der regelmäßigen Ausführung hergestellt, während an Stelle der hintern Triebachse eine in kurzem Aufsenrahmen gelagerte Laufachse angebracht ist, der Hauptrahmen selbst aber die hintern Achsgabelausschnitte besitzt, um bei etwaigem Umbau nach Entfernen der kurzen Aufsenrahmen eine gewöhnliche Kuppelachse unterstellen zu können. Die Vorspannachse, deren Raddurchmesser  $1000^{\text{mm}}$  beträgt, ist zwischen Drehgestell und

\*) Organ 1895, S. 204.

Haupttriebachse untergebracht. Hierdurch wird der Achsstand gegenüber dem der regelmäßigen Locomotive von 6,67<sup>m</sup> auf 7,4<sup>m</sup> erhöht.

Der Antrieb der Haupttriebachse mit 1860<sup>mm</sup> Raddurchmesser wird durch die beiden oberliegenden Cylinder der Verbundmaschine mit Heusinger-Steuerung, jener der Vorspannachse durch die beiden untern Cylinder der Zwillingsmaschine mit Stephenson-Steuerung bewirkt. Beide Maschinenarten sind von einander völlig unabhängig, um nach Bedarf nur die Haupttriebachse, oder neben ihr auch noch die Vorspannachse arbeiten lassen zu können. Letzteres ist bei den gewöhnlichen Zugbelastungen von 150 bis 180 t Wagengewicht nur beim Anfahren und in Steigungen von 10<sup>0/00</sup> aufwärts erforderlich. Auf den günstigeren Strecken unter 10<sup>0/00</sup> Steigung wird der Regler der Zwillingsmaschine geschlossen und die Vorspannachse durch eine Federanordnung von den Schienen vollständig abgehoben, sodafs sich diese im Ruhezustande befindet. Diese Abhebevorrichtung ist auf Taf. XLI in Fig. 2 dargestellt. Das Abheben erfolgt mittels einer entsprechenden Hebelverbindung mit den vorderen Spanschrauben der Haupttriebachs-Tragfedern selbstthätig; zum Herunterlassen und Niederdrücken der Vorspannachse auf die Schienen dient ein über der Mitte der Achse angebrachter Dampfkolben, dessen Querschnitt so grofs gewählt ist, dafs ein Schienendruck von 14 t erzielt wird. Damit das Einschalten der Vorspannachse während der Fahrt ohne Stofs erfolgt, ist die Einrichtung so getroffen, dafs die Vorspannmaschine zunächst durch theilweises Oeffnen des Reglers in Leerlauf versetzt wird mit einer Umdrehungszahl, die einer Fahrgeschwindigkeit von 40 bis 45 km/St. entspricht, hierauf das Füllen des Belastungscylinders durch eine enge Leitung erfolgt, die Achse also allmählig angedrückt wird und dann erst der Regler der Vorspannmaschine vollständig geöffnet wird. Die richtige Handhabung wird mittels zweier am Steuerbocke angebrachten Hebel erzielt, von welchen der Reglerhebel auf der ersten Hälfte seines Hubes den Leerlauf, der zweite Hebel die Belastung der Vorspannachse bewirkt. Beide Hebel sind derart von einander abhängig, dafs der Regler erst nach erfolgter Belastung der Achse ganz geöffnet und umgekehrt die Belastung erst nach theilweiser Schließung des Reglers aufgehoben werden kann.

Die Steuerungen der Haupt- und Vorspannmaschine werden von einer gemeinschaftlichen Steuerungswelle aus miteinander bewegt, wobei die Todtpunkte der Schwingen etwas gegeneinander versetzt sind, um für beide Maschinen günstige Füllungsgrade zu erhalten. Als Anfahrvorrichtung für die Hauptmaschine ist der Lindner'sche Anfahrhahn unter Anwendung von Entlastungskanälen im Hochdruckschieber vorgesehen. Die Cylinderabmessungen wurden derart gewählt, dafs beim Zusammenarbeiten beider Maschinen für jede eine Zugkraft von 2800 kg entsprechend einem Schienenreibungswerthe von 0,2 erzielt wird. Für das Alleinarbeiten der Haupttriebachse wurde eine etwas höhere Cylinderkraft vorgesehen, entsprechend einer größten Zugkraft von 3200 kg und einem Reibungswerthe von 0,222.

Die mit der Locomotive vor ihrer Ausstellung ausgeführten Fahrten haben gezeigt, dafs sie ihrem Zwecke entspricht und eine sehr leistungsfähige Schnellzuglocomotive ist. Da die Vor-

spannachse nur beim Anfahren und auf Steigungen von 10<sup>0/00</sup> aufwärts eingeschaltet wird, kann der größte Theil der Fahrt mit der Hauptmaschine allein zurückgelegt werden. Der Dampfverbrauch ist daher geringer, als bei den Locomotiven mit zwei gekuppelten Achsen. Dabei zeichnet sich die Locomotive durch ihren leichten und ruhigen Lauf aus. Das Einschalten der Vorspannachse während der Fahrt erfolgte anstandslos und vollständig stofslos.

### 3. Güterzuglocomotiven.

Die zweite von der Locomotivbauanstalt Kraufs gelieferte Ausstellungslocomotive (Taf. XLI, Fig. 3) ist eine vierfach gekuppelte Güterzuglocomotive, bezeichnet als Doppelcylinder-Verbundlocomotive mit vorderer Laufachse. Sie hat die früher \*) beschriebene Kraufs'sche Drehgestellanordnung, wobei die Einstellung der Laufachse in Krümmungen mittels eines doppelarmigen Hebels durch die seitliche Verschiebung der vordersten Triebachse bewirkt wird. Von den für die bayerischen Staatsbahnen beschafften 14 Locomotiven dieser Gattung sind 12 Stück als Zwillingsmaschinen mit 540<sup>mm</sup> Cylinderdurchmesser, die übrigen zwei, darunter die ausgestellte, als viercylindrige Verbundlocomotiven ausgeführt. Die Einrichtung der nach Tandembauart angeordneten Cylinder ist aus Taf. XLI, Fig. 4 ersichtlich. Auf jeder Locomotive ist ein außerhalb der Rahmen liegender, aus zwei ineinander gesteckten Cylindern gebildeter Doppelcylinder angebracht. Die zugehörigen Kolben werden von einem gemeinschaftlichen Hohlkörper mit drei Dichtungsflächen gebildet. Die kleine Kreisfläche dieses Doppelkolbens, und zwar die Außenfläche beim Vorwärtsgange, die Innenfläche beim Rücklaufe, entspricht dem Querschnitte des Hochdruckcylinders, der Unterschied zwischen der grofsen und kleinen Kreisfläche dem Querschnitte des Niederdruckcylinders. Die Anordnung der Dampfkanäle und des Schiebers mit Entlastungsvorrichtung ist in der Zeichnung genauer angegeben. Die drei Kolbendurchmesser sind 370, 400 und 710<sup>mm</sup>, der Kolbenhub 560<sup>mm</sup>.

Der für einen Ueberdruck von 13,5 at gebaute Kessel von 1582<sup>mm</sup> Durchmesser hat drei cylindrische Schüsse aus Flußeisenblech mit 18<sup>mm</sup> Blechstärke und 229 Heizrohre von 46/52<sup>mm</sup> Durchmesser, deren feuerberührte Heizfläche 148,9 qm beträgt, die Gesamtheizfläche ist 160 qm. Die Feuerbüchse ist mit Feuergewölbe versehen, die Feuerthüre als Doppelschiebethür eingerichtet. In der 1577<sup>mm</sup> langen Rauchkammer ist eine verstellbare Lenkplatte aus gelochtem Bleche angebracht; zur Verhinderung des Feueranfachsens beim Leerlaufe ist ein unmittelbarer Auspuff ins Freie vorgesehen. Das Blasrohr hat einen Mündungsdurchmesser von 136<sup>mm</sup>. — Der Rahmen besitzt vorn eine geringere Lichtweite als hinten, indem die aus 30<sup>mm</sup> starken Flußeisenblechen hergestellten Hauptrahmen aus zwei Stücken bestehen, welche über der vorletzten Achse auf etwa 1<sup>m</sup> Länge überlappt und sorgfältig miteinander vernietet sind. Die Locomotive hat Heusinger-Steuerung, Westinghouse-Triebrad- und Tenderbremse, Wasserschmierung für die Schienen, Geschwindigkeitsmesser, de Limon-Schmierung für

\*) Organ 1889, S 18.

die Dampfschieber. Die mit ihr vorgenommene Probefahrt verlief günstig, sowohl hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, als auch des Dampfverbrauches.

Beide Kraufs'schen Ausstellungslocomotiven sind mit dreiachsigen Tondern älterer Schnellzug-Locomotiven ausgerüstet, welche dafür vierachsige Normaltender erhielten. Diese sind nicht mitausgestellt.

Die von Maffei gelieferte Güterzuglocomotive ist eine Doppel-Verbundlocomotive, Bauart Mallet\*) mit vier paarweise gekuppelten Triebachsen (Taf. XL, Fig. 5). Die beiden Niederdruckcylinder sind an den vorderen, die zwei Hochdruckcylinder an den hinteren Gestellrahmen angebracht. Der hintere Hauptrahmen, welcher den Langkessel und die Steuerungswelle für die Niederdruckmaschine trägt, ist nach vorn verlängert und überragt den Vorderrahmen, etwa in der Mitte des letztern mittels stählerner Reibplatten mit Metallfuttern aufliegend. Beide Rahmen sind durch ein lothrechtes Doppelgelenk miteinander verbunden, um die erforderliche Beweglichkeit in Krümmungen zu erzielen. Dieses Gelenk besteht aus je 2 starken Gehäusen und zwei Mittelstücken aus Stahlgufs, welche mit den Rahmenenden fest vernietet sind, und besitzt unten eine Spannvorrichtung mit zwei Schraubenfedern, um das Gewicht der überhängenden Niederdruckcylinder auszugleichen. Die Spannung der beiden Federn beträgt regelmäßig etwa 2400 kg. Zur Entlastung des Gelenkes sind zu beiden Seiten pendelnde Tragstangen angebracht. Um ein Schlingern des Vordergestelles zu vermeiden und dessen Rückführung in die Mittelstellung zu erleichtern, ist am Vorderrahmen unter der Rauchkammer eine aus Blattfedern bestehende Spann- und Mittelstellvorrichtung angebracht. Die Bügel dieser Federn besitzen Zapfen, welche in Lagern geführt sind und auf einen mittlern, an die Rauchkammer genieteten Angriffsarm drücken. Letzterer besteht aus zwei durch Winkel und einem Stahlblock versteiften Blechen und bildet zugleich den vordern Bühnenträger.

Der Verbinder besteht aus einem in der Längsmittellinie liegenden Eisenrohre von 150<sup>mm</sup> Lichtweite und 5<sup>mm</sup> Wandstärke. Die erforderliche Beweglichkeit dieses Rohres wird durch ein an seinem hintern Ende angebrachtes elastisches Federrohr bewirkt. Dieses besitzt mehrere durch Kupferniete verbundene, wellenförmige Metallbiegeplatten und zwei Metalltrichter, welche durch Stahlgufsstücke an das Auspuffkreuzrohr der Hochdruckmaschine und an das Verbinderrohr angeschraubt sind. Zum Schutze des Federrohres sind in ihm zwei ineinandergesteckte Rohrstützen vorgesehen; außerdem sind Verbinder und Federrohr durch Filzmantel mit Blechumhüllung gegen Wärmeausstrahlung geschützt. Vor Ingangsetzen der Maschine können die Niederdruckcylinder einschließlic des Verbinders durch einen am Ausstattungskopfe angebrachten Dampfahnh vorgewärmt werden.

Aehnlich wie am Verbinder ist unter der Rauchkammer ein elastisches Federrohr in die Auspuffleitung der Niederdruckcylinder eingeschaltet. Dieses liegt lothrecht in einer trichterförmigen Erweiterung des Blasrohruntersatzes und drückt unten auf einen Metallring, welcher auf dem Ausströmungskreuzrohre

der Niederdruckcylinder verschiebbar ist. Durch die Anwendung der beiden Federrohre werden Stopfbüchsen vermieden, deren Unterhaltung weniger einfach ist.

Zur Erleichterung des Anfahrens ist das rechtsseitige Einströmungsrohr der Hochdruckcylinder mit einem Dampfahne verbunden, dessen Hebel zwangläufig durch die Umsteuerung verstellt wird, sodafs bei ausgelegter Steuerung Frischdampf vom Einströmungsrohre durch eine 35<sup>mm</sup> weite Leitung in den Verbinder strömen kann. Die beiden Niederdruckdampfkammern sind mit Sicherheitsventilen versehen, welche bei 6,5 at Ueberdruck abblasen. Sämmtliche Schieber haben Entlastungsvorrichtungen.

Der auf 14 at Ueberdruck gebaute Kessel hat drei Schüsse mit doppelter Laschenntung der Längsnaht und 192 Heizrohre von 46/52<sup>mm</sup> Durchmesser mit 114 qm feuerberührter Heizfläche und 123 qm Gesamtheizfläche. Die Rauchkammer ist vorn abgeschrägt, um an Gewicht zu sparen und im untern Theile eine gröfsere Fläche für die Ablagerung der Flugasche zu erhalten. Behufs leichtern Oeffnens ist die schräg liegende Rauchkammerthür mit einer Federausgleichvorrichtung versehen.

Die Locomotive hat aufsenliegende Heusinger-Steuerung, Westinghouse-Triebrad- und Tenderbremse, Geschwindigkeitsmesser, Sandstreuuvorrichtung für beide Maschinengruppen. Der nicht mitausgestellte Tender entspricht dem auf Taf. XI, Fig. 1 dargestellten Normaltender. Probefahrten wurden mit dieser Locomotive noch nicht vorgenommen.

#### 4. Tenderlocomotiven.

Die letzte der für die bayerischen Staatsbahnen bestimmten Ausstellungslocomotiven ist eine Localbahn-Locomotive (D XI) mit drei gekuppelten Triebachsen und hinterer Laufachse (Taf. XLI, Fig. 5), geliefert von der Locomotivfabrik Kraufs. Sie ist eine etwas leichter gebaute Abart der bereits im Organ, Jahrgang 1889, Seite 16 beschriebenen D VIII. Locomotiven.

Während bei diesen der Schienendruck jeder Triebachse 12 t beträgt, ist er bei den D XI-Locomotiven auf 10,4 t ermäßigt. Entsprechend dieser Gewichtsverminderung sind auch Cylinderdurchmesser, Achsstand, Heiz- und Rostfläche etwas kleiner geworden, während der Raddurchmesser der gleiche geblieben ist. Die Locomotive besitzt einfache Dampfwerkung, aufsenliegende Heusinger-Steuerung, die Einrichtung für die auf den Localbahnen der bayerischen Staatsbahn eingeführte, nicht selbstthätige Luftsaugbremse, Bauart Hardy, mit Triebrad- und Handwurfbremse für die beiden Vorderachsen, Luftgegendruckbremse, Handläutewerk, Wasserschmierung für die Schienen, Sandstreuugebläse, Geschwindigkeitsmesser und Dampfheizeinrichtung. Die Laufachse ist mit der Kraufs'schen Drehgestellanordnung versehen. Der Inhalt der Wasserbehälter beträgt 4,3 cbm, der der Kohlenbehälter 1,6 cbm. Der für 12 at Ueberdruck gebaute Kessel besitzt 138 Heizrohre von 40/45<sup>mm</sup> Durchmesser mit einer feuerberührten Heizfläche von 62,4 qm; die Gesamtheizfläche beträgt 67,35 qm.

Von der Bauanstalt Kraufs sind noch zwei kleinere, zweiachsige Tenderlocomotiven, eine für Voll- und eine für 750<sup>mm</sup> Schmalspur ausgestellt.

Der Uebersichtlichkeit halber sind die wichtigsten Hauptangaben für alle aufgeführten Locomotiven auf Seite 255 zusammengestellt.

\*) Organ 1893, S. 198.

	Verbund-Schnellzug-locomotive BX <sup>I</sup> Maffei Taf. XI, Fig. 1 3	Viercylinder-Verbund-Schnellzug-locomotive Maffei Taf. XI, Fig. 4	Schnellzug-locomotive mit Vorspann-achse AA <sup>I</sup> Kraufs Taf. XII, Fig. 1 u. 2	Doppel-cylinder-Verbund-Güter-zuglocomotive E <sup>I</sup> Kraufs Taf. XII, Fig. 3 u. 4	Doppel-Verbund-Güter-zuglocomotive BB <sup>I</sup> (Mallet) Maffei Taf. XI, Fig. 5	Tender-locomotive für Localbahnen D <sup>XI</sup> Kraufs Taf. XII, Fig. 5	Tender-locomotiven für Localbahnen Kraufs Spur 1435   750	
Cylinder- { Hochdruck . mm	455	380	385	400/370	415	375	270	180
durchmesser { Niederdruck . "	670	610	610	710	635			
Kolbenhub . . . . . "	610	660	610	560	630	508	400	300
Triebraddurchmesser . . . . "	1860	1640	1860	1160	1330	996	830	620
Achsstand, ganzer . . . . . "	6670	7940	7400	7000	5909	4900	1800	1100
Heizfläche, Rohre . . . . . qm	112,3	118,7	112,3	148,9	114	62,4	—	—
" Feuerkiste . . . . . "	9,7	9,7	9,7	11,1	9	4,95	—	—
" gesammte . . . . . "	122	128,4	122	160	123	67,35	35	15,5
Rostfläche . . . . . "	2,2	2,5	2,2	2,42	2,1	1,3	0,5	0,3
Dampfüberdruck . . . . . at	13	13	13	13,5	14	12	12	12
Last auf { (mit Vorspann) t	—	—	8,5	9,8	—	7,7	—	—
Laufachse { (ohne " ) t			12,9					
Last auf { (mit " ) t	22	16,5	15	—	—	—	—	—
Drehgestell { (ohne " ) t			23,9					
Last auf { (mit " ) t	14	14	14,0	13,95	14,05	10,4	—	—
1 Triebachse { (ohne " ) t			14,7					
Last auf Vorspannachse . . . t	—	—	14,0	—	—	—	—	—
Last im Ganzen . . . . . t	50	58,5	51,5	65,6	56,2	38,9	16,7	8,0
Last mit Tender im Dienste t	93	101,5	85,8	97,6	99,2	—	—	—

## II. Wagen.

In der Zusammenstellung Seite 256 sind die ausgestellten Wagen und deren Hauptmaße und Bauart angegeben.

A. Wagen der bayerischen Staatsbahn: Die beiden Salonwagen, der vierachsige Personenwagen und der Gepäckwagen haben geschlossene Endbühnen mit Faltenbälgen und Uebergangsbrücken, Westinghouse- und Hardybremse, letztere mit dem Rayl'schen Nothsignale, sowie Spindelbremse. Die dreiachsigen Wagen sind mit Vereinslenkachsen A<sup>4</sup> und verschiebbarer Mittelachse versehen; ebenso haben die zweiachsigen Personenwagen einschließlic der drei Localbahnwagen Lenkachsen A<sup>4</sup>. Die Hauptbahnwagen für Personenzüge sind mit Westinghousebremsen, die Localbahnwagen mit der nicht selbstthätigen Luftsaugbremse von Hardy ausgerüstet. Für die Lüftung der Personenwagen sind Wolpert'sche Sauger im Dache angebracht.

Die beiden Salonwagen sind auf Taf. XLII, Fig. 1 u. 2, dargestellt und enthalten geräumige Vorplätze mit Sitzen, einen größern Salon und mehrere Halbtheile mit Waschraum. Im Wagen Nr. 2 können zwei Halbtheile durch Verschieben der Mittelwand in ein Vollabtheil umgewandelt werden. Die ausziehbaren Sessel und Sophas des Salons sind als Lagerstätten benutzbar; die Sitze und aufklappbaren Rücklehnen der Halbtheile bilden je ein Unter- und Oberbett. Während Wagen Nr. 2 mit Gasbeleuchtung durch die Multiplexlampen von Riedinger\*) eingerichtet ist, besitzt Wagen Nr. 1 elektrische

\*) Organ 1893, Erg.-Bd X, Th. II, S. 85.

Beleuchtung durch Glühlichtlampen mit Speichern, Bauart Böse; er enthält acht Lampen zu 16 N.-K. und vier zu 10 N.-K., von welchen sieben bzw. zwei Lampen ständig brennen. Die erforderlichen drei Speicher, Form DIV, von 30 Volt Spannung sind in vier Aufnahmekästen untergebracht, welche zwischen den Achsen an den beiden Langseiten des Untergestelles aufgehängt sind und je 12 Celluloid-Zellen enthalten. Die Batterien sind neben einander geschaltet, sämtliche Lampen liegen in einem Stromkreise, um nach Bedarf einen oder zwei Speicher ausschalten zu können. Jede Lampe ist mit Ausschalter versehen, außerdem sind Gruppenschalter für die drei Salonlampen und die beiden Lampen des Waschraumes vorhanden.

Der auf Taf. XLII, Fig. 3 (Nr. 6 der Zusammenstellung), dargestellte Rettungswagen ist zur Unterbringung und Beförderung von Kranken und Verletzten bei Eisenbahnunfällen bestimmt. Von derartigen Wagen besitzt die bayerische Staatsbahn zehn Stück, welche an den Oberbahnamtssitzen aufgestellt sind. Sie sind mit zehn beweglichen Tragbahnen, Ofenheizung, Gasbeleuchtung, Aborteinbau, Waschtisch mit Kommode, Rettungskasten und Eisschrank, letzterer auf der Endbühne, und mit den für die ärztlichen Bedürfnisse erforderlichen Gegenständen versehen. Die Tragbahnen sind auf besonderen Ständern mit Grund'scher Federanordnung an den beiden Längswänden in zwei Reihen übereinander gelagert und nach dem Mittelgange zu durch Bettvorhänge abgeschlossen. Die Lüftung der Wagen wird durch acht Wolpertsauger und einen am Boden befindlichen Wind-

**Zusammenstellung der ausgestellten Wagen.**

Lfd. Nr.	Wagengattung	Lieferant	Äußere Kasten-		Unter- gestell- Länge m	Buffer- abstand m	Achsen- zahl	Achs- stand, äußerer m	Eigen- ge- wicht t	Lade- ge- wicht t	Bemerkungen.
			Länge m	Breite m							
<b>A. Wagen der Bayerischen Staatsbahn.</b>											
1	Salonwagen Nr. 42	Maschinenbau- Gesellschaft Nürnberg	12,0	2,9	12,0	13,22	3	9,25	} 21	—	Durchgangswagen mit geschlossenen Endbühnen, Seitengang, Salon, Schreibraum, Halbabtheil, Wasch- und Abort- und Dienerschaftsraum. 10 Sitzplätze I. Cl., 1 Sitzplatz II. Cl. Elektrische Beleuchtung. Dampfheizung.
2	Salonwagen Nr. 43	Rathgeber, München	12,37	3,05	12,35	13,57	3	9,25		—	Durchgangswagen wie 1 mit Salon, 3 Halbabtheilen, Wasch- und Abortraum. 12 Sitzplätze I. Cl. Gasbeleuchtung. Dampfheizung.
3	Personenwagen I. und II. Classe (A. B. i.)	Maschinenbau- Gesellschaft Nürnberg	17,0	3,0	16,99	18,29	4	14,5	31,7	—	Durchgangswagen mit geschlossenen Endbühnen, Seitengang, Oberlichtaufsatz, 2 Abtheilen mit 12 Sitzplätzen I. Cl. und 5 Abtheilen mit 29 Sitzplätzen II. Cl., Wasch- und Abortraum. Gasbeleuchtung. Dampfheizung.
4	Personenwagen I. und II. Classe (A. B.)	Rathgeber, München	9,14	2,6	9,1	10,22	3	6,5	15,0	—	1 Abtheil I. Cl. mit 5 Sitzplätzen und 3 Abtheile II. Cl. mit 18 Sitzplätzen. 3 Aborteinbauten. Freisitzbremse. Gasbeleuchtung. Dampfheizung.
5	Personenwagen III. Classe ameri- kanischen Musters (C. i.)	Ludwigshafen	7,95	3,1	9,58	10,8	2	6,0	12,0	—	Mit offenen Endbühnen, 18 Sitzbänken mit Mittelgang und 43 Plätzen III. Cl. Aborteinbau. Endbühnenbremse. Dampfrohrenofen. Gasbeleuchtung.
6	Rettungswagen	Maschinenbau- Gesellschaft Nürnberg	7,95	3,1	9,58	10,8	2	6,5	13,7	—	Mit offenen Endbühnen, 10 Tragbahnen, Mittelgang, Aborteinbau, Endbühnenbremse und Westinghouse-Bremsleitung. Gasbeleuchtung. Ofenheizung.
7	Gepäckwagen für den Durch- gangsverkehr (P. i.)	"	12,37	3,05	12,35	13,57	3	9,25	17,8	5,0	Durchgangswagen mit geschlossenen Endbühnen, Dienstabtheil, Gepäckraum, Zollabtheilung, Hundekasten, Abort. Gasbeleuchtung. Dampfheizung.
8	Postwagen	Rathgeber, München	15,0	2,7	15,3	16,5	4	13,3	26,0	8,0	Für Brief- und Packetpost eingerichtet. Mit Bremsorhaus, Oberlichtaufsatz, elektrischer Beleuchtung und Dampf- und Ofenheizung.
9	Localbahnwagen II. Classe mit Postraum	"	6,6	3,1	8,6	9,82	2	5,0	10,0	—	Endbühnen mit Abschlufsthüren, 16 Sitzplätzen II. Cl. mit Mittelgang. Postraum. Endbühnenbremse. Dampfheizung. Petroleumbeleuchtung.
10	Localbahnwagen III. Classe mit Dienstraum	Maschinenbau- Gesellschaft Nürnberg	8,9	3,1	10,9	12,12	2	6,0	12,5	—	Endbühnen mit Abschlufsthüren. 54 Sitzplätze III. Cl. mit Mittelgang, Dienstraum, 20 Stehplätze auf den Endbühnen. Endbühnenbremse. Dampfheizung. Petroleumbeleuchtung.
11	Localbahn-Stückgutwagen	Ludwigshafen	5,8	2,9	7,4	8,62	2	4,5	9,0	4,0	Mit offenen Endbühnen, Endbühnenbremse, Dampfheizleitung, Petroleumbeleuchtung.
12	Bierwagen	Rathgeber, München	7,2	2,66	7,5	8,8	2	4,0	11,0	15,0	Mit Bremserhaus, Westinghouse-Bremse, Eisbehälter an den Stirnwänden, Gasheizeinrichtung, Dampfheizleitung.
13	Bordloser Wagen (S. S.)	Maschinenbau- Gesellschaft Nürnberg	—	2,9	12,74	14,04	4	10,11	15,4	30,0	Zur Schienenbeförderung. Mit Bremserhaus, seitlichen Kipfstangen und Drehgestellen von 1,85 m Achsstand.
14	Kesselwagen f. Fettgasbeförderung	Riedinger, Augsburg	—	2,9	9,0	10,3	2	5,5	18,8	10,0	Mit 3 Kesseln von je 10 cbm Inhalt, für 10 at Ueberdruck. Endbühnenbremse.
<b>B. Sonstige Wagen.</b>											
15	Schlafwagen der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft	Maschinenbau- Gesellschaft Nürnberg	18,5	2,8	18,23	19,74	4	15,37	34,3	—	Durchgangswagen mit geschlossenen Endbühnen, Seitengang, 1 Voll- und 7 Halbabtheilen mit zusammen 18 Schlafplätzen, 4 Waschräumen mit Kalt- und Warmwasserleitung. Aborte mit Wasserspülung, vereinigte Dampf- u. Warmwasserheizung. Gasbeleuchtung.
16	Personenwagen I. und II. Classe für die anatolischen Bahnen	"	9,66	2,6	9,96	11,26	2	6,5	14,36	—	Mit 4 Voll- und 1 Halbabtheile mit 15 Plätzen I. Cl. und 16 Plätzen II. Cl. Spindelbremse. Oelbeleuchtung. Schattendach.
17	Dienstwagen für die anatolischen Bahnen	Rathgeber, München	7,0	2,5	9,0	10,3	2	5,5	—	—	Endbühnen mit Abschlufsgeländer, 2 Salons mit Vorraum in der Wagenmitte, Abort. Ofenheizung. Spindelbremse. Oelbeleuchtung. Schattendach.

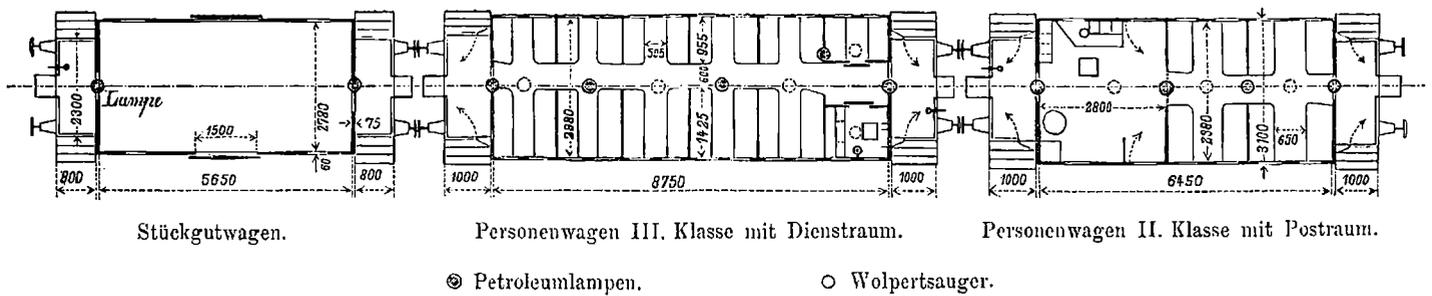
fänger mit Stellvorrichtung bewirkt. — Durch die Lenkachsen-Anordnung wird der Uebergang der Wagen auf Localbahnen ermöglicht.

Der ausgestellte Gepäckwagen (Taf. XLII, Fig. 4, Nr. 7 der Zusammenstellung) ist für den Schnellzug-Durchgangsverkehr bestimmt und besitzt ein Dienstabtheil mit Aufbau, einen Gepäckraum mit beiderseitigen Schiebthüren, einen absperrbaren Raum für Zollgegenstände, Abort, zwei Hundekasten und unter dem erhöhten Sitze des Zugführers einen Raum zum Unterbringen von Geräthen, Schläuchen u. s. w. — Die übrigen Personenwagen entsprechen den bekannten Grundformen; der ausgestellte Postwagen Nr. 8 der Zusammenstellung stimmt mit dem im Organe 1893, Ergänzungsband X, Theil II, S. 31 beschriebenen überein, besitzt jedoch, wie die neueren Wagen dieser Gattung, elektrische Belcuhtung durch zehn Siriusglüh-

lampen von 10 N.-K. mit Böse'schen Speichern. Jede Langseite trägt einen Speicher aus 16 paarweise in Holzkästen befindlichen Celluloid-Zellen von zusammen 30 Volt Spannung; von jedem Speicher werden die auf seiner Seite liegenden Lampen: je drei feste im Briefposträume, je eine feste und zwei Steckanschlüsse für eine Handlampe im Packtraume, sowie eine im Aborte, gespeist. Die Lampen haben Blechschirme, die im Packtraume angebrachten sind durch Schutzkörbe gesichert. Die Abortlampe wird beim Verschieben des Innenriegels selbstständig ein- und ausgeschaltet.

Die Anordnung der Localbahnwagen, welche einem regelmäßigen Stammzuge entsprechen, ist in Textabb. 106 dargestellt. Der mittlere Wagen enthält gegenüber dem Dienstabtheile für den Schaffner ein Halbabtheil, welches im Bedarfsfalle für die Beförderung von Gefangenen verwendet werden

Fig. 106.



kann. Die einzelnen Räume sind von einander durch Schiebthüren zu trennen, die Deckenlampen in den Zwischenwänden angebracht, damit sie nach beiden Seiten leuchten. Die Dampfheizrohre liegen unter den Sitzbänken, im Posträume ist ein Röhrenofen aufgestellt.

Der unter Nr. 12 der Zusammenstellung aufgeführte Bierwagen ist für Gasheizung mit Riedinger-Oefen eingerichtet. Er enthält zwei kleine Gasöfen mit Bunsenbrennern und Heizmänteln, einen Gasbehälter von 800 l Inhalt mit Druckminderungsventil und einen selbstthätigen Wärmeregler, dessen Ventil durch die Ausdehnung einer von einer Biegehaut abgeschlossenen Alkoholfüllung bewegt wird. Bei erreichter höchster Wärmestufe schließt dieses Ventil die Gasleitung der Bunsenbrenner ab. Die Zündflammen der letzteren sind in eine Umgehungsleitung eingeschaltet, welche ständig offen bleibt und dadurch die Wiederentzündung der Bunsenbrenner bei sinkender Wärme selbstthätig bewirkt. Die Zündflammen werden von außen durch eine mit Deckeln versehene Oeffnung in der Wagenwand angezündet. An den Zuleitungen sind die erforderlichen Stell- und Absperrhähne angebracht.

B. Sonstige Wagen: Der unter Nr. 15 der Zusammenstellung aufgeführte Schlafwagen ist nach den Plänen der internationalen Schlafwagen-Gesellschaft ausgeführt, hat geschlossene Endbühnen mit Faltenbälgen und Uebergangsbrücken, Oberlichtaufsatz, Westinghouse-, Hardy- und Spindelbremse und zweiachsige Drehgestelle von 2,5 m Achsstand. — Die beiden Wagen für die anatolischen Bahnen sind nur mit Spindelbremse ausgerüstet, sie haben 150 mm über dem Wagendache noch eine zweite Dachverschalung als Schattendach gegen die Sonnenwärme. Der unter Nr. 17 der Zusammenstellung aufgeführte Dienstwagen ist für Streckenreisen der Ingenieure bestimmt und enthält zwei größere Räume, welche mit Schlafsofa, Schreibtisch, Waschtisch u. s. w. ausgerüstet und durch einen in der Mitte liegenden 0,84 m breiten Quergang von einander getrennt sind; die in der Mitte jeder Wagenlangseite angebrachte Eingangsthür führt zunächst in diesen Vorraum. Die beiden Endbühnen erstrecken sich über die ganze Kastenbreite, sind 1 m weit und mit Abschlussgelder nebst Uebergangsbrücken versehen. Beide Wagen haben durchgehende Laufbretter und Lenkachsen.

## Was kann und soll gegen Verkehrsstockungen durch Schnee und zur Verminderung der Schneeräumungskosten geschehen?

Von A. H. Schmidt, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector zu Cassel.

Die immer wieder auftretende Frage der Unschädlichmachung des Schnees für die Eisenbahnen hat die verschiedensten, selten ohne Widerspruch gebliebenen Beantwortungen erfahren und kann noch immer als offen bezeichnet werden.

Wenn auch der folgende Versuch der Beantwortung keine endgültige Lösung bringt, so wird er doch vielleicht als Beitrag zur Lösung anerkannt.

Zu einer Zeit, wo man noch keine in zuverlässig gutem Zustande erhaltenen Strafsen kannte, nahm man Störungen durch Schnee als unvermeidlich ruhig hin.

Nach Ausbau des Strafsennetzes und Entwicklung eines ausgedehnten Post- und Güterverkehrs wurden die Störungen fühlbarer, man hat sich aber bis heute mit Rücksicht auf die mittlerweile erfolgte Ueberleitung des Hauptverkehrs auf die Eisenbahnen wenig oder gar nicht bemüht, derartige Störungen zu verhindern. Man sieht sie noch als unvermeidlich an, oder man scheut die Kosten der Schutzvorrichtungen. Nach eingetretener Stockung wirft man den Schnee zur Seite und macht so die Strafsen wieder fahrbar, wenn es nicht möglich wurde, mit Schlitten über die Schneewehen zu fahren oder Umgehungen verwehter Strecken herzustellen.

Noch fühlbarer wurden die Störungen durch Schnee nach Ausbau der Eisenbahnen, deren theuere Anlage und ungeahnter Einfluß auf die Entwicklung des Verkehrs ununterbrochenen Betrieb in stets gleicher Weise bedingen. Die bei Beseitigung der störenden Schneeanhäufungen zu leistende Arbeit zeigte sich hier viel umfangreicher und kostspieliger, als bei Strafsen, daher erschien es hier mehr als an anderer Stelle geboten, Verhinderungsmittel zu finden.

Bei den nachstehenden Ausführungen sind deshalb nur die Verhältnisse der Eisenbahnen ins Auge gefaßt, und zwar gemäß den Erfahrungen des Verfassers in erster Linie die Verhältnisse der Eisenbahnen Norddeutschlands; die Ergebnisse lassen sich auf die Landstraßen übertragen.

Der Luftstrom ist mit einem Sinkstoffe führenden Wasserlaufe zu vergleichen. Er giebt den mitgeführten Schnee an allen Stellen ab, wo die Geschwindigkeit abgemindert wird oder Windstille eintritt. Die Erscheinungen sind hier jedoch vielfältiger, weil nicht nur das Gelände, über welches sich ein Luftstrom bewegt, vielseitigere Gestaltung zeigt, als das Bett eines Wasserlaufes, sondern auch die Richtung der Strömung und die Beschaffenheit des Schnees wechselt und schließlic der Träger der Sinkstoffe hier elastisch ist.

Die Vielseitigkeit der Erscheinungen, verbunden mit Mißerfolgen bei Schutzversuchen, das jahrelange Ausbleiben jeder Störung ließen Unsicherheit und Zurückhaltung aufkommen. Nur an einzelnen Stellen wurde versucht, häufig wiederkehrender Gefahr zu begegnen, bis hier und da Aufsehen erregende Ereignisse Veranlassung gaben, den Vorgängen beim Schneetreiben wieder mehr Aufmerksamkeit, wenn auch vielfach nur vorübergehend, zuzuwenden.

Wie sich die Beachtung der Schneeverhältnisse allgemein nur vorübergehend zeigt und zur lauten Klage in der Regel nur führt, wenn das Weihnachtsfest gestört wird, ist sie anscheinend auch bei einem großen Theile der Fachgenossen vorübergehend geblieben, weil viele günstig gelegenen Strecken Störungen nicht so leicht erfahren.

Früher war die Zahl der vom Schnee wenig Belästigten verhältnismäßig noch größer, als heute, und man konnte den Grundsatz: »Einstellung des Verkehrs während des Schneetreibens ist billiger als die Anlage umfangreicher Schutzanlagen« oft vertreten finden.

Bei der heutigen Bedeutung des Verkehrswesens, bei der Verzweigung des Eisenbahnnetzes bis in die höchstgelegenen Orte und bei der fortgesetzt zu beobachtenden bedeutenden Verkehrssteigerung ist ein derartiger Grundsatz nicht mehr vertretbar und als veraltet anzusehen. Zur Aufrechterhaltung des Verkehrs und zur Verminderung der Schneeräumungskosten ist die Herstellung von Schutzanlagen und die Beschaffung von Einrichtungen zur schnellen und billigen Räumung der Strecken geboten.

Seitens der preussischen Eisenbahn-Verwaltung werden seit einer Reihe von Jahren bedeutende Mittel für Erweiterung der Schutzanlagen ausgeworfen.

Die Bearbeitung dieser Fragen tritt jedesmal in eine Zeit der Hochfluth nach starken Schneestörungen, welche aber schnell wieder niedergeht. Die Zufriedenheit der wenig belästigten Betriebsbeamten mit den bestehenden Verhältnissen, die bei dem Vorgehen der Eisenbahn-Verwaltung begründete Aussicht der stärker Betroffenen auf Bewilligung der gewünschten Mittel, besonders aber die reichlich bemessene geschäftliche Belastung der Techniker mag ausgedehnter öffentlicher Besprechung hinderlich sein.

Erwünscht bleibt aber, daß die Beachtung der Schneefrage wach gehalten wird, daß besonders ähnliche, auch im Sommer durchführbare Untersuchungen vorgenommen und bekannt gegeben werden, wie solche von Vollers\*) mitgetheilt sind. Letztere haben Herrn Schubert ermöglicht, schon früher bestrittene und thatsächlich irrthümliche Annahmen der sonst so verdienstvollen und an Beobachtungsergebnissen reichen Abhandlung von Garcke\*\*) mit Hilfe der von Riehn gesammelten Unterlagen zu widerlegen, auch irrthümliche Schlusfolgerungen Vollers zu berichtigen.

Daß Meinungs-austausche, wie die zwischen Garcke und Schubert, vorkommen, fördert die Erkenntnis; es ist nur zu bedauern, daß zwei so kundige Bearbeiter der Schneefrage den Weg zur Verständigung nicht finden konnten.

Meinungsverschiedenheiten zeigen sich übrigens nicht nur bei Erörterungen über Herstellung von Schutzanlagen, auch die

\*) Centralbl. d. Bauverwaltung 1892, S. 444.

\*\*) Organ 1891, S. 1.

Zulänglichkeit der Schutzmittel überhaupt wird theilweise angezweifelt, dagegen die Beschaffung großer Schneepflüge in größerer Anzahl empfohlen; andererseits wird das Bedürfnis zur Ingebrauchnahme der Schneeräumer nicht allseitig anerkannt.

Es ist daraus zu entnehmen, daß die Ansichten über die Anlage von Schneeschutzvorrichtungen und über das Vorgehen bei den Räumungsarbeiten noch nicht abgeklärt sind, und daß weitere Untersuchungen, Beschreibungen beobachteter Vorgänge, sowie sonstige Beiträge zur Klärung erwünscht sind. Da dem Verfasser Gelegenheit geboten war, während der letzten Jahre im Westen Deutschlands die vielfältigsten, zuweilen recht unangenehmen Beobachtungen während der Schneezeit zu machen, hält er es für angezeigt, eine Beantwortung der vorangestellten Frage zu versuchen. Wird dadurch einigen der Beteiligten die Wahl von Schutzmitteln erleichtert, wird Anregung zur Verbesserung bestehender Schutzanlagen, zur Vermehrung solcher, zur Ergänzung der Ausrüstung und zur Vornahme weiterer Untersuchungen gegeben, so ist der Zweck dieser Zeilen erfüllt.

#### A. Der Schnee als Verkehrshindernis.

Der Schnee wird den Eisenbahnen

1. durch Schneefall bei Windstille,
2. durch Schneetreiben bei leichten bis starken Winden oder Sturm ohne oder mit gleichzeitigem Schneefalle

zugeführt.

Die Zuführung des Schnees durch Schneesturz oder Schneelawinen kann hier unbeachtet bleiben, da sie fast nur an den Hochgebirgsbahnen in Frage kommt.

Lawinenartige Erscheinungen kann man wohl auch in Norddeutschland und zwar in hohen Einschnitten und an kahlen Bergabhängen beobachten, sie werden aber meistens in geringer Ausdehnung bleiben. In den Einschnitten verschwinden sie nach Herstellung von Schutzanlagen; an den Abhängen können sie, sofern sie störend wirken sollten, durch ähnliche Einrichtungen verhindert werden.

##### 1. Schneefall.

Schneefall bei Windstille wird Verkehrsstockungen unmittelbar nicht so leicht verursachen. Hält er sich in mäßigen Grenzen, übersteigt er nicht die Höhe von 10 bis 20 cm, so kann er zuweilen willkommen sein. Die nachtheiligen Folgen des Frostes auf den Bahnkörper werden durch die Schneelage gemindert, besonders schützt sie gegen das Entstehen von Frostbeulen.

Die durch diesen leichten Schneefall verursachten Arbeiten beschränken sich auf Freihaltung der Weichen, der Wegeübergänge in Schienenhöhe, der Zugänge von Stationen, sowie der Bahnsteige und können ohne Schwierigkeit von den ständigen Arbeitern verrichtet werden.

Bedeutend ungünstiger werden die Verhältnisse bei ruhigem Schneefall bis zu 40 cm und mehr. Die ständigen Arbeiter werden mit Reinigung der Weichen, Signalanlagen, Uebergänge und Bahnsteige voll beschäftigt sein; verkehren tief gebaute Locomotiven auf der Strecke, so liegt die Gefahr vor, daß sie sich festfahren. Die Gefahr der Verwehung steigt und wird mit jedem Tage wahrscheinlicher, wenn nicht Thauwetter eintritt.

Die Heranziehung fremder Arbeitskräfte zum Schneeschaukeln oder die Beseitigung der Schneemassen in anderer Weise wird nöthig.

An den Locomotiven befestigte kleine Schneepflüge säubern die Strecke bis auf 15 cm über Schienenoberkante und sichern dadurch die freie Bewegung der Locomotiven. Laufen drei bis vier mit derartigen Pflügen versehene Locomotiven vor den regelmäßig verkehrenden Zügen einer Strecke und bringt man die Pflüge besonders an den tiefgebauten Locomotiven an, da hochgebaute Locomotiven derartige Hindernisse leichter überwinden, so wird man in der Lage sein, den Betrieb auch bei stärkstem Schneefalle aufrecht zu erhalten.

Zeigt sich nach dem Schneefalle nicht sofort Neigung zu Thauwetter, so sind weitere Räumungsarbeiten nöthig, um die Vereisungen der Spurrillen zu verhindern und der gesteigerten Gefahr der Verwehung vorzubeugen. Diese Säuberung der Gleise bis auf Schienenoberkante oder bis 5 cm unter diese erfolgt am zweckmäßigsten durch pflugartige, von der Locomotive zu ziehende Vorrichtungen, die hier zur Unterscheidung von den an den Locomotiven befestigten Pflügen und weil sie den Schnee bis zur Schiene abräumen sollen, Schneeräumer genannt werden. Je eine tägliche Fahrt mit dem Schneeräumer oder je nach Lage der Verhältnisse in Zeitabständen bis zu einer Woche wird ausreichen, um die gewünschten Erfolge zu erzielen.

Auch durch Handarbeit, d. h. Schneeschaukeln, läßt sich diese Freilegung der Gleise bewirken, es steigen dabei die Kosten aber unverhältnismäßig, und man wird Stockungen trotzdem nicht so sicher vermeiden können, wie mit Schneepflug und Schneeräumer. Auch bleiben noch eine Menge von Arbeiten mit der Schaufel zu verrichten, die entweder in anderer Weise überhaupt nicht auszuführen sind, oder als Nachhülfe bei Fahrten mit dem Schneeräumer nöthig werden.

Bei der Freilegung großer Bahnhöfe werden die örtlichen Verhältnisse mitsprechen; allgemein läßt sich jedoch sagen: Soweit es unmöglich ist, die Schneemassen zur Seite zu werfen und liegen zu lassen, müssen sie auf Eisenbahnwagen verladen und abgefahren werden. Da an diesen Stellen fast immer Locomotiven zur Verfügung stehen, wird sich ein einfacheres Verfahren kaum finden lassen. Gute Aufsicht und möglichste Erleichterung des Beladens und Entladens durch Wahl geeigneter Wagen und Entladestellen muß die Arbeit fördern und die Zahl der zu zahlenden Tagelöhne thunlichst gering halten.

Die mit der Schaufel zu verrichtende Arbeit ist thunlichst so gering zu halten, daß sie durch die ständigen Arbeiter zu bewältigen ist.

Eben so wenig, wie sich die Verwaltung der, wenn auch nur moralischen Verpflichtung wird entziehen können, den vorhandenen Arbeiterstamm während des Winters fortgesetzt zu beschäftigen, wird derselben andererseits irgend welche Verpflichtung zur Beschäftigung ihr fernstehender und zufällig beschäftigungsloser Arbeitskräfte zugeschoben werden können. Zu dauernder Beschäftigung des zur Heranbildung von Unterbeamten nöthigen Arbeiterstammes muß die Aufwendung einer entsprechenden Menge von Handarbeit beim Schneeräumen als vortheilhaft bezeichnet werden. Die Leistungen der im Falle

der Noth herangezogenen fremden Kräfte sind meist minderwerthig.

Sind die Einrichtungen noch nicht so weit vorgeschritten, daß fremde Kräfte ganz entbehrt werden können, so würden wohl zunächst die Arbeiter der an den Strecken beschäftigten Unternehmer Anspruch auf Berücksichtigung haben. Werden diesbezügliche Vereinbarungen mit den Unternehmern schon vor Eintritt der Schneefälle getroffen, so werden jederzeit Arbeiter unter den verhältnismäßig günstigsten Bedingungen zu haben sein.

Zu beachten bleibt noch, daß der Schnee nass oder trocken fallen kann, und daß zunächst nur im letztern Falle eine Verwehungsgefahr vorliegt. Ausgeschlossen ist aber nicht, daß dem Schnee durch Sonne und Wind das Wasser entzogen wird und die ursprünglich durch den Wassergehalt festgelegten Massen wieder beweglich werden.

Der Schnee thaut sehr langsam; ist er mit Wasser getränkt, so nimmt das unter dem Einflusse der Sonne verdunstende Wasser so viel Wärme auf, daß sich der Schnee lange erhalten kann. Ist zur Aufnahme von Wasserdampf geeignete Luft vorhanden, so erhält man in kurzer Zeit an Stelle des nassen, den trockenen, verwelbaren Schnee.

Derartige Vorgänge werden an allen Orten zu beobachten sein, sie werden aber in der Niederung, wo die Wirkung der Sonne eine stärkere ist, weniger oft vorkommen, als in Höhen von 400 m und mehr, wo sie die Regel bilden.

In der Niederung verdunstet die Sonne nicht nur das vorhandene Wasser, sie schmilzt auch einen Theil des Schnees; der Schnee sinkt zusammen, die Wärme reicht zur Verdunstung des Schmelzwassers nicht aus, das Wasser gefriert zunächst an der Oberfläche und verbindet dadurch die Krystalle. Oft bildet sich eine Eiskruste an der Oberfläche, während im Innern sich beständig vergrößernde Eiskörner entstehen.

Durch Vorstehendes soll nachgewiesen werden, daß auf der Höhe fast ununterbrochen eine Verwehungsgefahr vorliegt, während diese in der Niederung unter Einwirkung der Sonnenstrahlen vielfach beseitigt wird. Man kann auch zuweilen in Höhen über 400 m wochenlang ununterbrochenes Schneetreiben aus allen Himmelsrichtungen beobachten, während in der Niederung der Schnee festgelegt oder ganz verschwunden ist.

Die Ingebrauchnahme des Schneeräumers wird daher vorzugsweise im Gebirge geboten sein.

Bei Sturm mit gleichzeitigem Schneefalle kann die Niederung ebenso, oder in noch höhern Grade der Verwehung ausgesetzt sein, weil der trocken fallende Schnee sofort über die ausgedehnten Flächen getrieben wird.

Bevor wir die Vorgänge beim Schneetreiben verfolgen werden, bleibt noch zu bemerken, daß Schutzmittel gegen Schneefall für die Eisenbahnen Deutschlands nicht zu besprechen sind. Nur ständig gegen Niederschläge, d. h. also auch gegen Regen zu schützende Flächen wird man überdachen. Aus Amerika wird wohl über Herstellung von Bauten als Schutz gegen Schneefall berichtet\*), an allgemeine Einführung derartiger Schutz-

mittel ist jedoch nicht zu denken, weil deren hohe Kosten in keinem Verhältnisse zu dem erreichten Vortheile stehen würden.

## 2. Schneetreiben.

Ist der Erdboden mit trockenem, beweglichem Schnee bedeckt, setzt Wind ein und kann dieser die Lagerstellen bestreichen, so wird der Schnee in der Richtung des Windes fortgetrieben; er rollt über den Erdboden oder wird bei stärkeren Winden zum Theil bis zur Höhe von 1 bis 2 m aufgewirbelt und vom Luftstrom fortgerissen. Frisch fallender Schnee vermischt sich dabei mit dem früher abgelagerten und vermehrt die treibende Schneemasse.

Schon oben wurde hervorgehoben, daß die vorhandene Schneedecke nicht immer Stoff zum Schneetreiben abgibt. Eine über dem Schnee gebildete Eiskruste ist der sicherste Schutz gegen das Abtreiben einer Schneelage, sie fördert aber anderseits das Treiben frisch gefallenen Schnees. Auch hoher Wassergehalt des abgelagerten Schnees sichert gegen das Verwehen.

In hochgelegenen Gegenden kann man bei schönstem Wetter, bei Sonnenschein und leichtem, durchaus nicht auffälligem Winde Schneetreiben beobachten, sobald man sich die Mühe giebt, die kaum bemerkbaren Bewegungen auf der Schneedecke zu verfolgen. Der in Staubform übergeführte, lose lagernde Schnee wird von der geringen Luftströmung auf der Schneedecke hingerollt, ohne aufgewirbelt zu werden, und verschwindet in der nächstgelegenen Vertiefung.

Derartige Schneetreiben sind für ganze Einschnitte ungefährlich, sie sind aber im Stande, die Spurrillen fortgesetzt zu füllen und wirken daher besonders bei hoher Schneelage außerordentlich ungünstig, weil sie eine Vereisung der Spurrillen befördern.

Setzt der Wind stärker ein, so kommen größere Schneemengen in Bewegung, theilweise werden sie mehr oder weniger hoch aufgewirbelt und über kleinere Vertiefungen hinweggetrieben, während diese von den rollenden Massen allmählig gefüllt werden. Liegen Einschnitte oder Dämme einer Eisenbahn im Gebiete eines so gesteigerten Schneetreibens, so zeigen sich bald größere Ablagerungen an den Böschungen. Während die Einschnitte allmählig gefüllt werden (Textabbildung Fig. 107),

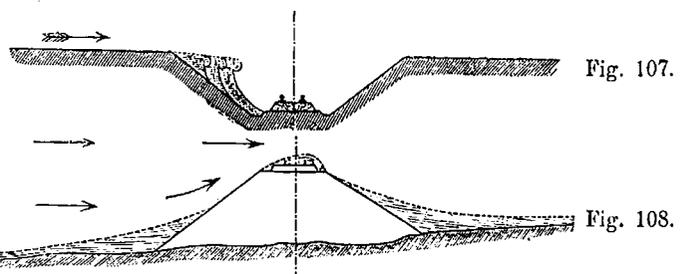


Fig. 107.

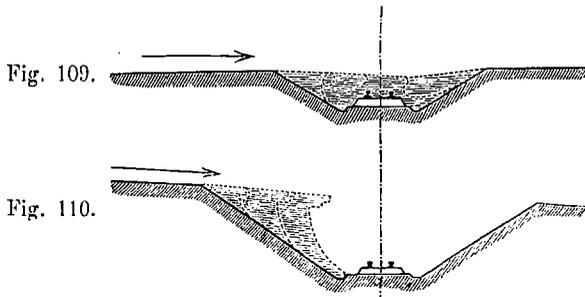
Fig. 108.

bleibt der den Dämmen zugetriebene Schnee theilweise vor diesen liegen, theilweise wird er über die Dämme getrieben, auf ihrer Krone eine kappenartige Decke liegend (Textabbildung Fig. 108). Bei starkem, bis zum Sturme gesteigertem Winde sind die gleichen Erscheinungen zu beobachten, nur bilden sich die Schneeanhäufungen schneller; die Ablagerungen auf der Dammkrone erfolgen namentlich bei niedrigen meistens

\*) Organ 1888, S. 169.

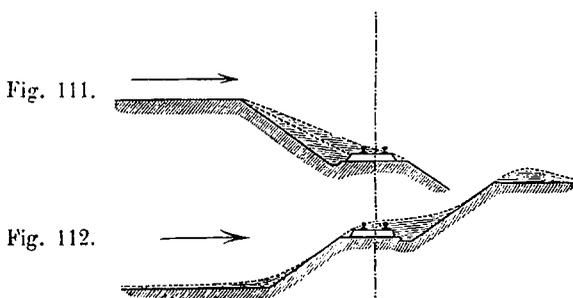
nicht, der früher durch Schneefall auf den Dämmen abgelagerte Schnee wird abgetrieben.

Die Gefahr der Verwehung ist am grössten bei Einschnitten geringer Tiefe, weil sich dort die Schneewehen sehr bald über die Schienen lagern und Veranlassung zum Festfahren der Züge geben (Textabbildung Fig. 109), während tiefere Einschnitte



aufserhalb des für die Fahrzeuge erforderlichen freien Raumes noch hinreichend Lagerraum bieten (Textabbildung Fig. 110). Die Ungefährlichkeit ungeschützter, tiefer Einschnitte ist jedoch hierdurch nicht erwiesen. Auch tiefe Einschnitte werden, wenn auch weniger oft, vollständig verweht. Bei einem 36 Stunden anhaltenden Schneesturm wurde z. B. ein Einschnitt derartig verweht, dass die Räumungsarbeiten mit Freilegung der Telegraphenleitung begonnen werden mussten.

Aehnlich wie bei Einschnitten und Dämmen zeigt sich die Verwehung bei Anschnitten (Textabbildung Fig. 111 u. 112).



Die Entstehung der angedeuteten Formen der Schneewehen ist dadurch zu erklären, dass sich Schneetreiben nur auf wagerechten, mehr oder weniger bergaufwärts und mäsig bergabwärts geneigten Flächen entwickeln können. Die vom Winde getroffenen Böschungen der Dämme und Einschnitte werden, wenigstens am oberen Theile, freigefegt, während die vom Winde nicht getroffenen Böschungen die Ablagerungen aufnehmen. Die Oberfläche dieser Ablagerungen ist in der Windrichtung annähernd 1:10 geneigt; stärkere Neigungen bis 1:6 treten häufig bei schwankender Windrichtung ein, auch wird die Neigung durch die Stärke des Windes und die Beschaffenheit des Schnees beeinflusst.

Die diesen Ausführungen anscheinend widersprechende Beobachtung von Schneeanhäufungen vor Dämmen und auf deren Krone lassen sich dadurch erklären, dass vor jedem Dämme eine durch Stauung verursachte Verringerung der Geschwindigkeit der untersten Luftschichten eintritt.

Am einfachsten lässt sich dies an der Hand der von Vollers gemachten Mittheilungen nachweisen. Die 30<sup>m</sup> vor

einem 10<sup>m</sup> hohen Dämme ermittelte Zahl der Umdrehungen eines Windrades (etwa 1000) ermässigte sich am Dammfusse auf rund die Hälfte, erreichte bei etwa 4,5<sup>m</sup> Dammhöhe die ursprüngliche Grösse, steigerte sich bei 10<sup>m</sup> Dammhöhe auf das Doppelte und sank über der zweiten Schiene des auf dem Dämme liegenden Gleises auf die Hälfte.

Wenn auch Windstille an keiner Stelle eintritt, so ist doch die Abnahme der Geschwindigkeit Ablagerungen von Schneemassen durch Ausscheidung der weniger beweglichen, schweren Theile am Dammfusse und auf der Dammkrone förderlich. Nimmt man die Zahl der Umdrehungen für eine Windstärke, welche allgemeines Schneetreiben verursachen könnte, zu 800 an, so würde sich Schnee am Dammfusse bis zu etwa 3<sup>m</sup> Höhe und auf dem Dämme über der zweiten Schiene abgelagern. Zugleich geht aus den Messungsergebnissen Vollers hervor, dass die Ablagerungen vor und auf Dämmen bei sehr starkem Winde geringer sein müssen als bei mittleren Winden, weil im erstern Falle das Gebiet der Luftströmung, welche Schnee nicht mehr bewegt, beschränkter ist, als im letztern.

Die schnelle Abnahme der Geschwindigkeit über der Dammkrone kann nur der Ablenkung des wagerechten Luftstromes durch die in Richtung der Böschung in Folge des Staus mit vermehrter Geschwindigkeit aufsteigende Strömung zugeschrieben werden.

Verkehrsstörungen werden meistens durch die Schneewehen der Einschnitte veranlasst, weniger oft durch die der Dämme.

Die Bemühungen, Verkehrsstörungen durch Beseitigung der zusammengewehnten Schneemassen zu verhindern, werden nicht immer erfolgreich sein. Während bei schwachen und mittleren Winden wohl der Versuch, die Hindernisse zu beseitigen noch gelingt, wenn man über genügende Arbeitskräfte verfügt, so ist bei Schneesturm verbunden mit Schneefall jede Bemühung ohne Erfolg, weil der Sturm ungünstig auf die Leistungsfähigkeit der Arbeiter einwirkt und mehr Schnee zuführt, als ein Arbeiter von seiner Arbeitsstelle entfernen kann.

Die kleinen, an den Locomotiven angebrachten Schneepflüge durchbrechen wohl noch Schneewehen von etwa 0,8<sup>m</sup> Höhe, an allen Stellen werden sie aber nicht zur Beseitigung der Hindernisse ausreichen. Ebenso wenig sind grössere, auf eigenen Rädern laufende Schneepflüge jeder Schneewehe gewachsen. Aber selbst den Fall des Gelingens vorausgesetzt, würden jeder Verwendung grösserer Schneepflüge oder Schneeschleudern Stockungen vorausgehen, deren Vermeidung doch angestrebt werden soll. Wollte man Stockungen nicht abwarten, so müsste bei Schneesturm der Pflug jedem Zuge vorausgehen, da sich die Schneewehen fortgesetzt bilden; auf stark belasteten Strecken würde dieses Verfahren Störungen verursachen, die einer Einstellung des Betriebes nahezu gleichkämen. Schneeschleudern mögen gegenüber der Schneeschaufelung Vortheile bieten, wenn eine Einstellung des Betriebes ohne Nachteile stattfinden und die Räumung der Strecke nach Beendigung des Schneetreibens begonnen werden kann, Sicherheit gegen Verkehrsstörungen bieten jedoch nur Vorrichtungen, welche es ermöglichen, die Schneemassen von der Verkehrsstrasse fern zu halten.

## B. Schutzmittel gegen Schneewehen.

Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, daß Schneewehen vorzugsweise in Einschnitten hinderlich werden, auf Dämmen zeigen sie sich weniger oft. Nicht aber jeder Einschnitt oder Damm einer längern Strecke wird selbst bei ungünstigsten Schneeverhältnissen der Gegend Verwehungen zeigen; einzelne Theilstrecken werden durch ihre Umgebung, Höhenlage u. s. w. ohne Zuthun der Menschen geschützt.

Wir können daher unterscheiden:

- 1) Die natürlich geschützten Strecken und
- 2) Die künstlich zu schützenden Theilstrecken der Eisenbahnen.

### 1. Natürlicher Schutz.

An sich geschützt sind die durch Wälder und scharf eingeschnittene, enge Thäler führenden Linien, weil ein Schneetreiben innerhalb des Waldes ebenso wenig eintreten kann, wie auf steil abfallendem Hange. In den Thälern wird sich nur an bestimmten Stellen eine Gefahr zeigen: an den Einmündungen von Seitenthälern und da, wo die Bahn beim Uferwechsel die längs des Thales entstehenden Luftströmungen schräg durchschneidet. Unter Umständen können die gegen Schneewehen natürlich geschützten Thalstrecken in erhöhtem Maße unter Schneefall durch Ueberschüttungen\*) zu leiden haben.

Einer sonst freiliegenden, den Schneestürmen ausgesetzten Linie kann stellenweise natürlicher Schutz durch an ihr liegende Berge mit nicht zu flachem Auslaufe, Ortschaften, Waldstreifen, Gebüsch u. s. w. sowie durch ihre Höhenlage zur Umgebung geboten werden. Dämme geringer Höhe, etwa bis zu 2 m, sind erfahrungsgemäß für Freihaltung der Bahn am günstigsten.

Als natürlicher Schutz, wenn auch in beschränktem Maße, kann man ferner noch die Lage der Eisenbahnen in der Richtung der vorherrschenden Luftströmungen ansehen. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Bahn in dieser Lage bei eintretenden Schneestürmen durch die in ihrer Längsrichtung auftretenden Luftströme freigefegt und nicht verweht wird, ist bedeutend größer als bei den rechtwinkelig zu ihr laufenden Linien. Letztere werden von den vorherrschenden Luftströmungen seitlich getroffen, sind daher bei Eintritt von Schneetreiben Verwehungen am meisten ausgesetzt.

Die mittlere Häufigkeit der Winde ist im Winter für Westeuropa wie folgt festgestellt:

Windrichtung .	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Auftreten unter 100 Fällen .	6	8	9	11	13	25	17	11

Die mit Benutzung der vorstehenden Zahlen hergestellte Darstellung (Textabb. Fig. 113) ist nahezu symmetrisch zur Linie SW.—NO., welche die größte Ausdehnung zeigt.

Da für Schneetreiben nur Winde bei gleichzeitigem Froste Bedeutung haben, kann man wohl, um ein annähernd richtiges Verhältnis der Windrichtungen zu erzielen, annehmen, daß die Winde aus SW. und S. auf die Hälfte, die Winde aus W. und SO. auf  $\frac{3}{4}$  zu vermindern sind. Die oben aufgetragene Darstellung ändert sich dann nach Textabb. 114) und es geht

daraus übereinstimmend mit den gemachten Beobachtungen hervor, daß Schneetreiben vorzugsweise durch West- und Ostwinde veranlaßt werden. Die von Süden nach Norden führenden Eisenbahnen sind am meisten gefährdet; von Westen nach Osten führende Linien haben weniger durch Schneewehen zu leiden.

Dies gilt für West-Europa.

In Ostasien und den östlichen Vereinigten Staaten herrschen NW.-Winde vor, die von SO. nach NW. führenden Linien werden daher dort am wenigsten durch Schneewehen belästigt werden.

Burkhardt hebt in seinem Werke\*) die günstigen Schneeverhältnisse der Semmering- und Brennerbahn (881 bezw. 1367 m über dem Meere) gegenüber der Karstbahn (600 m über dem Meere) hervor. Bei näherer Besichtigung der Linien erklären sich die Erscheinungen leicht durch deren Lage zu den benachbarten Höhen und durch die Baumlosigkeit des Karstes. Das Auftreten der Schneewehen ist nicht vom Schneefalle, der ja in den Gebirgen immer stärker ist, als in der Niederung, sondern von dem Auftreten der Luftströmungen auf den Flächen abhängig, welche von den Eisenbahnen durchschnitten werden. Die Verwehungen sind daher am stärksten in flachen Niederungen und auf den Hochebenen der Gebirge. Sie treten auf Hochebenen am häufigsten auf, weil sich der Schnee dort länger in verwehbarem Zustande erhält, als in der Niederung.

Fig. 113.

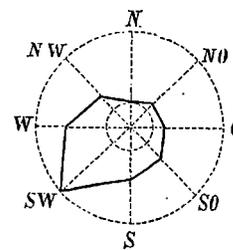
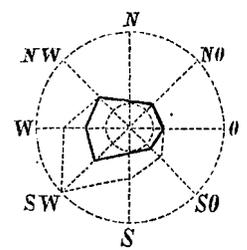


Fig. 114.



Denken wir uns eine kahle, ebene, mit Schnee bedeckte Fläche als Sturmfeld, so wird, besonders in Höhen von mehr als 400 m über dem Meere, schon bei mäßigem Winde eine allgemeine Bewegung des Schnees eintreten, die mit der Stärke des Windes zunimmt und sich bei Sturm derartig steigert, daß dem Beobachter jeder Ueberblick genommen wird. Ist das ganze Feld vom beweglichen Schnee gesäubert, und tritt neuer Schneefall nicht ein, so hört das Schneetreiben auf.

Sieht man nach einem derartigen Sturme näher zu, wo der Schnee geblieben ist, so findet man auf dem Sturmfelde selbst einen Theil vor: jeder unscheinbare Grasbüschel, jeder Ginsterstrauch, jede Ackerfurche zeigt eine Schneewehe. Der in dieser Weise auf dem Sturmfelde selbst nicht festgelegte Schnee ist je nach dem Auslaufe des Sturmfeldes vor einem Walde oder einer das Sturmfeld scharf abschließenden Höhe gelagert, in das Gebüsch einer vorgeschobenen Anhöhe geworfen, am nächsten Abhange einer Bodensenkung angehäuft, oder in ein scharf eingeschnittenes Thal geschleudert worden, Abhang und Thalmulde überschüttend.

Wird ein derartiges Sturmfeld von einer Eisenbahn durchschnitten, so werden die dabei entstandenen Vertiefungen und

\*) Garcke, Organ 1891, S. 2.

\*) J. F. Bergmann, Wiesbaden, 1887.

Erhöhungen, wie Ackerfurche und Grasbüschel, Schneewehen, aber in größerer Ausdehnung verursachen.

Die durch Erhöhungen verursachten Schneewehen werden meistens außerhalb der Fahrbahn liegen und daher zu Schutzmaßregeln nur in vereinzelt Fällen zwingen; die in den Vertiefungen verursachten Anhäufungen wirken fast ausnahmslos verkehrsstörend und müssen daher durch geeignete Vorrichtungen künstlich verhindert werden.

## 2. Künstliche Schutzmittel.

Bei Herstellung von Eisenbahnen ist es unmöglich, die Linienführung ohne Benachtheiligung des Betriebes den Schnee-Verhältnissen allein anzupassen. Immerhin wird thunlichst auf Ausnutzung natürlicher Schutzmittel Rücksicht genommen werden können. Es wird z. B. ohne zu große Erhöhung der Kosten zu erreichen sein, daß an Stellen, wo sich die Bahn auf größere Längen annähernd in Höhe des Geländes hinziehen soll, ein Damm von 0,5<sup>m</sup> bis 1,0<sup>m</sup> Höhe hergestellt, und daß bei etwa erforderlich werdender Seitenentnahme die gleichmäßige Erbreiterung gefährdeter Einschnitte durchgeführt wird.

Die so geschaffenen Verhältnisse wirken nicht nur auf die Schnee-Verhältnisse günstig, sie ermäßigen auch die Ausgaben für die Bahnunterhaltung.

Alle hiernach ungeschützt bleibenden Gefahrpunkte bedürfen der künstlichen Schutzmittel. Wir sind damit bei dem Abschnitte der Schneefrage angelangt, welcher seit dem Bestehen der Eisenbahnen Gegenstand der verschiedensten Abhandlungen gewesen ist. Mehr und mehr wird die Ansicht vertreten, daß der Schneegefahr vorzugsweise durch ausreichende Schutzvorrichtungen zu begegnen sei, es machen sich aber noch viele einander widersprechende Ansichten über die Herstellung der Schutzmittel geltend.

Den besten Einblick glaube ich verschaffen zu können, wenn ich die mir augenblicklich zur Verfügung stehenden Arbeiten dem Erscheinen nach verfolge, kurze Angaben daraus entnehme und Bemerkungen anknüpfe.

P. Targé, Ingenieur der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn, schildert in lebhafter Weise die Sorgen und Mühen eines Eisenbahnbeamten beim Auftreten der so unwillkommenen Schneewehen in seinem Werke: »Ueber Schneeverwehungen auf Eisenbahnen«, Leipzig, 1847. Seine Angaben über die fortschreitende Verwehung von Einschnitten sind später mehrfach bestätigt worden und müssen noch heute als richtig anerkannt werden; die Verwehung der Dammkronen bei Schneetreiben über hohe Dämme erwähnt er nicht.

Zum Abhalten der Schneewehen empfiehlt er Abflachungen der Einschnittsböschungen im Verhältnisse 1:6, Errichtung 6' hoher Mauern am Böschungsrande, oder Herstellung dichten Gebüsches durch Bepflanzung eines etwa 24' breiten Geländestreifens längs des Böschungsrandes. Versuche der Nachbarbahnen, sich durch längs der obern Böschungskante gepflanzte Hecken und versetzbare Horden, oder durch Einschnittweiterungen und Aufwerfen von Dämmen zu schützen, erwähnt er, ohne sich für derartige Versuche auszusprechen.

C. Fries, Ingenieur der bayerischen Staatsbahn, giebt in seinem Werke: »Die Schneewehen und die Mittel erstere

unschädlich zu machen,« 1848 in Erlangen erschienen, eine Uebersicht der gemachten Beobachtungen und führt die einzelnen Erscheinungen beim Schneetreiben darauf zurück, daß bewegte Luftschichten Schnee aufnehmen können, diesen aber wieder abgeben müssen, sobald Windstille oder eine Ermäßigung der Geschwindigkeit eintritt.

Als Mittel zur Verhinderung von Schneeablagerungen auf bestimmten Flächen giebt er an:

- 1) Abflachungen der Einschnittsböschungen,
- 2) Herstellung genügender Lagerräume vor den Einschnitten,
- 3) Erzeugung von Rückströmungen auf der Windseite, welche die unteren Windschichten von ihren Schneetheilen befreien.

Unter 3) würde man besser von Verminderung der Windgeschwindigkeit durch Stauung des Luftstromes sprechen, wie solche z. B. bei Eisenbahndämmen eintritt.

Zur Erzeugung windstillere Räume empfiehlt Fries Erd-dämme, Bretterwände und Hecken; die Bepflanzung des Vorlandes hält er für geeignet, die Hauptmassen des Schnees vom Bahnkörper zurückzuhalten.

Durch 27 Geländequerschnitte der verschiedensten Art werden die Wirkungen der Schutzmittel und die Entwicklung der Schneewehen klargelegt.

Köhler, Betriebsingenieur der sächsischen Staatseisenbahn, bezeichnet in seinem Gutachten vom 10. April 1850, — am 3. Mai 1868 durch Betriebsingenieur Schmidt während eines Vortrages im sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereine mitgeteilt und in den Protokollen dieses Vereines sowie im Organ 1869 veröffentlicht, — als empfehlenswert zur Abhaltung der Schneeverwehungen:

- 1) Abflachung der Einschnittsböschungen,
- 2) Herstellung von Räumen, in welchen sich der Schnee ablagern kann, bevor er den Einschnitt erreicht.

An gleicher Stelle ist mitgeteilt, daß die Betriebsingenieure Köhler und Bar bei ihren Ende der vierziger Jahre angestellten Untersuchungen an der sächsisch-schlesischen Eisenbahn Folgendes ermittelten:

- 1) In Waldungen gelegene Einschnitte haben unter Schneeverwehungen nicht zu leiden;
- 2) Einschnitte im freien Felde gelegen, bei denen aber Wald und Berge nicht zu weit entfernt sind, werden vom Schnee verweht; es ist aber die Schneeanhäufung weniger groß, als
- 3) in Einschnitten im freien Felde gelegen, bei denen Wald und Berge sehr weit entfernt liegen;
- 4) Einschnitte bis zu 5 Ellen (2,83<sup>m</sup>) Tiefe haben von Schneewehen in den unter 2) und 3) angeführten Fällen am meisten zu leiden.

Schmidt, Betriebsingenieur der sächsischen Staatseisenbahnen, bemerkt in seinem Vortrage: Ueber die Schneeschutzvorkehrungen an der sächsisch-schlesischen Eisenbahn, gehalten am 3. Mai 1868 und veröffentlicht in den Protokollen des sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereines vom Jahre 1868 sowie im Organ 1869, anschließend an die Angaben von Köhler und Bar Folgendes:

Abflachungen der Einschnittsböschungen sind im Verhältnisse 1:10 vorzunehmen, können aber der hohen Kosten wegen nur in Einschnitten bis zu  $1\frac{1}{2}$  Ellen (0,85<sup>m</sup>) durchgeführt werden.

Behufs Beschaffung ausreichenden Raumes für die Ablagerung des Schnees vor den Einschnitten durch Schutzvorrichtung waren zunächst die größten Schneemassen zu bestimmen, welche sich nach den bisherigen Erfahrungen bei den heftigsten Verwehungen in den Einschnitten abgelagert hatten. Bei Bautzen wurden Ablagerungsquerschnitte von 130 Quadrat-Ellen (41,7 qm), zwischen Radeberg und Seitschen von 90 Quadrat-Ellen (28,8 qm) ermittelt.

Zur Schaffung der Ablagerungsräume wurden je nach der Ausdehnung auftretender Schneeanhäufungen verwendet:

- 1) einfache Flechtzäune,
- 2) ein- oder zweireihige Fichtenhecken,
- 3) ein Erddämmchen mit darauf stehendem Flecht- oder Fichtenzaun und dahinter liegendem Graben, zugleich wurde der Einschnitt erweitert,
- 4) zwei Erddämmchen mit Flechtzaun oder Fichtenhecke und dazwischen, sowie dahinter liegendem Graben.

Die Vorrichtungen haben sich in der Zeit von 1850 bis 1868 bewährt.

Schubert\*) findet einen schwachen Punkt an den sächsischen Einrichtungen insofern die vorhandenen Zäune zu kurz angelegt sind und bei schräger Windrichtung nicht ausreichend wirken; er beschreibt die an der Strecke Görlitz-Charlottenburg hergestellten Schutzvorrichtungen und hebt hervor, daß undurchlässige, senkrechte Wände zunächst den Schnee vor der Wand festhalten, erst nachdem der Raum hier gefüllt ist, tritt der Schnee über die Wand und lagert sich dort ab. Die Neigung der Schneefläche ist je nach Stärke des Windes 1:6 bis 1:10 vor und hinter der Wand. Ferner wird noch der beobachteten Verwehung einer Dammkrone gedacht. Den von Howie vorgeschlagenen selbstthätigen Schneezäunen werden Erfolge nicht in Aussicht gestellt.

In einer zweiten Arbeit\*\*) berichtet derselbe Verfasser, daß während der Schneestürme im December 1886 die Schneewehen aus Nordost einen Lagerraum von 25 qm Querschnitt, die Schneewehen aus Südwest bei Görlitz nur einen solchen von 18 qm Querschnitt erforderten, daß jedoch zu Anfang der siebenziger Jahre in der Nähe von Görlitz aus Südwest Einschnitte von 40 qm vollständig verweht wurden. Im letzteren Falle kam 1 qm Schneequerschnitt auf 50<sup>m</sup>, bei den oben erwähnten Schneewehen 1 qm Schneequerschnitt auf 80<sup>m</sup> Vorland. Schliesslich wird der nachtheilige Einfluss zu nahe stehender Hecken geschildert.

Tellkampff\*\*\*) beschreibt die Schneeschutzanlagen an den schleswigschen Eisenbahnen. Bei langen, sehr niedrigen Einschnitten wurde ein ausreichender Schutz durch das Heben des Gleises über das Gelände erzielt; die übrigen Einschnitte wurden mit Erfolg durch mindestens 2<sup>m</sup> hohe Dämme, deren

Krone mindestens 3,5<sup>m</sup> über den Schienen liegen mußten, und 1<sup>m</sup> hohe Bretterzäune geschützt, welche auf die Dammkrone gesetzt wurden. Die Entfernung der Wälle von der Bahnachse beträgt durchschnittlich 27<sup>m</sup>.

Fuchs\*) beschreibt das Auftreten von Schneewehen an der Linie Allenstein-Braunsberg-Kobbelbude während der Jahre 1884 bis 1886. Die Schneewehen der Einschnitte zeigten an der Oberfläche Neigungen von 1:7,8 bis 1:10, in nicht ganz gefüllten Einschnitten 2:1.

Der Ablagerungsquerschnitt wurde zu 19 qm festgestellt; da diese Fläche außerhalb der Gleise nicht vorhanden war, wurden alle Einschnitte unter 2,5<sup>m</sup> Tiefe verweht.

Behufs Verbesserung der Schutzanlagen aller Einschnitte unter 4<sup>m</sup> Tiefe wurde die Erhöhung der Schutzdämme und Schutzzäune, oder die Erweiterung von Einschnitten zur Erzielung eines Ablagerungsquerschnittes von 19 qm vorgesehen. Die Böschungen der Einschnitte bis zu 1,5<sup>m</sup> Tiefe und diejenigen der Ausläufe tieferer Einschnitte wurden abgeflacht.

Derselbe Verfasser bespricht die Wirkungen der verbesserten Schutzanlagen während der Stürme im Winter 1887/88 und stellt einen Misserfolg insofern fest, als die Anlagen für einen achttägigen Nordoststurm ausreichenden Ablagerungsraum nicht boten; auch die Abflachungen versagten, da die vereisten Schneemassen nicht abgetrieben wurden; der nach Howie hergestellte selbstthätige Schneezaun wirkte ungünstig. Die Beseitigung schädlich wirkender Einfriedigungshecken wird empfohlen.

Bassel\*\*\*) macht auf die Bedeutung der Wetterkunde für die Beurtheilung der Schneegefahr und auf die Möglichkeit der Ertheilung von Schneewarnungen seitens der Seewarte aufmerksam, auch giebt er Anregung zu Versuchen mit Einrichtungen, welche zur Erzeugung längs der Einschnitte wehender Windströme führen können.

Schubert giebt in seinem Werke: »Schneewehen und Schneeschutzanlagen«, †) unter Benutzung der vorliegenden Veröffentlichungen und nach selbst gemachten Erfahrungen eine rechnerische Entwicklung über die Größe der Schneemengen und über die den Schutzanlagen zu gebenden Abmessungen.

Burkhardt giebt in seinem Werke: »Die Störungen des Eisenbahnbetriebes durch Schnee und Eis und deren Beseitigung ††) eine Zusammenstellung bisher gemachter Erfahrungen. Ein Verzeichnis der vorliegenden Bearbeitungen der Frage ist beigelegt.

Pascher bespricht †††) die Erfahrungen, welche er auf der Böhmerwalddlinie Neuern-Eisenstein zu sammeln Gelegenheit hatte. Nach Klarlegung der Vortheile bei Verwendung von kleinen, an den Locomotiven zu befestigenden Schneepfügen und von Schneeräumern empfiehlt er die senkrechte, undurchlässige Wand zum Abhalten der Schneewehen vom

\*) Centralblatt der Bauverwaltung 1887, S. 441.

\*\*) Daselbst 1888, S. 97.

\*\*\*) Daselbst 1887 S. 399 und 407.

†) Wiesbaden 1888, J. F. Bergmann.

††) Wiesbaden 1887, J. F. Bergmann.

†††) Technische Blätter 1887, Heft II.

\*) Centralblatt der Bauverwaltung 1887, S. 5.

\*\*) Centralblatt der Bauverwaltung 1887, S. 71.

\*\*\*) Daselbst S. 75.

Bahnkörper. Für die Aufstellung beweglicher, aus Brettern hergestellter Schneetafeln zur Abhaltung des Schnees tritt er besonders ein. Auf die Schädlichkeit der Hecken an Einschnittsrändern macht er aufmerksam.

Dunaj veröffentlicht \*) verschiedene an den Strecken Radzionkau-Dzieditz und Insterburg-Lyck-Johannisburg aufgenommene Querschnitte von Schneeanhäufungen und führt an der Hand dieser den Nachweis, daß Schutzdämme ohne daraufstehende Hecken oder Schutzwände, sowie Abflachungen der Böschungen einen minderwerthigen Schutz bieten. Schutzzäune (Schutzwände) bieten den sichersten Schutz; erhöht wird dieser noch, wenn die Schutzwände auf vorhandene Wälle gesetzt werden können. Die Ausnutzung vorhandener Wälle ist zu empfehlen, die Neuherstellung solcher der hohen Kosten wegen zu umgehen.

Mit Vortheil wurden 2<sup>m</sup> hohe Schutzwände aus senkrecht stehenden Weidenästen hergestellt, die 0,5<sup>m</sup> in den Boden reichten und mit fünf wagerecht gespannten Drähten verflochten wurden. Die Drähte sind in 3<sup>m</sup> Theilung an Pfählen befestigt. Werden die Weiden Ende März oder im November geschnitten und versetzt, so bleiben sie grün.

Hoeft \*\*) bespricht seine im Bezirke Arnstadt gesammelten Erfahrungen. Die Einfriedigungshecken haben sich als schädlich erwiesen. Die Abflachungen der Einschnittsböschungen haben sich nicht bewährt. Die Schneeschutzwände hält er selbst bei 60 qm Lagerraumquerschnitt zur Verhinderung von Verwehungen noch nicht für ausreichend, er empfiehlt daher die Anlage von Waldstreifen. Die Verwendung von Schneepflügen, welche mit der Locomotive verbunden sind, hält er außerdem für nöthig.

Garcke \*\*\*) stellt auf Grund seiner im Bezirke Görlitz gemachten Beobachtungen Erörterungen über die Flugbahn des Schnees an, erklärt die beschleunigte Bewegung des Schnees auf wagerechten und ansteigenden Flächen, sowie die Ueberschüttung durch über Berge getriebenen Schnee, geht aber in der Schlußfolge mit dem Satze: Bergabwärts ist Schneetreiben unmöglich, zu weit.

Durch Flugbahnunterbrechungen erklärt er die Vorgänge bei Verwehungen von Einschnitten fast durchgängig in allgemein anerkannter Weise, es wird nur zuwiderlegen sein, daß bei Einschnitten in hängendem Gelände die Verwehungen nur von der Thalseite aus möglich sein sollen, und daß die Einschnitte von 3<sup>m</sup> bis 4<sup>m</sup> Tiefe in der Regel eines Schutzes nicht mehr bedürfen.

Die geschilderten Vorgänge bei Verwehungen an Dämmen werden nur bei starkem Sturme vorkommen; bei Luftströmungen mittlerer Stärke bleibt auch Schnee vor dem Damme liegen und die Dammkrone wird verweht. Auch die von der Thalseite aus bestrichenen Anschnitte werden nur bei starkem Sturme freigelegt.

Garcke beschreibt hierauf die Wirkungen von Schutzdämmen, senkrechten Wänden und Waldstreifen, bespricht die

Mafnahmen verschiedener Verwaltungen und verspricht nur denjenigen Erfolge, welche sich so einzurichten suchen, daß Verwehungen vermieden werden. Mit Schneepflügen können Erfolge nur bei Schneefall, nicht bei Schneetreiben erzielt werden. Zur amerikanischen Schneeschleuder verhält er sich abwartend. Den selbstthätigen Schneezäunen stellt er keine Erfolge in Aussicht. Abflachungen der Einschnittsböschungen haben sich mehrfach nicht bewährt. Schneeschutzdämme sind nicht billig und wirken nur vollkommen, wenn die Krone mit senkrechten Wänden besetzt ist. Senkrechte Schutzwände haben, genügende Höhe und ausreichenden Abstand vom Bahnkörper vorausgesetzt, immer ausreichenden Schutz gewährt. Zu nahe an die Böschungskante herangerückte Schutzwände vermehren die Verwehungsgefahr bei lange anhaltenden Schneetreiben und beim Umschlage des Windes. Doppelschutzwände und Doppelhecken sollen den Lageraum für Schnee vergrößern, dürfen aber ebensowenig wie einfache Schutzwehren zu nahe an die Einschnittskante gesetzt werden, wenn sie nicht gefährlich werden sollen. Das Dichtbleiben der Fichten- und Kieferhecken soll durch Beschränkung des Beschneidens gefördert werden. Waldstreifen als Schutzwehren werden, als allen anderen Schutzmitteln überlegen, empfohlen. Die Anlage siebenreihiger Pflanzungen kostete an der schlesischen Gebirgsbahn 0,65 M./<sup>m</sup>.

Rýbar \*) legt gegen die Bemerkung Garcke's Verwahrung ein, in Oesterreich werde mehr Werth auf Verwendung des Schneepfluges als auf ausreichende Herstellung von Schutzanlagen gelegt. Schutzvorrichtungen sind hergestellt, wo sie sich als nöthig erwiesen haben. Im Gebiet der österreichischen Bahnen waren im Jahre 1888 1840 km Schutzanlagen hergestellt. Schneepflüge sind als unumgängliche Ergänzung der Schneeschutzanlagen in Oesterreich allgemein anerkannt; ihre Anwendung bietet Vortheile in Bezug auf Freihaltung der Bahn und in Bezug auf die Wirtschaftsführung.

Schubert \*\*) widerspricht den Ausführungen Garcke's, wonach Schneeeablagerungen vor und auf Dämmen, sowie Schneeverwehungen in abfallendem Gelände unmöglich sein sollen. Für die von Garcke empfohlene Anlage von Hochwaldstreifen kann er nicht eintreten.

Blum \*\*\*) beschreibt die Verwendung der an Locomotiven befestigten Schneepflüge auf der Strecke Gerolstein-St. Vith und tritt für die Benutzung der Schneepflüge im regelmäßigen Zugverkehre und für die Errichtung leistungsfähiger Schutzanlagen ein.

Vollers †) berichtet über Ergebnisse der Messung von Windgeschwindigkeiten an Eisenbahndämmen.

Schubert ††) benutzt diese Angaben, um die Möglichkeit von Schneeeablagerungen vor und auf Dämmen nachzuweisen, und berichtigt die von Herrn Vollers gezogenen Schlußfolgerungen.

\*) Organ 1891, S. 163.

\*\*) Organ 1891, S. 229.

\*\*\*) Centralblatt der Bauverwaltung 1891, S. 329.

†) Daselbst 1892, S. 444.

††) Daselbst 1893, S. 64.

\*) Centralblatt der Bauverwaltung 1889 S 45 und 53.

\*\*) Daselbst 1889 S. 334 und 352.

\*\*\*) Organ 1891 S. 1.

Aus dem Vorstehenden ist zu erschen, dafs besonders die Verwehungen der vierziger und achtziger Jahre in Deutschland Veranlassung zur öffentlichen Besprechung der Schneefrage gaben.

Nach dem Erscheinen der Werke von Targé und Fries folgten einige Abhandlungen in Zeitschriften, dann trat vollständige Ruhe bis 1887 ein, jedoch beschäftigte man sich unterdessen in Oesterreich lebhaft mit der Frage.\*)

Durch die Ende der achtziger Jahre in Deutschland auftretenden aufsergewöhnlich starken Verwehungen der Eisenbahnen wurde eine Hochfluth von Abhandlungen veranlaßt, die jetzt im Verlaufe ist, sie bietet uns aber bei der vielseitigen Bearbeitung der Frage Stoff in Menge, um unter Benutzung eigener Erfahrungen die Schutzmittel herauszufinden, welche sich allgemein als sicher wirkend hinstellen lassen.

Schon Targé und Fries bezeichnen die senkrechten Schutzwände und die Bepflanzung von Vorlandstreifen als sichere Mittel zum Abhalten der Schneewehen. Später heben neben Dunaj besonders Schubert und Garcke die Vortheile der senkrechten Schutzwände hervor. Hoeft und Garcke empfehlen die Anlage von Waldstreifen.

Schutzdämme an sich werden fast ohne Ausnahme als minderwerthige Schutzmittel bezeichnet. Zur vollen Wirkung kommen diese erst, nachdem senkrechte Schutzwehren irgend welcher Art auf ihnen angebracht sind.

Die Abflachungen der Einschnitte haben sich nicht bewährt, ebensowenig die selbstthätigen Schneezäune nach Howie.

Als feststehend ist folgendes hinzustellen:

- a) Unter allen Vorrichtungen, welche Ablagerungsräume vor den gefährdeten Stellen der Eisenbahnen schaffen sollen, haben sich senkrechte Wände und ähnlich wirkende Schutzwehren am besten bewährt;
- b) Alle Anlagen, welche die Luft derartig leiten sollen, dafs keine Verminderung der Windstärke und sonach auch keine Schneecablagerung auf der Verkehrsstrafse eintreten kann, haben sich nicht bewährt und sind zu verwerfen.

Das unter b. angeführte Ergebnis ist dadurch zu erklären, dafs die Windstärke nicht in allen Fällen bedeutend genug ist, um den Schnee aufwärts treiben zu können, dafs jede Vereisung das Abtreiben der Schneelage hindert, und dafs jede durch Arbeiten mit der Schaufel oder mit dem Schneeräumer neben der Bahn entstandene Anhäufung festen Schnees die Bildung von Schneewehen veranlaßt.

Auch die von Bassel angeregten Versuche, Längsströmungen in Einschnitten zu erzeugen, werden sich nicht bewähren, weil bei schwachen Winden, oder bei Aenderung der Windrichtung Verwehungsgefahr eintritt.

Erkennen wir hiernach nur senkrechte Schutzwände und die wie Schutzwände wirkenden Pflanzungen als zuverlässige Schutzmittel an, so haben wir uns nur noch mit ihrer Ausführung und Stellung zum Bahnkörper zu beschäftigen.

Wir unterscheiden:

1. Die aus Brettern, Schwellen, Flechtwerk u. s. w. hergestellten Wände:
  - a) undurchlässige Schutzwände,
  - b) durchlässige Schutzwände;
2. Die wie senkrechte Wände wirkenden:
  - a) undurchlässige Hecken,
  - b) durchlässige Hecken;
3. Die ebenfalls wie senkrechte Schutzwände wirkenden:
  - a) undurchlässige Waldstreifen und
  - b) durchlässige Waldstreifen.

Eine aus Schwellen, Brettern, dichtem Flechtwerke u. s. w. hergestellte, undurchlässige, senkrechte Wand veranlaßt vor und hinter sich Schneeanhäufungen, deren Oberflächen annähernd nach 1 : 10 geneigt sind.

Mittlere Windstärke und rechtwinkelige Stellung der Wand zur Windrichtung ist hierbei vorausgesetzt. Es bildet sich zunächst das Prisma vor der Wand in Schichten, welche mit der schließlichen Oberfläche etwa gleiche Richtung haben, hierauf das hinter der Wand in Form eines rechtwinkeligen Dreieckes, dessen Hypothense sich nach und nach bis zur Neigung 1 : 10 immer flacher legt.

Will man die Schneeanhäufungen von einem Gefahrpunkte abhalten, so würde die Entfernung zwischen diesem und der Schutzwand der zehnfachen Wandhöhe entsprechen müssen. Während das Neigungsverhältnis 1 : 10 zur Bestimmung des Platzes für die Aufstellung der Schutzvorrichtung benutzt werden könnte, erscheint es ungeeignet für die Ermittlung zu schaffender Lagerräume, weil sich bei starken Winden, besonders aber bei schräg auf die Schutzwand treffenden Luftströmungen rechtwinkelig zur Wand stärkere Neigungen bilden. Nach den gemachten Beobachtungen ist eine Neigung von nicht mehr als 1 : 6 in Rechnung zu stellen, sobald es sich um Ermittlung durch Schutzwände geschaffener Lagerräume, oder von Schutzwandhöhen aus den nach örtlichen Verhältnissen bestimmten Lagerraumquerschnitten handelt.

Gestattet die Stellung der Schutzwand Schneeablagerungen zu beiden Seiten, so wird der Lagerraum  $F = 6 h^2$ ; dürfen Ablagerungen nur einseitig, d. h. nach der Sturmrichtung zu entstehen, weil die Schutzvorrichtung unmittelbar am Gefahrpunkte aufgestellt ist, so wird  $F = 3 h^2$ . Die Formeln, deren Aufstellung für später vorzunehmende Vergleiche nöthig war, gelten natürlich nur für wagerechtes Gelände; die Umbildung der Formeln für geneigtes und unregelmäßig gestaltetes Gelände muß den Ausführenden überlassen werden.

Bei Bestimmung der Höhe eines Schutzmittels nach  $F = 6 h^2$  wird es auch genügen, den Abstand vom Gefahrpunkte zu  $6h$  anzunehmen, sobald sich der voraussichtlich größte Lagerungsquerschnitt annähernd sicher bestimmen läßt.

Die Größe der Schneeablagerungen ist abhängig:

- von der Stärke des Windes;
- von der Menge des vorhandenen und während des Schneetreibens fallenden Schnees;
- von der Tiefe und Beschaffenheit des Vorlandes oder Sturmfeldes, von welchen den Schutzvorrichtungen Schnee zugeführt wird.

\*) Rybar, Organ 1891, S. 164.

Da bei der Bestimmung von Abmessungen für Schutzvorrichtungen die ungünstigsten Windverhältnisse bei Lieferung der größten Schneemengen wenigstens für die Richtung von Westen angenommen werden müssen, so bleibt die Höhe der Schutzwände nur noch von der Tiefe und Beschaffenheit des Vorlandes abhängig. Nach Ermittlungen Schubert's kann man bei Vorlandstiefen unter 500 m auf 30 bis 35 m Vorland 1 qm Lagerraumquerschnitt, bei Vorlandstiefen über 500 m auf 40 m Vorland 1 qm Lagerraumquerschnitt rechnen; sobald das Vorland von Hecken, Gräbern u. s. w. mehrfach durchschnitten ist, hält Schubert 1 qm Lagerraumquerschnitt auf 100 bis 150 m Vorland für ausreichend.

Gegen die Annahme von 1 qm Lagerraumquerschnitt auf 40 m Vorland läßt sich nach den Beobachtungen des Verfassers bei Westwinden nichts einwenden. Auch bei nicht ganz freiem Vorlande wird dieser Einheitssatz zweckmäßig als Unterlage der Berechnung benutzt, nur müssen dann von den so ermittelten Querschnitten die im Vorlande verursachten Schneeablagerungen in Abzug gebracht werden.

Für Ostwinde wird die Annahme von 1 qm Lagerquerschnitt auf 60 m Vorland wenigstens im Westen Deutschlands ausreichen.

Bei vollständig freiem Vorlande der Tiefe L wird nach  $\frac{L}{40} = 6 h^2$

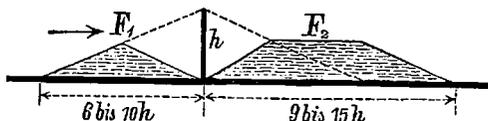
eine 1,5 m hohe undurchlässige Wand gegen 540 m Vorland,  
 < 2,0 < < < < < 960 < <  
 < 3,0 < < < < < 2000 < <

schützen, sobald Ablagerungen vor und hinter derselben zulässig sind. Ist das Vorland von Hecken, Gräben u. s. w. durchzogen, so ist für jeden einzelnen Fall die Abminderung des Lagerraumquerschnittes und der Schutzwandhöhe schätzungsweise zu bestimmen.

Auch Hecken aus Nadelhölzern wirken wie undurchlässige, senkrechte Wände, so lange sie sich in gutem Zustande erhalten lassen.

Mehr oder weniger durchlässige Schutzwände oder Hecken veranlassen Ablagerungen vor und hinter sich, die von der Dichtigkeit der Wand abhängig rechnerisch nicht sicher bestimmt werden können, deren Querschnitte sich aber voraussichtlich immer auf die in Textabbildung 115 dargestellte Grundform  $F = F_1 + F_2 = 1,5 h^2 + 3,0 h^2 = 4,5 h^2$  zurückführen lassen.

Fig. 115.



Die Bestätigung der Einzelmasse in dieser Annahme muß weiterer Beobachtung vorbehalten bleiben.

Ogleich zur Zeit noch nicht ausreichende Beobachtungsergebnisse vorliegen, um die Textabbildung als Unterlage der Berechnungen zu benutzen, wird doch ohne Bedenken angenommen werden können, daß durchlässige Wände mit nicht allzugroßen Oeffnungen und einigermaßen gepflegte Hecken u. s. w. die Hälfte der Schneemassen zur Ablagerung bringen,

welche undurchlässige Wände gleicher Höhe festzulegen in der Lage sein würden, daß also  $F = 3 h^2$  gesetzt werden kann.

Fest steht, daß die Ablagerungen sich hauptsächlich hinter den durchlässigen Wänden bilden und daß sie dort\*) länger sind, als bei dichten Wänden. Die so vielfach hervorgehobene schädliche Wirkung der an den Böschungskanten der Einschnitte stehenden Hecken sind dieser Eigenthümlichkeit besonders zuzuschreiben. Bei ausreichender Entfernung vom Gefahrpunkte leisten auch wenig gepflegte Hecken wesentliche Dienste. Statt diese in Verruf zu bringen, wäre es zweckdienlicher gewesen, zu untersuchen, wie man sich ihre vielfach unangenehm empfundene Fähigkeit, Schneeablagerungen zu schaffen, dienstbar machen kann.

Wie undurchlässige, senkrechte Wände wirken ferner die Waldstreifen genügender Breite, sie werden allgemein als sicherer Schutz gegen Verwehungen anerkannt. Schubert kann sich jedoch nicht entschließen, deren Anlage zu empfehlen; im Organ 1891 spricht er sich besonders gegen die von Garcke empfohlenen Hochwaldstreifen wegen entstehender Schneebruch-, Waldbrand- und Windbruchgefahr aus.

Windbruchgefahr liegt allerdings vor, sobald Waldstreifen unmittelbar am Bahnkörper angelegt worden, sie verschwindet aber für die Verkehrsstrafse bei seitlicher Verschiebung der Anpflanzung. Diese Verschiebung wirkt außerdem vorthellhaft auf die Trockenhaltung und die besonders bei Nebenbahnen erforderliche Uebersichtlichkeit der Bahn, auch vermindert sie die Brandgefahr.

Wenn die von Schubert geschilderten Erscheinungen bei Schneetreiben in Wäldern in der Regel zu beobachten wären, würde der Schnee als Feind der Waldungen gefürchteter sein, als dies thatsächlich der Fall ist. Mehr als bei Schneetreiben ist der Schneebruch bei ruhigem Schneefalle in Beständen dichter Bestockung zu fürchten; der Schnee lagert sich dachförmig auf und bricht an einzelnen Stellen durch (Nesterbruch). Trennungen einzelner Aeste von den Stämmen treten am meisten durch Eisbruch bei auf Thauwetter folgendem Froste an den Ostseiten der Waldungen ein; die Belastung der Aeste durch Schnee und Eis befördert dabei den Bruch, als eigentliche Ursache ist aber die Eisbildung an der Ansatzstelle des Astes anzusehen.

Die Wirkung eines undurchlässigen Waldstreifens besteht bei Schneetreiben darin, daß er ebenso wie eine senkrechte, dichte Wand den Wind staut und Schneecablagerungen vor sich veranlaßt. Sind die Pflanzungen jung, infolge dessen nur bis zu 1 oder 2 m Höhe dicht, und erreicht die Schneewehe diese Höhe, so wird allerdings Schnee in die Pflanzung hineingetrieben, die Kronen bleiben aber frei, weil sie eine durchlässige Wand bilden. Schneebruch durch die in den untern Theil der Anpflanzungen getriebenen Schneemassen läßt sich am einfachsten durch Vermeidung zu dichter Pflanzung verhindern.

Sind Waldstreifen unten gelichtet und treibt Schnee durch, so wirken sie doch noch ähnlich den durchlässigen Schutzwänden oder Hecken: Schneecablagerungen finden statt aber vorzugsweise hinter den Waldstreifen. Schädliche Wirkungen

\*) Vergl. Schubert „Schneewehen u. Schneeschutzanlagen“ S. 15.

solcher Schutzanlagen sind dem Umstande zuzuschreiben, daß man bei Anlage von Pflanzungen aller Art nur an Herstellung undurchlässiger Schutzmittel denkt, sie nahe an den Bahnkörper legt und sich dann mit mehr oder weniger Erfolg bemüht, sie möglichst dicht zu halten.

Ganz andere Ergebnisse würde man erzielen, wenn man die Pflanzungen, soweit für Dichtigkeit der Anlagen in allen Altersstufen nicht gesorgt werden kann, in großen Entfernungen, um das fünfzehn- bis zwanzigfache der zu erwartenden Höhe, von den Gefahrpunkten anlegte. Auch bei mangelhafter Entwicklung der Pflanzen würden dann Erfolge zu verzeichnen sein.

In den angeführten Arbeiten ist von keiner Seite die Anlage von Pflanzungen in größeren Abständen vom Bahnkörper, von diesem vollständig abgesondert, vorgeschlagen. Der Aufseher: Wegen der Kosten! möchte ich mit der Bemerkung begegnen, daß es nicht unbedingt nötig erscheint, das Zwischenland zu erwerben. Ebenso wie es möglich ist, Gelände für Zufuhrstraßen u. s. w. zu erwerben, muß es angängig sein 5 bis 7,5 oder 15 m breite Streifen entlang der Bahn zu enteignen und das Zwischenland dem Besitzer zu belassen.

Das Gesetz von 1838 sagt unter § 8<sup>5</sup>: »Das Recht der Enteignung erstreckt sich auf den Grund und Boden für alle sonstigen Anlagen, welche zu dem Behufe, damit die Bahn als eine öffentliche Straße zur allgemeinen Benutzung dienen könne, nötig, oder infolge der Bahnanlagen im öffentlichen Interesse erforderlich sind.«

Es kann nicht zweifelhaft sein, daß Schneeschutzwehren infolge der Bahnanlage im öffentlichen Interesse erforderlich sind. Der Eisenbahnverwaltung steht daher das Enteignungsrecht zur Erlangung der erforderlichen Flächen zu, ohne der Beschränkung, geschlossene Flächen erwerben zu müssen, unterworfen zu sein.

Bevor weiter hierauf eingegangen werden kann, muß die Kostenfrage erörtert werden. Die Kosten der Schutzwände schwanken naturgemäß für die verschiedenen Gegenden außerordentlich. Es sei daher nur bemerkt, daß Dunaj über Herstellung 2 m hoher Wände aus Weidengeflecht zu 1 M./m berichtet und daß Schubert und Pascher versetzbare, 15 m hohe Wände für 1 M./m herstellen ließen. Die Verhältnisse liegen aber nicht überall so günstig, und die Annahme, daß sich die durchschnittlichen Kosten einer Schutzwand ohne Grunderwerb auf 1,80 M./qm stellen, wird wohl kaum auf Widerspruch stoßen. Es würde dann

das Meter einer 1,5 m hohen Schutzwand zu 2,70 M.,

« « « 2,0 m « « « 3,60 «

« « « 3,0 m « « « 5,40 «

zu beschaffen sein. Dabei ist angenommen, daß die Wände aus alten Schwellen hergestellt werden, und daß bei nicht ausreichender Höhe der Schwellen Erddämme aufgeworfen oder Bretter aufgesetzt werden.

Sollten diese Schutzwände im Abstände von 6 h von der Böschungskante des Einschnittes errichtet werden, so würden für den Grund und Boden (6 h 0,4) M./m Schutzwand aufzuwenden sein, wenn das Ar durchschnittlich 40 M. zu zahlen sind. Es kostet dann 1 m

einer 1,5 m hohen Schutzwand: 6,3 M. einschließlich Grunderwerb,  
 « 2,0 m « « 8,4 « « «  
 « 3,0 m « « 12,60 « « «

Versetzbare Schutzwände werden gewöhnlich 1,5 m hoch hergestellt. Grunderwerb wird umgangen, es entstehen aber jährlich wiederkehrende Kosten für das Aufstellen, Abbrechen u. s. w.

Hecken können bis zu 2 m Höhe leicht gezogen werden. 1 m Hecke wird, je nachdem sie durchlässig oder undurchlässig hergestellt werden soll, einschließlich eines zu ihrem Schutze hergestellten Drahtzaunes 1,25 bzw. 1,50 M. kosten.

Die Kosten der Waldstreifen schwanken mit ihrer Breite. Hier sollen die Kosten

einer zwölfreihigen Pflanzung auf 15 m breitem Landstreifen,  
 « sechs « « « 7,5 m « « und  
 « vier « « « 5 m « «

einschließlich der Grunderwerbskosten für die zu bepflanzen Fläche ermittelt werden. Die Bedeutung der verschiedenen Breiten soll später erörtert werden. Grunderwerb außerhalb der beplanten Flächen wird umgangen. Die Kosten des Pflanzens einschließlich Lieferung der Pflanzen betragen:

bei der zwölfreihigen Pflanzung für 1 m 0,5 M.,

« « sechs « « « 0,35 «

« « vier « « « 0,25 «

Zum Schutze der Anpflanzungen sind zu beiden Seiten Drahtzäune aus drei Drähten an 0,1 m starken Rundholzpfosten im Abstände von 2,5 m zu 0,6 M./m vorgesehen. Die Gesamtkosten stellen sich sonach auf

$0,5 + 2 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,4 = 7,7$ , rund 8 M./m

für zwölfreihige Pflanzung auf 15 m breitem Landstreifen, auf  
 $0,35 + 2 \cdot 0,6 + 7,5 \cdot 0,4 = 4,55$ , rund 4,5 M./m  
 für sechsreihige Pflanzung auf 7,5 m breitem Landstreifen und auf

$0,25 + 2 \cdot 0,6 + 5 \cdot 0,4 = 3,45$ , rund 3,5 M./m

für vierreihige Pflanzung auf 5 m breitem Landstreifen.

Die geringen Kosten der schmalen Anpflanzungen fallen dabei ins Auge. Will man Vergleiche zwischen Pflanzungen und Schutzwänden anstellen, so ist zu berücksichtigen, daß die Pflanzungen in größeren Abständen angelegt werden sollen, für sie also größere Längen erforderlich werden, um den Bahnkörper gegen schräg einsetzende Winde zu schützen; eine Gegenüberstellung der Einheitspreise ohne Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse erscheint deshalb unthunlich. Es kann z. B. vorkommen, daß bei ganz kurzen Einschnitten feste, im Abstände von 12 m stehende Schneezäune zu 8,4 M./m weniger Mittel erfordern, als im Abstände von 120 m stehende vierreihige Pflanzungen zu 3,5 M./m, weil für die Pflanzungen eine bedeutend größere Länge erforderlich wird.

Bei den anzustellenden Vergleichen wird angenommen, daß es nötig ist, jedes Schutzmittel um das der Entfernung vom Bahnkörper entsprechende Maß über das Ende der Gefahrstelle hinaus zu verlängern, um auch gegen schräge Windrichtungen genügenden Schutz für die Enden der Gefahrstrecke zu schaffen.

Die zwölf-, sechs- und vierreihigen Pflanzungen sind aus je zwei Abtheilungen sechs-, drei- und zweireihiger Pflanzungen bestehend gedacht, welche abwechselnd nach je etwa 20 Jahren abgeholzt und erneuert werden sollen. Die zwölfreihige Pflanzung wirkt wie eine undurchlässige Wand auch dann, wenn nur eine der beiden Abtheilungen hoch ansteht. Die sechs- und vierreihigen Pflanzungen müssen als durchlässige Schutzmittel angesehen werden, weil sie wenigstens zeitweise Sicherheit gegen das Durchtreiben des Schnees nicht bieten können; zur Verhinderung von Nachtheilen durch hinter ihnen entstehende Schneeeablagerungen müssen sie daher um das fünfzehnfache der zu erwartenden Höhe vom Bahnkörper abgerückt werden, während die zwölfreihigen Pflanzungen in beliebig geringerer Entfernung angelegt werden können. In letzterem Falle müßte jedoch der Abstand so bemessen bleiben, daß bei eintretendem Windbruche eine Gefahr für den Eisenbahnbetrieb nicht entsteht, und daß der zwischen Bahn und Pflanzung liegende Streifen für den Besitzer noch bestellbar bleibt.

Sucht man einen Ueberblick über die Verwerthung der besprochenen Schutzmittel zu gewinnen, so ergibt sich Folgendes. Gegen Sturmfelder von 500 m geben undurchlässige Wände von 1,5 m Höhe bei 9 bis 15 m Abstand vom Gefahrpunkte oder etwa 2 m hohe, durchlässige Wände bei 30 bis 40 m Abstand vom Gefahrpunkte ausreichenden Schutz. Sind Schutzvorrichtungen schon vorhanden und bedürfen diese der Verbesserung, so wird man entsprechende Verschiebungen oder Erhöhungen vorzunehmen haben. Will man die zur Verschiebung erforderliche Fläche nicht beschaffen, so wird die Höhe dem beschränkten Ablagerungsraume hinter der Wand entsprechend zu bemessen sein. Handelt es sich um Erhöhung von Erdwällen, so ist außer dem Aufsetzen fester Wände die Bepflanzung der Wälle in ganzer Breite zu empfehlen. Bei Wahl der Pflanzung erreicht man nach einiger Zeit eine Höhe der Schutzanlagen, welche Ablagerungen hinter dieser ausschließen. Liegen die Erdwälle dicht an der Böschungskante der Einschnitte, so könnte wohl in gleicher Weise vorgegangen werden, zu empfehlen ist es aber nicht. Die Verschiebung der Wälle bleibt in solchen Fällen immer anzurathen, wenn man sie nicht unbenutzt liegen lassen will. Beim Aufsetzen einer festen Wand auf einen derartigen Wall würde die Höhe so zu bemessen sein, daß der ganze Lagerraum schon vor der Wand vorhanden ist, wird dabei das Sturmfeld unterschätzt oder treten auf diesen Veränderungen durch Beseitigung von Hecken u. s. w. ein, so treibt der Schnee über die Wand und bildet im Einschnitte Anhäufungen, deren Höhen bedeutender sind, als in ungeschütztem oder mit abgerückten Schutzwehren versehenen Einschnitten. Pflanzungen könnte man beliebig hoch wachsen lassen, in unmittelbarer Nähe des Bahnkörpers ist aber die Anlage solcher, wie schon oben erwähnt, nicht zu empfehlen.

Gegen Sturmfelder bis zu 1000 m Tiefe würde man sich durch 2 m hohe, undurchlässige oder 2,87 m hohe, durchlässige Wände u. s. w. schützen können. Ueber Ausnutzung bestehender Vorrichtungen kann hier dasselbe gesagt werden wie oben. Gegen Sturmfelder von 2000 m Tiefe würden

undurchlässige Wände u. s. w. bis zu 3 m Höhe, oder durchlässige von 4 m schützen.

Mit der Tiefe des Sturmfeldes wächst die Schwierigkeit, Schutzwände genügender Höhe zu schaffen, immer mehr. Kleine Dammschüttungen bis zu 1,25 m Höhe können noch für 1,8 M. m hergestellt werden, mit Schwellen und Brettern läßt sich dann eine Gesamthöhe von 3 m erreichen; bei größeren Höhen steigen die Preise bedeutend. Möglich bleibt es allerdings, mehrere feste Wände hintereinander aufzustellen und die Lagerräume dadurch zu vergrößern, die Gesamtkosten stellen sich aber dabei bedeutend höher. Eine 3 m hohe Wand kann z. B. durch 2,25 m hohe Wände ersetzt werden, die Gesamtkosten werden sich aber um rund die Hälfte höher stellen, als bei der einfachen Wand.

Sobald größere Lagerräume zu schaffen sind, wird man immer mehr auf die Waldstreifen und den Vortheil ihrer größeren Höhe hingewiesen.

Dies zeigen nachstehende Zahlen, welche auf Grund der Formeln  $\frac{L}{40} = F = 6 h^2$  und  $F = 3 h^2$  ausgerechnet sind.

Undurchlässige Wände m		Durchlässige Wände m		Vorland m
0,64	oder	0,91	schützen gegen	100
0,91	<	1,29	< <	200
1,29	<	1,82	< <	400
1,58	<	2,24	< <	600
1,82	<	2,58	< <	800
2,04	<	2,88	< <	1000
2,88	<	4,08	< <	2000
3,53	<	5,00	< <	3000
4,08	<	5,77	< <	4000
4,56	<	6,45	< <	5000
5,59	<	7,90	< <	7500
6,45	<	9,12	< <	10000

Zugleich geht aus den Zahlen hervor, daß Bäume sehr hohen Alters und sehr großer Höhe einen besonderen Werth nicht haben, da reine Sturmfelder über 5000 m Tiefe sehr selten vorkommen; auch wirkt die mit dem Alter der Bäume fortschreitende Lichtung am unteren Stammende mehr und mehr nachtheilig.

Die Abschätzung der Tiefe eines Sturmfeldes, welches für die zu schaffende Schutzanlage in Frage kommt, wird zuweilen auf Schwierigkeiten stoßen, besonders wenn Unterbrechungen vorliegen, deren Wirkungen nicht klar zu übersehen sind.

Bis bessere Unterlagen hierfür durch weitere Beobachtung geschaffen sind, wird man folgendermaßen vorzugehen haben. Man bestimmt den Abstand des zu schützenden Einschnittes von der äußersten ausgesprochenen Grenze der Sturmfeldes rechtwinkelig zur Bahnachse gemessen, ermittelt den erforderlichen Lagerraumquerschnitt  $F = \frac{L}{40}$  und ermäßigt hierauf  $F$  den Querschnitt derjenigen Schneeeablagerungen entsprechend, welche von den das Feld in ganzer Breite durchziehenden Vertiefungen, Hecken u. s. w. gebildet werden können. Vereinzelt, das Feld überragende Gegenstände oder Vertiefungen geringer Längenausdehnung sind nicht zu berücksichtigen.

Begrenzt z. B. ein Wald das Sturmfeld, so ist die Sturmfeldgrenze etwa um die zehnfache Baumhöhe vor der Waldgrenze nach der Bahn zu anzunehmen.

Ist die Tiefe des Sturmfeldes unveränderlich, so ist der rechtwinkelige Abstand des Einschnittes von der Sturmfeldgrenze der Berechnung zu Grunde zu legen, da die zugeführte Schneemasse bei allen Windrichtungen gleich groß sein würde und durch Bestimmung der Lagerräume mit der Neigung 1:6 nachtheilige Folgen schräg gerichteter Winde berücksichtigt sind.

Bei nur theilweise freiem Sturmfelde ist wegen der schräg zur Bahnachse einsetzenden Winde die größte vorkommende Tiefe des Sturmfeldes rechtwinkelig zur Bahnachse gemessen in Rechnung zu stellen.

Obwohl die Bestimmung der billigsten und leistungsfähigsten Schutzmittel auf Grund der vorstehenden Angaben den Ausführenden überlassen werden könnte, bleibt hierzu noch Folgendes zu bemerken.

Aus den früher angegebenen Gründen wird vermieden, auf die Herstellung der Schutzwände einzugehen, die Anlage der Waldstreifen soll aber ausführlicher besprochen werden, weil es nöthig erscheint, die Ansichten über die bisher nicht üblichen Pflanzungen auf vom Bahnkörper getrennten Landstreifen hier niederzulegen.

Vorher ist noch ergänzend zu bemerken, daß versetzbare Schutzwände, für welche Grunderwerb nicht erforderlich wird, bei der Verwendung wohl viele Annehmlichkeiten bieten, daß sie aber als ständig zu verwendende Schutzmittel kaum angesehen werden können, weil sich die Kosten nur scheinbar gering stellen. Neben den einmaligen Beschaffungskosten sind die dem Grundbesitzer zu zahlenden Gebühren für die Duldung des Aufstellens, die sich jährlich wiederholenden Ausgaben für die Beförderung von und zur Lagerstelle, die Kosten des Aufstellens und Abbrechens, die verhältnißmäßig starke Abnutzung und die Kosten für die schließlich nicht zu umgehende Herstellung geschützter Lagerräume in Rechnung zu stellen. Nur bei ganz geringer Ausdehnung der Gefahrstellen ist die ständige Verwendung vorsetzbarer Schutzwehren zu empfehlen.

Von den Pflanzungen bevorzugt Schubert die als Hecken im Verschnitte gehaltenen dichten, zwei- oder dreireihigen Fichtenpflanzungen, deren Anlage er beschreibt\*); Garcke\*\*\*) macht nähere Angaben über die von ihm allen sonstigen Schutzanlagen vorangestellten und besonders in der Umgegend von Görlitz angelegten siebenreihigen Fichtenpflanzungen.

Durch beide Arten der Pflanzungen werden undurchlässige Schutzwehren geschaffen, die sich während der ersten zwanzig Jahre bewährt haben. Die Hecken müssen nach dieser Zeit erneuert werden; wie sich die siebenreihigen Pflanzungen als Hochwaldstreifen bewähren werden, bleibt abzuwarten.

Wenn seitens des Verfassers vorgeschlagen wird, Pflanzungen in größeren Abständen vom Bahnkörper anzulegen und sich dabei für durchlässige oder undurchlässige Waldstreifen zu entscheiden, d. h. den Hauptwerth derartiger Anlagen nicht

immer in ihrer Dichtigkeit, sondern vorzugsweise in ihrer Höhe zu suchen, so geschieht dies aus folgenden Gründen.

Die von der Heckenscheere unberührten, in Abständen von nicht unter 0,8<sup>m</sup> versetzten Pflanzen entwickeln sich zu Bäumen und geben infolge ihrer großen Höhe bessern Schutz, als die nur bei beschränkten Sturmfeldern leistungsfähig bleibenden Hecken.

Unmittelbar am Bahnkörper stehende Waldstreifen können, wie schon oben hervorgehoben, schädlich wirken.

Durchlässige Pflanzungen müssen, weil sich die Hauptmasse des Schnees hinter ihnen lagert, von den Gefahrpunkten weit abgerückt werden. Durch diese Verschiebung wird zugleich der Windbruch- oder Waldbrandgefahr vorgebeugt, die Trockenhaltung und die besonders bei Nebenbahnen wichtige Uebersichtlichkeit der Bahn wird gefördert. Zwischen den Pflanzungen und dem Bahnkörper bleiben den Grundbesitzern Landstreifen in Ausdehnungen, welche eine unbeschränkte Bestellung zulassen; benutzbare Verbindungswege durch die Pflanzungen können durch Ueberlappung der Streifenenden leicht hergestellt werden.

Ebenso wie die durchlässigen Waldstreifen, kann man undurchlässige Waldstreifen in größeren Abständen anlegen.

Die Eisenbahn-Verwaltung würde in diesen Fällen nicht gezwungen sein, große Flächen zu erwerben, deren Ausnutzung für sie immer mehr oder weniger zweifelhaft bleibt, da sie nicht nebenbei Landwirthschaft betreiben kann und bei Verpachtungen ausreichende Preise nie erzielt.

Angenommen ist, daß die Waldstreifen nach folgenden Angaben angelegt werden.

Fig. 116.

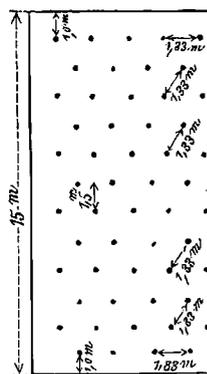
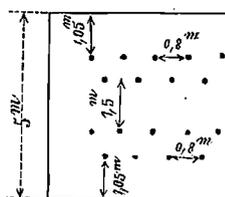


Fig. 117.



Zwölfreihige als zwei sechshühige Pflanzungen im Abstand von 1,5<sup>m</sup> bei 1,33<sup>m</sup> Pflanzenabstand innerhalb der Abtheilungen. (Fig. 116.)

Vierreihige als zwei doppelreihige Pflanzungen, im Abstände von 1,5<sup>m</sup> bei 0,8<sup>m</sup> Pflanzenabstand innerhalb der Abtheilungen. (Fig. 117.)

Die Abtheilungen sollen nach je etwa 40 Jahren abgeholzt und erneuert werden. Die vierreihigen Pflanzungen werden wenigstens zeitweise wie durchlässige Wände wirken, ihr Abstand von der Gefahrstelle ist daher so zu bemessen, daß auch bei der zu erwartenden größten Höhe der Bäume die Schneeanhäufungen noch vor dem Bahnkörper Platz finden. Ist vorauszusehen, daß die Bäume nach 40 Jahren eine Höhe von 15<sup>m</sup> erreichen, so ist die Pflanzung  $15 \cdot 15 = 225 \text{ m}^2$  vom Bahnkörper entfernt anzulegen.

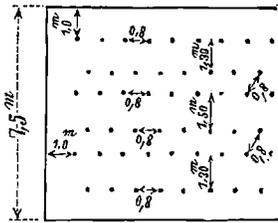
Sind die Sturmfelder schmaler als 5000<sup>m</sup> und fürchtet man bei großen Abständen Nachteile, besonders für die Ausläufe der Einschnitte, so kann man bei gleichzeitiger Ermäßigung der Umtriebszeit geringere Abstände wählen. Bei 2000<sup>m</sup> Vorland würde z. B. eine Entfernung von 150<sup>m</sup> zu wählen und die Umtriebszeit auf 30 Jahre festzusetzen sein.

\*) Schubert, Schneewehen und Schneeschutzanlagen, Wiesbaden 1887, J. F. Bergmann, S. 57.

\*\*) Organ 1891, S. 15.

Die Entwicklung, besonders der Höhenzuwachs der Pflanzen ist vom Boden und vom Klima abhängig\*), es wird daher vielfach erforderlich sein, noch sonst abweichende Anordnungen bezüglich der Umtriebszeit zu treffen, vielleicht wird auch eine Vermehrung der Pflanzenreihen erwünscht erscheinen. In diesem Falle würde zu berücksichtigen sein, daß die Entwicklung der hochwachsenden Doppelreihen nicht gestört werden darf und daß aus diesem Grunde die dritte Reihe einen Abstand von 1,3 m erhalten muß. Empfohlen würde es sich auch, für diese Reihe Zwerg- oder Knieholzpflanzen zu verwenden, weil damit ein vielfach nützlicher Schutz der Hauptpflanzung geschaffen würde. Wir erhalten dann sechsreihige Pflanzungen bestehend aus zwei dreireihigen, im Abstande von 1,5 m bei 0,8 m Pflanzenabstand innerhalb der Hauptpflanzung und 1,3 m Abstand der Randpflanzung. (Textabb. Fig. 118.)

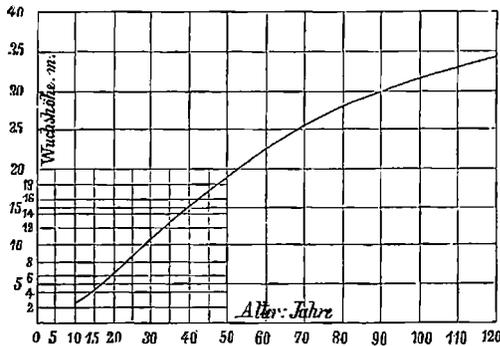
Fig. 118.



Es wird sich empfehlen, bei der Anlage von Pflanzungen vorzugsweise Fichten zu wählen; bei den sechsreihigen Pflanzungen erscheint die Zwergkiefer in den beiden äußersten Reihen zur Verwendung geeignet. Einheimische Pflanzungen werden am besten fortkommen, daher fremden vorzuziehen sein.

Wird ein mittlerer Höhenzuwachs der Pflanzungen nach (Textabb. Fig. 119) angenommen, so läßt sich an einigen Beispielen das Vorgehen bei der Wahl eines Schutzmittels zeigen.

Fig. 119.



1. Beispiel: Ist ein 1000 m langer Einschnitt gegen ein  $L = 4500$  m tiefes Sturmfeld zu schützen, so würde nach  $\frac{L}{40} = 6 h^2$  eine 4,33 m hohe, undurchlässige Schutzwand mit vordem und hinterm Ablagerungsraume, nach  $\frac{L}{40} = 3 h^2$  eine 6,1 m hohe, undurchlässige Wand mit einseitigem Lagerraume oder eine ebenso hohe, durchlässige Wand mit beiderseitigem Lagerraume zu beschaffen sein.

Nimmt man an, das qm eines Bretterzaunes von 4,33 m Höhe sei zu 2,20 M. zu beschaffen, so würde das Meter  $4,33 \cdot 2,20 = 9,53$  M. kosten, die Kosten des erforderlichen Grunderwerbs stellen sich auf  $6 \cdot 4,33 \cdot 0,4 = 10,39$  M., die Gesamtkosten des Zaunes betragen daher 19,92, rund 20 M./m.

\*) Schwappach, Wachstum der Fichtenbestände, Springer, eBrln.

Die 4,33 m hohe Wand könnte durch zwei 3,27 m hohe Wände in 19,62 m Abstand vom Einschnitttrande und von einander, oder drei 2,74 m hohe Wände in 16,44 m Abstand vom Einschnitttrande und von einander ersetzt werden; damit wäre aber eine Erhöhung der Kosten verbunden. Diese stellen sich bei zwei Wänden auf

$$2 \cdot 3,27 \cdot 1,8 + 2 \cdot 6 \cdot 3,27 \cdot 0,4 = 27,48 \text{ M./m}$$

und bei drei Wänden auf

$$3 \cdot 2,74 \cdot 1,8 + 3 \cdot 6 \cdot 2,74 \cdot 0,4 = 34,38 \text{ M./m}$$

Entschließt man sich, den Einschnitt beiderseitig mit einer Wand zu schützen, und gibt derjenigen der Westseite eine Höhe von 4,33 m, der der Ostseite, nach  $\frac{L}{60} = 6 h^2$ , eine Höhe von 3,53 m, das qm zu 2 M., so ist unter Berücksichtigung der Verlängerung über die Gefahrenpunkte hinaus ein Gesamtkostenaufwand von

$$(1000 + 2 \cdot 6 \cdot 4,33) \cdot 20 + (1000 + 2 \cdot 6 \cdot 3,53) \cdot (3,53 \cdot 2,0 + 6 \cdot 3,53 \cdot 0,4) = 37227,05, \text{ rund } 37000 \text{ M. erforderlich.}$$

Wählt man an Stelle der undurchlässigen Wand einen als durchlässige Wand wirkenden schmalen, vierreihigen Waldstreifen, so entspricht die geforderte Höhe von 6,1 m der Höhe eines 20jährigen Bestandes. Diese Höhe kann für die Bestimmung des Abstandes vom Bahnkörper nicht maßgebend sein, weil in den nächsten 20 Jahren, während welchen die nebenstehende Neupflanzung zu dieser Höhe heranwächst, der ältere Bestand eine Höhe von 15 m erlangt. Da 40jährige Bestände entfernt werden sollen, um Neupflanzungen Platz zu machen, würde in diesem Falle der Abstand zwischen Pflanzung und Bahnkörper  $15 \cdot 15 = 225$  m betragen müssen. Die Kosten der zu beiden Seiten des Einschnittes herzustellenden Pflanzungen würden sich auf  $2 (1000 + 2 \cdot 225) \cdot 3,5 = 10150$  M. stellen.

Sechsreihige Pflanzungen würden 13050 M. kosten. Die breiteren, zwölfreihigen Pflanzungen wirken fortgesetzt wie dichte Wände. Zu berücksichtigen bleibt, daß die als undurchlässig bezeichneten Waldstreifen eigentlich als Vereinigungen durchlässiger und undurchlässiger Schutzmittel anzusehen sind, sie bleiben oben auf etwa 1 m der Höhe durchlässig. Vollständigen Schutz würde der Waldstreifen erst bei etwa 7 m Höhe geben, die nach  $22\frac{1}{2}$  Jahren erreicht wird. Die Umtriebszeit würde auf 45 Jahre festzusetzen sein. Die Bäume erreichen dann eine Höhe von 17 m, der Abstand des Waldstreifens vom Bahnkörper müßte mindesten 17 m betragen, um der Gefahr vorzubeugen, welche bei Windbruch für den Eisenbahnbetrieb eintreten könnte. Nimmt man an, daß die Grundbesitzer angeben, einen so schmalen Streifen nicht behalten und ohne Nachteil bewirtschaften zu können, und wird die Breite des Streifens auf 50 m festgesetzt, so würde die anzulegende zwölfreihige Pflanzung  $2 (1000 + 2 \cdot 50) \cdot 8 = 17600$  M. kosten.

Die Entscheidung wird in vorliegendem Falle zu Gunsten der schmalen Waldstreifen ausfallen müssen.

2. Beispiel: Ist ein 500 m langer Einschnitt gegen ein 2000 m tiefes Sturmfeld zu schützen, so würde nach  $\frac{L}{40} = 6 h^2$  eine 2,88 m hohe, undurchlässige Wand mit beiderseitigem

Lageräume, nach  $\frac{L}{40} = 3 \text{ l}^2$  eine  $4,08 \text{ m}$  hohe, undurchlässige Wand mit einseitigem Lageraume, oder eine ebenso hohe, durchlässige Wand mit beiderseitigem Lageraume zu beschaffen sein. Es würden kosten: undurchlässige Schutzwände von  $2,88 \text{ m}$  Höhe auf der Westseite und  $2,35 \text{ m}$  Höhe auf der Ostseite  $(500 + 2 \cdot 6 \cdot 2,88) \cdot (2,88 \cdot 1,8 + 6 \cdot 2,88 \cdot 0,4) + (500 + 2 \cdot 6 \cdot 2,35) \cdot (2,35 \cdot 1,8 + 6 \cdot 2,35 \cdot 0,4) = 11,700 \text{ M.}$ , vierreihige Waldstreifen im Abstände von  $150 \text{ m}$  bei 30 jähriger Umtriebszeit

$$2(500 + 2 \cdot 150) 3,50 = 5600 \text{ M.},$$

sechstreihige Waldstreifen im Abstände von  $150 \text{ m}$  bei 30 jähr. Umtriebszeit

$$2(500 + 2 \cdot 150) 4,50 = 7200 \text{ M.},$$

zwölfreihige Waldstreifen im Abstände von  $50 \text{ m}$  bei 40 jähr. Umtriebszeit

$$2(500 + 2 \cdot 50) 8,00 = 9600 \text{ M.}$$

Auch hier wird man sich mit Vortheil für die schmalen Waldstreifen entscheiden.

3. Beispiel: Ist ein  $250 \text{ m}$  langer Einschnitt gegen ein  $1000 \text{ m}$  tiefes Sturmfeld zu schützen, so würde eine  $2,04 \text{ m}$  hohe, undurchlässige Wand mit beiderseitigem Lageraume, eine  $2,88 \text{ m}$  hohe, undurchlässige Wand mit einseitigem Lageraume oder eine ebenso hohe, durchlässige Wand mit beiderseitigem Lageraume zu beschaffen sein. Es würden kosten: Schwellenwände und dergl. von  $2,04 \text{ m}$  Höhe auf der Westseite und  $1,67 \text{ m}$  auf der Ostseite:

$$(250 + 2 \cdot 6 \cdot 2,04) (2,04 \cdot 1,8 + 6 \cdot 2,04 \cdot 0,4)$$

+  $(250 + 2 \cdot 6 \cdot 1,67) \cdot (1,67 \cdot 1,8 + 6 \cdot 1,67 \cdot 0,4) = 4245 \text{ M.}$ , vierreihige Waldstreifen im Abstände von  $100 \text{ m}$  bei 22 jähr. Umtriebszeit

$$2(250 + 2 \cdot 100) 3,5 = 3150 \text{ M.},$$

sechstreihige Waldstreifen im Abstände  $100 \text{ m}$  bei derselben Umtriebszeit

$$2(250 + 2 \cdot 100) 4,5 = 4050 \text{ M.},$$

zwölfreihige Waldstreifen im Abstände von  $50 \text{ m}$  bei 30 jähr. Umtriebszeit

$$2(250 + 2 \cdot 50) 8,0 = 5600 \text{ M.}$$

Hier ist der schmale Waldstreifen noch billiger, als die Schutzwand, der Kostenunterschied ist aber gering. Zu berücksichtigen bleibt auch, daß lebende, undurchlässige Hecken von  $2,04 \text{ m}$  Höhe gut gezogen werden können. Rechnet man für die Beschaffung und das Versetzen der Pflanzen  $0,5 \text{ M./m}^2$ , für die Pflege  $0,4 \text{ M./m}^2$ , für einen einseitigen Drahtzaun zum Schutze der Hecke  $0,6 \text{ M./m}^2$ , so sind  $1,50 \text{ M./m}^2$  für die Hecke erforderlich. Legt man an der Westseite  $2,04 \text{ m}$  hohe und an der Westseite  $1,67 \text{ m}$  hohe Hecken an, so stellen sich die Gesamtkosten auf

$$(250 + 2 \cdot 6 \cdot 2,04) \cdot (1,5 + 6 \cdot 2,04 \cdot 0,4) + (250 + 2 \cdot 6 \cdot 1,67) \cdot (1,5 + 6 \cdot 1,67 \cdot 0,4) = 3243 \text{ M.}$$

Bei Sturmfeldern von  $1000 \text{ m}$  Tiefe werden sich sonach schmale Waldstreifen mit Vortheil nur noch anlegen lassen, wenn die Länge der Gefahrstelle  $250 \text{ m}$  übersteigt.

Durch die angeführten Beispiele dürfte der Beweis erbracht sein, daß bei Sturmfeldern bedeutender Tiefe und bei großer Länge der zu schützenden Gefahrstellen die schmalen

Waldstreifen billiger zu beschaffen sind, als alle anderen Schutzmittel, daß aber bei Sturmfeldern unter etwa  $1000 \text{ m}$  Tiefe und Länge der Gefahrstellen von weniger als etwa  $300 \text{ m}$ , den Hecken und Schutzwänden der Vorzug zu geben ist.

Es bleibt jetzt noch zu ermitteln, was sonst etwa gegen die Anlage von Waldstreifen sprechen könnte.

Ein sofortiger Schutz ist von ihnen nicht zu erwarten, er würde aber überall vorhanden sein, wenn man sich vor Jahrzehnten zu einem ähnlichen Vorgehen entschlossen hätte. Nicht alle Jahre treten Schneestürme auf, und man kann sich bei Anlage der Pflanzungen wohl dem Bewußtsein hingeben, für die Zukunft gesorgt zu haben. Schon im ersten Jahrzehnte wird man eine wesentliche Verbesserung der Verhältnisse beobachten; immerhin wird man sich während dieser Zeit, theilweise wohl auch im zweiten Jahrzehnte bereithalten müssen, durch Menschenkräfte nachzuhelfen. Durch die Trennung der Pflanzungen in zwei abwechselnd abzuholende und zu erneuernde Abtheilungen ist das Abgängigwerden des Schutzes verhindert, auch der zeitweilige Ausfall vermieden.

An einzelnen Stellen einer neu hergestellten Eisenbahn wird sofort Schutz nöthig sein, und man wird da am besten Schutzwände geringerer Ausdehnung herstellen und stehen lassen, bis die Pflanzungen angewachsen sind. Zum Schutze der Pflanzung selbst sind feste Wände nicht nöthig; das Festhalten der entgegengesetzten Ansicht würde wegen der für solche Schutzmittel der Pflanzungen aufzuwendenden hohen Kosten der Erlangung eines allgemeinen Schneeschutzes nur hinderlich sein.

Für den Fall, daß hervorgehoben werden sollte, durch die Waldstreifen auf vom Bahnkörper getrennten Landstreifen sei kein vollständiger Schutz geschaffen, der zwischen Einschnitt und Pflanzung gefallene Schnee könne verweht werden u. s. f., möchte ich die Frage aufwerfen: Haben sich irgendwo bei Vorlandstiefen von etwa  $100 \text{ m}$  schon ernstliche Schwierigkeiten gezeigt? Erscheint nicht die Aufgabe, tiefe Sturmfelder abzuschneiden, als Hauptaufgabe der Schneeschutzfrage?

Will man sich der jeden Winter auftretenden Gefahr entziehen, durch zufällige Luftdruckschwankungen lange Störungen des Verkehrs hinnehmen zu müssen, so muß man auf möglichst ausgedehnten beiderseitigen Schutz der Bahn Bedacht nehmen, besonders müssen die großen Sturmfelder von den Verkehrsstraßen abgeschnitten werden. — Der hierzu führende, mir erkennbare Weg ist der angegebene.

Ich bin der Ansicht, daß die Waldstreifen auf vom Bahnkörper getrennten Landstreifen überall da mehr und mehr in Aufnahme kommen werden, wo längere Strecken des Schutzes bedürfen, wo die Ausnutzung älterer Anlagen nicht geboten erscheint und wo die Verwaltungen auf die neue Einrichtung einzugehen geneigt sind.

Scheut man sich derartige Anlagen in größerem Umfange zu schaffen, bevor weitere Erhebungen angestellt sind, so würde sich empfehlen, zeitweise von den laufenden Geschäften thunlichst entlastete Beamte zu beauftragen, genaue Aufnahmen von Schneeanhäufungen an schon vorhandenen, in freien Feldern verschiedener Höhenlagen unter und über  $400 \text{ m}$  Seehöhe stehenden, ein- oder mehrfachen Baumreihen zu machen, um so in mög-

licht kurzer Zeit Unterlagen zur Beurtheilung der Wirkung durchlässiger Pflanzungen zu erlangen. Wird es nicht möglich, Schneeanhäufungen zu messen, so könnte doch in der von Herrn Vollers angegebenen Weise der Einfluss der Baumreihen auf die Windgeschwindigkeit festgestellt werden.

Nach Entscheidung über die Bedürfnisfrage seitens der Eisenbahn-Verwaltungen werden erforderlichen Falles Sachverständige anzugeben wissen, wie in den verschiedenen Gegenden den Erfahrungen der Forstwirthschaft und berechtigten Wünschen der Landwirthe am besten Rechnung getragen werden kann.

### C. Schneepflüge.

Obwohl schon oben hervorgehoben wurde, daß nur den kleinen, an den Locomotiven befestigten Schneepflügen und den Schneeräumern die Fähigkeit, Verkehrsstockungen zu verhindern, zugestanden werden kann, möchte ich nicht unterlassen, an der Hand der mir bekannten Veröffentlichungen kurze Angaben über Verwendung der Pflüge und die damit erzielten Erfolge zu machen.

P. Targé verwirft die Verwendung großer, auf eigenen Rädern laufender Pflüge infolge der beobachteten Mißerfolge, spricht sich aber für Verwendung kleiner, hölzerner Pflüge (Schneeräumer) aus, die er mit Pferden bewegen ließ. Bei Schneefall und schwacher Verwehung leisteten sie gute Dienste. Die Wärter rüstete er mit kleinen, über die Schienen zu schiebenden Doppelpflügen aus.

Im Organ 1880 beschreibt Pascher die Verwendung

1. des eisernen, an der Locomotive befestigten Schneepfluges,
2. des hölzernen, von Locomotiven gezogenen Schneepfluges,
3. des Wärterschneepfluges

auf den Strecken der Böhmerwaldbahn. Bei Handarbeit — Schneebewegung mit der Schaufel — stellten sich die Kosten auf 176,5 fl./km., bei Verwendung der Pflüge auf 50,5 fl./km.

Große, auf eigenen Rädern laufende Schneepflüge bringen seiner Erfahrung nach, besonders durch die häufigen Entgleisungen, mehr Schaden als Nutzen.

Mit Erfolg wurden die kleinen, an den Locomotiven befestigten Schneepflüge noch verwendet

auf der bosnischen Militärbahn (vergl. Organ 1881, S. 148),  
 » den schwedischen Bahnen ( » » 1882, S. 37),  
 » der Strecke Deutz-Gielsen ( » Centralbl. 1889, S. 239),  
 » » Kreis Altenaer Eisenbahn ( » » 1889, S. 286),  
 » » Strecke Gräfenroda-Suhl ( » » 1889, S. 352),  
 » » » Gerolstein-St. Vith ( » » 1891, S. 306  
 und Organ 1891, S. 244).

Ueber Schneeschleudern der verschiedensten Bauarten und über die in Amerika vorgenommenen Versuchsfahrten wird im Organ\*) berichtet. Trotz der angegebenen Erfolge scheinen sich fortgesetzt Verbesserungen nöthig gemacht zu haben. Im

Centralblatte der Bauverwaltung\*) wird das Leslie'sche und das Röber'sche Schaufelrad beschrieben; dort\*\*) wird auch über Versuche mit der Görlitzer Dampfkreiselschneeschaufel\*\*\*) berichtet und ebenso †) von Cauer über die Beseitigung der Schneewehen auf der norwegischen Staatsbahn.

Außer der Schneeschaufelung kommen:

- kleine an den Locomotiven befestigte Schneepflüge,
- große, auf eigenen Rädern laufende » und
- Spurreiniger (Schneeräumer)

zur Verwendung. Die großen Pflüge werden von einer oder mehreren Locomotiven geschoben, die Spurreiniger von Pferden gezogen.

Nach dem Centralblatte der Bauverwaltung ††) wurden auf der Gotthardbahn große Schneepflüge verwendet, welche denjenigen der norwegischen Bahnen entsprechen. An Stelle der kleinen Pflüge werden hier breite Bahnräumer verwendet, Spurreiniger (Schneeräumer) werden nur auf Bahnhöfen benutzt.

Szarbinowsky †††) tritt für Verwendung großer Schneepflüge neben guten Schutzanlagen ein. Schutzmittel hält er für zweckmäßig zur Verzögerung der Verwehungen, zur Verhinderung solcher aber nicht für ausreichend zuverlässig. Er empfiehlt deshalb die Ausrüstung der Eisenbahnen mit guten, großen Schneepflügen und schildert die Vorzüge der ihm patentirten Form.

Winde §) berichtet über Erfolge mit dem Breitpfluge, der von Pferden, oder, aufziehbar an Güterwagen befestigt, von Locomotiven gezogen wurde. Er kann als einseitig wirkender und deshalb besonders für zweigleisige Bahnen geeigneter Schneeräumer bezeichnet werden. Szarbinowsky §§) und Dyrrsen §§§) halten ein Bedürfnis zu der mit dem Breitpfluge erzielten gründlichen Reinigung der Bahn nicht für erwiesen.

Der Marin'sche Schneeräumer<sup>1)</sup>, preisgekrönt vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, ist ein auf vier Rädern laufender, kleiner eiserner Schneepflug, welcher, durch Steifkuppelung mit der Locomotive verbunden, von dieser gezogen wird und die Bahn, je nach Einstellung beweglicher Klappen, in verschiedener Breite vom Schnee säubert.

Von den jetzigen Vorthcidigern großer Schneepflüge wird besonders hervorgehoben, daß sich die Pflüge älterer Form nicht bewähren konnten, weil die senkrecht stehenden, sich vorn vereinigenden Wände den Schnee nur zur Seite drückten. Entgleisungen kamen häufig in Folge zu starken oder ungleichen Seitendruckes vor.

Die Pflüge neuerer Bauart heben zunächst die Schneemassen, trennen sie in der Mitte und werfen sie hierauf nach

\*) Centralbl. 1891, S. 356; 1894, S. 544.

\*\*) Centralbl. 1893, S. 485.

\*\*\*) Organ 1891, S. 10; 1896, S. 275.

†) Centralbl. 1887, S. 85.

††) Centralbl. 1887, S. 300.

†††) Centralbl. 1890, S. 536; 1891, S. 65 und 319.

§) Centralbl. 1891, S. 70 u. 140; 1893, S. 485.

§§) Centralbl. 1891, S. 319.

§§§) Centralbl. 1893, S. 511.

<sup>1)</sup> Organ 1889, S. 39.

\*) Organ 1885, S. 109; 1886, S. 190; 1888, S. 122; 1889, S. 170 und 249; 1890, S. 115; 1891, S. 129; 1892, S. 82; 1893, S. 39; 1895, S. 128.

beiden Seiten. Der Vorzug dieser Bauart besteht darin, daß der Pflug beim Heben des Schnees belastet wird und daß der in größerer Höhe zur Seite geworfene Schnee nicht mehr so starken Widerstand findet.

Trotzdem kann der große Pflug, wie schon oben bemerkt, als Mittel zur Verhinderung von Verkehrsstörungen nicht anerkannt werden, ebensowenig die Schneeschleuder.

Auch für die Beschaffung von Wärterpflügen liegt eine Veranlassung nicht vor; zur Beseitigung des auf und neben den Schienen liegenden Schnees eignet sich die gewöhnliche Schneeschaukel besser.

Neben der Schneeschaukel müssen nach Herstellung ausreichender Schutzvorrichtungen zu beiden Seiten gefährdeter Theilstrecken die kleinen Locomotiv-Schneepflüge und die Schneeräumer zur Beseitigung der Schneeanhäufungen ausreichen.

Die kleinen Locomotiv-Schneepflüge sind bei verschiedenen Verwaltungen schon im Gebrauche. Bei Wahl der Bauart ist zu beachten, daß die Pflüge die zur Kuppelung nöthigen Theile freilassen müssen und daß anderseits die Flugbahn des Schnees nicht durch die Buffer gestört werden darf.

Für die Herstellung von Schneeräumern wird der von Marin eingeführte als Muster dienen können, er wird aber zweckmäßig so abgeändert, daß ihm noch ein Personenwagen zur Beförderung der bei der Schneeräumung zu beschäftigenden Arbeiter folgen kann, und daß bei zweigleisigen Bahnen durch Auflegen von Platten die einseitige Schneeräumung möglich wird. Bei der einseitigen Schneeräumung würde der angehängte Personenwagen zur Verhinderung von Entgleisungen beitragen.

#### Schlusswort.

Dem Aufsätze wurde die Frage vorangestellt:

Was kann und soll gegen Verkehrsstockungen durch Schnee und zur Verminderung der Schneeräumungskosten geschehen?

Suchen wir jetzt die Beantwortung möglichst kurz zu fassen.

Zur Verhinderung von Verkehrsstockungen durch Schneewehen ist die Herstellung von undurchlässigen oder durchlässigen senkrechten Schutzwänden, von Hecken- oder Waldstreifen in ausreichender Länge und vielfach zu beiden Seiten der gefährdeten Theilstrecken erforderlich. Die Waldstreifen auf getrennt vom Bahnkörper erworbenen Landstreifen verdienen besondere Beachtung, weil sie bei geringen Kosten der Beschaffung zum Abschneiden großer Sturmfelder besonders geeignet sind und nach einiger Zeit infolge großer Höhe durchschnittlich einen Ueberschuß an Schutz bieten, welcher bei Eintritt außergewöhnlicher Ereignisse, bei unklaren oder wechselnden Sturmfeldverhältnissen unangenehme Ueberraschungen verhindern wird.

Zur Verhinderung von Verkehrsstockungen bei hohem Schneefalle, sowie bei kleinen Verwehungen auf geschützten oder ungeschützten Strecken muß außer der Schaufel der kleine, an den Locomotiven zu befestigende Schneepflug und der von Locomotiven zu ziehende Schneeräumer in Gebrauch genommen werden. Die Verwendung des Locomotivschneepfluges und des Schneeräumers sichert zugleich die Ermäßigung der Schneeräumungskosten.

Auf die anzustrebende Verbesserung der kleinen Schneepflüge und der Schneeräumer und auf noch erforderliche, thunlichst umfangreiche Beobachtungen der Vorgänge beim Schneetreiben ist besonders hinzuweisen. Diese Beobachtungen müssen sich erstrecken auf die

1. Ermittlung der Aenderung der Windgeschwindigkeit vor und hinter durchlässigen und undurchlässigen Schutzwänden, Hecken und Waldstreifen;
2. Feststellung der Form von Schneewehen vor und hinter durchlässigen Schutzwänden, Hecken und Waldstreifen;
3. Feststellung der Form von Schneewehen vor undurchlässigen Pflanzungen;
4. Ermittlung etwaigen Einflusses undurchlässiger Waldstreifen oder Wälder auf Verstärkung des Schneefalles hinter ihnen;
5. Feststellung der Form von Schneeanhäufungen vor und hinter Schutzwänden bei schräg auftreffenden Luftströmen;
6. Feststellung des Gewichtes trocknen Schnees aus Anhäufungen vor und hinter durchlässigen und undurchlässigen Wänden oder Pflanzungen;
7. Ermittlung des Einflusses der Tiefe und Beschaffenheit der Sturmfelder auf die Ausdehnung und Form von Schneeanhäufungen bei West-, Ost-, Nord- und Südwinden;
8. Feststellung der Neigung, bei welcher das Schneetreiben auf ansteigenden und abfallenden Flächen aufhört;
9. Ermittlung der Windgeschwindigkeit vor und in geschützten wie ungeschützten Einschnitten bei senkrecht oder schräg zur Bahnrichtung einsetzenden Luftströmungen.

Entschließen sich die Eisenbahn-Verwaltungen, mehrere Beamte mit derartigen Beobachtungen zeitweise ausschließlich zu beschäftigen, so wird in kurzer Zeit umfangreicher Stoff gesammelt sein.

Durch die Ergebnisse solcher Untersuchungen würde das oben Gesagte ganz oder bedingungsweise bestätigt und ergänzt, aber kaum widerlegt werden; die Verwerthung dieser Ergebnisse würde auch die Beseitigung aller Zweifel bei Beurtheilung und Bekämpfung der Schneegefahr zur Folge haben.

## Die Görlitzer Dampfkreisel-Schneeschaufel.

Mittheilung der Aktien-Gesellschaft für Fabrikation von Eisenbahn-Material zu Görlitz.

(Hierzu Zeichnungen auf Taf. XLIII.)

Die von der Rotary Steam Snow Shovel Company in Paterson (New-Jersey) mit den von Leslie erfundenen Schneeschleudern errungenen Erfolge haben mehrere Erfinder (Orange Jull, Caldwell, Cox & Burnes sowie Oren Williams) veranlaßt, Schneeschleudern nach anderen Grundsätzen zu entwerfen und zu bauen, so daß deren heute in Amerika eine ganze Reihe erprobt wird und bereits Eingang gefunden hat. Die neueren Bauarten zeigen alle das Bestreben, die der Leslie-Schneeschleuder anhaftenden Mängel zu beseitigen und auf diese Weise eine größere Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit zu erzielen.

Diese Mängel sind namentlich die Anwendung beweglicher, umstellbarer Messer und die Räder-Uebersetzung.

Das Bestreben war daher, das Schaufelrad mit festen Schaufeln zu versehen, den Antrieb der Radwelle durch unmittelbare Kuppelung mit der Maschinenwelle zu bewirken und den Auswurf nach beiden Seiten des Gleises durch ein sich nur in einer Richtung drehendes Schaufelrad zu bewirken.

Nach diesen Gesichtspunkten ist die Görlitzer Dampfkreisel-Schneeschaufel erbaut worden, bei welcher versucht wurde, eine für unsere Witterungsverhältnisse mehr geeignete Bauart zu finden, welche allen Anforderungen an Einfachheit und Betriebssicherheit entspricht und die Aufrechterhaltung des Betriebes bei Schneefall und Schneestürmen unbedingt gewährleistet.

Die 1893 begonnenen und im Winter 1894/95 fortgesetzten Versuche mit dieser Schneeschaufel haben deren Leistungsfähigkeit und Verwendbarkeit erwiesen und außerdem die Vortheile gezeigt, welche bei Verwendung einer Maschine an Stelle der theuren und unvollkommenen Handarbeit erwachsen. Der Anschaffungspreis dieser Dampfschneeschaufel beträgt nur zwei Drittel des Preises einer Leslie-Maschine.

Die Vereinfachung und Verbilligung der Görlitzer Schaufel liegt zunächst in der Einführung der Dampfentnahme von einer Locomotive mittels eines nachgiebigen Kupfer-Schraubenrohres von 120<sup>mm</sup> lichter Weite und Dampfabführung durch ein ebensolches Schraubenrohr von 150<sup>mm</sup> lichter Weite, welches sich bei sachgemäßer Behandlung als zweckentsprechend bewährt hat. Hierdurch wird der besondere Dampfkessel und Schleppender erspart. Der Wagen konnte entsprechend gekürzt und den einzelnen Theilen eine übersichtliche und leicht zugängliche Anordnung gegeben werden. Auch wurde gleichzeitig ein besonderer, erhöhter Stand für den Bahnmeister eingebaut, der von hier aus, die Bahn überblickend, in der Lage ist, den Gang der Betriebsmaschine zu regeln und den Vorschub der Schaufel durch die Locomotiven in ein richtiges Verhältnis zu der zu bewältigenden Schneemasse zu bringen.

Die stehende Zwillingsdampfmaschine hat 2 Cylinder von 550<sup>mm</sup> Durchmesser und 550<sup>mm</sup> Hub; sie überträgt ihre auf eine größte Leistung von 700 P. S. bemessene Kraft unmittelbar auf die Schaufelradwelle, welche 200<sup>mm</sup> stark ist.

Das mit 12 Schaufeln versehene Schaufelrad arbeitet in einer am vordern Wagentheile fest angebrachten runden Trommel, welche sich nach vorn trapezförmig erweitert und mit einer Bodenklappe und zwei Seitenklappen versehen ist. Die Seitenklappen haben eine größte Ausladung oben von 3700, unten von 3350<sup>mm</sup>; die Bodenklappe ist beweglich angeordnet, reicht im Allgemeinen bis Schienenoberkante, kann aber nöthigenfalls durch den Bahnmeister von seinem Stande aus gehoben werden.

Durch diese keilartig wirkenden Klappen wird der durch einen Vorschneider bereits gelockerte Schnee dem Schaufelrade zugeführt, dessen Schaufeln ihn gleichmäßig abschälen und durch eine am cylindrischen Theile des Gehäuses angebrachte Oeffnung fortschleudern. Diese Auswurföffnung ist auf dem Umfange des Gehäuses verschiebbar und ermöglicht hierdurch den Auswurf nach links oder rechts bei derselben Drehungsrichtung der Maschine. Der Durchmesser des Schaufelrades ist 2740<sup>mm</sup>; seine regelmäßige Umdrehungszahl ist 120, die jedoch auf 140 und mehr in der Minute gesteigert werden kann. Die Schaufeln haben eine ihrem Zwecke entsprechende Form, die einen sichern Eintritt des abgeschälten Schnees in die Schaufelzellen und eine richtige Ausnutzung der das Fortschleudern des Zelleninhaltes bewirkenden Fliehkraft gestattet.

Der Schaufelwagen hat eine Länge zwischen den Buffern von 8700<sup>mm</sup> und eine größte Breite von 3150<sup>mm</sup>; er läuft auf 4 freien Lenkachsen; die Schienendrucke betragen 9,75 bis 12,8 t für die Achse; der Gesamt-Achsstand ist 3550<sup>mm</sup>, das Gesamtgewicht 44,9 t.

Die Versuche im Winter 1894/95 fanden im Februar 1895 bei Station Mahlow der Königlichen Militär-Eisenbahn statt; es wurde eine künstliche Schneewehe von 1025<sup>m</sup> Länge beseitigt.

Das Ergebnis war folgendes:

Länge	Höhe	Zeitdauer	Geschwindigkeit
350 m	1 m	3 Min.	7 km/St.
200 „	2 „	5 „	2,4 „
50 „	2 „	1 „	3 „
425 „	3 bis 3,5 „	8 „	3,2 „
1025 m	1 bis 3,5 m	17 Min.	3,618 km/St.

Die beseitigte Schneemasse betrug rund 7700 cbm in 17 Minuten oder 7,5 cbm/Sec.

Nimmt man an, daß ein Arbeiter in 12stündiger Schicht 10 laufende Meter nothdürftig reinigen kann, so wären für die gleiche Leistung bei 12 Stunden Arbeitszeit 100 Arbeiter erforderlich gewesen.

Ferner fanden noch Räumungsarbeiten mit der Schneeschaufel im Bereiche des früheren Betriebsamtes Stralsund bei

Rackow und auf Rügen statt; auch wurden 23 km der mecklenburgischen Friedrichs-Wilhelm-Eisenbahn, die Schneeweihen von 1 $\frac{1}{2}$  bis 2<sup>m</sup> Tiefe aufwies, in 98 Minuten geräumt. Die Ergebnisse dieser Versuchsarbeiten sind von den Verwaltungen amtlich bestätigt worden.

Die in Ungarn gemachten Versuche mit zwei von der Königlichen Staatsmaschinenfabrik in Budapest erbauten Schneeschaukeln konnten nicht so zufriedenstellend ausfallen, weil einmal die zur Dampfabgabe gewählten Locomotiven für dauernden Betrieb nicht hinreichend Dampf lieferten, dann aber auch an die Schneeschaukel die Anforderung gestellt wurde, beträchtliche Massen hartgefrorenen Schnees aus 35<sup>m</sup> tiefen Einschnitten zu entfernen, die am obern Rande 10 bis 40<sup>m</sup>

breit sind. Derartige Verhältnisse finden sich auf der Strecke Karlstadt-Fiume. Dafs die Schneeschaukel dieser Anforderung nicht entsprechen konnte, ist selbstverständlich, da die Maschine für eine derartige Leistung nicht gebaut ist.

Auf anderen Strecken mit 2 bis 4<sup>m</sup> tiefem Schnee wurde bei 140 Umdrehungen des Schaufelrades in der Minute eine Geschwindigkeit der Gleisräumung von 4 km/St. erzielt.

Im nächsten Winter 1896/97 werden auf Grund der gemachten Erfahrungen die Versuche fortgesetzt werden, die bei den Vorzügen, welche die Schneebeseitigung mit diesen Maschinen gegenüber der bisherigen Art bietet, zur endgültigen Einführung der Schneeschaukel auf besonders gefährdeten Strecken führen dürften.

## Die Verwendung buchener Eisenbahnschwellen.

Von A. Schneidt, Eisenbahn-Betriebs-Director zu Strafsburg i. E.

Das Holz der Rothbuche (*Fagus silvatica*) wird nur in geringem Mafse als Nutzholz verwerthet, da es wegen seines hohen Gehaltes an leicht zersetzbaren Eiweifsstoffen anderen Nutzhölzern gegenüber nur eine kurze Dauer hat. Es fault sehr schnell, selbst dann, wenn es den Witterungseinflüssen entzogen wird, und nicht vorher gut ausgelaugt oder sonst irgendwie geschützt wurde. Nur wenn das Holz dauernd unter Wasser zur Verwendung kommt, zeigt es so vorzügliche Eigenschaften, wie keine andere Holzart; es wird dann steinhart und widersteht jeder Fäulnisbildung, wie die Schiffsböden der früher aus Holz gebauten Seeschiffe noch heute nachweisen, deren Unterwasserhaut und Kiel des hohen schlanken Wuchses der Buche wegen fast immer aus Rothbuchenholz bestanden.

Mit der Einführung des Eisens ging die Verwendung im Schiffbau schnell zurück, und die deutsche Forstwirtschaft, für die Anbau und Verwerthung der Rothbuche gradezu Lebensbedingung sind, sucht schon längst, aber vergeblich nach neuen Absatzgebieten.

Der gleichmäfsige Wuchs der Buche giebt ihr regelmäfsige Jahresringe, wodurch das Holz gröfsere Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung erhält und sich gut für Brückenbeläge, Treppenstufen, Dielungen u. s. w. eignet. Die Scheerfestigkeit ist nach Karmarsch unter allen deutschen Nutzhölzern bei dem Rothbuchenholze am gröfsten. Faule Aeste, wie solche ganze Eichenstämme verderben können, kommen beim Buchenholze selten vor und haben nicht so grofse Zerstörungen zur Folge. Eine gute Durchforstung der Anpflanzungen sichert in höherem Mafse ein gutes Gedeihen der Stämme, als dies bei den anderen Hölzern zu erreichen ist.

Dagegen ist das Rothbuchenholz wenig elastisch, wiewohl es sich durch Behandlung mit Wasserdampf leicht in alle möglichen Formen biegen läfst, wobei das Holz eine grofse Zähigkeit zeigt.

Das frisch gefällte Buchenholz verliert sehr leicht das in ihm enthaltene Wasser; schon beim Lagern im Freien giebt es den gröfsten Theil des Wassers ab; es schwindet beim Uebergange vom frisch gefällten in den lufttrocknen Zustand sehr

stark bis zu 13 $\frac{1}{2}$  % seines Rauminhaltes und zwar in der Richtung der Jahresringe stärker, als in der nach dem Marke, wodurch sich die grofse Neigung zum Reifsen und Werfen erklärt. Fast ebenso leicht nimmt das trockene Buchenholz die Feuchtigkeit wieder auf. Die letztgenannten Eigenschaften zeigen den Weg, welcher eingeschlagen werden mufs, um dem Holze diejenige Widerstandsfähigkeit zu geben, welche erforderlich ist, um seine Verwendung in gröfserm Umfange zu ermöglichen. Gelingt es, dem Rothbuchenholze die zerstörenden Säfte zu entziehen, die enthaltenen Eiweifsstoffe gerinnen zu machen, bereits entstandene Zersetzungserzeugnisse zu zerstören und die entzogenen Säfte durch eine das Holz erhaltende und die Feuchtigkeit abhaltende Masse zu ersetzen, so sind die Bedingungen für die Verwendung des Rothbuchenholzes erfüllt.

Diese Bedingungen lassen sich erfüllen durch die sorgfältige Tränkung des Buchenholzes mit karbolsäurehaltigem Theeröl. Die bereits erwähnte grofse Aufnahmefähigkeit des trocknen Buchenholzes für die Tränkflüssigkeit ermöglicht eine so vollkommene und sichere Tränkung, wie sie bei keiner andern Holzart erreicht wird. Dabei übertrifft das mit Theeröl getränkte Buchenholz an Dauerhaftigkeit sogar noch das mit Theeröl getränkte Eichenholz.

Den Markt für das so behandelte Rothbuchenholz müssen die Eisenbahnen bilden, da nur dort eine Verwendung in grofser Menge zu erwarten ist. Ein Unterblick über den Bedarf an Eisenbahnschwellen in jüngster Zeit wird aber auch zeigen, von welcher Bedeutung es ist, einem zur Zeit als Nutzholz wenig verwendeten, in verschwenderischer Fülle über ganz Deutschland verbreiteten Baume ein Absatzgebiet zu eröffnen.

Im Jahre 1895 waren im deutschen Submissionsanzeiger von deutschen Eisenbahnverwaltungen zur Lieferung ausgeschrieben:

713 806	Stück	eichene	Bahnschwellen,
3 702 497	«	kieferne	«
79 670	«	buchene	«

Im Ganzen 4 495 973 Stück

Der jährliche Bedarf an eichenen und kiefern Bahn-schwellen ist hiernach ein so großer, daß die deutschen Wälder bei regelmäßigem Betriebe wohl nie im Stande sein werden, ihn ganz zu decken. Es wird deshalb ein erheblicher Theil der erforderlichen Schwellen immer aus dem Auslande bezogen werden müssen. Namentlich kommt hier Russland in Betracht, wo gegenwärtig und voraussichtlich noch auf längere Zeit die Preise von Eichen- und Kiefern-Holz so niedrige sind, daß das Holz russischer Herkunft auch in den von der russischen Grenze entfernter liegenden Theilen Deutschlands erfolgreich mit dem Holze deutschen Ursprunges in Wettbewerb zu treten vermag, sofern die Beförderung auf dem Wasserwege erfolgen kann. So wird z. B. der Bedarf der elsass-lothringischen Eisenbahnen an eichenen und kiefern Schwellen zum größten Theile durch Hölzer russischer Herkunft gedeckt. Die Schwellen werden auf kiefern Holzflößen auf der Weichsel, auf der Memel, dem Pregel bis zu den Häfen der Ostsee, Königsberg, Memel, namentlich aber Danzig, durch den Bromberger Kanal, sogar bis Stettin gefloßt oder schon an den großen Holzplätzen an der Weichsel, wie Thorn, Schulitz, Bromberg, Fordon auf den Markt gebracht.

Von den Ostseehäfen erfolgt die Weitersendung der eichenen und kiefern Schwellen über See nach England, Dänemark, Frankreich und Holland, namentlich nach Rotterdam. An letzteren Orte werden die für die elsass-lothringischen Bahnen bestimmten Schwellen auf Rheinschiffe verladen und bis Mannheim oder Lauterburg gebracht, von wo die Beförderung nach der Tränkanstalt in Steinburg bei Zabern mittels der Eisenbahn erfolgt. Die Beförderung einer eichenen Bahnschwelle von Danzig bis Mannheim kostet ungefähr 1,10 M., einer kiefern 90 Pf. Trotz des langen Weges, den die Schwellen zurückzulegen haben, und obwohl mehrmals Umladung und Lagerung der Schwellen erforderlich wird, kostete im Jahre 1895 eine eichene Schwelle frei Steinburg 5,32 M., eine kieferne 3,24 M., Preise, zu denen einheimisches Holz in größerer Menge nicht beschafft werden kann. Selbst wenn zur Unterstützung der deutschen Waldwirtschaft, wie in neuerer Zeit geschieht, für eichene und kieferne Hölzer deutschen Ursprungs bis zu 10 % mehr bezahlt werden, so reicht dieses Mehr doch nicht hin, um dem heimischen Holze den erfolgreichen Wettbewerb mit dem ausländischen zu sichern. Das bedauerlichste aber ist, daß die Beschaffungskosten, soweit nicht deutsche Geschäfte den Handel und deutsche Rheder die Beförderung in Händen haben, dem Auslande zu Gute kommen. Schon aus allgemeinen wirtschaftlichen Gründen muß neben der Förderung der deutschen Waldwirtschaft die Ersparung so bedeutender Einfuhrkosten erstrebt werden. Und dies kann ohne jede Schädigung der Eisenbahnverwaltungen, denen ja der Wettbewerb des Auslandes bisher sehr nützlich war, dadurch erreicht werden, daß das in Deutschland so sehr verbreitete Rothbuchenholz in großer Menge zur Herstellung von Eisenbahnschwellen verwendet wird.

Die Verwendung der buchenen Schwellen begegnet aber bei der Mehrzahl der deutschen Eisenbahntechniker großem Mißtrauen, weil die damit bisher gemachten Erfahrungen keine besonders günstigen waren. Namentlich der geringe

Widerstand des rohen oder ungenügend getränkten Buchenholzes gegen Fäulnis und die große Neigung zum Reifsen in warmer Zeit, waren es, welche die buchenen Schwellen so sehr in Verruf gebracht haben. Im Jahre 1873 wurden mangels anderer geeigneter Hölzer rohe buchene Schwellen in das damals sehr stark befahrene Gleis der Strecke Metz-Forbach eingelegt, die aber schon nach zwei Jahren wegen Fäulnis wieder entfernt werden mußten.

Anfangs der neunziger Jahre wurden beim Umbau von Gleisen auf der oberrheinischen, vor 1870 noch zum Bezirk der französischen Ostbahn gehörenden Strecke Bollweiler-Gebweiler buchene Schwellen aufgenommen, die bereits seit 1868 lagen und tadelloses Aussehen hatten. Die nähere Untersuchung ergab, daß das mit Theeröl getränkte Holz der Schwellen in allen Querschnitten ganz gesund und vorzüglich erhalten war. Dies gab dem Verfasser Veranlassung, bei der Verwaltung der französischen Ostbahn, die auch noch gegenwärtig große Mengen buchener Schwellen verwendet, über den Umfang des Verbrauches und die Dauer der buchenen Schwellen Erkundigungen einzuziehen. Nach einer von dieser aufgestellten Uebersicht wurden in den acht Jahren vom Jahre 1884 bis zum Jahre 1891 zum Bau neuer Linien und zur Bahnunterhaltung 5304427 hölzerne Schwellen, durchschnittlich 670000 im Jahre verwendet, unter denen sich befanden:

612339	eichene nicht getränkte Schwellen,
3141342	« mit Theeröl getränkte Schwellen,
1349486	buchene mit Theeröl getränkte Schwellen,
20430	buchene mit Kupfervitriol getränkte Schwellen,
270900	tannene mit Theeröl getränkte Schwellen.

Zur Zeit kommen ausschließlich mit Theeröl getränkte eichene und buchene Schwellen zur Einlage. In den letzten fünf Jahren von 1892 bis einschließlic 1896 wurden 2200000 hölzerne Schwellen beschafft und zwar: 1400000 eichene (63,6 %), 800000 buchene (36,4 %).

Eine im Jahre 1892 angestellte Untersuchung hat ergeben, daß von den seit 21 Jahren im Gleise liegenden Schwellen wegen Fäulnis ausgewechselt waren:

von den eichenen nicht getränkten	52 %,
« « « mit Theeröl getränkten	26,8 %,
« « buchenen mit Theeröl getränkten	6,4 %.

Dieses für die buchenen Schwellen günstige Ergebnis überrascht auf den ersten Blick, wird aber erklärlich, wenn man bedenkt, daß eine gut getrocknete buchene Schwelle ohne Druck leicht 20 kg bis 25 kg, mit Druck 30 kg bis 35 kg Theeröl aufnimmt. Durch die große Menge aufgenommenen Oeles wird die hölzerne Schwelle in eine Oelschwelle mit Holzumrahmung verwandelt.

Bei der Verwaltung der französischen Ostbahn werden die Erhebungen über die Dauer der getränkten eichenen und buchenen Schwellen fortgesetzt und noch nicht als soweit abgeschlossen betrachtet, daß eine bestimmte durchschnittliche Grenze für deren Dauer angegeben werden kann. Zur Zeit steht nur fest, daß die mit Theeröl getränkten buchenen Schwellen dauerhafter sind, als die mit Theeröl getränkten eichenen und daß die Dauer der mit Theeröl getränkten

eichenen und buchenen Schwellen durcheinander gerechnet nicht unter 25 Jahren angenommen werden darf.

In Nebengleisen können die aus den Hauptgleisen aufgenommenen Schwellen dann noch 6 bis 10 Jahre Verwendung finden, da die Auswechslung der Schwellen, namentlich der buchenen, in den Hauptgleisen weniger wegen Fäulnis des Holzes, als vielmehr wegen der starken mechanischen Abnutzung infolge der bei starkem Verkehre häufiger erforderlichen Nachdexe- lungen nothwendig wird. Diese mechanische Abnutzung soll aber seit 16 Jahren erheblich geringer geworden sein, seitdem an Stelle der eisernen Unterlagplatten 5<sup>mm</sup> starke Filzplatten und in neuerer Zeit ebenso starke, mit Theeröl getränkte Platten aus Pappelholz verwendet werden.

Nach einer andern im Jahre 1890 angestellten Erhebung waren von 2608957 eichenen und buchenen, mit Theeröl ge- tränkten Schwellen, welche 13 Jahre in Haupt- und Neben- gleisen lagen, 41512 Stück oder 1,5 % ausgewechselt.

Bezüglich des Einflusses der Verkehrsstärke auf die Dauer der Schwellen in den Hauptgleisen geben die nachstehenden Zahlen eine Uebersicht. Auf den Hauptlinien wurden beliebige Strecken, deren Umbaujahr genau bekannt war, ausgewählt. Da sämt- liche Schwellen den Bezeichnungsnagel des Einlegejahres tragen, so brauchte nur gezählt zu werden, wie viele Schwellen von diesem Jahre nicht mehr vorhanden waren.

#### Linie Paris-Avrincourt.

1. In dem 4 km langen Gleise bei Nogent-l'Artaud, das im Jahre 1874 unter Verwendung getränkter eichener und buchener Schwellen umgebaut wurde, sind bis Ende 1890 auf 4667 Schwellen 254, oder 5,4 % erneuert worden. Das Gleis wurde in dieser Zeit von 175000 Zügen be- fahren.
2. In dem etwas über 4 km langen Gleise zwischen Varennes und Dormans, welches im Jahre 1877 umgebaut wurde, waren Ende 1890 von 5000 getränkten eichenen und buchenen Schwellen nur 122 oder 2,4 % ausgewechselt worden. Die Stärke des Verkehres betrug in dieser Zeit 150000 Züge.
3. In dem etwas über 4 km langen Gleise bei Lagny, Strecke Meaux-Paris, welches im Jahre 1879 mit getränkten eichenen und buchenen Schwellen umgebaut wurde, waren Ende 1890 von 5000 gezählten Schwellen 201 oder 4 % nicht mehr vom Jahre 1877. Die Stärke des Verkehres betrug 200000 Züge.

#### Linie Paris-Belfort.

In einem im Jahre 1877 mit getränkten eichenen und buchenen Schwellen umgebauten Gleise fehlten Ende 1890 von 5000 gezählten Schwellen nur 64, oder 1,3 %. Die Stärke des Verkehres betrug 100000 Züge.

Auf den Nebenlinien, auf denen die mechanische Abnutzung der Schwellen gering ist und Auswechslungen nur wegen Fäul- nis des Holzes erfolgen, ist die Dauer der Schwellen eine viel größere. Auf einer beliebig ausgewählten, etwas über 2 km langen Strecke der Linie Gondrecourt-Neufchateau mit schwachem Verkehre waren Ende 1890 die sämtlichen 2500 gezählten

getränkten eichenen und buchenen Schwellen vom Einlegejahre 1879 und in bestem Zustande; kein Stück war ausgewechselt. Die eichenen Schwellen, welche bei der französischen Ostbahn im Mittel 2,55<sup>m</sup> lang und  $\frac{0,14}{0,23}$ <sup>m</sup> stark sind, kosten zur Zeit roh 4,08 M., getränkt 4,80 M. Die buchenen, welche im Mittel 2,65<sup>m</sup> lang und  $\frac{0,15}{0,24}$ <sup>m</sup> stark sind, kosten roh 2,88 M., ge- tränkt 4,40 M.

Auch der auf dem internationalen Eisenbahn-Congresse zu London im Jahre 1895 mit der Untersuchung der Frage über die Dauer der hölzernen Eisenbahnschwellen betraute Ausschufs kam auf Grund der von 54 Eisenbahnverwaltungen gesammelten Er- fahrungen zu dem Ergebnisse, dafs die Rothbuche vorzügliches Holz für die Herstellung von Eisenbahnschwellen liefert, voraus- gesetzt, dafs nur ganz gesundes Holz verwendet und die Schwelle gut mit Theeröl getränkt wird.

Die buchene Schwelle wird die Eisenbahnschwelle der Zu- kunft genannt, weil sie, wenn gut mit Theeröl getränkt, die eichene und kieferne Schwelle an Dauerhaftigkeit übertrifft und am billigsten ist. Auch die Umtriebszeit der Buchen- waldungen, die 80 bis 120 Jahre beträgt, ist wesentlich kürzer als die der Eichenwaldungen; die zu 160 bis 200 Jahren angenommen werden muß, und nicht länger als die Umtriebs- zeit der Kieferwaldungen, da für Herstellung von Eisenbahn- schwellen zum großen Theil Kernholz verlangt wird.

In dem Berichte des erwähnten Ausschusses wird die mittlere Dauer der mit Theeröl getränkten Schwellen wie folgt angegeben:

- für kieferne Schwellen 15 Jahre in Hauptgleisen und 5 Jahre in Nebengleisen,
- für eichene Schwellen 18 Jahre in Hauptgleisen und 7 Jahre in Nebengleisen,
- für buchene Schwellen 20 Jahre in Hauptgleisen und 10 Jahre in Nebengleisen.

In Berücksichtigung der durchschnittlichen Beschaffungs- kosten und der Dauer der einzelnen Holzarten sind die jähr- lichen Ausgaben berechnet:

für eine kieferne Schwelle auf	20,8 Pfg.
» » eichene » »	20,0 »
» » buchene » »	14,4 »

Die voraufgeführten günstigen Ergebnisse beweisen, dafs das gesunde Rothbuchenholz in richtiger Weise verwendet sich ganz vorzüglich für Eisenbahnschwellen eignet.

Nach der vom Regierungs- und Forstrathe von Alten im Auftrage des preussischen Ministers für Landwirthschaft, Domänen und Forsten ausgearbeiteten Abhandlung: »Versuche und Er- fahrungen mit Rothbuchennutzholz« sind die Staatswälder Preussens allein im Stande, jährlich 150000 Festmeter Buchen- nutzholz zu liefern, wobei zu bemerken ist, dafs in Preussen der nicht staatliche Besitz an dem Ertragsvermögen des Waldes überwiegend betheiligt ist. Denn von der 8192505 ha großen Waldfläche Preussens, 23,5 % der Gesamtfläche, treffen auf Staatswaldungen nur 2530003 ha oder 30,9 %. Nach diesem Verhältnisse würde sich die jährliche Gesamtleistung sämtlicher Buchenwälder Preussens auf rund 480000 Festmeter berechnen.

Dazu würden noch die theilweise sehr umfangreichen Buchenwaldungen der übrigen deutschen Staaten kommen. In der genannten Abhandlung wird das Buchenholz der Schatz des deutschen Landes genannt, den kein anderes Land besser und nachhaltiger liefern kann. Wie wenig aber die buchene Eisenbahnschwelle in Deutschland Verwendung findet geht daraus hervor, daß sich unter den im deutschen Submissionsanzeiger im Jahre 1895 von deutschen Eisenbahnverwaltungen ausgeschriebenen 4 495 973 hölzernen Bahnschwellen nur 79 670 oder 1,79 % buchene befanden, von denen 45 000 allein auf die elsass-lothringischen Eisenbahnen, 32 670 auf die Eisenbahndirection Magdeburg und 2000 Stück auf die Eisenbahndirection Hannover treffen.

Etwas erschwerend für die allseitige Verwendung des Rothbuchenholzes zu Schwellen ist die in den Lieferungsbedingungen aufgenommene Vorschrift, daß Schwellen mit rothem oder grauem Herz nicht angenommen werden. Das rothe oder graue Herz ist daran leicht zu erkennen, daß das Holz im Umkreise des Markes eine graue bis röthlich braune Färbung annimmt, welche durch die Jahresringe nicht begrenzt ist, sondern sich über diese Ringe in unregelmäßiger Form ausbreitet. Dieses graue oder rothe Herz kommt meistens bei alten überständigen, seltener bei jungen Bäumen vor. Seine Entstehung wird dadurch erklärt, daß die Wurzeln des Baumes auf einen Felsen oder ungeeigneten Nährboden kommen. Die Wurzeln, welche Anfangs ziemlich gerade sind, wachsen dann seitwärts nach dem bessern Nährboden zu, sodafs dem mittlern Theile des Stammes nicht mehr genügend Nahrung zugeführt wird. In diesem Falle zieht sich das rothe Herz oder der falsche Kern im Stamme nach aufwärts. Aber auch seitlich vom Ende eines in Fäulnis begriffenen Astes kann sich infolge Eindringens von Wasser rothes Herz bilden, in welchem Falle die Färbung nach abwärts zieht, wobei es vorkommt, daß die rothe oder graue Färbung den untern Theil des Stammes nicht erreicht. Dieses rothe oder graue Herz ist noch nicht zerstörtes Holz, das Holz ist ganz fest, nimmt aber die Tränkflüssigkeit nicht auf, wie durch zahlreiche Versuche festgestellt wurde. Haben nun Schwellen graues oder rothes Herz, so beginnt in diesem die Fäulnis und geht von hier aus auf das gesunde Holz über, wenn keine den Uebergang hindernde Tränkmassse dazwischen lagert. Bei der Stärke unserer Eisenbahnschwelle von  $\frac{0,16 \text{ m}}{0,26 \text{ m}}$  wird aber rothes Herz in geringer Stärke, vielleicht bis 4 cm Stärke nicht viel schaden, wenn die Schwelle gut mit Theeröl getränkt ist. Fault das rothe Herz mit der Zeit heraus so ist die Schwelle noch immer genügend stark, zumal das rothe Herz sich nie in gleicher Stärke auf die ganze Breite der Schwelle erstreckt. Der Fäulnisvorgang kann auf das gesunde Holz nicht übergehen, da dieses mit Theeröl durchtränkt und von dem rothen Herzen durch die undurchdringliche Theerölschicht getrennt ist. Bei Zulassung von 3 bis 4 cm rothen Herzens kann eine große Anzahl älterer, etwas überständiger Buchenstämmen besser zu Schwellen verarbeitet werden. Sind die alten Bestände einmal abgeschlagen, so werden diese Verhältnisse so wie so günstiger. Es wird schon genügen, in die Lieferungsbedingungen eine Vorschrift aufzunehmen, nach welcher bis zu 20 % Schwellen mit

3 bis 4 cm starkem rothem oder grauem Herzen zugelassen werden. Uebrigens kann das aus dem Schwellen-Stammholze ausgeschnittene rothe Herz sonst noch in verschiedener Weise verwerthet werden; zunächst als Brennholz, dann wie in der Tränkanstalt von de Dietrich in Reichshofen im Elsaß geschieht, zur Herstellung von Parketriemen, Tisch- und Stuhlfüßen, Treppensäulen u. s. w. In letzteren Fällen wird das Holz in geschlossenen Cylindern unter Hochdruck gedämpft. Das Holz erhält durch dieses Verfahren eine eigenartige Rosa-Farbe; es reißt und schwindet nicht mehr so leicht, ist auch dem Versporen und dem Hausschwamme nicht in dem Maße ausgesetzt, wie ungedämpftes Buchenholz. In der Erde und in feuchten Räumen kann es nicht verwendet werden; dagegen stellt es sich bei Verwendung in trocknen Räumen dem Eichenholze an Dauerhaftigkeit gleich.

Da beim Buchenholze aufer dem bereits erwähnten grauen und rothen Herzen noch verschiedene andere Krankheiten vorkommen, für die Herstellung von buchenen Schwellen aber nur gesundes Holz verwendet werden darf, so muß bei der Abnahme der rohen Schwellen mit besonderer Sorgfalt und Sachkenntnis verfahren werden, zumal sich die einzelnen Krankheiten, wenn sie erst im Entstehen sind, nicht so leicht erkennen lassen. Zum Schlusse sollen deshalb die einzelnen Krankheiten des Buchenholzes kurz aufgeführt werden, wobei bemerkt wird, daß die Angaben zum Theile einer von der ungarischen Staatsbahn ausgearbeiteten Anleitung zur Erkennung der Krankheiten des Buchenholzes entnommen sind.

#### 1. Die Rothfäule.

Die Rothfäule erkennt man daran, daß das Holz wie beim rothen Herzen im Umkreise des Markes eine röthlich braune Färbung annimmt. Das Holz zeigt sich schon angegriffen, die Farbe wird dunkelroth, später braun bis dunkelbraun. Das Zellengewebe des Holzes wird im Innern des Stammholzes immer mehr zerstört, so daß das Holz nach und nach ganz morsch wird.

#### 2. Die Weißfäule.

Die Weißfäule beginnt hauptsächlich im Splintholze und tritt zwischen den einzelnen Jahresringen auf. Die Jahresringe erscheinen weiß, welche Färbung sich durch die ganze Länge des Stammes zieht. Die Holzfasern sind bereits angegriffen und haben ihre Elasticität verloren, jedoch zeigt das Holz im Anfange der Krankheit noch gesundes Aussehen. Später geht die weiße Farbe in blaß-lila über, dann sind aber die Holzfasern schon so weit zerstört, daß das Holz in trockenem Zustande schwammartig, in feuchtem seifenartig wird. Bei weiterm Fortschreiten erscheint das Holz schmutzig gelb; dann ist es vollkommen verfault. Ein solches Holz phosphorescirt.

#### 3. Erstickung.

Wenn der Stamm nach dem Fällen längere Zeit in der Rinde liegen bleibt, so tritt eine Zersetzung ein, die man Erstickung nennt. Zeigt sich die innere Fläche der abgeschälten Rinde nicht mehr weiß, sondern braun oder schwärzlich, so ist das Holz schon erstickt; bei weiterm Fortschritte nimmt die innere Fläche der Rinde eine immer dunklere Farbe an.

Die Stirnflächen der Schwellen zeigen schon mit Beginn des Erstickens veränderte Farbe und verlieren den sonst vorhandenen Glanz. Sie sehen aus, als wenn sie mit im Wasser vertheilten Thone angestrichen und schräg angesehen, als wenn die erstickten Stellen mit einem in licht-lila spielenden, weifs-farbigem Spinnennetze überzogen wären. Bei weiterem Fortschreiten der Krankheit werden an den Stirnseiten des Holzes schmutzig gelbe Flecken bemerkbar und zum Schlusse treten die Erscheinungen der Weifsäule ein; jedoch ist die Krankheit nicht wie dort durch die Jahresringe begrenzt, sondern breitet sich unregelmässig in allen Richtungen aus. Ersticktes Holz verliert schon mit Beginn der Krankheit an Festigkeit, Biogsamkeit und Härte.

#### 4. Ueberständigkeit.

Bäume im Alter von 80 bis 120 Jahren liefern das zu Bahnschwellen geeignetste Buchenholz. Aelteres Buchenholz zeigt eigenartige Porosität, welche von der des gesunden Buchenholzes wohl zu unterscheiden ist.

Die Poren des überständigen Buchenholzes haben in den einzelnen Jahresringen eine gleichförmige Gröfse und der Querschnitt des Holzes zeigt ein siebartiges Gewebe, während beim gesunden Holze die Poren in ein und demselben Jahresringe nicht gleich sind. Die an der Aufsenseite der Jahresringe gelegenen Poren sind kleiner als die inneren.

Je älter der Baum ist, um so gröfser ist die Fläche, über welche sich die Poren ausbreiten, und um so gröfser werden sie.

Auch aus der Farbe des Querschnittes kann auf die Ueberständigkeit des Holzes geschlossen werden. Je älter das Holz ist, desto dunkler ist es gefärbt, sehr überständiges Holz hat schon rothbraune Farbe. Wenn ein überständiges Holz mit einer gewöhnlichen Waldzugsäge geschnitten wird, zeigt sich die Schnittfläche siebartig, weil die Fasern ausbrechen; bei Anwendung einer Hand- oder feinen Säge jedoch werden beim Sägen die Poren mit dem feinen Holzstaube ausgefüllt und dadurch erscheint die Schnittfläche ganz glatt. Bei aufuerksamer Untersuchung ist man jedoch leicht im Stande, die Merkmale der Ueberständigkeit zu erkennen.

#### 5. Astknoten.

Wenn die Astknoten gesund und mit den Holzfasern verwachsen sind, kann man keinen Anstand dagegen erheben, vorausgesetzt, dafs diese Knoten nicht an der Stelle der

Schienenauflager vorkommen, oder, dafs ein gröfserer Ast nicht durch die ganze Schwelle hindurchgeht.

Jene Astknoten aber, welche Anzeichen der Fäulnis zeigen, oder im Holze nicht verwachsen sind, müssen herausgeschnitten und genau untersucht werden, weil in sehr vielen Fällen das Holz vollkommen gesund sein kann und nur der Knoten faul ist. Sehr häufig tritt aber der Fall ein, dafs die faulen Astknoten grobe Fehler im Innern des Holzes verbergen.

#### 6. Kernschäle.

Kernschäle, Ringklüfte, Rindschäle nennt man den Fehler des Buchenholzes, der entsteht, wenn sich zwischen den Jahresringen Risse bilden und die Ringe sich von einander abtrennen. Hat diese Abtrennung eine gröfsere Länge, so ist die Schwelle nicht verwendbar.

#### 7. Frostrisse (Eisklüfte).

Im Winter entstehen in Folge grosser Kälte im Innern des Holzes Risse, welche das Holz der Länge nach in der Richtung der Markstrahlen quer durch die Jahresringe trennen. In den seltensten Fällen leidet hierdurch die Beschaffenheit des Holzes; wenn die Risse nicht durch die ganze Länge des Holzes gehen, kann es verarbeitet werden.

#### 8. Strahlenrisse (Waldrisse, Spiegelklüfte).

Die Strahlenrisse entstehen nur bei den fertigen Schwellen besonders in warmer Jahreszeit.

Sie sind deshalb so schädlich, weil die Schwellen, namentlich die aus jungem, gesundem Holze hergestellten, in der warmen Zeit sehr gern spalten; aus älterm oder überständigem Holze geschnittene Schwellen sind dem nicht in gleichem Mafse ausgesetzt. Jedoch schliessen sich die Strahlenrisse zum grossen Theile von selbst beim Tränken und wenn die Schwellen in der Bettung liegen. Die Bildung von Strahlenrissen kann verhindert oder wenigstens sehr beschränkt werden, wenn jede buchene Schwelle mit zwei, etwa 10 cm von jedem Kopfe, der Breite nach durchgehenden, eisernen Schraubenbolzen von mindestens 1 cm Durchmesser und zwei 5 mm dicken Unterlagsplatten von mindestens fünf 5 cm Quadratseite, je einer für Kopf und Mutter versehen ist. Das Gewinde der Bolzen darf aber nicht mehr, als 1 cm aus der angezogenen Mutter hervortreten.

Die Beschaffungskosten dieser Bolzen betragen für eine Schwelle etwa 40 Pfg.

## Ueber die Beanspruchung der Gleise durch die Locomotiven.

Von v. Borries, Regierungs- und Baurath zu Hannover.

Den Maschinen-Ingenieuren wird vielfach der Vorwurf gemacht, dafs sie bei der Bauart der Locomotiven auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme der Gleise zu wenig Rücksicht nehmen. Dieser Vorwurf war bis vor kurzem für die meisten Locomotivgattungen des europäischen Festlandes berechtigt, da überhängende Massen und kurze Achsstände, also unruhiger Gang, sowie geringe Einstellbarkeit in Krümmungen die Regel

bildeten. Heute sind durch die Einführung langer Achsstände, der Drehgestelle und einstellbarer Achsen erhebliche Fortschritte gemacht. Eine Anzahl älterer Anordnungen wird aber gewohnheitsmäfsig weiter gebaut, ohne ihre nachtheilige Einwirkung auf die Gleise genügend zu beachten.

Durch die bekannten, mit grossem Beifalle aufgenommenen Vorträge der Herren Baudirector Ast und Geheimer Baurath

Lochner\*) auf der diesjährigen Versammlung des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen und die schwebenden Unterhandlungen über die Erhöhung der zulässigen Radbelastung über 7 t hinaus, ist das Verhältnis zwischen Locomotive und Gleis von neuem in den Vordergrund gerückt worden. Ast schreibt die großen Unterhaltungskosten unserer Gleise zum Theil der unzuweckmäßigen Bauart der Locomotiven zu, hält die zweckmäßige Grenze der Beanspruchung für erreicht und verlangt vom Locomotivbau, daß weitere Steigerungen der Leistungen ohne stärkere Beanspruchung erreicht werden sollten. Lochner verlangt für die Einfachheit der Locomotiven die Zulassung von Radbelastungen über 7 t.

Diese scheinbar einander widersprechenden Forderungen lassen sich bis zu einem gewissen Maße durch geeignete Bauart der Locomotiven beide erfüllen.

Das Gleis soll jetzt 7 t bewegter Radlast tragen können. Die wirkliche Inanspruchnahme desselben hängt aber sehr von der Art ab, wie diese Last bewegt wird. Bei den Vorderachsen dreiachsiger Locomotiven mit kurzem Achsstande steigt der Druck der Tragfedern nach v. Webers Versuchen bis auf das Doppelte der ruhenden Last. Beim Schlingern tritt zu dem senkrechten Raddrucke der heftige seitliche Druck der Spurkränze. Bei Triebrädern bewirkt ein Dampfkolbendruck von 12 bis 18 t leicht eine regelmäßig wiederkehrende Mehrbelastung von 2 bis 3 t. Ebenso kann auch die in senkrechter Richtung überschüssige Fliehkraft der Gegengewichte wirken.

In scharfen Krümmungen drückt der äußere Spurkranz der Vorderachsen stark gegen die äußere Schiene; dieser Druck erzeugt einen Gegendruck am Achsschafte, also ein Kräftepaar, welches das äußere Rad um so stärker belastet, je größer sein Halbmesser ist. Bei 0,5 m Radhalbmesser beträgt diese Mehrbelastung 10 bis 15 % der ruhenden Radlast, bei größeren Rädern noch mehr. Die innere Schiene wird durch das seitliche Gleiten des vordern und mittlern Rades stark auf Verdrehung beansprucht. Stehen zwei Achsen nahe zusammen, so wird das Gleis stärker als bei größerem Abstände belastet.

Wir haben also im täglichen Betriebe Beanspruchungen der Gleise, welche weit über die 7 t hinausgehen. Man wird daher mäßige Mehrbelastung einzelner Räder in dem Maße zulassen dürfen, wie die Bauart der Locomotive vor unzulässigen Steigerungen schützt. Die Beschränkung jener Beanspruchungen ist jedenfalls viel wichtiger, als die ängstliche Vermeidung einiger 100 kg Radlast über 7 t.

Die hierzu geeigneten Mittel sind im allgemeinen: mäßige Belastung der Vorderachsen, bei Tender-Locomotiven auch der Hinterachsen, großer Hebelarm dieser Achsen für die Führung der Locomotive, also Anbringung möglichst weit vor den Hauptgewichtsmassen, damit die zur Führung nöthigen Kräfte klein ausfallen; mäßiger Durchmesser der Vorderräder, welche daher nicht als Triebräder zu verwenden sind; im Verhältnisse zum Kolbenhube lange Schubstangen, und innenliegende Dampfcylinder; möglichst günstige Einstellung der einzelnen Achsen in Krümmungen, was nur bei geringem festen Achsstande zu erreichen ist; vor allem aber ruhiger, nicht nicken-

\*) Zeitung des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1896, S. 529 u. 539.

der und nicht schlingernder Gang, da hierdurch die größten Steigerungen der Radlasten bewirkt werden.

Als eine der für die Beanspruchung des Gleises nachtheiligen Eigenschaften der Locomotive werden gewohnheitsmäßig ihre sogenannten störenden Bewegungen angesehen. Hiermit sind die regelmässigen Schwingungen gemeint, welche durch die Bewegungen der nicht ausgeglichenen Triebwerksmassen, nicht etwa, wie namentlich im Auslande vielfach angenommen wird, durch den Dampfdruck auf die Cylinderdeckel erzeugt werden.

Die Bedeutung dieser störenden Bewegungen wird vielfach sehr überschätzt; in Folge ihrer Entstehung aus der Bewegung der hin- und hergehenden Triebwerksmassen um bestimmte Weglängen sind sie in sich selber begrenzt und zwar derart, daß bei richtiger Bemessung der Gegengewichte in den Triebrädern nur die Drehbewegung um eine senkrechte Schwerpunktsachse bemerkbar bleibt. Auch diese bewirkt zum Beispiel an 3/3 gekuppelten Güterzug-Locomotiven der preussischen Staatsbahnen bei richtig bemessenen Gegengewichten, an den Rahmenenden nur einen Ausschlag von etwa  $2\frac{1}{2}$  bis 3 mm, ist also ziemlich unschädlich; bei den 2/4 gekuppelten Locomotiven ist sie überhaupt nicht mehr wahrnehmbar.\*) Größere Ausschläge bis zu 5 bis 6 mm können nur bei kurzen Achsstände und zu leichten Gegengewichten vorkommen. Die »störenden Bewegungen« verdienen also die Bezeichnung kaum, schaden insbesondere dem Oberbau wenig.

Die in senkrechter Richtung überschüssige Fliehkraft der Gegengewichte fällt um so größer aus, je größer die Umdrehungsgeschwindigkeit der Triebräder, je schwerer die wagrecht bewegten Triebwerksmassen und je größer deren zur Beschränkung der störenden Bewegungen auszugleichender Antheil ist. Bei der Normal-Personenzug-Locomotive der preussischen Staatsbahnen steigt sie bei 90 km/St. Geschwindigkeit auf etwa 2600 kg\*\*) oder etwa 20 % des Druckes beider Triebräder einer Seite. Bei innenliegenden Cylindern ist sie erheblich geringer. In Amerika hat diese Kraft mehrfach Durchbiegungen der Schienen auf langen Strecken bewirkt;\*\*\*) sie bleibt bei leichtem Triebwerk und richtig bemessenen Gegengewichten unschädlich, so lange die Triebräder nicht mehr als 200, höchstens 250 Umdrehungen in der Minute machen.

Das Schlingern entsteht durch abwechselndes Anlaufen der vorderen Räder gegen die rechte und linke Schiene und ist an seiner längern Schwingungsdauer und seinem größern Ausschlage von der durch die Triebwerksmassen erzeugten Eigendrehung leicht zu unterscheiden.†) Es tritt an jedem mit fest geführten oder Lenkachsen versehenen Fahrzeuge bei derjenigen Fahrgeschwindigkeit ein, bei welcher das seitliche Anlaufen mit solcher Kraft erfolgt, daß die Rückwirkung jedesmal stärker ist, als die entgegenwirkenden Widerstände. Diese Kraft fällt um so größer aus, je größer das Trägheits-

\*) Näheres siehe „Die Eisenbahn-Technik der Gegenwart“, Bd. I. Seite 83 u. f. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden 1897.

\*\*) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bd. I S. 234.

\*\*\*) Siehe Organ 1895, S. 67. Railroad-Gazette 1893, S. 906, 911.

†) Eisenbahntechnik der Gegenwart. Bd. I. S. 64.

moment, also die Länge des Fahrzeuges im Verhältnisse zum Achsstande, dem Hebelarme der Kraft, ist; je größer dieses Verhältniß wird, desto geringer ist die Fahrgeschwindigkeit, bei welcher das Schlingern beginnt und um so nachtheiliger seine Wirkung auf den Oberbau.

Das Hauptmittel dagegen ist ein verhältnismäßig langer Achsstand und ein geringes Trägheitsmoment, also die Vermeidung großer, an den Enden über die Achsen hinaushängender Massen. Ein zweites Mittel, welches beiden zweiachsigen Drehgestellen zur Anwendung kommt, ist die Verringerung der Massenwirkungen auf die führende Achse, sodafs diese in ihrem Laufe weniger beeinflusst, bezw. abgelenkt wird.

Hohe Lage des Kessels wirkt auf die Ruhe des Ganges im allgemeinen günstig ein, sofern keine Neigung zum Schlingern vorhanden ist. Diese, vielen Kennern der Locomotive längst bekannte Thatsache ist auf dem vorjährigen internationalen Eisenbahncongresse in London durch die bedeutendsten Fachmänner der Jetztzeit übereinstimmend festgestellt worden. Sie ist dadurch zu erklären, das das Trägheitsmoment einer Locomotive gegen Ablenkungen aus ihrer geradlinigen Bewegung, namentlich gegen Seitenschwankungen um so größer ist, je höher der Kessel liegt, das also die fühlbaren Wirkungen der Bahnebenheiten u. s. w. um so geringer ausfallen.

Die Veränderlichkeit der Raddrücke wird durch das langsamere Nachgeben der Locomotive häufig etwas vermehrt, in anderen Fällen aber dadurch wieder vermindert, das keine starken Anhäufungen von Schwingungen entstehen.

Ruhiger Gang der Locomotiven ist übrigens nicht immer ein Zeichen geringer Beanspruchung der Gleise; er kann durch zu große Trägheitsmomente, also zu geringe Nachgiebigkeit der Locomotive bisweilen auf Kosten des Oberbaues stattfinden, indem die Locomotive das Gleis dahin drückt, wohin sie laufen will. Der vielgerühmte ruhige Gang besonders schwerer Fahrzeuge ist in dieser Beziehung oft verdächtig. Es muß daher stets die Größe und Art der zwischen den Rädern und Schienen stattfindenden Kraftwirkungen geprüft werden, um über die Beanspruchung der Gleise ein Urtheil zu gewinnen.

Vorstehende Erörterungen enthalten viel Bekanntes; sie waren aber erforderlich, um nunmehr die Vor- und Nachteile neuer Ausführungen von Locomotiven in Bezug auf die Beanspruchung der Gleise ermitteln zu können.

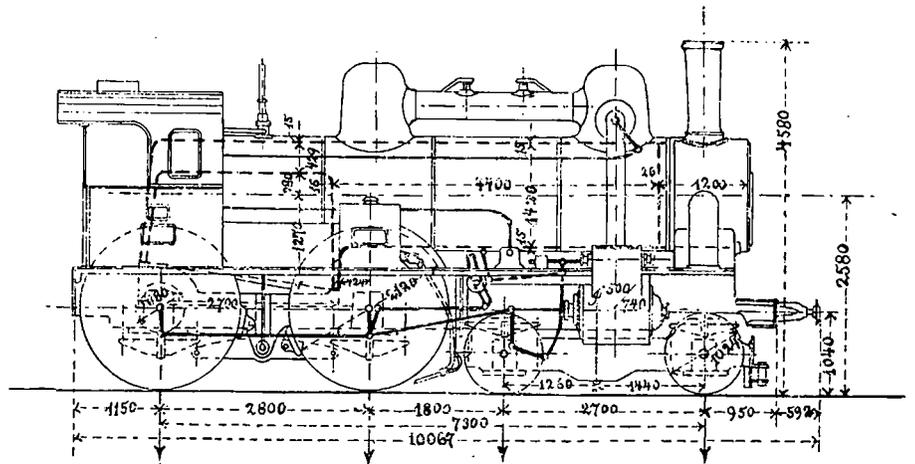
Ruhiger Gang, geringer Seitendruck der führenden Räder und geringe Veränderlichkeit ihrer Leistungen werden am besten bei den zweiachsigen Drehgestellen mit seitlicher Verschiebbarkeit erreicht, bei welchen die Führung der Hauptmasse durch Federn oder Pendelgehänge mit so mäfsiger Kraft erfolgt, das keine Massenwirkung eintreten kann. Ausserdem wird gegenüber den unverschiebbaren Gestellen eine bessere Einstellung der Triebachsen in Krümmungen und entsprechend geringere Bean-

spruchung des innern Schienenstranges durch den Seitenschub des ersten Triebrades erzeugt. Die Belastung der Gestellräder beträgt selten über 5 t, sodafs sie das Gleis sehr wenig beanspruchen. Die Hauptmasse der Locomotive wird durch das Gestell so ruhig geführt, das die Radlasten der Triebräder nur wenig schwanken. Bei ausreichendem Abstand der Triebachsen kann daher deren Radlast unbedenklich über 7 t angenommen werden.

Die bekannten vierachsigen Schnellzug-Locomotiven der deutschen Bahnen haben daher ebenso, wie die Mehrzahl derjenigen anderer europäischer Bahnen, Drehgestelle mit Seitenverschiebung und vielfach Triebradlasten über 7 t.

Die neue Schnellzug-Locomotive der österreichischen Staatsbahnen (Textabb. 120), hat dagegen ein unverschiebbares, stark belastetes Gestell, welches aber durch sehr langen Achsstand ruhigen Gang sichert. Die Kräfte an der vordern Achse sind durch geringere Belastung und hinter die Gestellmitte verlegten Drehpunkt ermäßigt. Mit diesen Locomotiven werden Krümmungen von 380 und 475 m Halbmesser mit 85 bezw.

Fig. 120.



90 km/St. Geschwindigkeit anstandslos durchfahren. Mit den noch günstiger gebauten deutschen Locomotiven würde dasselbe geschehen können.

Auch einige amerikanische, insbesondere die Pennsylvania-bahn verwenden unverschiebbare Gestelle. Letztere Bahn fand seiner Zeit die zur Bewegung von Locomotiven in Krümmungen nöthige Zugkraft für unverschiebbare Gestelle geringer, als für verschiebbare; die Ursache dieses, mit der theoretischen Betrachtung in Widerspruch stehenden Ergebnisses ist nicht weiter aufgeklärt worden.

Neben der Schnellzug-Locomotive mit zweiachsigen Drehgestelle ist noch eine neue Anordnung im Gebrauch, bei welcher die beiden Triebachsen in der Mitte vor dem Feuerkasten, die Laufachsen an beiden Enden liegen. Sie unterscheidet sich von der ältern ähnlichen französischen und belgischen Bauart durch die vor den Dampfeylindern einstellbar gelagerte vordere Laufachse und vermeidet die überhängenden Massen der älteren Bauarten. Die ersten dieser Locomotiven wurden im Jahre 1891 von Kraufs in München für die pfälzischen Bahnen ge-

baut\*), eine weitere war von den Baldwin-Werken in Philadelphia 1893 in Chicago ausgestellt.\*\*) Nach letzterer wurde die Anordnung drüben »Columbia type« genannt. Aehnlich sehen die neueren Verbund-Locomotiven, Bauart Webb, der englischen Nordwestbahn aus.

Die Anordnung hat vor derjenigen mit Drehgestell die Vorzüge, daß keine Kuppelachse unter der Feuerkiste liegt, letztere also hinten tiefer hergestellt werden kann, was für das Feuer vorthellhaft ist; auch sind die Stöße der Triebachsen am Führerstande weniger zu spüren und das Gewicht fällt etwas geringer aus.

Die Ruhe und Sicherheit des Ganges läßt aber bei der amerikanischen Anordnung mit Deichselgestell (Bissell) ebenso, wie bei derjenigen mit in Bögen einstellbaren Achsen nach Bauart Adams zu wünschen übrig. Weicht die Vorderachse zufällig einmal nach rechts aus, oder schwingt die Locomotive nach links, so stellt sich das Gestell für Rechtskrümmung ein, und das rechte Vorderrad läuft gegen die rechte Schiene an. Die am Gestelle wirksame Mittelstellkraft zieht das vordere Ende der Locomotive solange nach, bis ihre Mittellinie wieder in derjenigen des Gestelles steht. Dies Nachziehen erfolgt um so kräftiger, ja rascher und weiter die Laufachse aus der Mittelstellung auswich, je größer also die Fahrgeschwindigkeit ist. Die Locomotive schwingt daher bei genügender Geschwindigkeit mit dem Vorderende nach rechts über die Gestell-Mittellinie hinaus, wodurch die Laufachse für Linkskrümmung eingestellt wird, nun mit dem linken Rade links anläuft, die Hauptmasse wieder nachzieht u. s. w., sodafs eine meist recht heftige und zum Entgleisen sehr geeignete Schlingerbewegung entsteht.

Will man diese vermeiden, so muß man die Mittelstellkraft so groß machen, daß die Beschleunigung des vordern Locomotivtheiles bei der größten vorkommenden Geschwindigkeit größer ausfällt, als diejenige Geschwindigkeit, mit welcher die Laufachse bei gewöhnlich vorkommenden Unregelmäßigkeiten seitlich ausweicht. Für Schnellzug-Locomotiven erfordert dies Mittelstellkräfte von  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{7}$  der Achsbelastung, welche so groß sind, daß sie in Krümmungen von mittlern und großen Halbmessern die Einstellung des Gestelles verhindern und in scharfen Krümmungen ein unliebsames Andrücken der Spurkränze der mittleren Achsen gegen die innere Schiene bewirken.

Die Locomotiven mit Deichselgestellen oder vorderen einstellbaren Achsen schlingern daher entweder bei großer Geschwindigkeit, oder sie stellen sich in Krümmungen nicht genügend ein. Beides habe ich bei Fahrten auf den verschiedensten Locomotiven dieser Art feststellen können. Auch aus Amerika ist mir bestätigt worden, daß eine befriedigende Gangart der Columbia-Locomotive nicht erreicht worden sei. Denselben Fehler haben auch diejenigen Locomotiven, bei welchen die Laufachsen irgendwie zwangsläufig einstellbar sind. Mehrfach vorgekommene Entgleisungen auf den betreffenden Bahnen, deren Ursachen nicht aufgeklärt werden konnten, dürften nicht selten auf diese Ursache zurückzuführen sein.

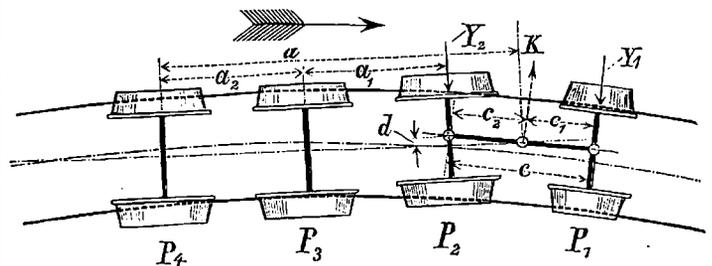
\*) Organ Erg.-Bd. X, 1893, Taf. XIII.

\*\*) Organ 1893, Taf. XXVIII, Fig. 2 bis 6.

Die genannte Locomotive der pfälzischen Bahnen ist mit dem Kraufs-Helmholtz'schen Gestelle versehen.\*) Wie Textabb. 121 zeigt, ist es um einen festen Zapfen drehbar, enthält vorn die einstellbare Laufachse und ist hinten mit der seitlich verschiebbaren Kuppelachse verbunden. Jede seitliche Abweichung der Vorderachse bedingt eine entgegengesetzt gerichtete Verschiebung der Kuppelachse, oder ein Mitbewegen des vordern Theiles der Locomotive. Letztere folgt also jeder Veränderung der Laufrichtung der Vorderachse sofort mit einer gleichgerichteten Aenderung ihrer eigenen Laufrichtung, sodafs erhebliche Abweichungen der Laufachse aus der Mittellinie im graden Gleise überhaupt nicht entstehen. Die Locomotiven schlingern daher auch bei größeren Geschwindigkeiten nicht, was ich bei einer Fahrt feststellen konnte.

In Krümmungen legen sich die Spurkränze beider vorderen Räder gegen die äußere Schiene und führen die Locomotive fast ebenso, wie ein zweiachsiges Drehgestell ohne Seitenbewegung. Die beiden hinteren Achsen kommen dabei in ungünstigere Stellung, als bei dem verschiebbaren Gestelle, weshalb letzteres für lange Achsstände vorzuziehen ist, besonders um ein Zwängen in scharfen Krümmungen zu vermeiden. Bei der

Fig. 121.



Rückwärtsfahrt stellt sich die Locomotive ungünstiger ein, als diejenige mit Drehgestell, da die beiden Gestell-Achsen an der innern Schiene entlang laufen, also den Anlaufwinkel der führenden Hinterachse vergrößern und den innern Spurkranz der mittlern Triebachse gegen die innere Schiene drücken. Das Kraufs-Helmholtz'sche Gestelle ist daher nur für mäfsige Achsstände und besonders für dreiachsige Locomotiven geeignet.

Eine bessere Einstellung vier- und mehrachsiger Locomotiven wird für beide Laufrichtungen erzielt, wenn die Laufachse mit der dritten Achse (zweite Kuppelachse) verbunden wird. Diese Anordnung ist von Kraufs u. Co. ebenfalls ausgeführt worden; ob sie bei großen Geschwindigkeiten ebenso ruhigen und zwanglosen Gang ergibt, habe ich noch nicht ermitteln können; für Güterzug- und Kleinbahn-Locomotiven ist sie jedenfalls geeignet.

Aus der Columbia-Bauart ist neuerdings in Amerika die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Schnellzug-Locomotive dadurch entstanden, daß das Deichselgestell durch ein zweiachsiges Drehgestell ersetzt wurde, wobei der Kessel entsprechend vergrößert werden konnte. In der Railroad-Gazette 1896 S. 407 und 429 bzw. 517 sind zwei für die Philadelphia und Reading\*\*) bzw. Chicago-

\*) Organ, Erg.-Bd. X, 1893, Taf. XIII und Organ 1889, Taf. IV. u. V.

\*\*) Organ 1896, S. 229, Taf. XXXVI, Fig. 8—10.

Milwaukee St. Paul-Bahn bestimmte Locomotiven dieser, dort unter dem Namen «Atlantic» eingeführten Bauart abgebildet und beschrieben. Erstere hat 64,8 t Dienstgewicht, 155 qm Heizfläche, 7,06 qm Rostfläche für Anthrazit-Kleinkohle und 8,052 m Achsstand, letztere hat 63,8 t Dienstgewicht, wovon 18,1 t auf das Drehgestell, 32,5 t auf die Triebachsen und 13,2 t auf die Laufachse entfallen. Die innere Heizfläche ist 189 qm, der gesammte Achsstand 7,772 m. In Europa hat bisher nur die österreichische Kaiser Ferdinands-Nordbahn diese Locomotivgattung beschafft und zwar mit 59,7 t Dienstgewicht, wovon nur 27,5 t auf den Triebrädern ruhen; ferner nur 134 qm innerer Heizfläche und 8,350 m Gesamtsachsstand. \*)

Die ganze Anordnung ist für die Schonung der Gleise sehr vortheilhaft. Die Führung erfolgt durch das verschiebbare und mäsig belastete Drehgestell mit geringster Kraftwirkung; die Triebradbelastung kann auch bei größter Leistungsfähigkeit der Locomotive unter 7 bis 8 t bleiben und ist infolge ihrer Lage nahe dem Schwerpunkte und bei dem sehr ruhigen Gange sehr wenig veränderlich. Der feste Radstand kann durch seitliche Verschiebbarkeit der Hinterachse sehr verringert, also eine gute Einstellung in Krümmungen erzielt werden. Die Kaiser-Ferdinands-Nordbahn hat die Hinterachse zu diesem Zwecke als freie Lenkachse hergestellt, was noch bessere Einstellung ergibt.

Diese Bauart leistet für die Schonung des Gleises das mit zweckmäßiger Achsenanordnung und Lastenvertheilung überhaupt Erreichbare und wird sich auf Bahnen mit mäsigsten Steigungen einführen, sobald die Leistungen der 2/4 gekuppelten Locomotive nicht mehr genügen. Ein Kenner amerikanischen Locomotivbaues, Herr D. L. Barnes in Chicago, bezeichnet diese Bauart als diejenige der Zukunft für die Vereinigten Staaten.

Zu ermitteln bleibt noch, ob die Belastung der zwei Triebachsen mit etwa 30 t für die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit des großen Kessels ausreicht. Bei 60 t Dienstgewicht erhält man etwa 150 qm wirksame Heizfläche, welche bei Verbundwirkung auch bei mäsigster Geschwindigkeit zeitweise Dampf genug für 1000 Nutzpferdestärken liefert. Bei einer Geschwindigkeit von 50 km/St. auf Steigungen ergibt diese Leistung eine Zugkraft am Radumfang von 5400 kg, entsprechend 16,7 kg ( $\frac{1}{6}$ ) für 1 t Triebachslast. Letztere wird also gerade voll ausgenutzt. Für Strecken mit Steigungen über 10‰, auf welchen mit geringeren Geschwindigkeiten als 50 km/St. gefahren wird, eignet sich diese Locomotive weniger gut.

Für solche Strecken ist die bereits bekannte, besonders in Amerika sehr verbreitete 3/5 gekuppelte Locomotive besser geeignet. Diese Gattung hat in Deutschland durch die Anwendung von vier Dampfcylindern mit Verbundwirkung in der Anordnung von der Gleis eine besondere Ausbildung erhalten, welche zuerst 1894 bei den in Grafenstaden erbauten neuen Locomotiven der badischen Schwarzwaldbahn \*\*) zur Ausführung kam. Die neuere Locomotive dieser Art der Gotthardbahn \*\*\*) erbaut in Winterthur, hat 65 t Dienstgewicht, 45 t Triebachslast

(7500 kg für das Rad) und 20 t Belastung des Drehgestelles, eine solche von Maffei in München \*) in Nürnberg ausgestellt, 58,3 t Dienstgewicht, beide musterhaft ausgeführt. In der Regel liegen die Hochdruckcylinder außen hinter dem Drehgestelle und treiben die zweite Triebachse, die Niederdruckcylinder innen unter der Rauchkammer und treiben die vordere Triebachse; nur wenn die Niederdruckcylinder zu groß sind, werden sie außen, die Hochdruckcylinder innen angebracht.

Die inneren und äußeren Kurbeln stehen auf jeder Seite einander annähernd gegenüber, sodass die entgegengesetzt bewegten Triebwerksmassen sich gegenseitig größtentheils ausgleichen. Die überschießende Fliehkraft der Gegengewichte fällt daher sehr klein aus, man kann also diese Locomotiven mit sehr großer Umdrehungsgeschwindigkeit der Triebräder laufen lassen, ohne dass jene Fliehkraft eine erhebliche, dem Gleise nachtheilige Größe erreicht.

Die Locomotiven dieser Bauart arbeiten infolge ihrer großen Kolbenkraft und kleinen Triebräder auf starken Steigungen sehr gut und können auf günstigen Strecken mit der größten Geschwindigkeit fahren. Sie leisten für beide Zwecke dasselbe wie andere, nur dem einen Betriebszwecke entsprechende Locomotiven und sind daher für die Bahnen mit stark wechselnden Steigungsverhältnissen besonders geeignet. Der Gang ist infolge der guten Führung durch das Drehgestell und des langen Achsstandes ein sehr ruhiger, die Einstellbarkeit in Krümmungen dem mäsigsten festen Achsstande entsprechend genügend.

Die Vertheilung der Triebkraft auf vier Triebwerke und der Ausgleich der Kolben und Massenkräfte innerhalb des ganzen Triebwerkes bewirken sehr ruhiges Arbeiten und geringe Abnutzung. Diesen Vortheilten stehen allerdings die große Vieltheiligkeit und höhere Beschaffungskosten gegenüber. Die französische Nordbahn, Mittelmeerbahn und Westbahn wenden das Triebwerk mit vier Cylindern bei neuen Schnellzug-Locomotiven allgemein an.

In mehreren Bezirken der preussischen Staatsbahnen ist schon im Jahre 1887 bei der Beschaffung der ersten Verbund-Personenzug-Locomotiven die im Organ 1889 Taf. XXX dargestellte Anordnung eingeführt worden, welche bei der Grand-Central-Belge und der französischen Südbahn schon lange in Gebrauch ist. Diese bietet vor der sonst üblichen Bauart dreiachsiger Locomotiven mit vorn überhängenden Massen und kurzem Achsstande für die Schonung der Gleise große Vorzüge. Die Laufachse liegt vor den Dampfcylindern und führt die vorn sehr leichte Locomotive daher mit entsprechend geringen Seitenkräften und geringer Veränderlichkeit ihrer Radlasten. Schlingerbewegungen kommen innerhalb der zulässigen Geschwindigkeitsgrenze nicht vor.

In Krümmungen kann der Seitendruck des führenden Rades und dessen Mehrbelastung sehr verringert werden. Dieser Seitendruck Y (Textabb. 122) muß bei der gewöhnlichen Anordnung bewirken: die seitliche Verschiebung des innern Vorderrades; die seitliche Verschiebung der beiden Mittelräder, deren

\*) Organ 1896, S. 158.

\*\*) Organ 1896, Taf. IX.

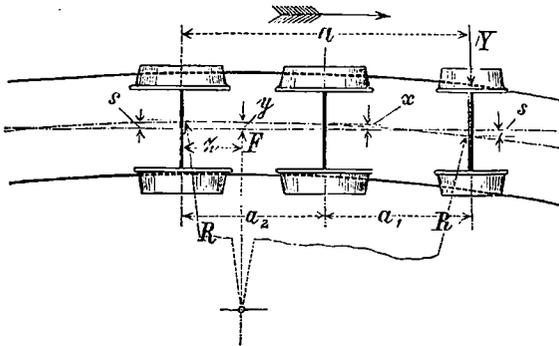
\*\*\*) Locomotives Suisses von 1896, Taf. 66, 67.

\*) Organ 1896, Erg.-Heft S. 252.

Verdrehung hiergegen vernachlässigt werden kann; die Verdrehung der Hinterachse.\*)

Sind  $P_1$   $P_2$   $P_3$  die Radlasten und  $f$  die Reibung der Räder auf den Schienen, so erzeugen die beiden letzteren Wirkungen an der Vorderachse einen Seitenschub  $Z = 2 \cdot P_2 \cdot f \frac{a_2}{a} + P_3 \cdot f \frac{b}{a}$  worin  $b$  der Laufradius der Hinterachse, und gleich dem Abstände der Schienenmitten ist; oder für gleiche Achsenabstände und Radlasten sowie  $a = 3b$  und  $f = \frac{1}{4}$   $Z = \frac{P}{3}$ . Hierzu kommt die Verschiebung des innern Vorderades vom Halbmesser  $r$ , welches mit  $P_1 - Z \frac{r}{b}$  belastet ist, so daß  $Y = (P_1 - Z \frac{r}{b}) f + Z$  oder für vorstehende Annahmen und  $\frac{r}{b} = \frac{1}{3}$ ,  $Y = \frac{5}{9}P$ . Macht man nun die Mittelachse seitlich soweit verschiebbar, daß ihr äußerer Spurkranz an der äußern Schiene läuft, sie sich also selbst im Gleise führt, so ist  $Z = P \cdot f \cdot \frac{a}{b}$  oder unter den vorstehenden Annahmen  $Z = \frac{P}{12}$ ,  $Y = \text{rund } \frac{P}{3}$ . Hierdurch wird also in einfachster Weise der Seiten-

Fig. 122.



druck des führenden Rades, dessen seitliche Abnutzung und die der Schienen um rund 40% verringert, ferner die Mehrbelastung dieses Rades  $Z \cdot \frac{r}{b}$ , nach den Annahmen  $\frac{P}{9}$ , fast ganz beseitigt. Ein Zwängen in sehr scharfen Krümmungen wird ebenfalls vermieden.

Durch Fortlassen der Spurkränze an Mittelrädern wird keine Verringerung der Seitendrucke  $Z$  und  $Y$  erzielt, da das Rahmengestell die Mittelachsen dann wieder führen muß. Diese Maßregel hat daher nur für unverschiebbare Triebachsen Zweck, um das Zwängen in sehr scharfen Krümmungen zu vermeiden.

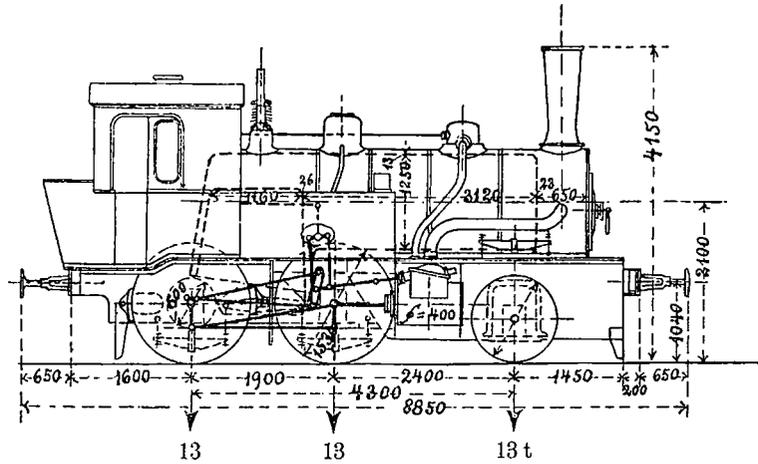
Bei vielfach gekrümmten Strecken kann man die Vorderachse und die Mittelachse durch ein Kraufs-Helmholtz'sches Gestell verbinden und damit eine noch bessere Bewegung in Krümmungen, sowie verringerte Abnutzung der Vorderreifen und Schienen erzielen. Die bayerischen Staatsbahnen besitzen eine größere Anzahl von Schnellzug-Locomotiven dieser Anordnung.

Die Verschiebbarkeit der Mittelachse ist aber nur dann statthaft, wenn sie nicht Triebachse, sondern Kuppelachse ist, kann also bei dreiaxigen Locomotiven mit mittlerer Triebachse nicht angewendet werden.

\*) Eisenb.-Techn. d. Gegenw. Bd. I, S. 73 ff.

Die in Textabb. 123 dargestellte gleiche Anordnung, für eine Tenderlocomotive der preussischen Staatsbahnen, ist besonders für Tenderlocomotiven auf vielfach gekrümmten Bahnen viel geeigneter, als die bisher vorwiegend übliche mit überhängenden Massen, kurzem Achsstande und fest gelagerten Achsen, welche die Geleise in Folge ihres unruhigen Ganges, fehlender Ein-

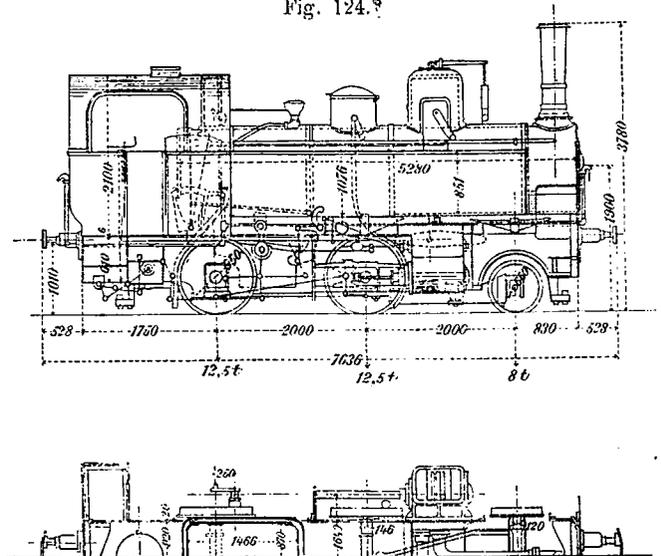
Fig. 123.



stellbarkeit in Krümmungen und Mehrbelastung der führenden Räder recht stark beansprucht. Diese Mehrbelastung beträgt bei Hinterrädern von 1600 mm Durchmesser für Rückwärtslauf fast 20% der Radlast. Die Gleise der Berliner Stadtbahn würden vermuthlich billiger zu unterhalten sein, wenn ihnen seitens der Locomotiven etwas mehr Schonung zu Theil würde.

Eine kleine Verbund-Tender-Loocomotive der empfohlenen Anordnung für die Schmalspurbahn Lambach-Gmunden der österreichischen Staatsbahnen, erbaut von Kraufs & Co., die sich vorzüglich bewährt, zeigt Textabb. 124. Die Vorder- und Mittelachse liegen in einem Kraufs'schen Drehgestelle.

Fig. 124. ♀



Die Unverschieblichkeit der mittleren Triebachsen und der dadurch vergrößerte Spurkranzdruck der führenden Räder ist vermuthlich die eigentliche Ursache, daß man bei Locomotiven geringere feste Achsstände anwendet, als bei Wagen. Ist die Mittelachse verschiebbar, so können beide gleiche Achsstände erhalten.

Bei 2/3 gekuppelten Tender-Locomotiven mit mittlerer Triebachse läßt sich eine erhebliche Veränderung des Spurrunddruckes  $Y$  und der Führungskraft  $Z$  durch Anwendung um ihre Mitte drehbar gelagerter, nach dem Mittelpunkt einstellbarer Laufachsen erreichen. Beim Vorwärtslaufe fällt dann die Kraft  $P_1$  fort und  $Z$  vertheilt sich auf beide Schienen. Beim Rückwärtslaufe gelangt die Mittelachse annähernd in die Richtung nach dem Mittelpunkte, da sich die Laufachse mit dem äußeren Spurrund an die äußere Schiene stellt, und es wird  $Z = 0$ . Diese Achsen bewirken aber bei Geschwindigkeiten über etwa 60 km/St. schlingernden Gang und sind daher leider nicht allgemein brauchbar. Abbildungen solcher Achsen finden sich im Organ Erg.-Bd. X 1893, Theil I, Taf. XXXVII, Fig. 1—6 und 15—18.

Die bekannte Mallet-Rimrott'sche Locomotive mit vordern einstellbarem Triebgestelle nimmt das Gleis infolge ihrer leichten Einstellung in Krümmungen sehr wenig in Anspruch, so lange sie langsam läuft. Bei größerer Umdrehungszahl der Triebräder tritt aber die Eigendrehung um eine senkrechte Achse am vordern Gestelle lebhaft auf, da die Massenbewegungen der nicht ausgeglichenen hin- und hergehenden Triebwerkstheile nicht, wie bei anderen Locomotiven, durch das große Trägheitsmoment der Hauptmasse aufgenommen werden, sondern an der weit geringeren Masse des Gestelles nur wenig Beschränkung finden. Diese »störende Bewegung« muß daher vom Gleise aufgenommen werden, welches gerade den Seitenkräften am wenigsten widersteht. Um diese Kräfte möglichst gering zu halten, gleicht man 60—70 % der hin- und hergehenden

Triebwerksmasse durch schwere Gegengewichte an den Rädern aus, erzeugt damit aber entsprechend größere überschüssige Fliehkräfte in senkrechter Richtung. Es empfiehlt sich daher die zulässige Geschwindigkeit dieser Locomotiven auf etwa 180 Radumdrehungen in der Minute zu beschränken.

Die langen 4/5 gekuppelten Güterzugs-Locomotiven mit vier festgelagerten Kuppelachsen unterliegen dieser Beschränkung weit weniger, da ihr großes Thätigkeitsmoment nur geringe Eigendrehung aufkommen läßt und daher nur leichte Gegengewichte nöthig sind.

Ich hoffe im Vorstehenden gezeigt zu haben, daß man beim Locomotivbau einfache und wirksame Mittel besitzt, um die Beanspruchung der Gleise durch die Locomotiven wesentlich zu verringern. Ich hoffe ferner, daß man von diesen Mitteln mehr, als bisher Gebrauch machen möge. Ueber die Wirkungen der Federn und Zwischenhebel, seitliche Nachgiebigkeit der Haupttrahmen u. s. w., welche auf die Beanspruchung der Gleise ebenfalls von Einfluß sind, enthält die »Eisenbahntechnik der Gegenwart« in Bd. I, S. 66 u. ff. Näheres.

Diese Mittel sind von solcher Bedeutung, daß bei ihrer richtigen Anwendung eine Triebradbelastung von 8000 kg keine größeren Beanspruchungen der Gleise hervorbringt, als diejenigen, welche von vielen älteren Locomotiven mit 7000 kg Raddruck dauernd ausgeübt werden. Die Radlast von 8000 kg dürfte daher bei geeigneter Anordnung der Locomotiven kein Bedenken mehr haben.

## Bremsmittel für den Verschiebedienst.\*)

Von R. Riecke, Stationsvorsteher in Braunschweig.

Die sichere und rechtzeitige Hemmung der bei Ausführung des Rangir- oder Verschiebedienstes abrollenden Fahrzeuge ist in Ansehung der schwerwiegenden Folgen, die aus dem Gegentheil erwachsen, eine der wichtigsten Aufgaben des Eisenbahn-Betriebes. Zu ihrer Lösung sind, außer den festen Wagenbremsen, Bremsknüppel, Bremsschuhe, Vorlegebremsen, Gleisbremsen u. s. w. im Gebrauch, die, wie in ihrer Einrichtung, so auch in Bezug auf das Maß ihrer Wirksamkeit und Zuverlässigkeit nicht unerheblich von einander abweichen. Es ist darum nicht gleichgültig, welches von diesen Bremsmitteln für einen bestimmten Bahnhof gewählt wird; vielmehr sollte der Auswahl eine möglichst eingehende Prüfung aller einschlägigen Verhältnisse und vor allen Dingen eine genaue Feststellung der Geschwindigkeit vorangehen, welche Wagen beim Verschieben erhalten. Die letztere bloß oberflächlich nach Maßgabe des größeren oder geringeren Umfanges des Verschiebegeschäftes zu bestimmen, erscheint hierzu nicht ausreichend.

Zwar wird im Allgemeinen die Geschwindigkeit der Wagen dem Umfange des ganzen Geschäfts angemessen und eine lebhaftere auf Bahnhöfen mit großem und mittlerem, eine geringere auf Bahnhöfen mit kleinem Betrieb sein. Denn da, wo inner-

halb einer gegebenen Frist eine größere Zahl von Wagen zu verschieben ist, werden folgerichtig auch die Anlagen und Einrichtungen zur Ausführung des Verschiebedienstes — sowohl nach Zahl und Ausdehnung, als nach Form und Güte — erweiterten Ansprüchen angepaßt sein, sodafs die Wagen nicht nur gleichzeitig an verschiedenen Stellen, sondern auch schneller verschoben werden können.

Allein diese Regel erleidet zahlreiche Ausnahmen, da es einerseits Bahnhöfe mit großem Betriebe giebt, wo die Wagen beim Verschieben eine geringe Geschwindigkeit haben, anderseits aber auch wieder Bahnhöfe mit nur kleinem Betriebe, wo die Wagen von Ablaufgleisen mit großer Geschwindigkeit ablaufen.

Außerdem wirken zeitliche und örtliche Umstände ein, um die Verschiebgeschwindigkeiten auf ein und demselben Bahnhofe veränderlich zu machen. Gegen den Wind, oder bei seitlich wehendem Winde laufen die Wagen langsamer, als mit dem Winde. Bordlose oder Niederbord-Wagen erfahren geringeren Luftwiderstand, als Wagen mit hohen Wänden, werden aber auch von in der Bewegungsrichtung wehendem Winde weniger beschleunigt. Auf trockenen, reinen Schienen rollen die Räder

\*) Vergl. Organ 1894, S. 208; 1895, S. 235; 1896, S. 77.

schneller, als auf von Glatteis, Schnee oder Schmutz bedeckten. Wagen mit Bremsen gehen in der Regel schwerer, als Wagen ohne Bremsen. Weichen, Gleiskrümmungen, Steigungen oder Gefälle im Gleise beeinflussen die Geschwindigkeit regelmässig.

Alle diese Verhältnisse müssen auf Wahl und Verwendung der Bremsmittel erheblichen Einflufs nehmen.

Das natürlichste Bremsmittel für den Fahr-, wie für den Verschiebdienst ist die Wagenbremse. Sie ist auch das sicherste und überall anwendbare, denn einerseits ist ihre Wirksamkeit wenig oder gar nicht von der Geschwindigkeit der Fahrzeuge abhängig, andererseits gestattet sie dem Bremsen, die letztere nach Ermessen zu regeln, den Wagen also stets in der Gewalt zu behalten. Nun ist aber kaum der dritte Theil der Güterwagen mit Bremsen ausgerüstet, und auch diese vorhandenen Wagenbremsen dürften nicht überall in vollem Umfange verworther werden, denn das erfordert für den Verschiebdienst zahlreiche Arbeiter.

Es mus schon beim Beginne der Verschiebbewegung die entsprechende Zahl von Bremsern mitgegeben werden, da später das Besteigen der fahrenden Wagen zu gefährlich sein würde. Neben diesen müssen aber auch in den Verschiebgleisen, namentlich wenn vom Ablauftrücken aus verschoben wird, die erforderlichen Leute zur Hemmung der nicht mit Wagenbremsen ausgerüsteten Fahrzeuge aufgestellt sein. Dazu kommt, das die Wirksamkeit der Wagenbremsen nicht ganz zuverlässig ist. In Folge der Abnutzung der Bremsklötze wirken manche im entscheidenden Augenblicke ungenügend, und hieraus entsteht ein nicht unerheblicher Bruchtheil der vorkommenden Wagen- und Güterbeschädigungen. Zu vorhergehender Prüfung des Zustandes der Bremsen fehlt es fast stets an Zeit und Mitteln, noch mehr zur Instandsetzung der Bremsvorrichtung, zum Nachstellen der Bremsklötze u. s. w. Werden Wagen mit mangelhafter Bremse im Betriebe belassen und mit der Anschrift »Bremse unbrauchbar« versehen, so wird diese oft vom Regen abgewaschen und schon auf einer der nächsten Stationen kann die Unwirksamkeit der Bremse abermals Schaden anrichten.

Trotzdem erscheint es empfehlenswerth, die vorhandenen Wagenbremsen in möglichst ausgiebiger Weise zu benutzen. Ihren Vorzügen gegenüber fallen die bezeichneten Uebelstände wenig ins Gewicht, namentlich sind sie gering im Vergleiche mit den bei Verwendung älterer Bremsschuhe vorkommenden Unzuträglichkeiten. Zu wünschen wäre eine Vervollkommnung der Bremsrichtungen dahin, das sie ein schnelleres, leichteres Nachstellen der Bremsklötze zuliesse.

Eine besondere Gattung von Wagenbremsen sind die eigens für Verschiebezwecke angebrachten Verschiebebremsen. Soweit diese mit Kurbelantrieb eingerichtet sind, gilt das vorstehend Gesagte auch für sie; soweit sie Hebelbewegung haben, ist ihre Verwendbarkeit im Verschiebbetriebe nur eine beschränkte, weil die meisten in Folge schwerfälligen Ganges einer schnellen Bedienung zu viel Schwierigkeiten entgegenzusetzen. Ihr erheblicher Mangel besteht darin, das der den Hebel niederdrückende Arbeiter mitlaufen mus. Diese in England sehr gebräuchlichen Verschiebebremsen kommen daher bei uns nur selten vor.

Der grössere Theil der im Verschiebedienste abrollenden Eisenbahnwagen ist also durch andere, nicht mit den Wagen verbundene Hemmwerkzeuge aufzuhalten. Als solche verdienen zunächst die Bremsknüppel Erwähnung; sie sind das ursprüngliche und in der Beschaffung billigste Bremsmittel. Der beste Beweis hierfür ist ihre weit verbreitete Benutzung, welche durch die Einführung der Bremsschuhe, Vorlegebremsen u. s. w. kaum wesentlich zurückgegangen ist. Die Bremsknüppel genügen für eine Verschiebegeschwindigkeit bis zu 180 m/Min. Darüber hinaus nicht mehr, da ihre Wirksamkeit wegen des geringen Druckes gegen den Radreifen eine schwache, daher zeitraubende, und ihre Anwendung, besonders das Einstecken, bei grösserer Geschwindigkeit nicht ohne Gefahr für die Arbeiter ist. Zugleich ist der Bedarf an Arbeitern gross, da jeder lange Zeit an einem Wagen beschäftigt ist. Hierdurch werden die geringen Beschaffungskosten meist aufgewogen.

Für mittlere und grosse Geschwindigkeiten sind vorwiegend Bremsschuhe und Vorlegebremsen in Gebrauch. Die neuerdings auf einzelnen grossen Bahnhöfen versuchten Gleisbremsen dürften wohl noch weiterer Erprobung und Entwicklung bedürfen, ehe ein abschliessendes Urtheil über sie zu fallen ist.

Die Bremsschuhe der verschiedensten Bauarten mit und ohne Rollen, mit beweglicher und fester Spitze, mit einer oder mit zwei Backen oder Führungsleisten beruhen alle auf demselben Grundgedanken, wie der alte Wagenhemmschuh. Ihre Wirksamkeit ist, ausser ihrer Eigenart, von verschiedenen zufälligen Einflüssen, insbesondere von der Beschaffenheit der Schiene und des Rades und von der Bewegungsgrösse des rollenden Wagens abhängig. Bei den älteren Anordnungen ist die Sohle 40 mm dick und noch stärker, die gebogene Auflauffläche ununterbrochen. Das Wagenrad wird beim Auflaufen in beträchtliche Höhe über die Schiene gehoben und gleichzeitig festgestellt, das heisst, die rollende Bewegung hört auf, es tritt eine schleifende ein.

Beim Gebrauche der älteren Bremsschuhe ergeben sich mancherlei nachtheilige Wirkungen, die der Hauptsache nach in drei Punkte zusammengefasst werden können:

Die Schuhe werden häufig durch den Angriff des Rades von der Schiene geworfen, und die mit beiderseitigen Backen klemmen sich auf breitgefahrenen Schienenstellen fest.

Die Wagen erleiden beim Auflaufen zu starke Erschütterungen.

Die Bremswirkung ist durch Menschenkraft nicht zu regeln.

Die Stelle, wo die gebremsten Fahrzeuge zum Stillstande kommen, ist vorher nie mit voller Sicherheit zu bestimmen.

Das Gewicht, welches bei manchen Schuhen 19 bis 23 kg beträgt, macht selbst einem kräftigen Arbeiter ein schnelles Verlegen fast unmöglich.

Das Herabfallen der Bremsschuhe von der Schiene beim Angriffe des Rades kann durch sorgfältiges Auflegen zwar meist vermieden werden, dennoch wiederholt es sich häufig und hat dann zur Folge, das die Wagen mit unverminderter Geschwindigkeit weiterrollen und, falls es nicht gelingt, noch rechtzeitig einen andern Schuh aufzusetzen, oder ein solcher zur Vorsicht bereits aufgesetzt war, gegen die anderen Wagen

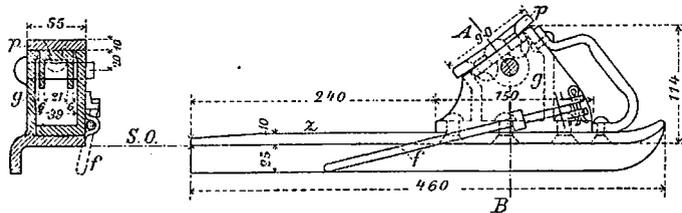
anprallen. Aehnlich verhält es sich mit dem Festklemmen der Bremschuhe auf breitgefahrenen Schienenstellen, unebenen nachgiebigen Schienenstößen u. s. w. Das Auflegen auf oder dicht vor solche Stellen ist zwar verboten, aber auch wenn die Verschiebmansschaften hierbei immer überwacht werden könnten, so ist es doch bei nassen, schlüpfrigen Schienen nicht zu vermeiden, daß der Schuh eine längere Strecke fortgleitet und solche Stellen, auch wenn er entfernt genug aufgelegt war, noch erreicht. Sind die Wagen dann schon hinreichend gehemmt, so bleiben sie wohl stehen, oder rollen auch etwas zurück; ist ihre Bewegung aber noch zu lebhaft, so kommt es gewöhnlich zu einer Entgleisung, wenn nicht das Rad den Schuh überspringt und auf der andern Seite die Schiene wieder faßt. Die Entgleisung wird dadurch sehr erleichtert, daß der Bremschuh mittels seiner dicken Sohle den Radkranz über Schienenoberkante emporhebt, so daß das Rad die Führung auf der Schiene verliert.

Nachtheilig wirkt auch die starke Stauchung, die die Wagen beim Auflaufen auf die Bremschuhe erleiden. Sie hat ihren Grund in der zu plötzlichen Geschwindigkeitsverminderung. Der Schuh hebt das Fahrzeug an einer Ecke zu hoch, Wagen und Ladung leiden durch den plötzlichen Stoß und die Schrägstellung. Die unmittelbar zu Tage tretenden Verletzungen sind nicht die alleinigen. Viele erst später gefundene Beschädigungen an Gütern, namentlich solchen, die in bedeckten Wagen verladen sind, deren Ursache nicht aufzuklären ist, wird auf diese Stauchung zurückzuführen sein. Die bekannten »alten Anbrüche« werden hier erzeugt und treten erst später, dann vielleicht Unfälle veranlassend, hervor; die sämtlichen Verbindungen des Wagens werden gelockert.

Auch bei regelrechter Wirksamkeit der Bremschuhe ist zuweilen ein Anprall der rollenden Wagen gegen stehende nicht zu vermeiden, wenn die Schuhe nicht weit genug von den letzteren entfernt aufgesetzt werden; geübte Mansschaften wissen zwar diesen Abstand den vorliegenden Verhältnissen entsprechend gut abzuschätzen, in der Unsicherheit über das Wangengewicht und den Zustand der Räder werden die Schuhe aber oft in weiterer Entfernung aufgelegt, als nöthig wäre, so daß die angehaltenen Wagen nachgeschoben werden müssen.

Bremschuhe neuerer Bauart suchen die geschilderten Mängel auf die eine oder andere Weise zu umgehen. Unter ihnen hat sich insbesondere der von H. Büssing (Textabb. 125)

Fig. 125.



in jüngster Zeit schnell beliebt gemacht. Er weicht von den früheren Anordnungen\*) insofern ab, als seine Sohle  $z$  überall nur  $10^{\text{mm}}$  dick ist und deren Kreppe oder Führungsleiste nur an der Innenseite angebracht bis an die Spitze durchgeht. Auf

dem hintern Theile der Sohle ist durch kräftige Nieten ein Bock  $g$  befestigt, der, nach vorn niedriger, eine etwas bewegliche Bremsplatte  $p$  trägt, und an dessen äußerer, der Kreppe entgegengesetzter Seite sich eine nach vorn und schräg nach unten gerichtete Feder  $f$  aus Rundstahl befindet, mittels welcher der Schuh fest auf die Schiene gedrückt werden kann. Das Rad berührt beim Auflaufen nur die Spitze der Sohle und die Bremsplatte; es wird nur in mäßige Höhe über die Schiene gehoben, der Spurkranz bleibt unter Schienenoberkante, er faßt aber zugleich auch schon bei der ersten Berührung die Führungsleiste mit, und klemmt den Schuh dadurch fest auf die Schiene. Die Spitze kann also nicht aufwärts gebogen werden, was bei anderen Schuhen sehr leicht vorkommt. Das Abwerfen dieses Schuhs von der Schiene kann nur unter besonders ungünstigen Verhältnissen vorkommen, das Festklemmen auf der Schiene gar nicht, denn die Stahlfeder giebt an schlechten Schienenstellen nach, oder bricht ab. Der Schuh wiegt nur 11 kg. ist also leicht tragbar. Er kostet neu 12 M.; über die Unterhaltungskosten sind vom Verfasser zuverlässige Beobachtungen noch nicht gemacht, doch scheint es, daß sie nicht höher kommen, als bei anderen Bremschuhen. Naturgemäß gestattet dieser Schuh eine Regelung der Bremskraft nach dem Auflaufe des Rades ebenso wenig wie alle anderen.

Den letztbetonten Mangel sucht die Büssing'sche Vorlegebremse abzustellen; sie besteht aus einem Schuhe, mit ein- oder zweiseitiger Klauenstütze auf der Schiene, einer Zunge und einem Stielhebel. Der Schuh trägt die um einen wagerechten Querbolzen leicht bewegliche Bremsplatte, die Zunge ist ein kurzes niedriges Keilstück, mit seitlich angebrachter Stange, mittels deren sie seitlich außen neben dem Schienenkopfe zwischen zwei Lappen unten an der Schuhstütze eingeschoben wird, der Hebel wird mit seinem untern, in eine Gabel auslaufenden Ende durch einen Bolzen am Hinterende der Zungenstange und etwas weiter aufwärts in gleicher Weise mit dem Schuh an der schräg stehenden Seitenlasche verbunden; an seinem obern Ende ist ein Oesen-Handgriff angebracht. Eine Drehung des Hebels um den Befestigungsbolzen am Schuhe hat eine Verschiebung der Zunge in entgegengesetzter Richtung zur Folge. Die Zungenspitze ist eine Art Keilstück, dessen Schneide nach vorn gerichtet und dessen Hinterseite etwa der Krümmung der Radreifen entsprechend abgeschragt ist, damit das Wagenrad leicht darüber hinwegrollt. Der Schuh ist an beiden Seiten mit kurzen Krempe versehen, kann jedoch auch mit nur einseitiger Kreppe angefertigt werden, die Zungenspitze hat ebenfalls an der inneren Seite eine kleine Kreppe.

Die Vorlegebremse wird so auf die Schiene gelegt, daß die Sohle des Schuhs und die Zungenspitze überall auf-, auch die Krempe an der inneren Schienenseite gut anliegen. Der bedienende Arbeiter hält dabei die Bremse an dem Hebelgriffe fest und vermag damit die Lage zu regeln. Sobald das Wagenrad über die Zungenspitze hinwegrollt, zieht der Mann den Hebel an, wobei er sich mit der freien Hand am Wagen stützen kann. Der Zungenkeil wird nach dem Schuhe hin verschoben und so das Rad zwischen Bremsplatte und Zungenkeil geklemmt. Da der Hebel ein Uebertragungsverhältnis von 1 : 16 besitzt, so kann die Wirkung so weit gesteigert werden, daß die Um-

\*) Organ 1894, S. 208.

drehung der Achse aufhört, aber auch nach Bedarf gemäfsigt werden. Ist der Wagen in dem beabsichtigten Grade gehemmt, so wird die Bremse von der Schiene gezogen, indem man den Hebel öffnet, d. h. den Stiel von sich ab, gleichzeitig aber auch nach unten drückt. Dies geschieht am besten noch während der Wagen etwas in Bewegung ist. Der Arbeiter kann diesen nöthigenfalls gleich mit stehenden Wagen kuppeln.

Die Vorlegebremse ist benutzbar bei einer Geschwindigkeit bis zu 270 m/Min. Bei grösseren Geschwindigkeiten läßt das Erfordernis der Bedienung durch Menschenhand ihre Verwendung nicht mehr zu. Innerhalb dieser Grenze können durch sie drei und auch mehr zusammen abrollende Wagen mit demselben Erfolge, wie ein Wagen gehemmt werden. Die Gefahr für den bedienenden Arbeiter ist dabei geringer, als bei der Anwendung von Bremsknüppeln. Die Erschütterung der Hand und des Armes, die der Arbeiter erhält, ist nicht von Belang und kann nur Unkundige abschrecken.\*)

Die Vorlegebremse wiegt 14 bis 15 kg und kostet 40 M. Die Unterhaltungskosten stellen sich auf etwa 2,6 M. für 1000 gebremste Achsen.

Die Möglichkeit, die Bremsung nach ihrem Eintritte noch zu regeln, erleichtert ein scharfes Aufrücken der Wagen in den Aufstellgleisen, wodurch die Nothwendigkeit entfällt; zu kurz gehemmte Wagen behufs Gewinnung von Platz durch den Anprall folgender zu verschieben. Die durch Wegfall des nachträglichen Zusammenschiebens entstehende Ersparnis ist freilich nicht von erheblicher Bedeutung, da diese Arbeit von der vorsetzenden Zuglocomotive fast ohne besondere Kosten geleistet werden kann.

Mängel, welche bei der Vorlegebremse vorkommen, bestehen darin, dafs sie bisweilen durch das Rad oder einen zu tief sitzenden Wagenfußtritt von der Schiene geworfen wird, oder dafs sich wegen zu weichen Stoffes die Bremsplatte so fest mit dem Rade verbindet, dafs das Lösen der Bremse schwierig und sie selbst hierbei beschädigt wird; oder endlich, dafs bei leeren Wagen mit nur geringem Raddrucke die gebremste, aber noch rollende Achse die Vorlegebremse überspringt oder gar von der Schiene gleitet, weil jene zu früh gelöst und in diesem Zustande zu lange auf der Schiene belassen wurde.

Die Fahrzeuge erleiden beim Gebrauche der Vorlegebremse geringere Stöße; Entgleisungen infolge Festklemmens auf der Schiene sind fast ganz ausgeschlossen und nur bei sehr mangelhaftem Zustande der letztern möglich.

Die Handhabung der Vorlegebremse erfordert einige Uebung, die bei richtiger Anleitung jedoch schnell erworben wird. Da,

\*) Anm. d. Red. Nach den letzten Erfahrungen scheint diese Vorlegebremse den gehegten Erwartungen nicht voll zu entsprechen, ihre Kosten sind hoch, die Arbeit stellt sich als verhältnismäfsig ermüdend heraus, die Begrenzung der Geschwindigkeit und die Führung der Bremse während der Bremsung durch den Arbeiter sind erhebliche Nachtheile gegenüber dem Bremschuhe. Die Nothwendigkeit des Mitlaufens bedingt die Stellung eines Arbeiters mit Vorlegebremse für jedes Gleis.

wo sie eingeführt und das Personal mit ihrer Bedienung vertraut ist, wird sie mit Vorliebe benutzt, und die Verwendung von Bremschuhen auch in Fällen thatsächlichen Bedürfnisses zu umgehen gesucht.

Bei Geschwindigkeiten von mehr als 270 m/Min. sind, wie bemerkt, Vorlegebremsen nicht mehr zu verwenden und andere Mittel nicht zu entbehren. Die Bremschuhe vertragen eine nicht unerheblich grössere Geschwindigkeit rollender Wagen, solche bis 415 m/Min. sind beobachtet. Wo die Grenze der Verwendbarkeit liegt, hat der Verfasser bislang nicht feststellen können; es dürften die verschiedenen Bauarten darin kaum wesentlich von einander abweichen.

Dafs es möglich sein wird, die Bremschuhe, wie überhaupt die heutigen Bremsmittel für den Verschiebbetrieb noch zu vervollkommen, bedarf wohl keiner Frage. Ob aber in dieser Richtung auf dem eingeschlagenen Wege noch sehr viel mehr zu erreichen sein wird, als bereits erreicht ist, erscheint mir zweifelhaft. Der Verschiebdiens ist im Gegensatze zum Fahrdienst zu wenig nach vorher festgestellten Regeln abzuwickeln, und so lange bei seiner Ausführung die freie Bewegung der Fahrzeuge nicht entbehrt werden kann, so lange wird es unter Berücksichtigung der vielerlei Zufälligkeiten, die diese Bewegung, wie auch die Thätigkeit des Hemmens beeinflussen können, schwierig sein, ganz sicher wirkende Bremsmittel zu schaffen. Erst wenn es gelingt, die Bewegung zu einer gebundenen zu machen, dürfte eine grössere Gewähr für sichere und rechtzeitige Hemmung der Wagen geboten werden. Hierbei kann freilich nicht an die Bewegung durch Locomotiven gedacht werden, vielleicht ist es aber der elektrischen Kraftübertragung vorbehalten, auch auf diesem Gebiete eine Rolle zu spielen.

Wenn man bedenkt, welche Werthe an Gütern und Fahrzeugen dem Verschiebdiens unterliegen, wie viele Verletzungen dabei vorkommen, welche Verluste durch die dabei entstehenden Beschädigungen den Eisenbahn-Verwaltungen zugefügt werden, so erscheint es als ein Gebot der Wirthschaftlichkeit, die Vervollkommnung des Verschiebewesens fortgesetzt und eifrig zu fördern.

Viel kann schon jetzt durch eine richtige Auswahl und Benutzung der Bremswerkzeuge, gute Schulung der Mannschaften, zweckentsprechende Anlage, Instandhaltung und Beleuchtung der Verschiebgleise Ablauframpen u. s. w. geschehen. Die meisten Beschädigungen und Unfälle beim Verschieben eignen sich wohl überall im Nachtdienste. Es ist eine falsche Sparsamkeit, die Verschiebgleise mit knapper Beleuchtung auszustatten, sie aus stark abgenutzten, anderswo nicht mehr verwendbaren, oder ihrem Querschnitte nach ungeeigneten Schienen herzustellen. Die besten Schienen sind für diesen Zweck, wenigstens da, wo Bremschuhe und Vorlegebremsen benutzt werden müssen, gerade gut genug, und eine stete, aufmerksame Unterhaltung des Gleiskörpers ist ein dringendes Erfordernis.

Der Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hat mir den Debit im Buchhandel seiner  
soeben erschienenen officiellen Publication:

## Zusammenstellung der Ergebnisse

der in der Zeit

vom 1. October 1893 bis dahin 1894

von den

**Vereins-Verwaltungen**

mit

**Eisenbahn-Material** angestellten **Güte-Proben.**

Preis 10 Mark.

## Statistische Nachrichten

über die

auf den Bahnen des Vereins

vorgekommenen

## Achsbrüche und Achs-Anbrüche.

**Berichtsjahr 1895.**

— Preis 2 Mark. —

übertragen, um dieselbe auch den ausserhalb des Vereins stehenden Interessenten, also vorzugsweise den Fabrikanten des gesammten Eisenbahn-Materials, zugänglich zu machen.

Bei der vorliegenden Bearbeitung der Ergebnisse der mit Eisenbahn-Material angestellten Güteproben ist es zweckmässig erschienen, festzustellen, welche Anforderungen die einzelnen Verwaltungen an die Materialien stellen und in welchem Umfange dieselben von den Fabrikanten erfüllt werden. Der Inhalt zerfällt in Versuche mit Eisenbahn-Schienen, Achsen, Radreifen, Kesselblechen, Locomotiv-Rahmenblechen, Schwellen, Laschen, Radsternen, Scheibenrädern, Federstahl, Kupfer und Broncen und wurde innerhalb jeder dieser Gruppen eine Sonderung zunächst in Neu- und Altmaterial, dann nach Materialsorten, Fabrikanten und Bahnverwaltungen vorgenommen.

Indem ich davon Kenntniss zu geben mir erlaube, bitte ich event. Bestellungen gefälligst bald ergehen lassen zu wollen, da mir nur eine beschränkte Anzahl von Exemplaren überlassen worden ist.

Wiesbaden, December 1896.

C. W. Kreidel's Verlag.