

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

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

92. Jahrgang

15. April 1937

Heft 8

## Gefällbahnhöfe.

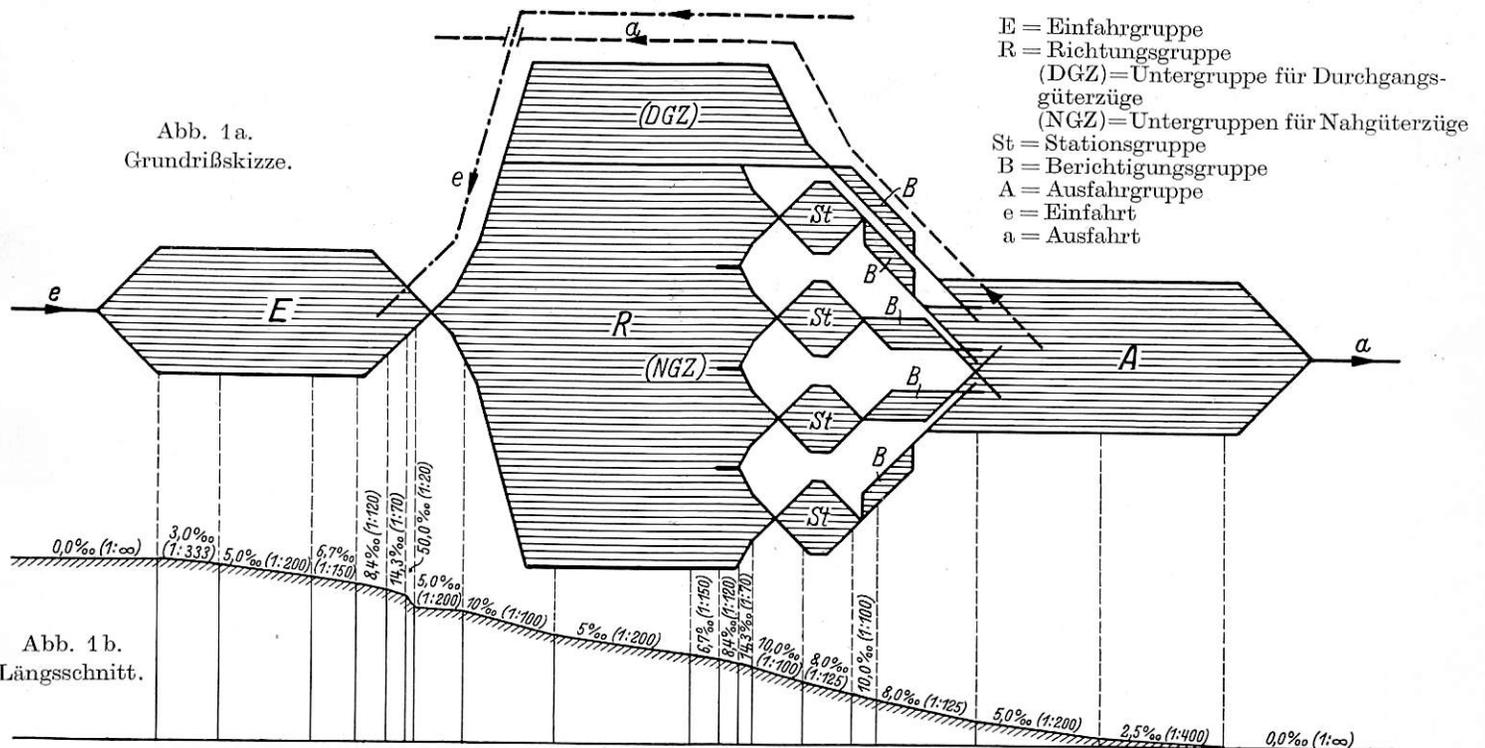
Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Massute, Lübeck.

### I. Begriff. Bauliche Gesichtspunkte. Geschichtliches.

Gefällbahnhöfe sind Verschiebebahnhöfe, auf denen die Schwerkraft ausschließlich oder doch ganz überwiegend die zur Zugzerlegung und Zugbildung notwendigen Bewegungskräfte liefert. Die diesen Zwecken dienenden Gleise müssen daher überall, wo haltende Fahrzeuge in Bewegung gesetzt werden sollen, so stark fallen, daß dies durch die eigene Schwere der Fahrzeuge geschehen kann. Hieraus folgt für die Anlage von Gefällbahnhöfen zweierlei:

gruppe teilweise oder auch in ihrem ganzen Umfange neben der Richtungsgruppe anzuordnen.

Der in Abb. 1 b angegebene Längsschnitt berücksichtigt die für die verschiedenen Bahnhofsabschnitte maßgebenden Laufwiderstände, sowie die Forderungen, die an eine leistungsfähige Ablaufanlage zu stellen sind. Grundsätzlich ist bei der Bemessung der Neigungen nicht von den durchschnittlichen, sondern von den größten vorkommenden Laufwiderständen auszugehen. Jedoch können selten auftretende Grenzwerte



1. Im Grundriß lassen sich die vier Gruppen der Einfahr-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgruppe nur hintereinander anordnen.

2. Wo ein Verschiebebahnhof als Gefällbahnhof angelegt werden soll, muß ein ausreichender Höhenunterschied zwischen Ein- und Ausfahr-Ende von Natur vorhanden sein oder geschaffen werden können. Und zwar werden für Bahnhöfe, die aus Einfahr-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgruppe bestehen, etwa 20 m gebraucht, während für solche, die nur eine Einfahr- und eine Richtungsgruppe umfassen, die zugleich Ausfahrgruppe ist, etwa 9 m genügen.

Der Grundriß eines Gefällbahnhofs, wie er in Abb. 1 a skizziert ist, stimmt im Bereich der Einfahr- und Richtungsgruppe mit dem eines Flachbahnhofs weitgehend überein. Zwischen Richtungs- und Ausfahrgruppe ist eine größere Längenentwicklung durch die Zwischenlage der Stationsgruppen bedingt, die beim Flachbahnhof meist seitlich liegen. Ferner ist es beim Gefällbahnhof nicht möglich, die Ausfahr-

unberücksichtigt bleiben, wenn für solche Fälle Vorkehrungen für die glatte Abwicklung des Betriebes getroffen sind (Einsatz von Lokomotiven und Verstärkungsmannschaften).

Wenn alle Wagen und Wagengruppen gleiche Laufwiderstände hätten und es somit keine Laufzeitunterschiede gäbe, wäre für Gefällbahnhöfe ein durch alle Gleisgruppen gleichmäßig durchgeführtes Gefälle das gegebene Längsprofil. In dieser Form sind die beiden Gefällbahnhöfe Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf, zu deren Entstehungszeit um die Jahrhundertwende die Laufwiderstände noch nicht erforscht waren, gebaut. Chemnitz-Hilbersdorf besaß beispielsweise ursprünglich eine mehr als 1400 m lange Rampe von 10‰ (1:100). Die in Abb. 2 und 3 dargestellten Längsschnitte dieser beiden Bahnhöfe zeigen die zur Verbesserung der Wagenfolge nachträglich eingebauten Verteilungen der Hauptablaufanlagen auf 12,5‰ (1:80) in Dresden-Friedrichstadt und 20‰ (1:50) in Chemnitz-Hilbersdorf. Der neue Gefällbahnhof Zwickau (Abb. 4) war zunächst ebenfalls mit einem durch-

gehenden Gefälle von 10 ‰ (1:100) auf 1560 m Länge geplant. Bei der Bauausführung wurden jedoch steilere Strecken von 16,7 und 20 ‰ (1:60 und 1:50) in die Haupt- und Nebenablaufanlagen eingelegt und dafür die übrigen Gleise etwas abgeflacht.

Schließlich ist bei der Planung von Gefällbahnhöfen eine möglichst gerade Gleisführung anzustreben und beim Bau besonderer Wert auf die Verwendung guter Oberbaustoffe zu legen, damit die Anlage nicht von vornherein unnötig mit hohen Laufwiderständen belastet wird, die sich nie oder nur mit großen Kosten beseitigen lassen.

während in Frankreich dieses Verfahren zuerst im Jahre 1863 auf dem Bahnhof Terre-Noire bei St. Etienne angewandt wurde.“ Weitere Gefällanlagen waren z. B. in Leipzig seit 1858 und in Zwickau (Sa.) seit 1861 im Betrieb.

Während es sich bei diesen Anlagen meist um Ortsgüterbahnhöfe handelt, finden sich darunter doch auch einige Zugbildungsbahnhöfe, die man als Gefällbahnhöfe mit Einfahr- und Richtungsgruppe bezeichnen kann. Die Ablaufgleise lagen im allgemeinen im Gefälle von 10 ‰ (1:100), das teilweise bis in den oberen Teil der Richtungsgleise hineinreichte, während deren unteres Ende waagrecht war.

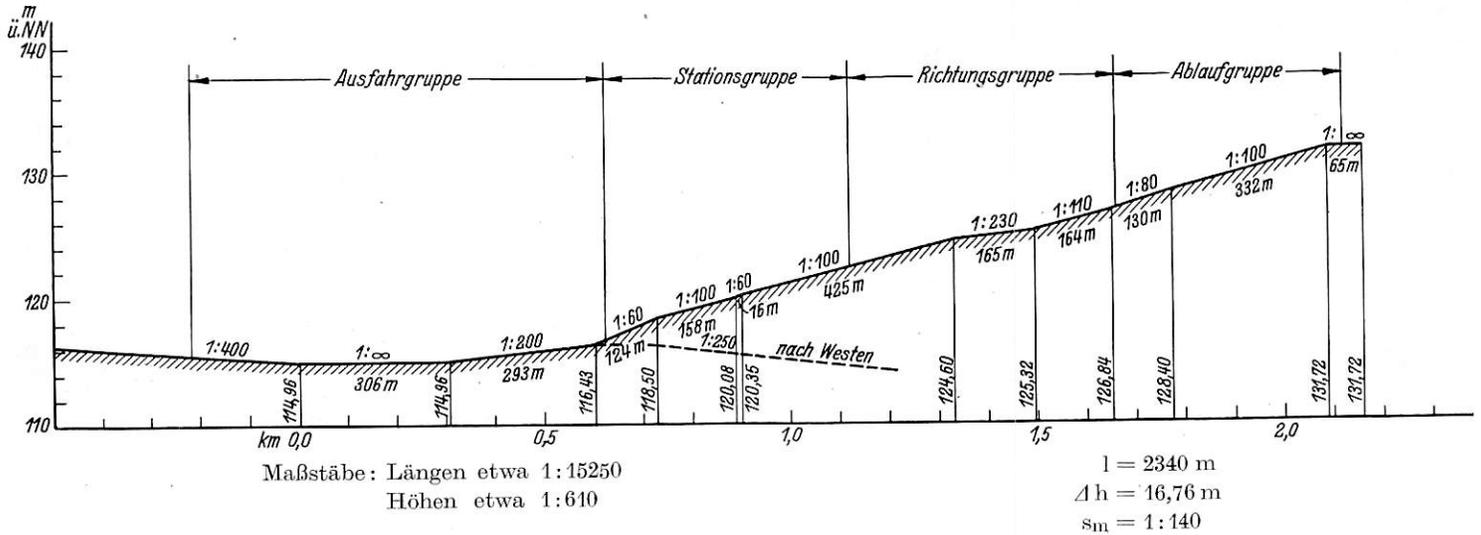


Abb. 2. Vbf Dresden-Friedrichstadt — (1894).

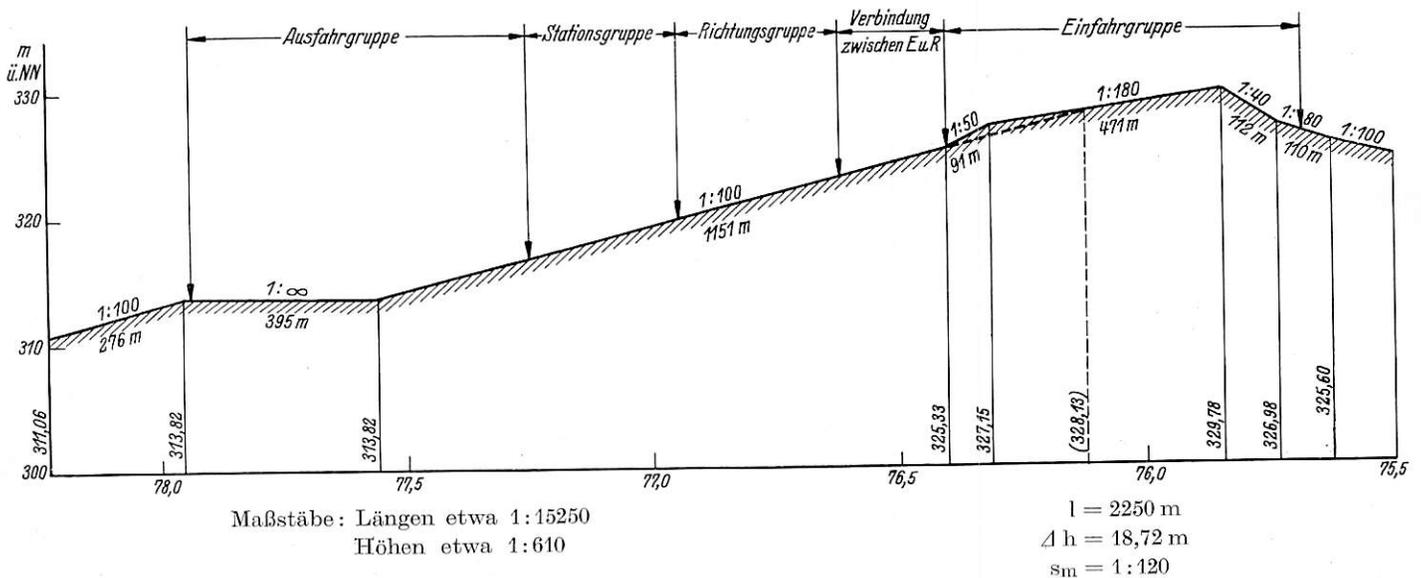


Abb. 3. Vbf Chemnitz-Hilbersdorf — (1902).

Das Rangieren auf geneigten Gleisen reicht bis in die Anfänge des Eisenbahnwesens zurück und wurde zuerst in Deutschland angewendet. Der Franzose Jacquin schreibt darüber 1883 in der „Rev. gén. Chem. de Fer“ [vergl. (n)\*]: „Wenn auch die Rangierart auf verschiedenen Stationen, von denen die Hauptgleise mit Steigung abgehen, selbständig gefunden ist, so gebührt doch Deutschland und insbesondere Sachsen der Vorzug, das System zuerst in größerem Maßstabe bewußt angewendet und weiter entwickelt zu haben. In Dresden-Neustadt rangiert man auf diese Weise seit dem Jahre 1846,

\*) Am Schlusse des Aufsatzes ist ein Schrifttumsverzeichnis angefügt, auf das im Text durch Angabe der entsprechenden Ordnungsbuchstaben verwiesen ist.

Der erste Verschiebebahnhof, auf dem der Gefällgrundsatz folgerichtig auch auf die Stations- und Ausfahrgruppe angewendet wurde, entstand in den 80er Jahren in England. Es ist der Gefällbahnhof Edgehill in Liverpool, der in der Railroad Gazette von 1887 (vergl. auch Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1887, S. 233) beschrieben ist. Im ersten Ausbau besaß er 6 Einfahr-, 24 Richtungs-, zweimal 12 Stations- und 4 Ausfahrgleise mit langen Randweichenstraßen und Steigungen von 10 bis 14,3 ‰ (1:100 bis 1:70) in den Weichen- und Krümmungsstrecken und von 8,7 bis 10 ‰ (1:115 bis 1:100) in den Geraden.

In ganz ähnlicher Weise sind die deutschen Gefällbahnhöfe Dresden-Friedrichstadt (1894), Chemnitz-Hilbersdorf

(1902) und Nürnberg (1903) gestaltet worden. Demgegenüber sind bei dem jetzt entstehenden Gefällbahnhof Zwickau für die Entwicklung der Verteilungsweichen der Richtungsgruppe die neuen Erkenntnisse der Ablaufdynamik verwertet worden. Außerdem wurde für die Stationsgruppen ein Grundriß gewählt, der im Vergleich zu der früheren Form erhebliche Ersparnisse an Entwicklungslänge bringt.

Nach dem Gefällgrundsatz durchgebildete Einfahrgruppen mit allmählich zunehmender Neigung, in denen die Züge durch Balkenbremsen festgehalten werden, die zugleich als Zulaufbremsen dienen, sind auf den Bahnhöfen Wanne-Herne und Duisburg-Hochfeld (seit 1928) im Betrieb.

## II. Der Betrieb unter Berücksichtigung der Neigungsverhältnisse. A. Allgemeines.

In betrieblicher Hinsicht folgt aus der baulichen Eigenart der Gefällbahnhöfe, daß nur einseitig betriebene Verschiebeshöfe als Gefällbahnhöfe angelegt werden können.

Der Betrieb auf den Gefällbahnhöfen gleicht einem neuzeitlichen Fertigungsverfahren, denn die Arbeitsgänge der

wie z. B. in Dresden-Friedrichstadt, nicht der Fall, so muß eine besondere Gruppe von Zerlegegleisen vorhanden sein, in die die Züge aus der Einfahrgruppe übergeführt werden müssen.

Die vorbereitende Behandlung der Züge in den Zerlegegleisen unterscheidet sich von der auf den Flachbahnhöfen insofern, als die Züge wegen der starken Neigung der Zerlegegleise gegen unbeabsichtigtes Abrollen gesichert werden müssen. Dies kann je nach der Betriebsweise durch Anziehen von — in der Regel drei — Wagenhandbremsen oder durch Anhängen des Zuges an ein Ablaufseil oder durch Festhalten der untersten Wagen in einer Haltebremse geschehen. Ein zweiter Unterschied besteht darin, daß auf Gefällbahnhöfen, soweit sie nicht mit Seilanlagen betrieben werden, bei Beginn des Ablaufs die Pufferfederkräfte für das Anlaufen der Züge nutzbar gemacht werden können. Soll dies noch über das natürliche Maß hinaus geschehen, so wird der Zug von der Zuglokomotive zusammengedrückt (gestaucht), wobei sich die Pufferfedern spannen, und durch Festbremsen der obersten und untersten Wagen in dieser Lage festgehalten.

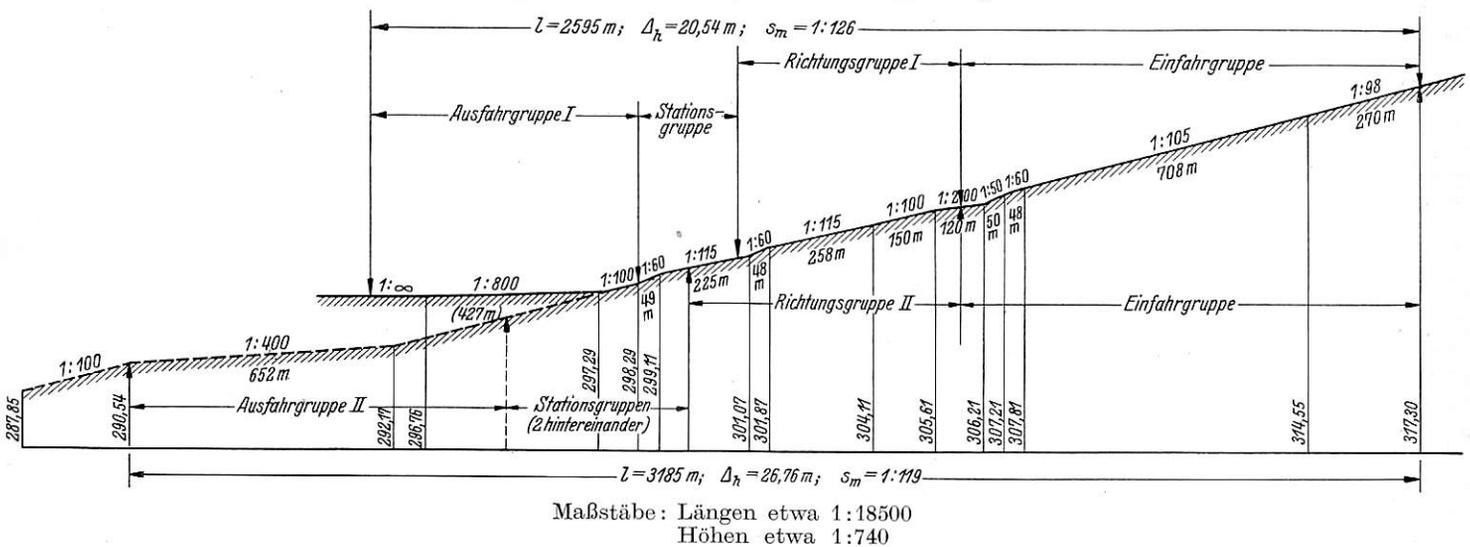


Abb. 4. Vbf Zwickau (Sachs) — (im Bau).

Zugzerlegung, des Sammelns in den Richtungsgleisen, des Ordnen nach Stationen und der Zugbildung reihen sich hier zu einem stetigen, von Gegenläufigkeiten völlig freien Fließgang aneinander. Als bewegendende Kraft wird dabei überall nur die Erdanziehungskraft verwendet.

Lokomotiven werden auf Gefällbahnhöfen lediglich zur Behandlung von Vorrangwagen und in den Zusatzanlagen benutzt, während auf den Flachbahnhöfen alle Bewegungen durch das Zusammenwirken von Lokomotiv- und Schwerkraft oder ausschließlich durch Lokomotivkraft hervorgerufen werden. Die Betriebsweisen beider Bahnhofformen weichen bei den einzelnen Arbeitsvorgängen desto mehr voneinander ab, in je größerem Umfang auf Flachbahnhöfen Lokomotiven die bewegendende Kraft hierfür liefern. Am stärksten ist der Unterschied beim Ordnen nach Stationen und bei der Zugbildung.

Weiter ist für die Gefällbahnhöfe der hohe Einsatz an Bremsmannschaften in den Richtungs- und Stationsgruppen kennzeichnend. Dieser ist dadurch bedingt, daß das Gefälle auf die Wagen mit den größten Laufwiderständen abgestellt werden muß. Dadurch wird allen Fahrzeugen mit geringeren Laufwiderständen ein Überschuß an Energie zugeführt, der später wieder vernichtet werden muß.

### B. Die Zugzerlegung.

#### 1. Die Bewegungen in den Zerlegegleisen.

Am besten ist es, wenn die ankommenden Züge von der Strecke unmittelbar in die Zerlegegleise einfahren. Ist dies,

Für das Heranführen des ablaufenden Zuges an den Ablaufpunkt und die Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit sind drei Betriebsweisen zu unterscheiden:

a) Bis etwa vor einem Jahrzehnt hat man auf Gefällbahnhöfen die Züge nur mit besetzten Handbremsen ablaufen lassen: Der Zug läuft durch Lösen der Bremsen (in der Regel zunächst drei) an, mit deren Hilfe auch die Geschwindigkeit während des Ablaufs nach Bedarf geändert wird. Eine feinfühligere Geschwindigkeitsregelung ist dabei nicht zu erreichen, weil die grobe Befehlsübermittlung durch Pfeifensignale und die schwer zu berechnende Bremswirkung dem entgegenstehen. Da die Zugvorrichtungen während des Ablaufs gestreckt sind, muß vor Beginn des freien Ablaufs jedes Wagens und jeder Wagengruppe ein Stau erzeugt werden, damit sich die Kuppelung an der Trennstelle entspannt und herausgeworfen werden kann. Bei Einzelwagen und Gruppen bis zu drei Wagen geschieht dies mit Hilfe eines 45 mm hohen, an einer Stange befestigten Eisenkeils („Krücke“), der vor ein Rad der ersten Achse des abzukuppelnden Fahrzeugs gehalten wird, und über den dieses Rad hinwegklettert. Bei größeren Gruppen wird die Stauchung durch Anziehen einer Handbremse dieser Gruppe hervorgerufen. Zum Entkuppeln dient entweder eine Holzstange oder besser eine Gabel. Es ist ein Vorteil dieses Verfahrens, daß der Ablaufpunkt nicht unbedingt festliegt, sondern je nach den Erfordernissen der Wagenfolge talwärts oder bergwärts verlegt werden kann. Der Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt ist von Frohne (k) beschrieben

und vom Verfasser (q) ablaufdynamisch untersucht worden. — Für den Ablauf mit besetzter Handbremse wird eine Rangiermannschaft von sechs bis sieben Mann gebraucht. (Anwendungsgebiet z. B. Vbf Zwickau [Sachsen]).

b) Um die Zuführungsgeschwindigkeit jederzeit den augenblicklichen Erfordernissen anpassen zu können und um Personal zu sparen, wurden gegen Ende des vorigen Jahrzehnts die Vbfe Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf mit „Seilablaufanlagen“ ausgerüstet. Hierbei wird das obere Ende des Zuges an ein zwischen den Schienen laufendes endloses Seil angehängt. Dessen Geschwindigkeit kann von einem Bediensteten geregelt werden, der von einem erhöhten Standort aus den Ablaufpunkt überblickt und zugleich Ablaufmeister ist. Zwischen Seil und Zug werden die Kräfte durch einen „Seilwagen“ übertragen, der nötigenfalls auch Druckkräfte auszuüben vermag, die denen einer kleinen Rangierlokomotive entsprechen. Im Ruhezustand läßt er sich profilfrei zusammenklappen. Da auch bei diesem Verfahren die Kupplungen während des Ablaufs gestreckt sind, liegen hinsichtlich des Entkuppelns und des veränderlichen Ablaufpunktes die gleichen Bedingungen vor wie beim Ablauf mit besetzten Handbremsen. Wegen der Ersparnis der Wagenbremsen genügt für den Ablauf mit Seilanlagen eine Rangiermannschaft von drei Mann.

c) Schließlich hat die Entwicklung der Balkengleisbremsen noch den Weg zu einer dritten Betriebsweise geebnet, wie sie auf den Bahnhöfen Wanne-Herne und Vbf Duisburg-Hochfeld-Süd eingeführt worden ist. Auf diesen Bahnhöfen befindet sich am unteren Ende der Zerlegegleise eine Staffel von Balkengleisbremsen, die bis zum Beginn des Ablaufs als Halte- und während des Ablaufs als Zulaufbremsen dienen. Ähnlich wie bei der Seilanlage hat der Bremswärter am Ablaufpunkt, der auch hier die Tätigkeit des Ablaufmeisters mit versieht, die Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit jederzeit in der Hand. Da der Zug während des Ablaufs stets gestaucht ist, sind die Kupplungen schlaff, zum Entkuppeln genügt ein einziger Mann. Insgesamt sind also nur zwei Mann Rangierpersonal erforderlich. Der Ablaufpunkt kann hier allerdings nur innerhalb sehr enger Grenzen verschoben werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß der Ablauf mit Handbremsen zwar überall anwendbar ist, daß sich für Hochleistungsbahnhöfe jedoch immer Anlagen mit Zulauf- und Haltebremsen empfehlen, die gegenüber Seilanlagen wegen der geringeren Bau- und Betriebskosten Vorteile bieten. Seilanlagen sind in solchen Fällen berechtigt, wo die Einfahrgruppe nur eine so schwache Neigung erhalten kann, daß ohne zusätzliche Druckkräfte nicht auszukommen ist (z. B. Vbf Chemnitz-Hilbersdorf). Sie dürften daher fast ausschließlich bei Umbauten in Betracht zu ziehen sein.

Eine Gegenüberstellung des Bedarfs an Rangiermannschaften enthält Zusammenstellung 1.

Zusammenstellung 1.

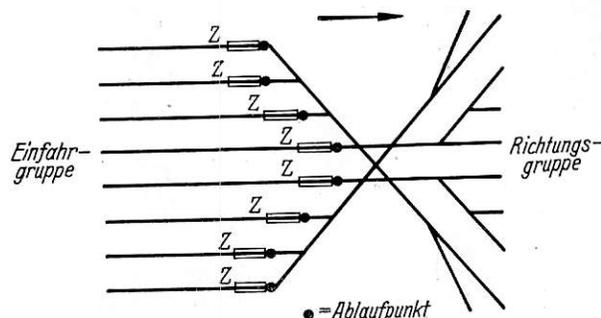
Ablauf	Ablaufmeister	Entkupppler	Wagenbremsen	Summe
a) mit besetzten Handbremsen	1	2	3—4	6—7
b) mit Seilablaufanlage . . . . .	1 <sup>1)</sup>	2	—	3
c) mit Halte- u. Zulaufbremsen	1 <sup>2)</sup>	1	—	2

1) zugleich Bediener der Seilablaufanlage.

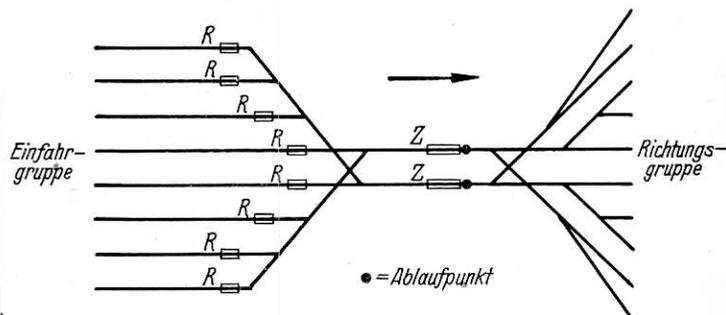
2) zugleich Bremswärter.

Während auf Flachbahnhöfen der Ablaufpunkt auf dem Eselsrücken in dem Engpaß zwischen Einfahrgruppe und Richtungsgruppe stets eindeutig festliegt, hat man bei Gefällbahnhöfen die Wahl zwischen zwei Zonen, in denen der freie

Ablauf der Fahrzeuge beginnen kann. Entweder löst man die Kupplungen bereits im unteren Teil der Zerlegegleise (z. B. auf den Vbfen Dresden-Friedrichstadt, Chemnitz-Hilbersdorf und Zwickau), oder die Wagen werden wie auf den Flachbahnhöfen (z. B. auf Vbf Nürnberg) in dem Bereich zwischen Einfahr- und Richtungsgruppe abgekuppelt. Hinsichtlich des Zeitaufwandes sind beide Verfahren gleichwertig, da sich sowohl bei dem einen wie bei dem anderen die Zugabläufe mit einer ganz geringen Zwischenzeit aneinanderreihen lassen.

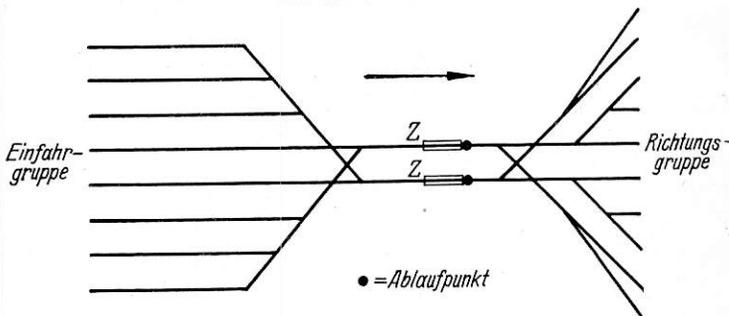


Fall 1. Ablaufpunkt in den Zerlege-(Einfahr-)Gleisen. — in jedem Zerlegegleis eine Zulaufbremse Z —



Fall 2. Ablaufpunkt zwischen Zerlege-(Einfahr-)Gruppe und Richtungsgruppe.

a) Zwei Zulaufbremsen Z und in jedem Zerlegegleis eine Rückhaltebremse R.



b) Zwei Zulaufbremsen Z. Heranführen der Züge an den Ablaufpunkt mit drei (vier) besetzten Wagenhandbremsen.

Abb. 5.

Verschiedene Verfahren des Ablaufbetriebes auf Gefällbahnhöfen bei Verwendung von Gleisbremsen in der Zerlege-(Einfahr-)Gruppe.

Beim Ablauf mit besetzten Handbremsen spielt die Lage des Ablaufpunktes eine untergeordnete Rolle. Bei der Verwendung von Seilanlagen kommt nur der Ablauf aus den Zerlegegleisen in Frage, da die Seile oberhalb der Weichenstraßen enden müssen. Bei Ablaufanlagen mit Balkenbremsen ist die Wahl nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu treffen. Die verschiedenen Möglichkeiten sind in Abb. 5 dargestellt. Wenn die Wagen aus den Zerlegegleisen frei ablaufen (Fall 1), ist für jedes Zerlegegleis eine Balkengleisbremse notwendig, die als Zulauf- und Rückhaltebremse dient. Hierbei kann der Ablauf unmittelbar aus der Stellung vor sich gehen, in der der Zug bei der Einfahrt zum Halten gekommen ist. Beginnt

der freie Ablauf in den Verbindungsgleisen zwischen Einfahr- und Richtungsgruppe, so muß in jedem Verbindungsgleis eine Zulaufbremse angeordnet werden. Da in der Regel zwei solche Gleise vorhanden sind, ist mit zwei Zulaufbremsen zu rechnen. In diesem Falle müssen die Züge vor Beginn des Ablaufs erst aus den Zerlegegleisen an den Ablaufpunkt herangeführt werden. Dies kann entweder (Fall 2 a) mit Hilfe von Rückhaltebremsen, mit denen alle Einfahrgleise auszurüsten sind, oder aber (Fall 2 b) durch Einsatz besonderer Bremsmannschaften geschehen. Ammann (b) gibt die Länge der Zulaufbremsen mit 15 und diejenige der Haltebremsen mit 6 m an.

Von der Zahl der Zerlegegleise hängt es ab, welches von den drei Verfahren am wirtschaftlichsten ist. Mit den Ammannschen Kostenwerten von 1931 (b) sind die Bremskosten für eins bis zwölf Einfahrgleise für die drei dargestellten

Lösungen in der Zusammenstellung 2 einander gegenübergestellt. Fall 1 ist für eins bis drei Einfahrgleise am wirtschaftlichsten, Fall 2 a für vier bis sieben (oder vier bis neun) und Fall 2 b für acht bis zwölf (oder zehn bis zwölf) Einfahrgleise. Wenn sich die Kostenwerte in den letzten Jahren geändert haben sollten, ist es möglich, daß heute die Grenzen etwas anders liegen. Wenn die Kosten für die Fälle 2 a und 2 b gleich sind, ist der Einbau von Rückhaltebremsen vorzuziehen, weil sich damit eine sicherere und straffere Betriebsführung erzielen läßt.

Auf die Gestaltung des Längsprofils der Einfahrgruppe soll hier nicht näher eingegangen werden. Aus den Richtlinien für die bauliche Ausbildung von Verschiebebahnhöfen (RiVbf) und den Arbeiten von Ammann, Holfeld, W. Müller und Zoche sei lediglich festgestellt, daß die früher angewendete gleichbleibende Neigung als unwirtschaftlich erkannt ist und

Zusammenstellung 2.

Vergleich der Bremskosten<sup>1)</sup> bei verschiedenen Verfahren des Ablaufbetriebes auf Gefällbahnhöfen.

(Das billigste Verfahren ist für jede Anzahl von Zerlege-(Einfahr-)Gleisen durch starke Umrandung der Gesamtkosten-Spalte gekennzeichnet.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Zahl der Zerlege-(Einfahr-)gleise	Fall 1 Ablaufpunkt in den Zerlegegleisen oberhalb der Weichenentwicklung am Ablaufende der Zerlegegruppe — in jedem Zerlegegleis eine Zulaufbremse von l = 15 m —					Fall 2 a Ablaufpunkt unterhalb der Weichenentwicklung am Ablaufende der Zerlegegruppe — zwei Zulaufbremsen von l = 15 m und in jedem Zerlegegleis eine Rückhaltebremse von l = 6 m —					Fall 2 b Ablaufpunkt unterhalb der Weichenentwicklung am Ablaufende der Zerlegegruppe — zwei Zulaufbremsen von l = 15 m, Heranfahen an den Ablaufpunkt mit drei <sup>2)</sup> besetzten Wagen-Handbremsen —							
	Anzahl der Zulaufbremsen von l = 15 m					Anzahl der Zulaufbremsen von l = 15 m					Anzahl der Zulaufbremsen von l = 15 m							
	Jährliche Bremskosten $K_z \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ (14% für Verzinsung und Tilgung, 3,5% für Unterhaltung und Strom), für eine Bremse bei 3000 $\mathcal{R} \mathcal{M} / \text{m}$ Anschaffungskosten $k_z = 0,175 \cdot 15 \cdot 3000 = 7875 \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$					Jährliche Bremskosten $K_z \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ (nach Spalte 3: $k_z = 7875 \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ für eine Bremse)					Jährliche Bremskosten $K_z \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ (14% für Verzinsung und Tilgung, 3,5% für Unterhaltung und Strom), für eine Bremse bei 3000 $\mathcal{R} \mathcal{M} / \text{m}$ Anschaffungskosten $k_z = 0,175 \cdot 6 \cdot 3000 = 3150 \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$							
Anzahl der Bremsen in drei Schichten					Anzahl der Bremsen in drei Schichten					Anzahl der Bremsen in drei Schichten								
Jährliche Kosten der Bremsmannschaften $K_p \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ bei einem Kostensatz von $k_p = 2500 \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Kopf}$ und Jahr					Jährliche Kosten der Bremsmannschaften $K_p \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ bei einem Kostensatz von $k_p = 2500 \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Kopf}$ und Jahr					Jährliche Kosten der Bremsmannschaften $K_p \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$ bei einem Kostensatz von $k_p = 2500 \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Kopf}$ und Jahr								
Gesamtkosten $K_z + K_p \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$					Gesamtkosten $K_z + K_p \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$					Gesamtkosten $K_z + K_p \mathcal{R} \mathcal{M} / \text{Jahr}$								
$\mathcal{R} \mathcal{M}$					$\mathcal{R} \mathcal{M}$					$\mathcal{R} \mathcal{M}$								
1	1	7875			15375													
2	2	15750			23250													
3	3	23625			31125													
4	4	31500			39000			3	9450			32700					45750	
5	5	39375			46875			4	12600			35850					45750	
6	6	47250			54750			5	15750			39000					45750	
7	7	55125			62625			6	18900			42150					45750	
8	8	63000			70500			7	22050			45300					45750	
9	9	70875			78375			8	25200			48450					45750	
10	10	78750			86250			9	28350			51600					45750	
11	11	86625			94125			10	31500			54750					45750	
12	12	94500			102000			11	34650			57900					45750	
								12	37800			61050					45750	

<sup>1)</sup> Kostensätze für die Gleisbremsen (Bauart Frölich) nach Ammann, Rangiertechnik, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 216 (Anlagekosten für 1 m Gleisbremse = 3000  $\mathcal{R} \mathcal{M}$ ).

<sup>2)</sup> Wenn für Hochleistungsanlagen mit 4 Wagenbremsen/Schicht gerechnet wird, lauten die Angaben für Sp. 16: 15 Bremsen, für Sp. 17: 37500  $\mathcal{R} \mathcal{M}$  und für Sp. 18: 53250  $\mathcal{R} \mathcal{M}$ . Unter dieser Voraussetzung ist Fall 2a von 4 bis 9 und Fall 2b erst von 10 Einfahrgleisen an am wirtschaftlichsten.

statt dessen ein allmählich nach dem Ablaufpunkt etwa von 3 bis 15<sup>0</sup>/<sub>100</sub> zunehmendes Gefälle vorgeschlagen wird, das eine durchschnittliche Neigung von rund 7<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:140) für die Einfahrgruppe ergibt.

## 2. Der Hauptablauf.

Da größere Wagengruppen nicht mit Hemmschuhen aufgefangen werden dürfen, es jedoch unwirtschaftlich wäre, die große Zahl der in den Richtungsgleisen nun einmal notwendigen Hemmschuhleger nur ungenügend auszunutzen, läßt man auf Gefällbahnhöfen zur Ersparnis von Begleitmannschaften in der Regel nur große Wagengruppen und solche Wagen mit besetzten Handbremsen ablaufen, die aus irgendwelchen Gründen nicht auf Hemmschuhe laufen dürfen. Kleinere Gruppen dagegen teilt man so weit auf, daß die Hemmschuhbremsung möglich wird. Auf diese Weise kann man mit drei Gruppenbegleitern in jeder Schicht auskommen.

Für den freien Ablauf gelten beim Gefällbahnhof die gleichen Grundsätze wie beim Flachbahnhof: Eine Steilrampe dient zur Verminderung der Laufzeitunterschiede, und die Weichen am oberen Ende der Richtungsgruppe werden gebüschelt, um die von aufeinanderfolgenden Wagen gemeinsam benutzten Fahrwege zu verkürzen. Ferner ist die Ausrüstung mit leistungsfähigen Stellwerks- und Bremsrichtungen zu fordern.

Für die Höhe einer Ablaufanlage ist das Laufziel der Wagen maßgebend. Im Gegensatz zu den Flachbahnhöfen, wo bei der Bemessung von einem bis ans untere Ende der Richtungsgruppe laufenden Schlechtläufer auszugehen ist, haben auf den Gefällbahnhöfen alle Wagen ein konstantes, und zwar sehr kurzes Laufziel, da sie sämtlich in der Richtungsgruppe dicht hinter den Merkzeichen der letzten Verteilungswweichen erstmalig zum Halten gebracht werden. Vom Ablaufpunkt bis zu dieser Stelle muß eine mittlere Neigung vorhanden sein, die über dem Gesamtwiderstand des Schlechtläufers liegt. Nach jahrzehntelangen Erfahrungen auf den bestehenden Gefällbahnhöfen sind hierfür 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:100) ausreichend, wo nicht mit längeren Perioden strengen Frostes gerechnet zu werden braucht. Aus dem Längenbedarf von 240 bis 280 m für eine nach neuzeitlichen Gesichtspunkten gebüschelte Weichenentwicklung von 32 Gleisen ergibt sich die nötige Höhe für diesen Fall zu 2,40 bis 2,80 m. Dieses Maß genügt in der Wirklichkeit für Ablaufanlagen, wo der Ablaufpunkt zwischen Zerlege- und Richtungsgruppe liegt, es ist entsprechend zu erhöhen, wo die Wagen aus dem unteren Teil der Zerlegegleise ablaufen.

Aus dieser Feststellung folgt, daß es auf neuen Gefällbahnhöfen in der Regel nicht notwendig werden wird, eine Zwischenbremsung der Wagen während des Hauptablaufs vorzunehmen. Denn selbst unter günstigsten Voraussetzungen werden die Wagen nicht mit mehr als  $v = 7$  m/sec in die Richtungsgleise einlaufen, d. h. mit der Geschwindigkeit, die mit Hemmschuhen noch sicher beherrscht werden kann.

Das möge an folgendem Beispiel gezeigt werden, in dem ein Gutläufer mit  $w_g = 1,5$  kg/t Grundwiderstand untersucht wird, der auf seinem Laufwege keine Krümmungen zu durchfahren hat, so daß  $w_r = 0$  wird. Ferner möge ein gerade so starker Rückenwind wehen, daß auch  $w_1$  den Wert 0 annimmt. Dann ist auf 280 m Laufweg die Verlusthöhe aus den Widerständen  $h_w = 280 \cdot 0,0015 = 0,42$  m. Dieser Wert ist von dem absoluten Höhenunterschied  $h = 2,80$  m zuzüglich der der Zuführungsgeschwindigkeit  $v_0 = 1,0$  m/sec (vergl. Abschnitt III) entsprechenden Höhe  $h_{v_0} = 0,05$  m abzuziehen, so daß ein Rest von  $h_v = h + h_{v_0} - h_w = 2,80 + 0,05 - 0,42 = 2,43$  m Geschwindigkeitshöhe verbleibt. Wird mit  $g' = 9,52$  m/sec<sup>2</sup> für einen 30 t-Wagen gerechnet, so ist die zugehörige Ge-

schwindigkeit  $v = \sqrt{2 \cdot g' \cdot h_v} = \sqrt{2 \cdot 9,52 \cdot 2,43} = 6,80$ , also kleiner als 7 m/sec.

Da, wie aus dem Folgenden zu erkennen ist, auch an keinem anderen Punkte des Laufweges eine höhere Geschwindigkeit erreicht wird, braucht bei der Gestaltung des Längsschnittes der Hauptablaufanlage im allgemeinen keine Rücksicht auf die Unterbringung von Zwischenbremsen genommen zu werden. Hierbei sind noch zwei Punkte zu beachten: Im oberen Teil der Richtungsgleise, wo Wagen regelmäßig angehalten werden, muß das Gefälle so stark sein, daß sie durch ihre eigene Schwere wieder in Bewegung geraten. Hierfür werden nach dem Gesagten 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:100) vorgeschlagen. Wo Wagen ausnahmsweise zum Halten kommen können, d. h. in dem gesamten Bereich der Verteilungswweichen unterhalb der Steilrampe, muß die Neigung so groß sein, daß die Wagen von Hand leicht und ohne große Zeitverluste wieder in Gang gesetzt und weiterbewegt werden können. Wegen der unter Umständen zu durchfahrenden Krümmungen dürfte es sich empfehlen, dabei nicht unter 5,0<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:200) zu gehen.

Danach ergibt sich für den Entwurf des Längsschnitts folgender sehr einfache Weg: Man zeichnet im Anschluß an die unterste Teilstrecke der Abrollanlage eine mit 10,0<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:100) fallende Linie bis zum oberen Teil der Richtungsgruppe. Dann setzt man am oberen Ende unmittelbar am Ablaufpunkt, oder, wenn Zulaufbremsen vorhanden sind, um die Tangentenlänge der Gefällausrundung talwärts verschoben, die Steilrampe von 50,0 bis 66,7<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:20 bis 1:15) an. Weiter zieht man von dem Punkte der 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:100)-Linie aus, wo man dieses Gefälle wieder beginnen lassen will (Spitze bis Merkzeichen der letzten Verteilungswweiche), bergwärts eine Linie, die mit 5,0<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:200) ansteigt. Der Schnittpunkt dieser Linie mit der Steilrampe bestimmt deren Fußpunkt.

Ist eine Zwischenbremse, die in eine Neigung von 12,5 bis 16,7<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (1:80 bis 1:60) zu legen ist, nicht zu entbehren, so ist zwischen dieser und dem Anhaltepunkt in den Richtungsgleisen ein Höhenunterschied bis zu  $h = 2,10$  m zulässig. Dieser Wert ist errechnet, indem zu der der Auflaufgeschwindigkeit von  $v = 7$  m/sec entsprechenden Geschwindigkeitshöhe von  $h_v = 2,50$  m zunächst  $h_w = 0,40$  m für Lauf- und Krümmungswiderstände zugeschlagen sind. Hiervon sind  $h_v = 0,80$  m wieder abgezogen, womit dem Umstand Rechnung getragen wird, daß die Fahrzeuge die Zwischenbremse mit Geschwindigkeiten bis zu  $v = 4$  m/sec verlassen.

## 3. Das Sammeln in der Richtungsgruppe.

Während auf den Flachbahnhöfen die Wagen vom Ablaufberg ohne Halt soweit wie möglich in die Richtungsgleise hineinrollen, werden sie, wie bereits erwähnt, auf den Gefällbahnhöfen an deren oberem Ende zunächst angehalten und zu größeren Gruppen vereinigt, um erst dann nach dem unteren Teil der Richtungsgruppe übergeführt zu werden. Das Sammeln in den Richtungsgleisen erfordert also auf Flachbahnhöfen grundsätzlich nur einen, auf Gefällbahnhöfen dagegen zwei Arbeitsgänge.

Für die Bremsung sind stets zwei Hemmschuhleger notwendig, denen je nach dem Wagenanfall drei bis acht Richtungsgleise zugeteilt sind. Jeder in ein Richtungsgleis laufende Wagen wird von dem „oberen Hemmschuhleger“ 25 bis 60 m hinter dem oberen Merkzeichen auf Halt gebremst. Der Hemmschuh wird während des Rücklaufs des Wagens weggenommen und der Wagen rollt weiter bis zu einem zweiten Hemmschuh, den der „untere Hemmschuhleger“ dicht oberhalb der bereits angesammelten Wagen ausgelegt hat. Auch dieser Hemmschuh wird beim Rücklauf entfernt. Nun läuft der Wagen mit geringer Geschwindigkeit an die stehenden Wagen an und wird mit ihnen gekuppelt. Das Sammeln beginnt etwa 180 m hinter dem Merkzeichen.

Sind eine Reihe von Wagen — je nach den Wagengewichten und vorhandenen Handbremsen 8 bis 15 — angesammelt, so wird diese Gruppe vom „unteren Hemmschuhleger“ (auch „Nachlasser“ genannt), der eine Wagenhandbremse besetzt, bis ans untere Ende des Richtungsgleises mit einer Geschwindigkeit bis zu etwa 3 m/sec „nachgelassen“. Bei kurzen Gleisen, d. h. bis zu etwa 300 m Nutzlänge, laufen die nun folgenden Wagen gleich bis an die nachgelassene Gruppe. Bei längeren Gleisen wird der erste nachfolgende Wagen wieder rund 180 m hinter dem Merkzeichen angehalten und das oben beschriebene Verfahren wiederholt, bis das Gleis gefüllt ist. Die nachgelassenen Gruppen werden ebenfalls miteinander gekuppelt. Am unteren Ende jedes Richtungsgleises sichert ein Radvorleger die Wagen gegen vorzeitiges Abrollen in die Stationsgruppe.

Zum Längsschnitt der Richtungsgruppe ist folgendes zu sagen: Das obere Ende bis etwa 120 m hinter den Merkzeichen erhält, wie gesagt, zweckmäßig ein Gefälle von  $10^0/60$  (1:100), damit die in diesem Bereich angehaltenen Fahrzeuge von selbst leicht wieder anlaufen. In der anschließenden Zone genügt eine flachere Neigung — vielleicht  $5^0/60$  (1:200) — da dort stets nur größere Gruppen abrollen, deren oberes Ende beim Beginn der Bewegung noch in der steileren Neigung von  $10^0/60$  (1:100) steht. Für das untere Ende der Richtungsgleise schließlich sind die gleichen Neigungsverhältnisse wie am Ablaufende der Zerlegegleise zu empfehlen, da von hier aus der Ablauf in die Stationsgruppen vor sich geht.

### C. Die Zugbildung.

Auf den Gefällbahnhöfen hängt das Ordnen der Wagen nach Stationen und die Zugbildung eng zusammen. Dies kommt darin zum Ausdruck, daß sich die hierfür nötigen Arbeitsgänge zeitlich unmittelbar aneinanderreihen und auch von den gleichen Rangiermannschaften ausgeführt werden. Die diesen Zwecken dienenden Gleisgruppen gehen ohne Zwischenstrecken ineinander über.

Die Gleise der Richtungsgruppe sind ihrer Zweckbestimmung nach zu Untergruppen zusammengefaßt. Soweit in diesen Wagen für Durchgangsgüterzüge gesammelt werden, sind sie unter Einschaltung lediglich einer Berichtigungsgruppe mit der Ausfahrgruppe verbunden, soweit sie dem Sammeln von Wagen für Nahgüterzüge dienen, ist jeder von ihnen eine Stationsgruppe zugeordnet.

Die Gleiszahl der Untergruppen für die Nahgüterzugbildung ist je nach den Erfordernissen des Betriebes sehr verschieden und schwankt auf den deutschen Gefällbahnhöfen zwischen 4 und 35, am häufigsten sind es 6 bis 8 Richtungsgleise. Jede Stationsgruppe hat 5 bis 15 beiderseits eingebundene Gleise von 50 bis 170 m nutzbarer Länge.

Zwischen Stations- und Ausfahrgruppe liegt die Berichtigungsgruppe, für die einschließlich eines Durchlaufgleises drei kürzere Gleise genügen, die einerseits von jedem Stationsgleis erreichbar sind und aus denen man andererseits auch in alle zugehörigen Gleise der Ausfahrgruppe gelangen kann. Die Berichtigungsgruppe gibt die Möglichkeit, die Reihenfolge der Wagen für einen zu bildenden Zug auf dem Wege von der Stations- zur Ausfahrgruppe noch zu ändern. Dies ist notwendig, da ja zur Berichtigung von Fehlern, die bei der Stationsordnung vorkommen können, keine Verschiebelokomotive, sondern nur die Schwerkraft zur Verfügung steht.

Die Gleise der Ausfahrgruppe müssen an die Berichtigungsgruppen so angeschlossen sein, daß sie, soweit es der Betrieb erfordert, aus mehreren Stationsgruppen gefüllt werden können und nötigenfalls auch auf Züge Rücksicht genommen wird, die in der Gegenrichtung ausfahren sollen (vergl. Abb. 1a).

Die Arbeitsweise beim Ablauf in die Stationsgruppen entspricht dem Verfahren beim Hauptablauf mit folgenden Unterschieden: 1. Beim heutigen Stande der Technik kommt an dieser Stelle des Bahnhofs ausschließlich der Ablauf mit besetzten Handbremsen (vergl. Abschn. II. B. 1) in Betracht. 2. Die Wagen, die von dem Wagenzuge im Richtungsgleis losgekuppelt sind, laufen stets ohne Zwischenbremsung in die Stationsgruppe ab. 3. Die Wagen haben stets nur kurze Laufwege zurückzulegen.

Das Sammeln in den Stationsgleisen geht grundsätzlich genau so wie am oberen Ende der Richtungsgleise vor sich, nur das „Nachlassen“ entfällt, weil der erste Wagen für jedes Stationsgleis sofort bis an dessen unteres Ende abläuft. Die Stationsordnung eines Zuges von 60 Wagen dauert wegen der geringen Zuführungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,5 m/sec 18 bis 30 Min., bei ungünstiger Witterung wohl auch bis zu 35 Min.

Die Zugbildung beginnt sofort, nachdem die Stationsordnung beendet ist, ja unter Umständen schon während der Stationsordnung, wenn es die Reihenfolge der aus den Richtungsgleisen kommenden Wagen gestattet. Nach der Reihenfolge der Stationen im Ausgangszuge — bei Zügen für die Gegenrichtung in umgekehrter — werden die hierfür in den Stationsgleisen angesammelten Gruppen mit besetzten Handbremsen nacheinander in langsamer Fahrt ( $v = 1$  bis 3 m/sec) in das Durchlaufgleis neben der Berichtigungsgruppe übergeführt und zu größeren Gruppen zusammengekuppelt, die dann ebenfalls mit besetzten Handbremsen geschlossen in das Zugbildungs- oder Ausfahrgleis laufen. Hierbei kommen auch größere Geschwindigkeiten vor ( $v$  bis zu 7 m/sec). Da für je 20 Achsen eine besetzte Handbremse gerechnet wird, versucht man zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Bremsmannschaften möglichst Gruppen von dieser Stärke oder einem Vielfachen davon zu bilden. Die Zugbildung für einen Zug von 60 Wagen nimmt durchschnittlich 10 bis 15, höchstens 20 Min. in Anspruch.

Steht ein Wagen im Stationsgleis an falscher Stelle, so läßt man die davor stehenden Wagen in das erste Berichtigungsgleis laufen. Der Fehlläufer kommt in das zweite Berichtigungsgleis, während die hinter ihm stehenden Wagen wieder in das erste Berichtigungsgleis fahren. Der Fehlläufer wird dann später an der richtigen Stelle in den Zug eingefädelt.

Die Durchgangsgüterzüge gelangen ohne Feinordnung sofort in die Ausfahrgruppe. Fehlläufer werden nötigenfalls in der Berichtigungsgruppe ausgeschieden. Wie ohne weiteres einzusehen ist, können Wagen für Durchgangsgüterzüge ohne irgendwelche betrieblichen Nachteile auch in den Untergruppen für Nahgüterzüge gesammelt werden.

Wie schon erwähnt wurde, ist es ein und dieselbe Mannschaft, die die Wagen nach Stationen ordnet und die Züge bildet. Und zwar verschiebt sich dabei der Schwerpunkt der Rangiermannschaft, die aus einem Rangiermeister, einem Rangierführer als Entkuppler und je nach der Arbeitsgeschwindigkeit fünf bis elf Rangierarbeitern besteht, mit dem Fortschreiten der Arbeiten allmählich talwärts. Zunächst sind die Rangierarbeiter als Wagenbremsen auf dem Wagenzug im Richtungsgleis, als Gruppenbegleiter für die ablaufenden Wagen Gruppen und als Hemmschuhleger und Weichensteller in den Stationsgleisen tätig. Mit der Abnahme der Wagenzahl in den Richtungsgleisen kommen allmählich alle Rangierarbeiter in die Stationsgruppe, wo sie die ursprünglich eingesetzten Hemmschuhleger verstärken. Bei der Zugbildung werden sie dann zunächst teils zum Bremsen, teils zum Kuppeln der sich aus den Stationsgleisen vorschubenden Wagen Gruppen eingesetzt, und schließlich gelangt eine der Stärke des Ausgangszuges entsprechende Anzahl als Begleitmannschaften in die Ausfahrgruppe. Wenn es die Betriebslage erfordert, kann

man die Zahl der Rangierarbeiter so hoch bemessen, daß mit der Stationsordnung des nächsten Zuges schon begonnen werden kann, ehe die letzten Gruppenbegleiter aus der Ausfahrgruppe zurückgekehrt sind.

Der Längsschnitt der unteren Gleisgruppen kann verhältnismäßig flach gehalten werden. In der Stationsgruppe kann man am oberen Ende im Hinblick auf die großen Wagenfolgezeiten, die bei  $v_0 = 0,5$  m/sec noch 18 bis 19 Sek. betragen, auf eine Steilrampe unbedenklich verzichten. Da die Fahrzeuge in der Stationsgruppe nie sehr lange stehen bleiben und in der überwiegenden Zahl der Fälle in größeren Gruppen weiterlaufen, da es sich ferner auf den gesamten Betrieb des Bahnhofs auch nicht schädlich auswirkt, wenn an dieser Stelle einmal ein Wagen nicht von selbst anläuft, reicht in den Stations- und Berichtigungsgleisen selbst ein Gefälle von  $8\text{‰}$  (1:125) aus, während für die Bereiche der Weichenentwicklungen  $10\text{‰}$  (1:100) zu empfehlen sind. Der Längsschnitt der Ausfahrgruppe ist von örtlichen Voraussetzungen abhängig, namentlich davon, ob Züge in der Gegenrichtung ausfahren oder nicht. Man sollte zwar zwischen der Stationsgruppe und dem entfernten Ende der Ausfahrgruppe immer eine zur Überführung der Wagengruppen unbedingt ausreichende Gefällhöhe vorsehen, doch ist in diesem Bereich des Bahnhofs, wenn die Verhältnisse dazu zwingen, eine zu geringe Höhe am ehesten zu verantworten, da hier etwa zeitweise auftretende Schwierigkeiten mit etwas früher bereitgestellten Zuglokomotiven leicht zu beheben sind.

### III. Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Daß das Rangieren auf geneigten Gleisen gegenüber dem Stoßverfahren auf waagerechten Gleisen erhebliche Vorteile bietet, ist schon früh erkannt worden. Bereits 1871 kommt der damalige sächsische Regierungsrat Köpcke in einem Aufsatz (l), der übrigens bereits eine Anzahl von Zeitstudien enthält, zu dem Ergebnis, daß „mit einem Rangierkopf“, wenn „das Zusammenholen der Wagen (d. h. die Zugbildung) mit besonderen Lokomotiven und Weichen“ geschieht, in 24 Std. 9672 Achsen geleistet werden können und sagt zusammenfassend: „Das Rangieren geschieht auf kleinem Raum in kurzer Zeit; man spart an Gleisen und nutzt die Wagen besser aus, vermeidet oder verringert also Übelstände, welche an den großen Zentralpunkten des Eisenbahnbetriebes immer merklicher hervortreten“. Seine Aufforderung an die Fachwelt, diese Frage genauer zu untersuchen, mag dazu geführt haben, daß der „Norddeutsche Eisenbahnverband“ mit deren Prüfung eine „Commission von Oberbeamten“ betraute, deren sehr gründliche Arbeiten im Jahre 1874 (e) veröffentlicht worden sind. Die Kommission stellte auf sieben Bahnhöfen mit Sekundengenauigkeit Zeitstudien an, die durchaus neuzeitlich anmuten. Aus der Abhandlung seien folgende Stellen angeführt, die sich auf die Leistungsfähigkeit beziehen: „Die wirkliche Leistung des Systems der „Zwickauer Bahnhofseite“ (auf Bahnhof Zwickau i. Sa.) in der Praxis mit durchschnittlich 75 Rangiergängen (= Gruppen), nahezu 300 Achsen (pro Max. 112 Rangiergänge, 450 Achsen) pro Stunde erscheint außerordentlich, und wird dabei das Rangieren mit einer Ordnung und Ruhe ausgeführt, welches großes Vertrauen in die Sicherheit des Verfahrens erweckt“. „Im September 1873 sind zu Chemnitz auf einer Rangiergruppe 10000 Achsen pro Tag rangiert“. Das Gesamturteil, das auch Backofen (c) anführt, ist eine restlose Anerkennung des Gefällgrundsatzes: „Das Rangieren vermittelt zweckmäßig angelegter steigender Ausziehgleise, von denen die Wagen, durch die Schwerkraft getrieben, in die Verteilungsgleise ablaufen, ist das vorzüglichste Rangierverfahren, welches wir kennen und für die Verhältnisse der deutschen Bahnen am besten geeignet, das große Rangiergeschäft unsrer Rangierbahnhöfe in der kürzesten

Zeit, auf dem kleinsten Raum, auf die billigste Weise und mit der geringsten Gefahr für Menschen und Fahrmaterial zu bewirken.“

Merkwürdigerweise hat man sich trotz dieses günstigen Urteils dann jahrzehntelang nicht mehr ernstlich mit der Leistungsfähigkeit der Gefällbahnhöfe beschäftigt. Daß dies auch unterblieb, nachdem im deutschen Eisenbahnnetz drei Gefällbahnhöfe in Betrieb genommen waren, ist wohl dadurch zu erklären, daß diese Bahnhöfe aus örtlichen Gründen von Anfang an gewisse Mängel aufwiesen, die besonders an den Hauptablaufanlagen die Vorzüge des Gefällbetriebes nicht sinnfällig in die Erscheinung treten ließen. Erst die Entwicklung der neuzeitlichen Betriebswissenschaft brachte hierin eine Wandlung.

Die Leistungsfähigkeit der Hauptablaufanlage eines Gefällbahnhofs wird ziemlich gleichmäßig beurteilt. Oder (m) beziffert 1904 die Tagesleistung eines Eselsrückens auf 3000 und die einer Gefällanlage auf 6000 Wagen. Ammann (a) nennt 1911 als Höchstleistung für Flach- und Gefällbahnhöfe je 6000 Wagen/Tag. Baumann (d) bewertet 1922 beide Formen ebenfalls gleich und kommt zu Werten von 4620, 6000 und 6540 Wagen/Tag abhängig von der Wagenzahl der Züge, die er zu 30, 50 und 60 annimmt. Frohne (h) gibt 1927 als mittlere Leistungen für einseitige Flachbahnhöfe 3700 und für Gefällbahnhöfe 5000 Wagen/Tag an. Die Höchstleistung des Gefällbahnhofs Dresden-Friedrichstadt wurde am 29. September 1928 mit 5061 Wagen erreicht.

Für die Leistungsfähigkeit jeder Ablaufanlage sind die vier Größen: Nutzzeit der Anlage, Zuführungsgeschwindigkeit, Zwischenzeit zwischen zwei Zugabläufen und Wagenzahl der zu zerlegenden Züge maßgebend. Ihr Einfluß ist von Frohne (h) 1927 bereits eingehend untersucht worden. In der vorliegenden Darstellung soll nur an einem Beispiel (Abb. 6) gezeigt werden, welche täglichen Höchstleistungen nach dem jetzigen Stande der Technik auf Flach- und Gefällbahnhöfen erwartet werden dürfen.

Als Nutzzeit, d. h. als reine Arbeitszeit nach Abzug der Essenspausen, der nicht vermeidbaren und der bei straffer Dienstverteilung und genügendem Wagenanfall vermeidbaren Unterbrechungen, sind 20 Stunden/Tag angesetzt. Aus einer von Frohne (i) 1931 veröffentlichten Zeitstudie geht hervor, daß 1930 auf dem Gefällbahnhof Dresden-Friedrichstadt 80,88% Nutzzeit, d. h. 19,4 von 24 Std. erreicht worden sind. Schon wenn man von den angegebenen 8,05% unvermeidbaren Unterbrechungen, die ausschließlich in Mängeln der Bahnhofsanlage begründet sind, 2,45% der Nutzzeit zuzschlägt, kommt man auf 20 Std. Nutzzeit, die auch für Flachbahnhöfe angenommen werden sollen.

Die Zuführungsgeschwindigkeit  $v_1$  ist für Werte bis zu 1,5 m/sec berücksichtigt.

Die Zwischenzeit zwischen zwei Zugabläufen umfaßt auf Gefällbahnhöfen nur die Laufzeit der Ablaufmannschaft nach dem nächsten Zuge, der zerlegt werden soll, auf Flachbahnhöfen setzt sie sich bei zwei Abdrücklokomotiven aus dem Zeitaufwand für das Heranfahen der Züge an den Ablaufpunkt, für Beidrücken, Aussetzen von Fehlläufern und für das Warten auf Rangierzettel zusammen. Sie ist für Gefällbahnhöfe mit 0,9 und für Flachbahnhöfe mit 5,5 Min. eingesetzt worden. Für die Gefällbahnhöfe ist der Zeitwert der genannten Zeitstudie aus dem Jahre 1930 entnommen. Er beträgt dort genau 0,87 Min. bei 84 beobachteten Zugabläufen. Für Flachbahnhöfe ist die Zwischenzeit für eine einheitlich mechanisierte Ablaufanlage mit besonderen Ausfahrgleisen und zwei Berglokomotiven zugrundegelegt, wie sie Frölich (g) 1926 angegeben hat.

Als mittlere Wagenzahlen eines Zuges sind für beide

Bahnhofsarten 30, 40, 50 und 60 Wagen/Zug untersucht worden.

Aus der aus diesen Grundlagen entwickelten Abb. 6 können folgende Ergebnisse abgelesen werden:

1. Die Leistungsfähigkeit der Hauptablaufanlagen der Gefällbahnhöfe ist bedeutend höher als die der Flachbahnhöfe. Bei einer Zuführungsgeschwindigkeit von  $v_0 = 1,0$  m/sec, die für die neue Abrollanlage in Duisburg-Hochfeld als normal angegeben wird (p), können Gefällbahnhöfe je nach der Wagenzahl/Zug täglich 6370 bis 6930 Wagen verarbeiten, während die Leistung der Flachbahnhöfe bei  $v_0 = 1,3$  m/sec nur 3940 bis 5630 Wagen/Tag beträgt. Diese Zuführungsgeschwindigkeit hält Frölich (g) als mittlere Leistung auf Flachbahnhöfen für erreichbar.

2. Die mittlere Wagenzahl der zu zerlegenden Züge beeinflusst die Leistungsfähigkeit der Flachbahnhöfe weit stärker als die der Gefällbahnhöfe, da bei den Flachbahnhöfen die Zwischenzeiten mit abnehmender Wagenzahl/Zug immer mehr zu Buche schlagen.

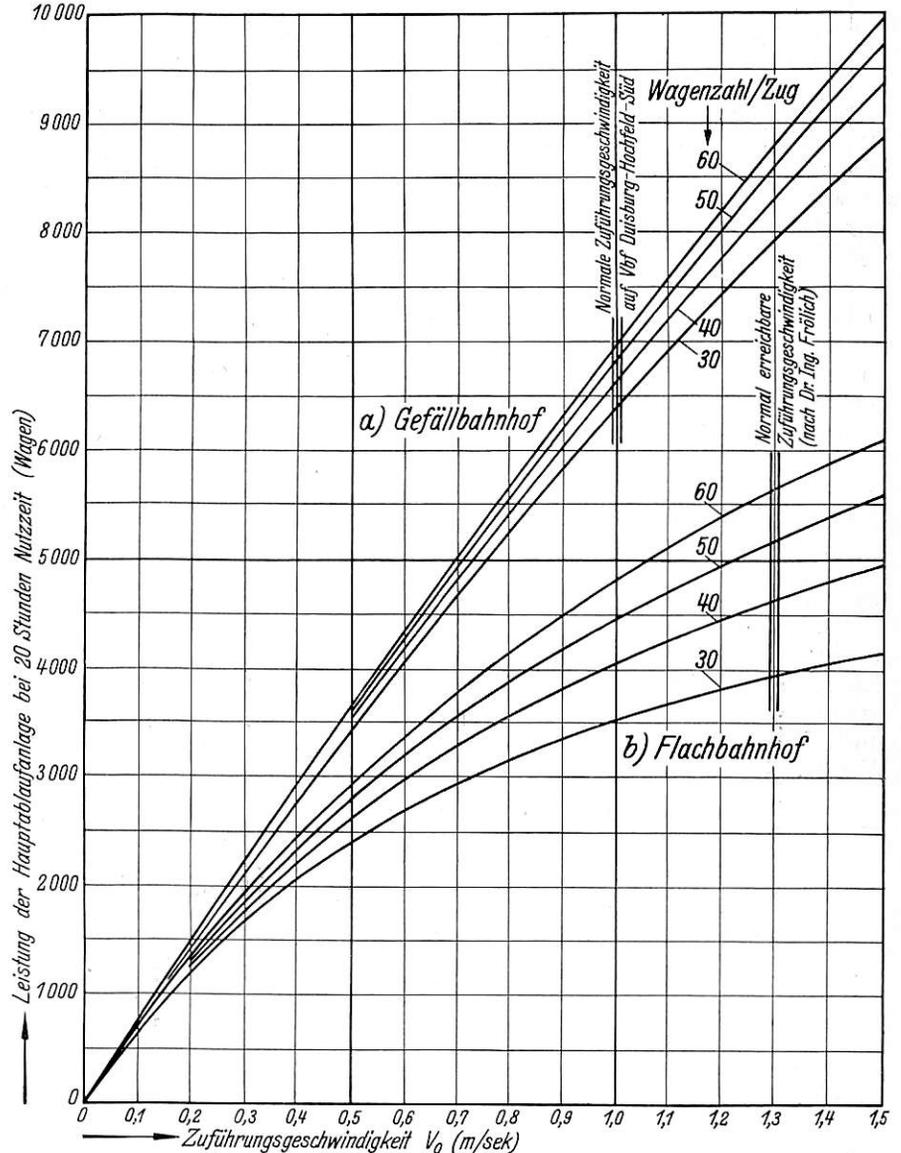
Wenn Züge von 30 Wagen statt solcher von 60 Wagen zerlegt werden, liegt die dadurch bedingte Minderleistung auf Gefällbahnhöfen zwischen 4,2% bei  $v_0 = 0,5$  m/sec und 11,1% bei  $v_0 = 1,5$  m/sec. Für Flachbahnhöfe lauten die entsprechenden Zahlen 18,3 und 31,8%, liegen also etwa drei bis viermal so hoch. Anders gesehen: Sollen gleiche Gesamtleistungen bewältigt werden, so braucht auf Gefällbahnhöfen die Zuführungsgeschwindigkeit nur wenig verändert zu werden, selbst wenn die Wagenzahl/Zug erheblich schwankt. Auf Flachbahnhöfen dagegen muß  $v_0$  mit sinkender Wagenzahl/Zug ganz bedeutend erhöht werden, wenn in der gleichen Zeit die gleiche Wagenzahl verarbeitet werden soll.

In den Richtungsgruppen lassen sich bei beiden Bahnstufenformen gleichgroße Leistungen erzielen.

Daß für die Stationsordnung und Zugbildung Gefällanlagen vorteilhafter sind als waagerechte mit Lokomotivbetrieb, ist schon seit Jahrzehnten unbestritten; denn an dieser Stelle des Verschiebebahnhofs treten die Vorzüge des Schwerkraftbetriebes noch deutlicher zutage als an der Hauptablaufanlage. War es dort, vor allem, solange auf den Gefällbahnhöfen nur geringe Zuführungsgeschwindigkeiten üblich waren, noch möglich, durch Beschleunigung des Ablaufs und Einsatz von zwei Berglokomotiven einen Ausgleich der Leistungen herbeizuführen, so reichen hier die Leistungen der Flachbahnhöfe nie an die der Gefällbahnhöfe heran. Der Lokomotivbetrieb mit den ihm eigenen Pausen und gegenläufigen Bewegungen ist dem stetigen, sich ohne Richtungswechsel vollziehenden Fluß der Wagen aus der Richtungs- in die Stations- und Ausfahrgruppe klar unterlegen.

Oder (m) stellt fest, daß Gefällbahnhöfe „dann besonders vorteilhaft für die Wagenbeschleunigung sind, wenn das Ordnen nach Stationen einen großen Umfang annimmt.“ Frölich (f) sagt: „Fallende Sammelgleise sind daher für stations- und vielleicht auch gruppenweises Ordnen vorzuziehen.“ Zahlenmäßige Ergebnisse finden sich bei Baumann (d): „Es zeigt sich, wie sehr die der Zugbildung und Nachordnung dienenden Anlagen der Gefällbahnhöfe durch das leichte Ent-

leeren der Gruppen die entsprechenden Anlagen der Flachbahnhöfe übertreffen. Durch ein Leerungs- oder Sammelgleis können im Gefällbahnhof aus der Richtungsgruppe 250 bis 300%, aus einer Stationsgruppe 160 bis 180% der in Flachbahnhöfen zu leistenden Wagen abgeführt werden.“ Schließlich sei erwähnt, daß auch die Studiengesellschaft für Rangiertechnik in ihrem Jahresbericht für 1932 (o) sagt, „daß als be-



Nutzzeit = 20 Std./Tag  
Wagenlänge = i. M. 9,50 m  
Zeit zwischen zwei Zugabläufen: a) bei Gefällbahnhöfen = 0,9 Min.  
b) bei Flachbahnhöfen = 5,5 Min.

Abb. 6. Die Leistungsfähigkeit von Hauptablaufanlagen.

sondere Nachordnungsgruppe nur eine im Gefälle liegende Gleisharfe in Frage kommen sollte.“

Auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit schneidet der Gefällbahnhof nicht ungünstig ab. Bei günstigen Geländebedingungen brauchen die Anlagekosten eines Gefällbahnhofs nicht höher zu sein als die eines Flachbahnhofs. Wollte man allerdings einen Gefällbahnhof mit Einfahr-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgruppen im ebenen Gelände anlegen, so würden allein die Zinsen für die in den Erdarbeiten festzulegenden Millionenbeträge einen erheblichen Zuschlag zu den Betriebskosten darstellen. Wo aber ohnehin bei einem Neubau die Notwendigkeit besteht, eine schienenfreie Einführung in die Einfahrgruppe zu schaffen, die ja einen Höhenunterschied

von 6,7 bis 7,0 m bedingt, dürfte sich auf jeden Fall die Ausbildung dieser Gruppe als Gefällanlage empfehlen.

Für die Betriebskosten stehen Erfahrungswerte, die einen Vergleich zwischen Gefäll- und Flachbahnhof gestatten, bisher nur für die Zugzerlegung zur Verfügung. Und zwar teilt Wagner (p) über die Abrollanlage in Duisburg-Hochfeld mit, daß die Zerlegekosten für einen Zug von 50 Wagen bei der Umstellung vom Abdrück- zum Abrollbetrieb von 23,40 auf 5,85 *R.M.*, d. h. genau um 75% gesunken seien. Je Wagen betragen die Zerlegekosten auf der Abrollanlage also 11,7 *Rpf.* Die eingehende theoretische Untersuchung von Oder (m), die sich über die Verschiebebahnhöfe als Ganzes erstreckt, führt für einseitige Flachbahnhöfe und Gefällbahnhöfe ohne Schleppverkehr zu etwa gleichen Gesamtkosten je Wagen, wenn keine oder  $\frac{1}{4}$  aller Züge nach Stationen zu ordnen sind und zu durchschnittlich 6% niedrigeren Kosten bei Gefällbahnhöfen, wenn die Hälfte aller Züge stationsweise rangiert werden muß. Sind alle Züge nachzuordnen, so arbeitet der Gefällbahnhof bis zu 18% billiger als der Flachbahnhof. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Oder beim Gefällbahnhof durchweg in dieser Höhe heute nicht mehr anzuerkennende „Zuschläge für Hebung“ der Züge in die Einfahrgruppe angesetzt hat, die  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{9}$  der gesamten Rangierkosten ausmachen und die Ergebnisse stark zuungunsten der Gefällbahnhöfe verschieben.

Wenn man in der Wirtschaftsstatistik der Verschiebebahnhöfe der Deutschen Reichsbahn die Gefällbahnhöfe aufsucht, findet man, daß die Rangierkosten sowohl für eine Leistungseinheit als auch für einen behandelten Wagen über dem für alle Verschiebebahnhöfe errechneten Durchschnitt liegen. Zieht man jedoch die Kosten für die Rangierstunden der schweren Lokomotiven ab, die für den Schleppverkehr aufgewendet werden, den man bei Neuanlagen vermeiden würde, so erhält man ein wesentlich günstigeres Ergebnis. Die am 1. Juli 1935 veröffentlichten Unterlagen führen zu folgenden Werten.

Zusammenstellung 3.

Bahnhof	Rangierkosten in <i>Rpf.</i>			
	für eine Leistungseinheit		für einen behandelten Wagen	
	mit	ohne	mit	ohne
	Schleppkosten			
Dresden-Friedrichstadt .	30	26	57	48
Chemnitz-Hilbersdorf . .	38	33	65	56
Nürnberg . . . . .	40	31	67	50
Reichsdurchschnitt . . .	30	30	49	49

Berücksichtigt man weiter, daß den drei deutschen Gefällbahnhöfen auch heute noch Mängel anhaften, die ihre Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigen, so ist man wohl zu dem Schluß berechtigt, daß Neuanlagen von Gefällbahnhöfen in der Wirtschaftsstatistik recht vorteilhaft dastehen könnten.

## Beobachtungen über die elastischen Formänderungen und die Arbeit des Eisenbahngleises von Wasiutyński.

Alexander Wasiutyński, damals Direktionsingenieur der Warschau-Wiener Bahn, hat seine bekannten, 1897/98 durchgeführten Versuche an dieser Bahn in einem Ergänzungsheft zum Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1899 unter der Überschrift „Beobachtungen über die elastischen Formänderungen des Eisenbahngleises“ veröffentlicht. Die gleiche, nur wenig erweiterte Überschrift stellt er jetzt einer neuen Veröffentlichung voran. Seine neuen Versuche und Beobachtungen hat

## IV. Zusammenfassung.

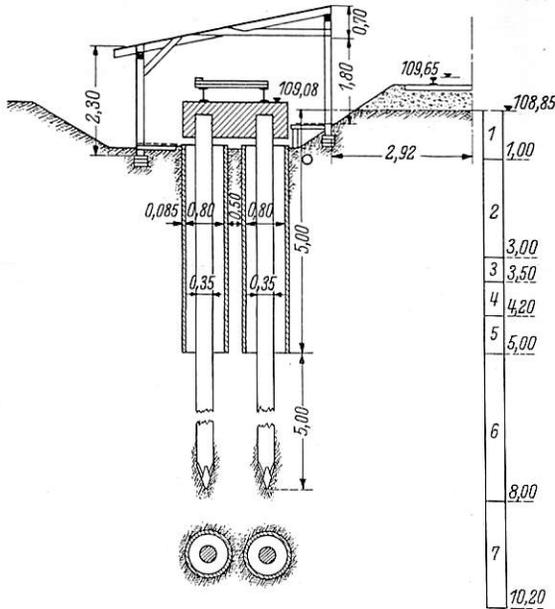
Wenn man die Gefällbahnhöfe als Fließbetriebe betrachtet, wie sie heute in der Technik und Wirtschaft eine so bedeutende Rolle spielen, wenn man sich weiter vor Augen führt, daß die treibende Kraft in diesen „Fabriken“ — die Erdanziehungskraft — überall zu Gebote steht und nicht einmal etwas kostet, kann man sich nur wundern, daß diese natürlichste Form der Verschiebebahnhöfe so wenig verbreitet ist, ja, daß die Gefällbahnhöfe bis in die neueste Zeit hinein häufig als Sonderlinge unter den Verschiebebahnhöfen gänzlich abgelehnt wurden. Frohne gebührt das Verdienst, durch seine umfassenden Untersuchungen über die Betriebsvorgänge auf den Gefällbahnhöfen Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf schließlich der allgemeinen Erkenntnis Bahn gebrochen zu haben, daß die Gefällbahnhöfe den Flachbahnhöfen mindestens ebenbürtig sind. Und es darf wohl behauptet werden, daß heute kein Verschiebebahnhof neu entsteht oder in größerem Umfang umgebaut wird, ohne daß die Frage: Flachbahnhof oder Gefällbahnhof? vorher reiflich erwogen worden ist.

### Schrifttumsverzeichnis.

- (a) Dr.-Ing. Ammann, Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen Verkehrstechn. Woche 1911, S. 1041 und 1912/13, S. 773 ff. und 809 ff.
- (b) Dr.-Ing. Ammann, Rangiertechnik, Berlin: Julius Springer 1931 (Sonderabdruck aus dem Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930/31).
- (c) Backofen, Der Gefällbahnhof im Wandel der Zeit, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1928, S. 225 ff.
- (d) Dr.-Ing. Baumann, Der Einfluß der Zugstärke auf Leistungsfähigkeit und Arbeitsaufwand der Verschiebebahnhöfe, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1922, S. 249 ff.
- (e) Bericht einer Kommission von Oberbeamten des Norddeutschen Eisenbahnverbandes, Die neueren Rangiermethoden im Vergleich zu den alten Rangierverfahren mittelst alleiniger Anwendung der Lokomotiven auf horizontalen Gleisen, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1874, S. 181 ff.
- (f) Dr.-Ing. Frölich, Rangieren mit Schwerkraft, Ztg. Ver. dtsh. Eisenb.-Verw. 1922, S. 637 ff.
- (g) Dr.-Ing. Frölich, Die einheitlich mechanisierte Ablaufanlage Hamm und die Grenzen der Mechanisierung, Verkehrstechn. Woche 1926, S. 451 ff.
- (h) Dr.-Ing. Frohne, Über die Leistungsfähigkeit von Flachbahnhöfen und Gefällbahnhöfen, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1927, S. 238 ff.
- (i) Dr.-Ing. Frohne, Betriebswissenschaftliche Untersuchungen, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 4 ff.
- (k) Dr.-Ing. Frohne, Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 41 ff.
- (l) Köpcke, Über Rangieren mit Benutzung eines ansteigenden Ausziehgleises, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1871, S. 60 ff.
- (m) Oder, Betriebskosten auf Verschiebebahnhöfen, Arch. Eisenbahnwes. 1904, S. 1328 ff. und 1905, S. 157 ff.
- (n) Reitemeier, Das Rangieren mit Ablaufgleisen, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1884, S. 42 ff.
- (o) Studiengesellschaft für Rangiertechnik, Stellungnahme des Sonderausschusses II zu dem Nachordnen von Wagen in Rangierbahnhöfen, Verkehrstechn. Woche 1933, S. 223 f.
- (p) Wagner, Die Abrollanlage auf dem Bahnhof Duisburg-Hochfeld-Süd, Verkehrstechn. Woche 1932, S. 201 ff.
- (q) Verf., Ablaufdynamische Untersuchung des veränderlichen Ablaufpunktes, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 46 ff.

der Altmeister A. Wasiutyński als Hochschulprofessor und Vizepräsident des technischen Rates im Verkehrsministerium in Warschau gelegentlich der Einführung dreier neuer polnischer Lokomotivtypen Ok 22, Pt 31 und Pu 29 für schwere Personenzüge großer Geschwindigkeit zum Vergleich der Einwirkung dieser Lokomotiven auf das Gleis im Jahr 1932 eingeleitet, im wesentlichen unter Wiederaufnahme der früheren Beobachtungsverfahren, aber unter Berücksichtigung der in-

zwischen eingetretenen Veränderungen der Belastungs- und Geschwindigkeitsverhältnisse und unter Zuhilfenahme neuerzeitlicher Beobachtungsmittel. Die Messungen wurden in den Sommern 1933/34 durchgeführt und in schmunken Heften in

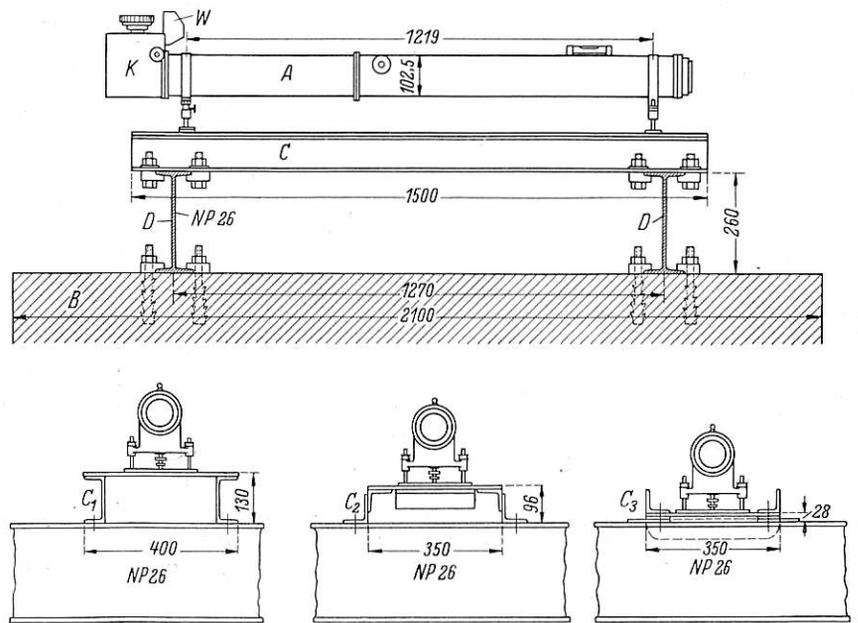


Schürfung: 1 Tonboden. 2 Feiner Sand. 3 und 4 Feiner Sand mit Wasser durchtränkt. 5 Ton. 6 Sand.

Abb. 1. Schnitt durch den Beobachtungsposten.

französischer und polnischer Sprache Anfang 1937 veröffentlicht. Das 1897/98 von Wasiutyński angewendete Beobachtungsverfahren hat wie bekannt den Nachteil, daß sich die Beobachtungen auf ein ganz kurzes Gleisstück beschränken und daß die zu beobachtenden Gleisbauarten zur Beobachtungsvorrichtung hingebacht werden müssen statt umgekehrt. Aber es hat den unschätzbaren Vorteil, alle Fehler auszuschalten, die aus der Trägheit und dem verlorenen Spiel der verschiedenen Bestandteile der Beobachtungsvorrichtung entstehen können, so daß es ein wahrhaft zuverlässiges Bild der elastischen Formänderungen und der Spannungen im Oberbau liefert. Das hat Veranlassung gegeben, im Grundgedanken wieder das gleiche Beobachtungsverfahren anzuwenden wie 1897/98 (Abb. 1). Der Beobachtungsort lag bei km 7,3 der zweigleisigen Bahn Warschau—Skierniewice am Gleis Richtung nach Warschau in einer geraden, fast waagerechten Strecke zwischen den Bahnhöfen Pruszkow und Warschau bei Block Wochy. Beobachtet wurde nur ein einziges Gleisjoch. Die polnischen Regelschienen S 42,5 kg/m, 15 m lang, ruhen auf 22 getränkten Kiefernschwelen 270 x 26 x 16 cm und einer 52 cm starken Bettungsschicht (35 cm unter der Schwelle) aus Granit-schotter, der Anfang 1934 gegen Basaltschotter ausgetauscht wurde. Die Stöße lagern auf gekuppelten Schwelen, die Schienenenden je 50 mm freischwebend. Der Unterbau war gewachsener Boden bis auf 10 m Tiefe von sandiger Beschaffenheit. Um die Beobachtungsfernrohre auf die ganze Länge dieses Gleisjoches samt den anschließenden Stößen verschieben zu können, war die Fernrohre zu verschieben waren, 17 m lang (gegen 14 m i. J. 1897/98). Gegründet war diese Gleitbahn auf acht Pfählen von 10 m Länge, die auf die oberen 5 m Tiefe in Betonröhrenbrunnen frei standen und in den unteren 5 m in Sand eingerammt

waren. Die Pfahlköpfe tauchten auf 0,5 m Tiefe in einen dem Pfahlrost aufgelegten, 60 t schweren Klotz aus bewehrtem Beton (17 x 2,1 x 0,75 m). Auf diesem Klotz ruhte zunächst, dem Gleis gleichlaufend, ein Paar I-Träger mit 1,27 m Abstand, auf dem unter Zwischenschaltung von Querträgern zwei längsverschiebliche, ganz metallene Lichtbildkammern befestigt waren (Abb. 2). Ein 1,382 m langes, auf drei Fußschrauben ruhendes Messingrohr von 10,25 cm innerem Durchmesser diente als Dunkelkammer, ein Gehäuse aus Duraluminium zur Aufnahme der Filmstreifen (Abb. 3). Nach vorn war die Dunkelkammer mit einem Steinheilobjektiv von 60 cm Brennweite abgeschlossen. In einem mittleren Abstand von 90,37 cm hinter dem Objektiv befindet sich ein Okular von 2,7 cm Brennweite mit Zahnstangenantrieb verschiebbar. Die Vorrichtung gibt von Gegenständen, die sich in 3,5 m Abstand vom Objektiv befinden, Bilder in vierfacher Vergrößerung. Durch eine Gruppe von Prismen (Abb. 4) war es möglich, auf ein und denselben Filmstreifen gleichzeitig die Schaulinien der lotrechten und der waagerechten Bewegungen der beobachteten Schiene aufzunehmen. Auf diese Weise konnten gleichzeitig die Schaulinien der lotrechten Biegungen der Schiene und der Spannungen im Schienenfuß auf ein und denselben Filmstreifen untereinander aufgenommen werden. Die Spannungen ergaben sich aus den Längenänderungen auf 80 mm Faserlänge der Schiene. Als Beobachtungsmarken dienten kleine konvexe Kugelspiegel von 1 mm Durchmesser aus poliertem Stahl, die auf 1,5 m Abstand mittels parabolischer Spiegel durch Bogenlampen beleuchtet waren und die auf dem ablaufenden Filmstreifen Schaulinienbilder großer Feinheit von den schnellsten Bewegungen gaben. Die Beobachtungen fanden in Ausnützung von Betriebspausen fast durchwegs bei Nacht statt. Die Genauigkeit der Aufnahmen, die Standfestigkeit des Betonklotzes, der Einfluß der Temperatur der Bogenlampenbeleuchtung auf die Halter der Kugelspiegel-



C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, Apparat verschieden hoch gestellt.

Abb. 2. Lichtbildvorrichtung auf ihrer Unterlage.

marken u. ä. wurden in Ansehung der Kleinheit der zu beobachtenden Schwingungsbewegungen genauen Nachprüfungen unterzogen. So wurde z. B. der wahrscheinliche Fehler in der Messung der Spannungen in den Schienen zu  $\pm 0,91 \text{ kg/mm}^2$  festgestellt.

Die bekannte Vieldeutigkeit der sogenannten „Bettungsziffer“ C, für die Wasiutyński seinerzeit die richtige Be-

zeichnung „Nachgiebigkeitsziffer der Schwellenunterlage“ vorgeschlagen hat, gab Veranlassung zu eingehenden Versuchen und theoretischen Berechnungen. Die in die Oberbauberechnung eingehenden Festwerte wurden wie folgt festgestellt:

Die „Schienenauflegeziffer“  $D$  wurde für das beobachtete Gleis zu 10,0 bis 8,7 t/cm und die „Schwellenauflegeziffer“  $D'$  unter Berücksichtigung der Schwellenzusammendrückung zu 11,0 bis 9,4 t/cm gefunden. Dabei blieb der Wert  $D$  bis zu Geschwindigkeiten von 107 km/h ungefähr gleich. Seine Unterschiede stiegen aber je nach der Schwellenunterstopfung bis zu 30%. Die Zusammendrückbarkeitsziffer einer guten, mäßig feuchten Schwelle ergab sich ungefähr zu 120 t/cm.

mit verschiedenen Geschwindigkeiten zwischen 8 und 112 km/h feststellen und die Einwirkung der verschiedenen Lokomotiven auf den Oberbau untereinander in Vergleich bringen. Bei den mit den Beobachtungen zu vergleichenden theoretischen statischen Berechnungen geht Wasiutyński von einer Umrechnung des Querschwellengleises auf den viel einfacheren Langträger aus. Die Urheberschaft dieses Umrechnungsgedankens schreibt Wasiutyński wohl nicht ganz richtig Prof. Timoschenko zu. Der Gedanke geht viel weiter auf Flamache und vielleicht noch andere zurück. Die Ergebnisse beider Berechnungsarten unterscheiden sich sowohl bei Einzellasten als auch bei Lastenreihen für den vorliegenden Oberbau

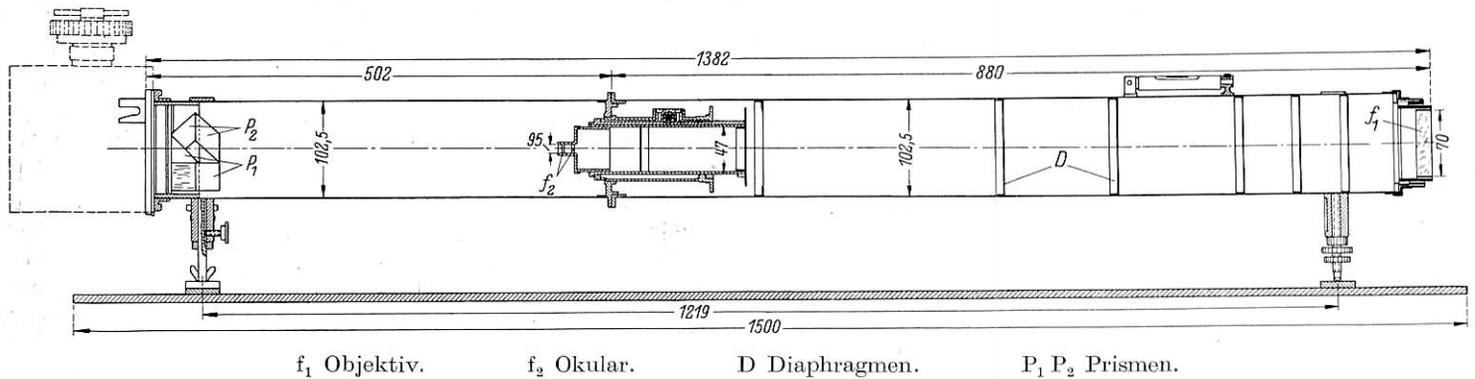
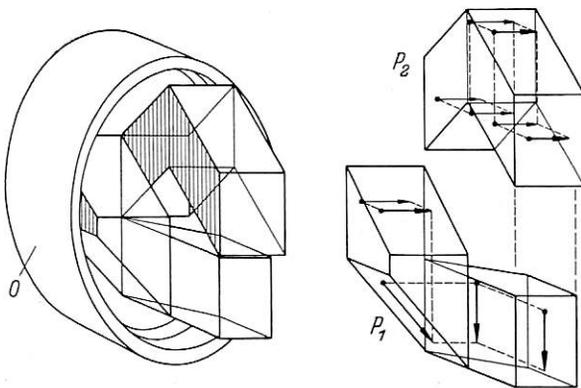


Abb. 3. Längenschnitt des Lichtbildapparates.

Die „Nachgiebigkeitsziffer der Schwellenunterlage“ unter Einrechnung der Zusammendrückbarkeit der Schwelle ergab sich im Mittel zu 3,5 bis 3 kg/cm<sup>3</sup>. Die Nachgiebigkeitsziffer des gewachsenen Sandunterbaues war im Mittel 3,1 kg/cm<sup>3</sup>. Die eigentliche „Bettungsnummer“ bei völlig starrem Unterbau hatte einen Mittelwert von 6,1 kg/cm<sup>3</sup>.

um höchstens 0,5%, was also noch um die Hälfte unter dem 1% bleibt, das seinerzeit Flamache angegeben hat.

Der Einfluß der Geschwindigkeit äußerte sich unter den Triebrädern der Lokomotiven in verhältnismäßig geringem Maße. Besonders bis zu Geschwindigkeiten von 80 und 90 km/h sind nur geringe Zunahmen der Formänderungen festzustellen. Erst von da an kommen etwas wesentlichere Zunahmen vor, die aber bei den untersuchten drei Lokomotivformen, abgesehen von Unregelmäßigkeiten in den Laufflächen der Radreifen, 28% derer, die bei langsamer Fahrt auftreten, nicht überschritten. Es traten dabei aber auch Unregelmäßigkeiten auf, wie Stehenbleiben und selbst Abnahme der Formänderungen mit zunehmender Geschwindigkeit, besonders soweit diese nicht über 80 km/h hinausgehen. Bei großen Geschwindigkeiten sind die Formänderungen größeren Schwankungen unterworfen als bei geringeren. Bei den Tenderrädern und noch ausgesprochener bei den Laufrädern der Lokomotiven macht sich der Einfluß der Geschwindigkeit noch weniger geltend.



$P_1$  Prismen für Drehung des Bildes um 90°.  $P_a$  Prismen für Kompensation. O Prismengehäuse.

Abb. 4. Prismengruppen.

Bezüglich der bei den untersuchten drei Lokomotivformen festgestellten maschinentechnischen Besonderheiten muß auf die Quelle verwiesen werden.

Während der Zugbewegung ist die Schiene freien Schwingungen unterworfen, deren Periode zwischen den Grenzen von 0,006'' bis 0,004'' wechselt. Die Ausschlagweite dieser freien Schienenschwingungen geht nicht über 1% der Durchbiegungen der Schiene unter den Radlasten hinaus.

Man hat auch beobachtet, daß die Formänderungen an Schiene und Schwelle der Last naheilen, eine Beobachtung, die seinerzeit schon an der Warschau-Wiener Bahn gemacht werden konnte, damals aber nicht genügend aufgeklärt wurde. Es wurden aus diesem Anlaß diesmal besondere Versuche und Beobachtungen angestellt. Das Nacheilen betrug zeitlich zwischen 0,004'' und 0,014'', im Mittel 0,008''.

Die Formänderungen der Schiene unter dem der Lokomotive vorauseilenden Drehgestell äußerten sich unter der ersten Drehgestellachse in größeren Schwankungen als unter der zweiten.

Zur Einschränkung der dynamischen Wirkungen der Lokomotivräder wurde als erstrebenswert ermittelt, daß der

Man hat dann den Wert  $C$  auch derart festzustellen versucht, daß man in dem Versuchsloch eine einzelne Schwelle etwa in der Jochmitte völlig aus ihrer Verbindung mit dem Gleis löste und dem Druck zweier Wasserdruckpressen unterwarf. Die beobachteten Werte waren ungefähr zweimal so groß als die Werte, die man unter dem Zug bei gleichzeitiger Beteiligung einer ganzen Schwellengruppe beobachtet hatte. Der so erhaltene Wert war offensichtlich zur Berechnung der Formänderungen der Schiene nicht geeignet und entsprach nicht den Arbeitsverhältnissen des Oberbaues. Er mußte verworfen werden.

Die in einer reichen Sammlung von Zahlentafeln und Schaulinien für die drei zu untersuchenden Lokomotivarten niedergelegten Beobachtungen der lotrechten Formänderungen der Schiene sollen das Arbeiten der Schienen beim Befahren

nicht ausgeglichene Überschub der Gegengewichte 10% nicht übersteigen und daß der Überschub auf die Triebachsen gleichmäßig verteilt sein soll. Unrunde Fehlerstellen in den Laufflächen der Radreifen sollten in den Vorschriften nicht nur der Tiefe nach begrenzt sein, sondern es sollte auch eine größte zulässige Länge vorgeschrieben sein. Tiefe Flachstellen müssen auf größere Länge ausgeglichen sein. Bei Geschwindigkeiten zwischen 80 und 100 km/h sind Raddrücke in Rechnung zu setzen, die um etwa 30% gegenüber den statischen erhöht sind, unter 80 km/h um etwa 20%, vorausgesetzt, daß keine zu großen nicht ausgeglichenen Gegengewichte und keine zu großen Fehlerstellen an den Laufflächen der Radreifen vorhanden sind. Die Längsspannungen in den Schienenfasern wurden, wie schon oben erwähnt, mit den Schienendurchbiegungen gleichzeitig auf ein und demselben Filmstreifen aufgenommen. Sie wurden aus den Längenänderungen der Längsfasern der Schiene auf 80 mm Beobachtungslänge errechnet, und zwar an drei Punkten des Schienenquerschnitts: in Schienenfußmitte, also in der lotrechten Schienenachse, an der Außenseite des Schienenfußes und an der Außenseite der Schienenkopflauffläche. Diese Spannungsbeobachtungen, für die nur wenige betriebsfreie Nachtstunden zur Verfügung standen, erforderten eine große Zahl von Mikrometerablesungen und Ausrechnung von vielen Differenzwerten, um genaue Schaulinien zu bekommen. Da diese Beobachtungen infolge ihrer Schwierigkeit nicht immer glückten, so ergab sich ihre Zahl schließlich geringer als die der Schienenbiegung, die mit ihnen im Vergleich standen. Man mußte daher die Zahl der Ablesungen in gewissen Fällen auf die aufschlußreichsten Stellen der Schaulinien unter der Last und in ihrer Nähe beschränken. Es stellte sich heraus, daß in einem Geschwindigkeitsbereich zwischen 5 und 106 km/h die Spannungen und damit die Arbeitsgrößen der Schiene im allgemeinen von den Geschwindigkeiten unabhängig sind. Unter dem gleichen Rad können die Spannungen oft bei geringen Geschwindigkeiten höher sein als bei größeren. Die in Schienenfußmitte bei verschiedenen Geschwindigkeiten festgestellten Spannungen unter bewegten Lasten stimmen gut mit den errechneten Spannungen unter ruhender Last überein. Die Spannungen an der Außenkante des Schienenfußes stimmen nicht gleich gut; sie sind oft größer als die rechnerischen Ruhespannungen, was auf den Einfluß von seitlichen und verwindenden Kräften schließen läßt. Die gleiche Beobachtung wurde auch an der Außenseite der Schienenlauffläche gemacht.

Die Prüfung der Schaubilder der Schienenspannungen und ihr Vergleich mit denen der auf gleichem Filmstreifen aufgenommenen Schienenbiegungen, sowie mit denen der Ruhelast (neun ganzseitige Schaubilder samt folgenden Zusammenstellungen) zeigt, daß für den Beobachtungspunkt in Schienenfußmitte bessere Übereinstimmung besteht als für die beiden anderen Punkte. Aber auch hier kommen Unstimmigkeiten vor, große Spannungen unter Rädern, die keine von der Regel abweichende Einbiegungen veranlaßt haben und selbst solche unter entlasteten Rädern. Es erhellt, daß die Seitenkräfte ebenso wie die Verdrehungskräfte um die Schienenlängsachse einen großen Einfluß auf die Arbeitsgröße der Schiene haben. Die Unterschiede der Spannungen unter dem gleichen Rad schwanken im allgemeinen in viel weiteren Grenzen als die der Schieneneinbiegungen und erreichen bis zu 90% der Spannungen unter der gleichen ruhenden Last. Man hat auch in einem Einzelfall unter der zweiten Drehgestellachse der Pu 29 eine Spannung beobachtet, die zwar an sich nicht sehr hoch war, aber 159% der Spannung unter der Ruhelast überschritt. Die beobachteten Höchstspannungen waren bei der Ok 22 11,3 kg/mm<sup>2</sup>, Pt 31 16,7 kg/mm<sup>2</sup> und Pu 29 15,1 kg/mm<sup>2</sup>.

Bei den Vergleichen der Spannungen in den Schienen unter bewegter Last und im Ruhezustand zur Beurteilung der

dynamischen Einflüsse wurde der Berechnung der Ruhespannungen die Annahme der Schiene als Langträger zugrunde gelegt, da ja der Unterschied der Spannungen für diese Annahme von der bei Einzelquerschwellenunterlage nicht groß ist, gleichviel, ob es sich um Einzellast oder Lastenreihe handelt. Die Langträgerannahme liefert mehr als um 5% niedrigere Spannungen als die Querschwellenannahme. Darin liegt eine gewisse Sicherheit der Einschätzung der beobachteten Spannungen gegenüber den berechneten Ruhespannungen.

Die beobachteten Spannungen unter den Lokomotiven bis zu Geschwindigkeiten von 110 km/h in gerader, waagerechter Strecke nähern sich im allgemeinen den errechneten Ruhespannungen, aber zwischen 80 und 110 km/h bei den Triebrädern weniger als bei den geringeren Geschwindigkeiten.

Die starken Spannungen in der Schiene sind nicht immer von starken Schienendurchbiegungen begleitet. Die Schienendurchbiegungen können zuweilen sogar unter den errechneten Ruhedurchbiegungen bleiben. Bei Geschwindigkeiten zwischen 80 und 110 km/h gehen die beobachteten Schienenspannungen unter jedem Rad für sich genommen um 45% und bei geringeren Geschwindigkeiten um 35% über die entsprechenden berechneten größten Einbiegungen hinaus. Diese Beobachtungen zeigen, daß die Arbeit der Schiene nicht nur von den lotrechten Kräften, sondern auch von anderen, besonders den Seiten- und Torsionskräften abhängt und geben für gerade waagerechte Strecke ein Gesamtbild der Kräfteeinwirkung.

Die Filmaufnahmen der lotrechten Schienenbewegungen zeigen, daß die Beobachtungspunkte beim Vorübergang der Lasten ihre lotrechte Lage nicht beibehalten, sondern davon in der Längsrichtung abweichen. Da sich die Schienenquerschnitte bei Biegung der Schienen bekanntlich um die neutrale Achse drehen, so war diese Erscheinung von vornherein zu erwarten. Aber es zeigte sich, daß diese elastischen Verschiebungen, die als achsiale Schwingungen auftreten, sich auch auf die neutrale Achse beziehen, deren Punkte sich in Längsrichtung etwas bewegen. Es muß also eine elastische Gegenwirkung der Schiene ebenso wie ihrer Auflager in Achsrichtung vorhanden sein, die unter den am Laufkreis der Lokomotivtriebäder durch Haftreibung wirkenden, Oberflächenkräften als achsiale Schwingungen auftritt. Man hat daher, ebenso wie man früher die Schienenauflegeziffer für lotrechte Drücke gemessen hatte, auch die für waagerechte Drücke bestimmt. Dies geschah derart, daß man am Beobachtungsgleisjoch am einen Ende die Laschen löste, dafür an den beiden Enden der Schienen je einen Schuh unter Benützung der Laschenlöcher befestigte und zwischen diesen Schuhen an beiden Schienensträngen je eine Druckwasserpresse wirken ließ. Auch die Laschen am anderen Ende des Beobachtungsjoches wurden weggenommen, so daß sich der Fall eines freigelegten Balkenträgers ergab. Wegen der etwas umständlichen Einzelheiten dieses Versuches muß auf die Quelle Bezug genommen werden. Man fand schließlich als Schienenauflegeziffer für waagerechte Schienenachsdrücke eine Ziffer von 12,52 t/cm, die sich also von der gleichen Ziffer für lotrechte Drücke von 10 t/cm nicht zu sehr unterschied. Ebenso wie man früher für lotrechte Drücke die Zulässigkeit, die Berechnung des auf Einzelschwellen ruhenden Gleisstranges durch eine solche des gleichmäßig unterstützten Langträgers zu ersetzen, untersucht hatte, ging man den gleichen Weg auch für waagerechte Achsdrücke. Es stellte sich heraus, daß auch nach dieser Richtung die Oberbau-berechnung ohne merklichen Fehler auf die Langträgerberechnung umgestellt werden kann. Die vorliegende Arbeit Wasiu-tyńskis gibt also nach mehrfacher Richtung Stützen für die zur Zeit als wichtig auf der Tagesordnung stehenden Bestrebungen, die viel einfachere Langträgerberechnung einzuführen.

Man hat den letztbeschriebenen Versuch dann auch derart

wiederholt, daß man die Laschen auf der den hydraulischen Pressen entgegengesetzten Seite des Beobachtungsgleisjoches wieder anlegte und so dieses Joch mit dem übrigen Gleis nach einer Seite in Verbindung brachte. Man hat ermittelt, daß die Schienen bei Laschenverbindung unter dem Einfluß achsialer Längskräfte ungefähr ebenso arbeiten wie ein einseitig unendlich langer, zusammenhängender Balken. Die Schienen auf der Strecke verhalten sich gegenüber den achsialen Längskräften annähernd wie ein Balken auf einer unendlichen Reihe elastischer Stützen.

Die Beobachtungen der achsialen Schwingungen der Schiene, die eine Periode entsprechend der der Dampfdruckschwankungen in einem der Lokomotivzylinder besitzen, scheinen zu erweisen, daß der auf der anderen Seite der Lokomotive befindliche Dampfzylinder keinen merkbaren Einfluß

hat auf die achsialen Schwingungen der Schiene der entgegengesetzten Seite.

Die Spannungen, die in den Schienen durch die am Laufkreis der Triebräder wirkenden Kräfte auftreten, gehen nicht über  $10 \text{ kg/cm}^2$  für die Tonne der achsialen Längskraft hinaus und können bei ihrer geringen Größe in der Mehrzahl der Fälle vernachlässigt werden.

Die Bedeutung dieser gesamten Beobachtungen, die Wasutyński auf 136 Seiten mit 77 Abbildungen und 47 Tabellen niedergelegt hat, geht über die Bedeutung der sie veranlassenden Einführung einiger neuer Lokomotivformen weit hinaus. Die Beobachtungen füllen Lücken aus, die darin bestehen, daß die Berechnung des Eisenbahnoberbaues bekanntlich nicht in genügendem Maße durch gründliche Beobachtungen am Gleis gestützt ist. Dr. H. Saller, München.

## Geräte zur Pfeilhöhenmessung.

Von Oberlandmesser Höfer, Altona.

Um die Pfeilhöhe eines Bogenabschnittes zu messen, stellte man ursprünglich die Bogensehne durch eine Schnur dar, die an den Enden des Abschnitts mit dem Daumen an den Schienenkopf gedrückt und straff gespannt wurde; in der Mitte legte man einen Maßstab an und las daran die Pfeilhöhe ab. Beim Übergang in die Gerade klebte die Schnur leicht an der Schiene, und schwache Gegenbogen ließen sich überhaupt nicht erfassen.

Im Jahre 1914 wurde ein Schnurgerät in den Handel gebracht, das die Sehne und den Nullpunkt des Maßstabes um ein gleiches Maß von der Schienenkante abrückt. Damit ließen sich auch kleine negative Pfeilhöhen ablesen. Seidene Angelschnur ermöglichte zwar Ablesung auf halbe Millimeter; aber sie kam schon bei mäßigem Wind nicht zur Ruhe und zerriß bei starker Spannung. Versuche mit Draht befriedigten auch nicht; er verträgt zwar stärkere Spannung; wenn er aber reißt, kann man ihn nicht knoten, also nicht weiterarbeiten, falls nicht Ersatz zur Stelle ist.

Um 1930 wurde der erste schnurlose Pfeilhöhenmesser hergestellt. Ein Fernrohr endet mit einer Hülse, die auf einem in Sehnenmitte waagrecht anzulegenden Maßstab gleitet. Eine Gruppe von Glaskeilen, die über der Schiebhülse unter der Auffanglinse eingebaut ist, fängt die Bilder zweier Zieltafeln auf, die an den Sehnenenden aufzuhalten sind, und lenkt sie als Mischbild dem Guckloch zu. Ein Fadenkreuz ist nicht vorhanden. Die Zieltafeln zeigen eine Raute und einen senkrechten Strich. Das Fernrohr muß auf dem Maßstab so zurecht geschoben werden, daß der Strich mitten durch die Raute geht. Bei dieser Stellung gibt eine Ablesemarke am Ausschnitt der Hülse die Pfeilhöhe an. Abb. 1 zeigt die Bauart des Fernrohrgerätes und eine der Zieltafeln. Alle drei Teile sind auf Anschlag an die Schiene bei den Teilungsmarken eingerichtet. Man darf mit dem Maßstab auf die dem Teilpunkt zunächst liegende Schwelle gehen, ohne einen merklichen Fehler zu machen; im Schotter ist die Aufstellung unbequem und beschwerlich.

Das Gerät ist gegenüber der Abbildung weiter vervollkommen worden durch Hinzufügung einer Zahnstange mit Triebsschraube unter dem Maßstab; die Stützschraube ist durch einen glatten Schaft ersetzt, an den der Maßstab durch eine schnell zu bedienende Auffangvorrichtung angehängt wird; eine geringe Drehung des Knopfes stellt dann den Maßstab vollends waagrecht. Alle Teile sind mit Röhrenlibellen versehen.

Bei der bis vor kurzem allein üblichen Messung an der 20 m-Seehe waren die Messungsergebnisse sehr genau, weil die Geräte von der Herstellungsfirma Dennert und Pape in Altona auf 10 m Sicht nach beiden Seiten durch entsprechende

Anzeichnung des Ablesestriches gewissermaßen geeicht wurden. Um das Gerät zu mäßigem Preise herstellen zu können, wurden Glaskeile eingebaut, die als Handelsware im großen zu beschaffen sind. Die Glaskeilfertigung hat einen so hohen Stand erreicht, daß der Hauptbrechungswinkel von  $90^\circ$  für die kurze Entfernung von 10 m als fehlerlos angesehen werden darf. Bei der Ablenkung des Mischbildes der beiden Ziele nach dem Guckloch muß aber der Winkel benutzt werden, den der Schnitt durch den dreikantigen Glasstab mit der Längsachse des Stabes bildet, und dieser Winkel hat bei der Handelsware nicht die gleiche Genauigkeit. Daher kommt es, daß ein der-

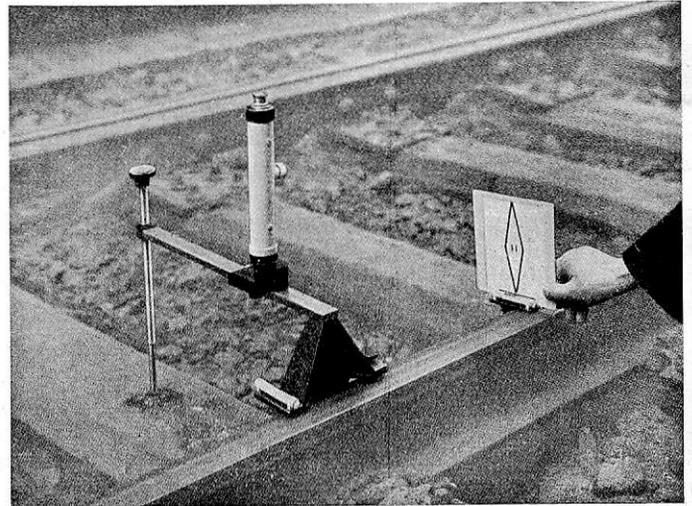


Abb. 1.

artiges, für 10 m Zielweite gebautes Gerät für eine andere Zielweite, etwa 15 m, unter Umständen nicht genau arbeitet

Jeder beharrliche Fehler eines Meßgerätes ist harmlos, wenn man ihn kennt; er verursacht dann höchstens eine Unbequemlichkeit. Mißt man an einer annähernd geraden Strecke mit unverbrauchten Schienen die Pfeilhöhe an beiden Seiten, innen und außen, so gibt das Mittel aus beiden Beobachtungen die richtige Durchbiegung an. Liest man z. B. innen  $+0,05 \text{ cm}$  und außen  $-0,16 \text{ cm}$  ab, so ist für die Innenseite  $-0,055 \text{ cm}$  der richtige Wert; man mißt also innen alle Pfeilhöhen um  $0,105 \text{ cm}$  zu groß. Anstatt alle Pfeilhöhen um dieses Maß zu verbessern, legt man bei Verarbeitung der Messung im Biege-(Winkelbild-)Verfahren die Abschlußtangente auf dem Millimeterpapier entsprechend schräg in das Netz. Die Wirkung entspricht der Arbeit mit gekürzten — oder vergrößerten — Pfeilhöhen; die Summenlinie wird

nicht davon beeinflusst. Nur bei Feststellung der Halbmesser muß man unter Umständen darauf Rücksicht nehmen.

Die Nachteile der Messung an Schnur oder Draht machen sich um so stärker geltend, je länger die Sehne ist, besonders also bei der dringend notwendigen Sicherungsmessung über die Festpunktkette. Die Festpunkte stehen je 15 bis 20 m voneinander entfernt, die Sehnen sind demnach 30 bis 40 m lang, in Ausnahmefällen noch länger. Hier ist eine von Wind unangreifbare „Luftlinie“ als Sehne besonders erwünscht. Die Messung mit dem Theodoliten ist zu zeitraubend. Der vorbeschriebene schnurlose Pfeilhöhenmesser eignet sich nicht, weil man ihn und seine Zubehörteile nicht an die auf senkrechten Schienenpfosten angebrachten Festpunktmarken anstoßen und wegen der stark schwankenden Höhe der Pfosten über dem Boden keine zugleich handliche und doch für alle Fälle genügend lange und sichere Stütze bauen kann. Es mußte ein besonderes Gerät für diesen Zweck erdacht werden, das zugleich frei sein sollte von den Unvollkommenheiten, die das ältere Gerät bei ungleichen Zielweiten aufweisen kann, wenn die Glaskeile nicht ganz genau geschliffen sind.

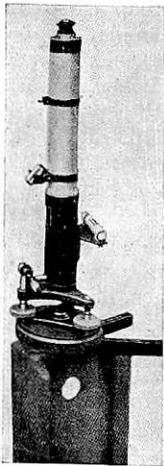


Abb. 2.

Die Beobachtung aus der Mitte wurde aufgegeben. Das als „Gleisvermarkungsprüfer“ bezeichnete, in Abb. 2 dargestellte Gerät wird an einem Sehnende aufgestellt. Als Ziel dient eine mit Doppelstrich und Raute oder Pfeilmuster bemalte Latte von rund  $\frac{1}{2}$  m Höhe. Am Zwischenpunkt wird die Pfeilhöhe an einer waagrecht zu haltenden Latte unmittelbar abgelesen. Das Fernrohr hat zu diesem Zweck ein Fadenkreuz (ein senkrechter Faden würde genügen). Die Wandung des Fernrohrs ist im unteren Teil durch ein Fenster unterbrochen; der hier eintretende Zielstrahl wird durch einen Glaskeil in die Sehachse abgelenkt.

Von den Dreifußschrauben liegt eine genau unter dem Fenster, so daß das Rohr in der durch die Sehne gehenden senkrechten Ebene geneigt werden kann, um das Ziel ins Gesichtsfeld zu bringen, nachdem man es mit den beiden anderen Fußschrauben unter der Röhrenlibelle in diese Ebene gebracht hat. Die beiden Leisten unter dem drehbaren Teller sind wie Zirkelfüße gegeneinander verschwenkbar und bieten in irgendeiner Stellung stets ein sicheres Auflager, auch wenn die Marke ungünstig sitzt. Über die Leisten ragt nach unten im Mittelpunkt des Tellers ein spitzer Dorn heraus, der auf die Marke gesetzt wird. Ziel- und Ableselatte sind gleichfalls mit Dorn und Libelle versehen.

Da Fehler bei der Absetzung vorkommen können, empfiehlt es sich, die Marken vorerst nur einzukörnen und die Kerben erst nach der Prüfungsmessung und etwa nötiger Berichtigung einzusägen. Falls die Marken nur mit Ölkreide angezeichnet sind, das Gefühl also nichts über die richtige Stellung des Gerätes aussagen kann, so muß sich ein Gehilfe bücken und den Dorn auf den Strich einweisen, den man etwas an dem Pfosten herunterziehen mag.

Um das Ziel leichter zu finden, ist außen am Fernrohr ein kleiner Spiegel mit Ritzmarke und am oberen Fernrohr ring ein Zielstift angebracht; für genaue Einstellung des Zieles sorgt eine Feinstellschraube.

30 m-Seehe — ausreicht. Muß man ausnahmsweise darüber hinausgehen, so lasse man einen Gliedermaßstab auf die Latte auflegen.

Bei der Berichtigung einer fehlerhaften Vermarkung ist zu berücksichtigen, daß die Verschiebung einer Marke stets die Pfeilhöhen an den Nachbarpunkten mitbeeinflusst. Vergrößert man nach Abb. 3 eine Pfeilhöhe  $h_3$  um ein Maß  $v_3$ , so vermindert sich die Pfeilhöhe  $h_2$  um  $\frac{1}{2} \cdot v_3$ , wenn die Teilpunkte 1, 2 und 3 gleiche Abstände haben. Wenn die Strecken  $s_4$  und  $s_5$  verschieden sind, vermindert sich  $h_4$  um  $v_3 \cdot \frac{s_5}{s_4 + s_5}$ . Für die Verschiebung einer Marke nach innen gilt das Umgekehrte: die Nachbarwerte wachsen.

Ein grober Fehler verrät sich dadurch, daß eine Pfeilhöhe auffallend groß oder klein und die beiden benachbarten um etwa den halben Betrag zu klein oder zu groß sind.

Folgendes Beispiel ist ein Ausschnitt aus der Sicherungsmessung eines Korb Bogens, der bis km 2,5 + 30 einen Halb-

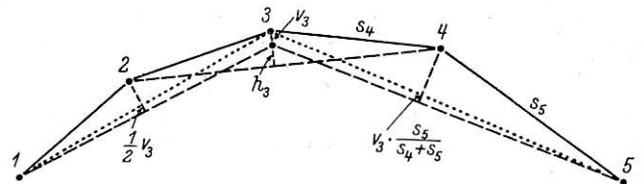


Abb. 3.

messer von 670 m hat; bei diesem Punkt beginnt eine kubische Parabel von 60 m Länge, die zu einem Bogen von 1420 m Halbmesser überleitet.

km	Bogen	h (Soll) mm	h (Ist) mm	$v_1$	$E_1$	$v_2$	$E_2$
2,5 + 70	R = 670 m	168	168	—	—	—	168
85		168	160	—	—	—	165
2,6	Üb.- Bogen	168	223	—	178	—10	168
+ 15		168	74	+ 90	164	—	169
30		164	210	—	165	—	166
45		146	142	—	—	+ 2	144
60		124	124	—	—	—	123

Die Sollbeträge der Pfeilhöhen werden nach einfachen Formeln berechnet, die man im Anhang zur Kurventafel von Sarrazin seit der 48. Auflage abgedruckt findet.

Offenbar ist bei km 2,6 + 15 ein grober Fehler; eine Verbesserung um + 94 mm scheint hier angezeigt. Die folgende Pfeilhöhe würde dadurch mit  $210 - 47 = 163$  schon reichlich klein, die vorhergehende aber mit  $223 - 47 = 176$  unerwünscht groß. Diese wird man aber gern durch Punktverschiebung verkleinern, weil die ihr vorhergehende zu klein ist, also wachsen soll. Damit muß aber auch die Pfeilhöhe bei km 2,6 + 15 wiederum wachsen. Wir begnügen uns daher mit einer Verbesserung um nur 90 statt 94 mm. In Spalte  $E_1$  sehen wir die Ergebnisse. Bringen wir die weiteren Verbesserungen  $v_2$  an, so erhalten wir in Spalte  $E_2$  Ergebnisse, die in erlaubten Grenzen mit den Sollwerten übereinstimmen. Es sind also die Marke bei 2,6 um 10 mm nach innen, die bei 2,6 + 15 um 90 mm und die bei 2,6 + 45 um 2 mm nach außen zu versetzen.

# Rundschau.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Umbau einer Zweigbahn von Meterspur in Breitspur in Südindien.

Die Zweigbahn Shoranur—Cochin verbindet den aufstrebenden Hafen Cochin mit dem Netz der Südindischen Eisenbahnen. Während die Südindischen Eisenbahnen Breitspur (1,67 m) besitzen, war die Zweigbahn Shoranur—Cochin in Meterspur ausgeführt. Um den unmittelbaren Übergang ohne kostspieliges Umladen zu ermöglichen wurde sie in den Jahren 1931 bis 1934 auf Breitspur umgebaut. Fast alle der über 200 Brücken und Durchlässe mußten verstärkt oder erneuert werden, umfangreiche Erdarbeiten waren durchzuführen. Die gesamten Bauarbeiten mußten unter Aufrechterhaltung des Verkehrs vor sich gehen.

Der Bauvorgang wird wie folgt beschrieben: Da die alte Meterspurlinie viele Kurven aufwies, die für die Breitspur zu eng waren, waren zuerst umfangreiche Linienverbesserungen durchzuführen. 21 km der etwa 100 km langen Strecke mußten auf diese Weise verlegt und zum Teil neugebaut werden. Die Meterspur wurde abschnittsweise in die jeweils fertiggestellte neue Linienführung verzogen. Gleichzeitig wurden die alten Schwellen gegen Breitspurschwellen ausgewechselt. Der Schwellenabstand wurde so ausgeteilt, daß er sowohl für die 9 m langen Meterspurschienen als auch für die 12 m langen Breitspurschienen (rund 41 kg/m) genügte. Soweit die alte Linienführung beibehalten werden konnte, wurde auf dem laufenden Meter 0,65 m<sup>3</sup> neues Bettungsmaterial eingebracht.

Die Schwellenauswechslung, bei der 16 Schwellen für die 12 m-Schiene verlegt wurden, war im Januar 1933 beendet. Die Breitspurschienen wurden außerhalb der Meterspur verlegt, jedoch ohne Unterlagsplatten an den Stößen bis zur endgültigen Umlegung. Wegen des Höhenunterschieds zwischen der Meterspurschiene und der Breitspurschiene wurde an den schienen-gleichen Übergängen das Meterspurgleis unter Verwendung gekappter Schwellen, die zwischen den Breitspurschwellen verlegt wurden, auf die Höhe der Breitspurschienen hochgezogen. Die Neigung der Rampen zu beiden Seiten betrug 1:100. Ähnlich wurden, um Verzögerungen am Übergangstag zu vermeiden, alle Breitspurweichen und Kreuzungen vollständig mit allen Stell-ausrüstungen eingeschaltet, wobei das Meterspurgleis mit einer Rampenneigung von 1:100 darüber hinweggeführt wurde. Am Tage der Umstellung brauchten daher nur die Gleise in den Bahnhöfen zusammengeschlossen und die Meterspurweichen und Kreuzungen entfernt zu werden. Um auch diese letzten Arbeiten möglichst gering zu halten, wurden bereits vorher sechs Kreuzungsbahnhöfe für die Kreuzungen des Meterspurverkehrs ausgeschaltet. Die endgültige Umlegung wurde in der Nacht vom 23. auf 24. Oktober 1934 in der Zeit von 11 Std. mit 600 Mann auf der ganzen Strecke durchgeführt. Die Brücken- und Neubauten, im ganzen 207 größeren und kleineren Umfangs wurden in einem Zeitraum von nicht ganz 2 1/2 Jahren durchgeführt, ohne daß der Verkehr eine Unterbrechung erlitt. Därr.

Rly. Gaz.

### Ein Eisenbahnzug zur Aufbereitung von Beton.

Die Umstellung einer Eisenbahnstrecke von Dampfbetrieb auf elektrische Zugförderung erfordert umfangreiche Arbeiten, deren Ausführung dadurch erschwert wird, daß sie den Betrieb nicht stören dürfen, die aber andererseits durch den Betrieb nicht behindert werden sollen. Sie können also, soweit sie sich im Gleis und in dem freizuhaltenden lichten Raum über dem Gleis abspielen oder soweit das Gleis in Anspruch genommen wird, nur in Zugpausen ausgeführt werden, und da eine Strecke, auf der man von Dampf zum elektrischen Strom als Zugkraft übergeht, in der Regel schwer belastet ist, sind diese Zugpausen im allgemeinen kurz. Es muß daher darauf bedacht genommen werden, daß die Arbeiten, die den Betrieb behindern, schnell ausgeführt werden können und daß dann das Gleis schnell geräumt wird. Nach diesen Gesichtspunkten ist ein Eisenbahnzug zusammengestellt, mit dessen Hilfe eine französische Unternehmung den Beton für die Mastfüße und andere Arbeiten an den Strecken La Loupe—Le Mans und beiderseits von Angoulême auf der Strecke Tours—

Bordeaux herstellt und einbaut. Beide Strecken sind zweigleisig. Die erstgenannte, zu den Staatsbahnen gehörig, ist 90 km lang, die zweite gehört zur Paris-Orléans-Midi-Eisenbahn und hat eine Länge von 100 km.

Der erste der beiden „Betonzüge“ besteht aus sechs Wagen zur Aufnahme des für den Beton benötigten Sandes und Kieses, zwei Wagen, auf denen Betonmischer aufgebaut sind, einem Wagen mit der Kraftanlage, einem Werkstatt- und einem Kesselwagen. Die beiden Betonmischer stehen in der Mitte des Zuges; zu jeder Seite dieser Gruppe stehen drei Kies- und Sandwagen, so daß die beiden Halbzüge auch einzeln verwendet werden können, nur muß dann für jeden eine besondere Kraftanlage vorhanden sein. An beiden Enden des Zuges laufen gewöhnliche bedeckte Güterwagen. Die Wagen für Kies und Sand fassen 24 m<sup>3</sup> und sind durch Zwischenwände so eingeteilt, daß 5/12 ihres Inhalts von Sand, 7/12 von Kies eingenommen werden. Die für jede Füllung des Mischers nötigen Mengen Kies und Sand werden selbsttätig abgemessen; die dazu benutzte Vorrichtung ist verschiebbar, so daß sie schnell unter die Schüttrümpfe der einzelnen Taschen der Wagen verschoben werden kann. Die Verschlußklappen dieser Taschen werden von Hand bedient. Die Massen gelangen aus den Schüttrümpfen auf einen Bandförderer, der sie an den nächsten Wagen weitergibt und sie schließlich dem Betonmischer zuführt. Auf das Förderband wird stets zuerst Sand aufgebracht, damit der grobe Kies auf die weiche Sandunterlage auffällt und nicht vom Förderband abspringen kann. Am Mischerwagen hebt ein Aufzug das Gemisch, dem vorher der Zement in abgemessener Menge zugefügt worden ist, in den Mischer. Der Tagesbedarf an Zement wird hier vor Nässe geschützt gelagert.

Die Betonmischer haben einen Fassungsraum von 1,2 m<sup>3</sup>. Sie schütten ihre Füllung auf einen Querförderer aus, der so eingestellt werden kann, daß der Beton durch einen an seinem Ende angebrachten Schüttrumpf in die für einen Mastfuß ausgehobene Baugrube fällt. Die ganze Vorrichtung kann so weit eingezogen werden, daß sie während der Fahrt des Zuges innerhalb des Wagenquerschnitts liegt.

Die Kraftanlage des Betonzugs besteht aus einem 100 PS-Benzinmotor. Der Kesselwagen faßt 22 m<sup>3</sup> Wasser. Er ist mit einer Pumpenanlage versehen, die sowohl zum Füllen des Behälters wie auch zur Zuführung des Wassers aus dem Behälter zum Betonmischer dienen kann.

Mit dem Zug können in zwei Stunden 100 bis 110 m<sup>3</sup> Beton hergestellt werden.

Ein zweiter ähnlicher Zug ist entsprechend ausgestattet, nur sind alle seine Einrichtungen für eine kleinere Betonmenge — 40 m<sup>3</sup> — eingerichtet.

Um den Betonzug mit den nötigen steinigen Bestandteilen für den Beton zu speisen, hat die Unternehmung an der Strecke La Loupe—Le Mans einen Steinbruch eröffnet, der täglich bei achtstündiger Arbeitszeit 250 bis 300 m<sup>3</sup> Schotter verschiedener Korngröße liefern kann. Er ist mit der an ihm vorbeiführenden Eisenbahnstrecke durch ein Zweiggleis verbunden. Der Schotter wird hier gewaschen, gesiebt und nach Korngrößen getrennt gelagert. Die Taschen, die zur Lagerung des Schotters dienen, sind so über dem Gleis angeordnet, daß der Schotter unmittelbar aus ihnen in die Eisenbahnwagen fällt. Wernekke.

### Schwierige Tunnelarbeiten bei einer nordamerikanischen Eisenbahn.

Umfangreiche Arbeiten ungewöhnlicher Art waren in dem Moffatt-Tunnel der Denver & Salt Lake Eisenbahn\*) auszuführen.

Der etwa 10 km lange Tunnel wurde Anfang des Jahres 1928 fertiggestellt. Zur Herabminderung der Baukosten wurden etwa 5 km des Tunnels vorläufig durch Auszimmerung mit Kiefernholz abgestützt, die im Laufe der Jahre allmählich durch endgültige Ausbetonierung ersetzt werden sollte. Der Tunnel liegt in waldreicher Gegend.

\*) Vergl. Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1930, S. 340.

Die Auszimmerung wurde so angeordnet, daß bei der endgültigen Ausbetonierung unter Wahrung des vorgeschriebenen freien Raumes für den Eisenbahnbetrieb zunächst eine Stärke der seitlichen Tunnelwände von 15 cm und des halbkreisförmigen Gewölbes von 30 cm innerhalb der Auszimmerung möglich sein sollte (Abb. 1). Die Herstellung der vollen Stärke des Betons sollte dann bei Beseitigung der Auszimmerung erfolgen.

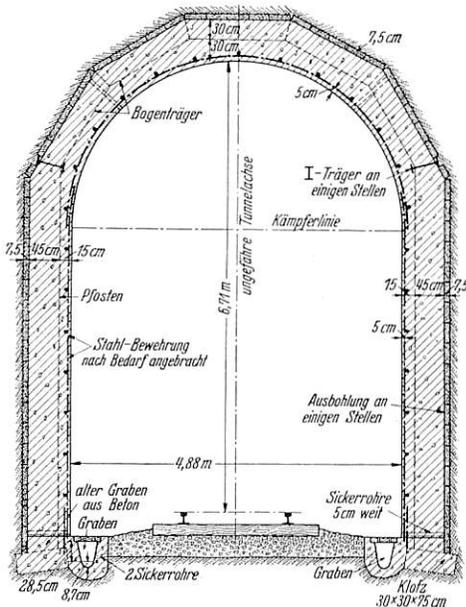


Abb. 1.

In wenigen Jahren ist jedoch durch den Druck des an der Luft zerfallenden Gesteins eine derartige Verschiebung der Auszimmerung aus ihrer ursprünglichen Lage eingetreten, daß an manchen Stellen eine Änderung der Gleisachse bis zu 21 cm notwendig wurde. Außerdem wurde das Holz durch die feuchte gleichbleibend warme Luft im Tunnel trotz kräftiger Entlüftungsanlage stark durch Fäulnis angegriffen. Die jährlichen Unterhaltungskosten beliefen sich infolgedessen im Jahre 1932 auf 75 000 Dollars mit der Aussicht auf erhebliche Steigerung dieses Betrages in den folgenden Jahren. Da die Verzinsung der Kosten für eine Ausbetonierung der mit Holz verzimmerten Tunnellänge auf nur 48 000 Dollars berechnet wurde, so wurde beschlossen, diese Arbeit in vollem Umfange möglichst bald auszuführen, und zwar in einer Reihenfolge, daß mit Ersatz der schlechtesten Teile der Auszimmerung zunächst begonnen und dadurch schon ein Fortfall der laufenden Unterhaltungskosten erreicht wurde.

Der schlechte Zustand der Auszimmerung machte es an manchen Stellen auch notwendig, vor Ausführung der Betonarbeiten das Holz vorübergehend durch alte Schienen zu ersetzen, die dem Tunnelprofil entsprechend gebogen, gegen seitliche Verschiebungen gesichert und im Scheitel miteinander verbunden wurden.

Bei der Ausbetonierung wurden außer der Auszimmerung auch das lose Felsgestein, die alte Hinterpackung und Ausbohrung beseitigt und der neue Beton in direkte Berührung mit dem gewachsenen Fels gebracht, wobei die senkrechten Tunnelwände eine Stärke von 45 cm, das Gewölbe eine solche von 60 cm erhielten. Die auf Abb. 1 dargestellte neue Ausbohrung ist nur an einigen Stellen ausgeführt.

Die Arbeiten im Tunnel wurden unter Verwendung von Druckluft ausgeführt. Die Betonmischanlage befand sich am Westeingang des Tunnels und wurde elektrisch angetrieben. Zur Ausbetonierung wurde die in Abb. 2 dargestellte stählerne Form von 12 m Länge verwendet, von welcher drei Stück in Benutzung waren. Sie wurden mittels Plattformwagen zur Arbeitsstelle gebracht, dort von einem Trichterwagen aus mit Beton gefüllt und blieben zur Erhärtung desselben 24 Stunden lang stehen. Bei weiteren Entfernungen zwischen Betonmischanlage und Arbeitsstelle im Tunnel wurden die Wagen zur Beförderung des Betons mit durch Druckluft angetriebene Schaufeln ausgerüstet, die den Beton während der Fahrt in Bewegung hielten.

Die vorerwähnte Einteilung der Arbeiten nach dem Gesichtspunkt, die bisher entstandenen Kosten für laufende Unterhaltung der Auszimmerung durch Ausbetonierung der schlechtesten Stellen zu vermeiden, bedingte die Fortführung der Arbeiten während des Winters, der in dem hochliegenden Gelände strenge Kälte und reichlichen Schneefall brachte. Infolgedessen mußten die Betonmischanlage und die zur Aufstellung der Betonwagen benutzte

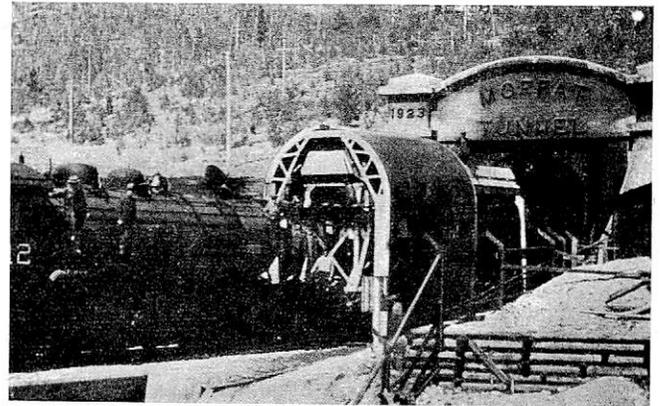


Abb. 2.

Gleislänge umbaut und durch eine Heizanlage erwärmt werden. Auch die Betonwagen waren mit Dampfheizung ausgestattet.  
Rly. Age. Sr.

### Ein Rückblick im Tunnelbau.

Nahezu 100 Jahre sind verflossen, seit der erste Unterwassertunnel fertiggestellt wurde. Es war dies eine Untertunnelung der Themse in London bei Rotherhithe, deren schwierige Ausführung in der englischen Zeitschrift *Modern Transport* kurz geschildert ist.

Im Jahre 1823 faßte der englische Ingenieur Brunel den Plan des Tunnels und es gelang ihm, eine Aktiengesellschaft für dessen Ausführung zu gründen. Brunel nahm dann die Arbeiten in Angriff; der weitaus größere Teil derselben wurde jedoch nach dem Tode Brunels von seinem Sohne fortgeführt. Nach Bildung der Aktiengesellschaft wurden sofort Probebohrungen bis zu einer Tiefe von 12 m vorgenommen, um die Beschaffenheit der Bodenschichten festzustellen, durch welche der Tunnel geführt werden sollte. Durch 39 in zwei parallelen Linien quer über die Themse geführten Bohrlöcher schien der Beweis erbracht zu sein, daß unter einer Kiesschicht eine Schicht von festem blauen Ton von genügender Stärke lag, um den Tunnel ohne zu große Schwierigkeiten herzustellen. Als Bauzeit wurden den Aktionären drei Jahre angegeben. Bei Rotherhithe wurde in einer Entfernung von etwa 46 m vom Stromufer ein kreisrunder Schacht von 15 m Dchm. abgesenkt. Die Wandung bestand aus 90 cm starkem Ziegelmauerwerk, das durch eiserne und hölzerne Reifen zusammengehalten wurde. Außerdem wurden in das Mauerwerk 48 senkrechte Eisenstäbe von 2,5 cm Dchm. eingebaut, die am oberen und unteren Ende des Schachts an je einem hölzernen Ring durch Verschraubung befestigt waren. Die Absenkung des Schachts bis zu einer Tiefe von 12 m geschah bei Aushub der Bodenmassen durch sein eigenes Gewicht. Die an der Tiefe dann noch fehlenden 6 m wurden durch Unterfangung des Mauerwerks hergestellt, um so die Öffnung für den Tunnel frei zu lassen.

Bei den Arbeiten für den dann in Angriff genommenen Tunnel selbst ergab sich die Schwierigkeit, daß man beim Vortrieb auf eine Schicht von Fließsand von großer Stärke und Ausdehnung stieß. Zur Umgehung wurde es notwendig, den Tunnel bis dicht unter die Flußsohle zu verlegen, die zum großen Teil aus Lehm gebildet war, der bei den Ausschachtungsarbeiten sowohl an den Seiten als auch oben abgestützt werden mußte, bis das Mauerwerk an dieser Stelle eingebaut war. Desgleichen mußte die Stirnseite der Ausschachtung, an welcher die Erdarbeiter die Bodenmassen entfernten, abgestützt werden. Zum Zweck dieser Abstützungen wurde ein „Schild“ eingebaut, das Brunel selbst als wandernden Fangedamm bezeichnete. Das „Schild“ bestand aus zwölf voneinander unabhängigen guß- und schmiedeeisernen Rahmen; jeder Rahmen 6,6 m hoch und etwa 1 m breit. Diese

Rahmen wurden wie Bücher auf einem Bücherbrett dicht nebeneinander gesetzt und stützten so die Stirnseite sowie den oberen und unteren Teil und die Seitenflächen der Ausschachtung. Die Entfernung zwischen Schild und Mauerwerk betrug etwa 1 m. Jeder Rahmen war durch gußeiserne Böden in drei übereinanderliegende Abteilungen getrennt; in diesen insgesamt 36 Abteilungen standen die Tunnelarbeiter und entfernten die an der Stirnseite befindlichen Bodenmassen. Die Aufgabe, die das Schild zu erfüllen hatte, bestand darin, die Bodenmassen abzufangen bis zu ihrer Unterstützung durch das Ziegelmauerwerk; es war jedoch wesentlich, daß die Erdarbeiter nicht behindert wurden, und daß die Bauart des Schildes ein Vorwärtstreiben desselben ermöglichte.

Im November 1825 wurde dieses Vorwärtstreiben zum ersten Male ausgeführt. Im Mai 1827 erfolgte jedoch ein starker Wassereintritt, durch den nicht nur die Tunnelarbeiter, sondern auch eine Anzahl vornehmer Besucher in ernste Gefahr gebracht wurden, jedoch mit dem Leben davon kamen. Im Januar 1828 erfolgte plötzlich ein zweiter Wassereintritt, bei dem der junge Brunel fast ertrunken wäre; er hatte ernstliche Verletzungen

erlitten, und man gab vorläufig die Hoffnung auf, die Tunnelarbeiten weiterzuführen. Erst im Jahre 1835 gelang es der Aktiengesellschaft, eine Anleihe von der Regierung zur Fortführung der Arbeiten zu erhalten. An die Stelle des alten Schildes wurde nun ein neues und verbessertes gesetzt. Vor Erreichung des jenseitigen Ufers durch den Tunnel fanden noch drei weitere Wassereintritte statt.

Der Schacht am jenseitigen Ufer wurde im Oktober 1840 in Angriff genommen; eine Unterfangung wurde bei diesem Schacht nicht vorgenommen, sondern er wurde ohne Freilassung der Tunnelöffnung abgesenkt. Zur Vergrößerung seiner Standfestigkeit war die Zahl der eisernen Reifen im Mauerwerk größer als bei dem ersten Schacht; die Form des zweiten Schachts verjüngte sich etwas nach oben zur Verminderung des Reibungswiderstandes beim Absenken.

Im März 1843, also 18 Jahre nach Beginn der Arbeit, wurde der Tunnel dem öffentlichen Verkehr übergeben. Die Gesamtkosten haben sich nicht feststellen lassen; ein wirtschaftlicher Erfolg ist er keinesfalls gewesen. Sr.

## Bücherschau.

**Elsners Taschenbuch für den bautechnischen Eisenbahndienst 1937.**

Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Berlin S 42, 400 Seiten, in Leinen gebunden, Preis 2,50 *R.M.*

Der Jahrgang 1937 des bewährten Taschenbuches ist den Neuheiten im Oberbau gewidmet. Auf diesem Gebiete ist das Bedürfnis für handliche Pläne und Unterlagen besonders lebhaft und Elsners Taschenbuch erfüllt es in gediegener Form für den Gebrauch auf der freien Strecke. Abschnitt A enthält Angaben für das Entwerfen, Abstecken und Ausführen von Reichsbahnweichen. Nicht nur die Grundformen und die von ihnen abgeleiteten Regelformen, sondern auch die gültigen Sonderentwürfe unter Angabe der Regelplannummern sind eingezeichnet. Weiter enthält Abschnitt A die amtlichen Zusammenstellungen für die einfachen Bogenweichen, die Bogenkreuzungen und die Bogenkreuzungweichen, die Hauptmaße der Gleisabstände, Prüfmaße und Einzelteile für Reichsbahnweichen, ferner Richtlinien für Verwendung, Anforderung und Lieferung der Reichsbahnweichen. Abschnitt B behandelt den Gleisbau neuer und älterer Formen. Der Jahrgang 1937 ist wieder einer von jenen Jahressbänden, die ihren Wert auf geraume Zeit behalten werden. Scheckenbach.

**Schwingungen im Bauwesen, bei Fahrzeugen und Maschinen,**

Schwingungsmessung von H. W. Koch und E. Boedeker. Berlin 1936, VDI-Verlag, Preis geh. 2,50 *R.M.*

Das Heft enthält einen Schriftennachweis als 5. Lieferung einer Reihe, die im Auftrage des Fachausschusses für Lärmverminderung beim VDI bearbeitet wurde. In acht Abschnitten umfaßt es: Schwingungen in mathematisch-physikalischer Darstellung und zusammenfassende Arbeiten, Boden-, Fundament-

und Gebäudeschwingungen, Schwingungen an Fahrzeugen, Rechnung und Messung von Maschinenschwingungen, Brückenschwingungen und Schwingungen am Eisenbahnoberbau, Schwingungsgeräte und -verfahren, Einwirkung von Erschütterungen auf den Menschen, Rechts- und Verwaltungsfragen. Das vorliegende Heft ist also besonders vielseitig ausgefallen. Für die sachgemäße Zusammenstellung bürgt der Name des an erster Stelle genannten Bearbeiters, der selbst auf dem Gebiete der Schwingungsmessung mit Erfolg tätig war und noch ist. Alle Ingenieure, die sich mit Schwingungsmessungen zu befassen haben — und ihre Zahl ist nicht gering —, werden an dem Hefte einen zuverlässigen Führer begrüßen. Dr. Bloss.

**Hallenbauten.** Von Carl Kersten, vorm. Obergeringieur, Studien-

rat an der Höheren Technischen Lehranstalt der Stadt Berlin. Mit 145 Abbildungen. 126 Seiten. Sammlung Götschen, Band 1104, 1936. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter u. Co., Preis: in Leinen gebunden 1,62 *R.M.*

Das klar und anschaulich geschriebene Büchlein stellt nach Zweck und Inhalt eine wertvolle Bereicherung der rühmlichst bekannten Sammlung Götschen dar. Es enthält das Wesentliche über den Ausbau, die betriebstechnischen Erfordernisse und die bauliche Durchbildung von Hallen aller Art aus Stahl, Holz und Eisenbeton, so daß ein zuverlässiger Beurteilungsmaßstab für die Wertung der einzelnen Bauweisen und Ausführungsmöglichkeiten gewonnen werden kann. Zahlreiche gut gewählte Abbildungen lassen erkennen, wie meisterhaft die vielseitigen Aufgaben dieses schwierigen Sondergebietes der Bautechnik gelöst worden sind. Schönberg.

## Verschiedenes.

### Verzeichnis von Schrifttumauskunftstellen.

Der Deutsche Normenausschuß hat es übernommen, gemeinsam mit der Reichsgemeinschaft der Technisch-wissenschaftlichen Arbeit eine Neubearbeitung der Schrift „Vermittlungsstelle für den Technisch-wissenschaftlichen Quellennachweis\*)“ herauszugeben.

Im Rahmen der Aufgaben, die der deutschen Technik- und Wirtschaft von der Reichsregierung gestellt worden sind, spielt das technische Schrifttum und der Schrifttumsnachweisdienst eine besondere Rolle. Die maßgebenden Stellen sind sich darüber klar, daß alles getan werden muß, um auch auf diesem Gebiet

\*) VDI-Verlag, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40.

im Wege der Gemeinschaftsarbeit alle irgendwie möglichen Verbesserungen zu erreichen. Der erste Schritt auf diesem Wege soll die Herausgabe eines umfassenden und zuverlässigen Verzeichnisses von Schrifttumsnachweisstellen sein. Das Verzeichnis soll neben den technischen Wissenschaften auch die Naturwissenschaften sowie solche Wissenschaften umfassen, in denen die Technik eine Rolle spielt, z. B. Medizin und Landwirtschaft.

Zur Sammlung der Unterlagen für dieses Verzeichnis versendet der Deutsche Normenausschuß einen Fragebogen an Schrifttumauskunftstellen. Alle Schrifttumauskunftstellen, die diesen Fragebogen bisher noch nicht erhalten haben, werden gebeten, sich beim Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40, zu melden und den Fragebogen anzufordern.

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

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