

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LI Band.

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

11. Heft. 1914. 1. Juni.

### Italienische Regel- und Schmal-Spur-Nebenbahnen.

Dipl.-Ing. G. Pincherle in Mailand.

Der Verfasser hat in Italien eine Arbeit über Regel- und Schmal-Spur-Nebenbahnen\*) veröffentlicht, über die er hier auszugsweise berichtet. Die Arbeit hat den Zweck, die Vorzüge der schmalspurigen vor den regelspurigen Bahnen besonders für Italien zu erörtern, wo die Kosten der Eisenbahnen wegen der schwierigen Bodenverhältnisse sehr hoch sind. Die Frage ist für Deutschland am wichtigsten, da dieses Land mehr Bedarf für Schmalspurbahnen und Feldbahnen in Italien einführt, als die übrigen Länder.

Die Regierung erkannte 1867 die Notwendigkeit, billige Bahnen zu bauen und vom Minister der öffentlichen Arbeiten de Vincenzi wurde der Inspektor des Genio Civile Commendatore Felice Biglia beauftragt, die wichtigsten Nebenbahnen in Europa zu besuchen, um zu ermitteln, welche Ersparnisse bei den italienischen Nebenbahnen eingeführt werden könnten.

Nach seiner Reise veröffentlichte Biglia zwei reichhaltige Berichte, jedoch erst mit dem Gesetze vom 29. Juli 1879 wurden für den Bau neuer Nebenbahnen sparsame Bau- und Betriebsgrundsätze festgesetzt und mit dem Ministerialerlass vom 25. August 1879 vom Minister Baccarini ein Ausschuss von erfahrenen Ingenieuren berufen, mit den Aufgaben, zu ermitteln, für welche Bahnen sparsame Mafsregeln am Platze seien, und diese selbst anzugeben.

Der Ausschuss unterbreitete dem Minister am 28. November 1879 einen wichtigen Bericht mit einer Zusammenstellung der Vorschriften für die Nebenbahnen, umstehende Zusammenstellung I, zu dem die Mafsfestsetzungen der Textabb. 1 bis 18 gehören.

1871 wurde die erste 18,649 km lange Schmalspurbahn Turin-Rivoli mit 1,1 m Spur eröffnet. Dieser folgte 1883

die auch mit Dampf betriebene 68,946 km lange Linie Sassuolo-Modena-Cavezzo-Mirandola mit 0,95 m Spur. Zusammenstellung II gibt die heutige Ausdehnung der Nebenbahnen Italiens und einiger anderer Staaten in Europa an.

Zusammenstellung II.

Land	Ende des Jahres	Länge der Regelspur-Eisenbahnen km	Länge der Schmalspur-Eisenbahnen km
Deutschland . . . . .	1907	58 040	7649
Frankreich . . . . .	1904	47 129	6649
Schweden . . . . .	1905	13 165	2851
Belgien . . . . .	1906	7 495	2563
Österreich-Ungarn . . .	1907	41 605	1722
Italien . . . . .	1913	18 286	1613
Holland . . . . .	1906	3 566	1443
Norwegen . . . . .	1907	2 586	1228
Schweiz . . . . .	1912	3 628	1181
Griechenland . . . . .	1906	1 241	1110
Portugal . . . . .	1905	3 637	213

England hat viel weniger Schmalspurbahnen, da Gelände und Verkehr der Regelspur günstig sind. In aufsureuropäischen Ländern sind die Schmalspurbahnen sehr verbreitet. In den Vereinigten Staaten wurde die erste 1400 km lange Schmalspurbahn Denver-Rio Grande im Jahre 1870 gebaut, später wurden diese Bahnen besonders in den Vereinigten Staaten, in Argentinien, in Brasilien und in Mexiko stark verbreitet. Unter dem englischen Einflusse hat sich in Asien die Schmalspur nicht sehr entwickelt; erst in neuerer Zeit wurden im englischen Indien, in Japan und in den holländischen Besitzungen wichtige Schmalspurnetze gebaut. In Afrika ist die Schmalspur sehr verbreitet. Algerien hatte schon im Jahre 1903 1100 km Schmalspurlinien, nennenswert sind außerdem die 250 km lange portugiesische Bahn von Beira und die 400 km lange Congo-

\*) Collegio degli Ingegneri e Architetti, Mailand, Juli 1913.

Zusammen-  
Die von dem Regierungs-Ausschusse für fünf verschiedene

O. Z.	Gegenstand	E i n t e i -		
		I. Nach Sparvorschriften gebaute und geleitete Regelspur. Fahrzeuge der Hauptbahnen. Größte Geschwindigkeit 40 km/St	II. Regelspur. Besondere Fahrzeuge. Größte Geschwindigkeit 30 km/St	III. Regelspur, Besondere Fahrzeuge. Größte Geschwindigkeit 20 km/St
<b>A. Strecke.</b>				
Unterbau.				
1.	Kronenbreite . . . m	5,00	4,40	4,00
2.	Schotterbett: a) Kronen- breite des Schotter- bettes . . . . . m	3,00	2,60	2,60
	b) Höhe des Schotter- bettes unter den Schwellen . . . . . m	0,15	0,15	0,15
3.	Kunstabauten.			
	Breite zwischen den inneren Flächen der Geländer . . . . . m	4,50	4,00	4,00
4.	Tunnel.			
	a) Breite an der Schie- nenhöhe . . . . . m	4,20	4,20	4,20
	b) Innere Höhe . . . m	5,00	5,00	5,00
5.	Linienführung.			
	Kleinster Bogenhalb- messer . . . . . m	200,00	150,00	100,00
6.	Zwischengerade der Gegenbogen . . . . . m	30,00	25,00	20,00
7.	Stärkste Neigung . 0/00	35	50	50
Oberbau.				
8.	Schienen . . . . .	Stahlschienen der Hauptbahnen	Stählerne Breitfußschienen Länge $\leq 9$ m Gewicht 25 bis 28 kg/m	Stählerne Breitfuß- schienen Länge $\geq 9$ m Gewicht 20 bis 25 kg/m
9.	Schwellen: a) Länge . m	2,40	2,30	2,30
	b) Kleinste Teilung m	1,00	1,00	1,00
10.	Brücken . . . . .	Die zulässige Spannung des Eisens ist 700 kg/qm. Fest angenietete Quer- träger können als eingespannt ange- sehen werden.	Holzbrücken sind nicht ausgeschlossen, wo steinerne nicht in Frage kommen. Eiserne Brücken wie I.	Wie II.
11.	Querschnitt des Licht- raumes der Kunst- bauten . . . . .	Wie bei den Hauptbahnen.	Wie I.	Wie I.
12.	Einfriedigungen . . . .	Nur längs Linien, wo Vieh frei weidet und in dicht bewohnten Ortschaften.	Nur in gefährlichen Punkten.	Wie II.
13.	Wegeübergänge . . . .	Fernbediente Schranken werden in Betracht gezogen, für Fußwege fest- stehende Schranken ohne Aufsicht angenommen.	Wie I. Die Aufsicht wird auf wichtige Wegeübergänge beschränkt.	"
14.	Signale . . . . .	Fernsignale mit beweglichen Zeigern.	Im Allgemeinen kann man sie unter- lassen und wo solche notwendig sind, werden jene mit beweglichen Zeigern vorgeschlagen.	"
<b>B. Bahnhöfe.</b>				
15.	a) Stärkste Neigung 0/00	2,50	3,00	"
	b) Abstand zwischen den äußersten Weichen- zungen . . . . . m	270 bis 350	2,50	"
	c) Kleinster Abstand zwischen den Gleisen m	2,75	2,50	"
16.	Gebäude für Reisende .	In den meisten Fällen wird ein ein- ziger Wartesaal genügen. In den kleinen Bahnhöfen wird an dessen Stelle eine gedeckte Halle zum Ver- kaufe der Fahrkarten und nötigen Falles als Erfrischungsraum genügen.	Wie I. Für kleinere Stationen genügt ein Vorsaal und ein Beamtenzimmer. Die Fahrkarten können in den Or- tschaften oder von den Schaffnern ausgegeben werden.	Wie I.
17.	Güterbahnhöfe . . . .	Weichen in den Hauptgleisen für Werk- stätten und andere Bahnanlagen mit den nötigen Nebengleisen sind zulässig. Die Gleise werden mit Signalen oder selbsttätigen Sicherheitsvorrichtungen geschützt.	Wie I.	Wie I.
18.	Drehscheiben . . . . .	Drehscheiben sind zu beschränken, Schiebebühnen vorzuziehen.	Wie I.	Wie I.

\*) Die Maße des Bahnkörpers und des Gleises gehen für die fünf Bahnarten aus Textabb. 1 bis 18 hervor.

stellung I.

## Arten Nebenbahnen vorgeschlagenen Vorschriften.\*)

l u n g.		Bemerkungen
IV. 0,95 m Spur. Größte Geschwindigkeit 35 km/St	V. 0,70 m Spur. Größte Geschwindigkeit 25 km/St	
3,50	3,20	Für schmales Schotterbett dürfen diese Breiten je nach den Zeichnungen vermindert werden.
2,10	1,85	Auf steinernen Brücken mit mehreren Öffnungen wird die Breite über den Pfeilern zur Sicherung der Arbeiter vergrößert.
0,10	0,10	
1 m mehr, als die Breite der Fahrzeuge.	1 m mehr als die Breite der Fahrzeuge.	
3,20	3,00	In den Tunneln werden Nischen in 30 m Teilung auf einer Seite angelegt.
4,50	4,00	Spurerweiterung in Bogen $\leq 20$ mm.
70,00	40,00	Die steilsten Neigungen werden nur ausnahmsweise verwendet, wenn bedeutende Ersparnisse an Baukosten erzielt werden. Besonders in verkehrsreichen Linien sind flachere Neigungen anzuwenden.
15,00	10,00	
50	50	
Stählerne Breitfußschienen, Gewicht 12 bis 20 kg/m	Stählerne Breitfußschienen. Gewicht 12 bis 20 kg/m.	Für starke Höhenunterschiede können Spitzkehren verwendet werden. Die rückwärts zu befahrende Strecke zwischen zwei Kehren soll höchstens 1 km lang sein und darf keine starken Neigungen oder scharfen Krümmungen aufweisen. In einfachen Spitzkehren wird ein Umsetzgleis für die Lokomotiven angelegt. Die Spitzkehren werden auch verwendet, um unsicherem Gelände auszuweichen.
1,70	1,50	
1,00	1,00	
Wie II.	Wie II.	
Je nach den Maßen der Fahrzeuge festzustellen.	Wie IV.	Eichenschwellen werden vorgeschlagen, falls nicht eiserne Schwellen wirtschaftlich besser sind.
Wie I bei Geschwindigkeiten $> 30$ km, sonst wie bei II und III.	Wie II und III.	Die Spannung wird bei sehr schiefen, krummen und steiler als $15 \text{ ‰}$ geneigten Brücken auf 600 kg/qm ermäßigt.
"	"	† Gleiskreuzungen werden zugegeben, mit Einschnitten in den Schienen und mit der nötigen Sicherung durch Signale.
Wie II.	"	
"	"	Der Anschluß der neuen Bahnen an vorhandene soll nicht außerhalb der Stationen erfolgen. Die Weiche wird mit Signalen und den nötigen Sicherheitsvorrichtungen versehen.
"	Wie II.	In Stationen, von denen Regel- und Schmalspur-Linien auslaufen, sollen die Gleise, zwischen denen die Umladung stattfindet, möglichst nahe aneinander liegen.
Je nach den lokalen Bedürfnissen und der Wichtigkeit des Verkehrs.	Wie IV.	Auf Linien für die Landesverteidigung soll der Abstand zwischen den Endweichen der Bahnhöfe 400 bis 500 m betragen.
Wie I.	Wie I.	Wo es die Verhältnisse erlauben, wird der Güterschuppen an das Hauptgebäude angebaut. Das Erdgeschoß des Hauptgebäudes wird mit der Verladerampe in eine Höhe gelegt, wenn der Bahnhof im Ein- oder Ausschnitte liegt.
Wie I.	Wie I.	

O. Z.	Gegenstand	E i n t e i -		
		I.	II.	III.
		Nach Sparvorschriften gebaute und geleitete Regelspur. Fahrzeuge der Hauptbahnen. Größte Geschwindigkeit 30 km/St	Regelspur. Besondere Fahrzeuge. Größte Geschwindigkeit 30 km/St	Regelspur. Besondere Fahrzeuge. Größte Geschwindigkeit 20 km/St
	<b>C. Fahrzeuge.</b>			
19.	Lokomotiven . . . . .	Wie bei den Hauptbahnen, abgesehen von Schnellzug- und Lokomotiven von mehr als 3,60 m festem Achsstande. Lokomotiven mit starken Bremsen, die unmittelbar auf die Räder wirken.	Tenderlokomotiven mit höchstens 2,60 m festem Achsstande werden vorgeschlagen. Achslast 10 t. Gekuppelte Räder erhalten höchstens 1 m Durchmesser. Bremse wie I.	Tenderlokomotiven mit höchstens 2,0 m festem Achsstande werden vorgeschlagen. Achsgewicht 8 t. Gekuppelte Räder erhalten höchstens 0,80 m Durchmesser. Bremse wie I.
20.	Wagen für Reisende . . .	Wie bei den Hauptbahnen.	Durchgangswagen mit Seitengängen. Fester Achsstand $\leq 3,0$ m, Bruttogewicht nicht mehr als 1 t für 6 Sitzplätze. Nur 2 Klassen.	Durchgangswagen mit Seitengängen. Fester Achsstand $\leq 2,50$ m. Wagen mit kleinerem Bruttogewicht als bei II.
21.	Gepäckwagen . . . . .	"	Im Gepäckwagen wird womöglich Platz für die Post oder Reisende ausgespart.	Wie II.
22.	Güterwagen . . . . .	"	Nur eine Art für gedeckte, höchstens zwei oder drei Arten für offene Wagen. Tragkraft wenigstens das doppelte Bruttogewicht. Achsstand 2,50 m. Länge des Kastens 5 m.	Achsstand $\leq 2,25$ m. Länge des Kastens 4,50 m.
23.	Kuppelungen und Puffer	Wie bei den Hauptbahnen unter Wegfall der Sicherheitsketten.	Wie I.	Wie I.
24.	Laufkranzbreite			
	a) für Lokomotiven mm	140	"	"
	b) für Wagen . . mm	120	"	"

Abb. 1. Billige Regelspur I mit Fahrzeugen der Hauptbahnen. Damm.

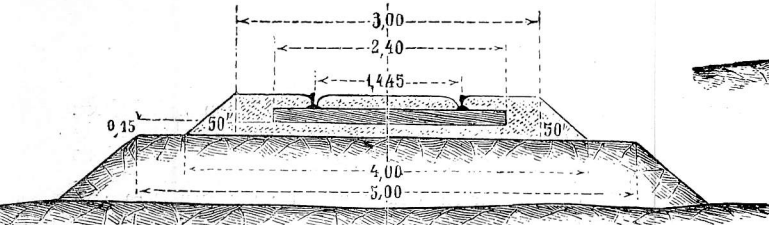


Abb. 5. Billige Regelspur II mit eigenen Fahrzeugen. Einschnitt mit freier Bettung.

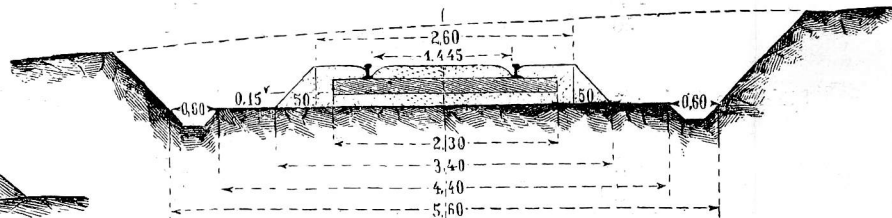


Abb. 2. Billige Regelspur I mit Fahrzeugen der Hauptbahnen. Einschnitt mit freier Bettung.

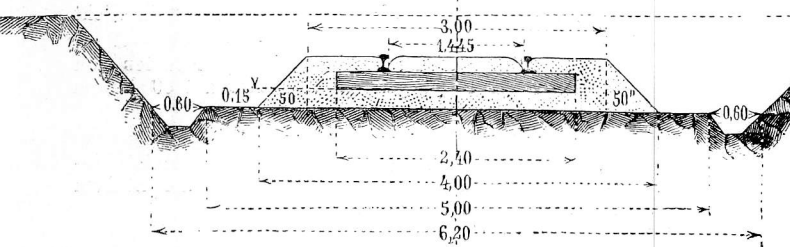


Abb. 6. Billige Regelspur II mit eigenen Fahrzeugen. Eingeschränkter Einschnitt in

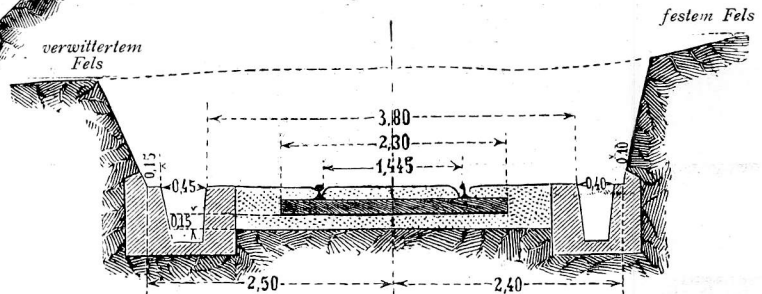


Abb. 3. Billige Regelspur I mit Fahrzeugen der Hauptbahnen. Eingeschränkter Einschnitt in

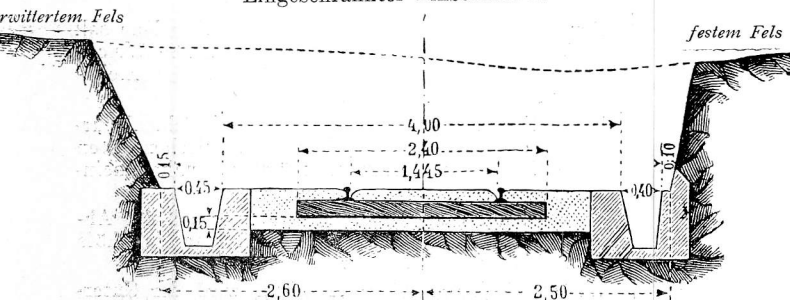


Abb. 7. Billige Regelspur III mit eigenen Fahrzeugen. Damm.

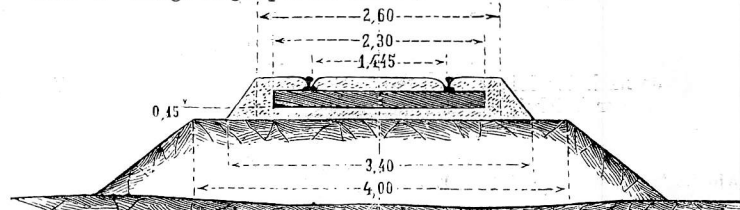


Abb. 4. Billige Regelspur II mit eigenen Fahrzeugen. Damm.

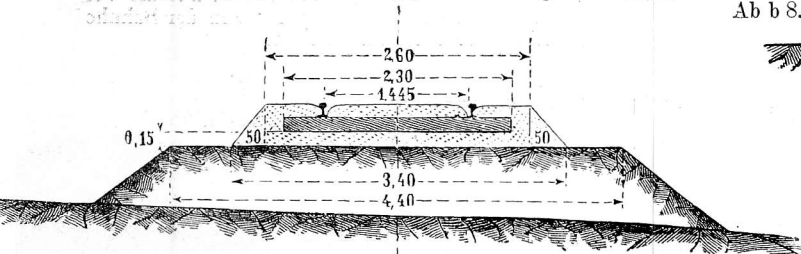
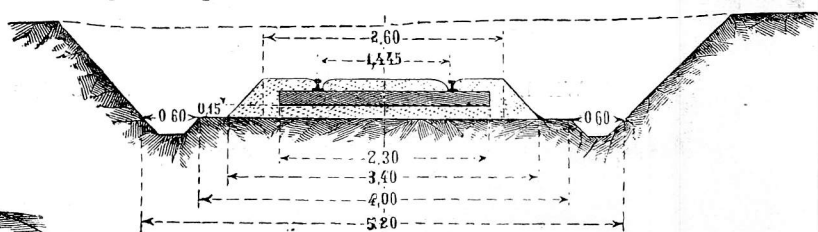


Abb. 8. Billige Regelspur III mit eigenen Fahrzeugen. Einschnitt mit freier Bettung.





l u n g.		Bemerkungen
IV. 0,95 m Spur. Größte Geschwindigkeit 35 km/St	V. 0,70 m Spur. Größte Geschwindigkeit 25 km/St	
Tender-Lokomotiven mit höchstens 1,80 m festem Achsstande vorgeschlagen. Achsgewicht 6 t. Gekuppelte Räder erhalten höchstens 1 m Durchmesser. Bremse wie I.	Tender-Lokomotiven mit höchstens 1,50 m festem Achsstande vorgeschlagen. Achsgewicht 5 t. Gekuppelte Räder erhalten höchstens 0,80 m Durchmesser. Bremse wie I.	Die Lokomotiven nach II, III, IV, V werden mit Signal-Glocken versehen.
Einteilung je nach den Bedürfnissen; fester Achsstand wie die zugehörigen Lokomotiven.	Wie IV.	—
Wie II.	Wie II.	—
Nichts vorgeschrieben.	Wie IV.	—
Mit einem Puffer.	"	—
Nichts vorgeschrieben.	"	—
"	"	—
"	"	—

Abb. 9. Billige Regelspur III mit eigenen Fahrzeugen. Eingeschränkter Einschnitt in

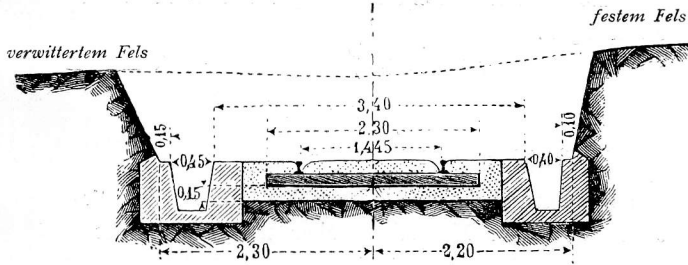


Abb. 10. Schmalspur IV 0,95 m. Damm.

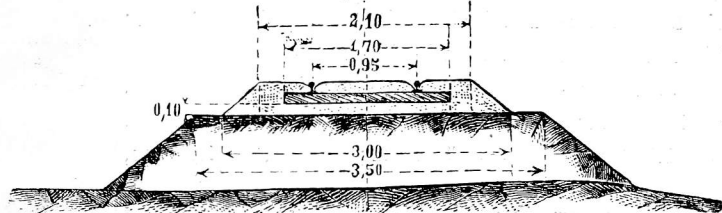


Abb. 11. Schmalspur IV 0,95 m. Einschnitt mit freier Bettung.

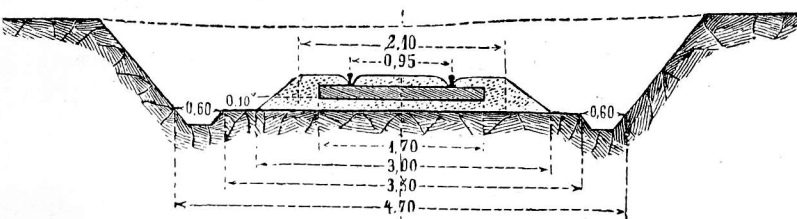


Abb. 12. Schmalspur IV 0,95 m. Eingeschränkter Einschnitt in

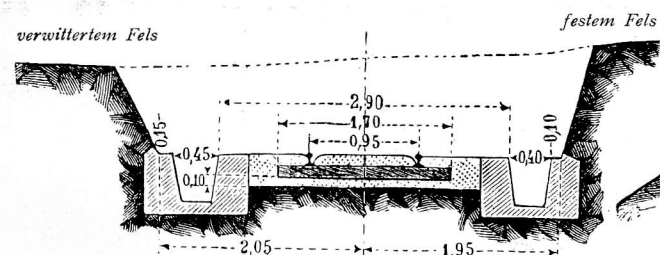


Abb. 13. Schmalspur V. 0,75 m. Damm.

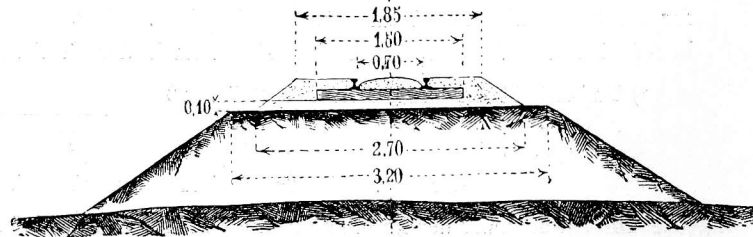


Abb. 14. Schmalspur V. 0,70 m. Einschnitt mit freier Bettung.

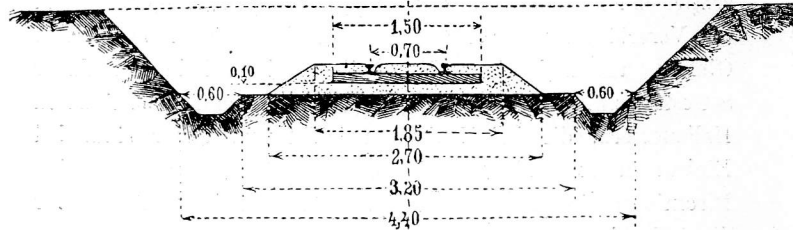


Abb. 15. Schmalspur V. 0,70 m. Eingeschränkter Einschnitt in

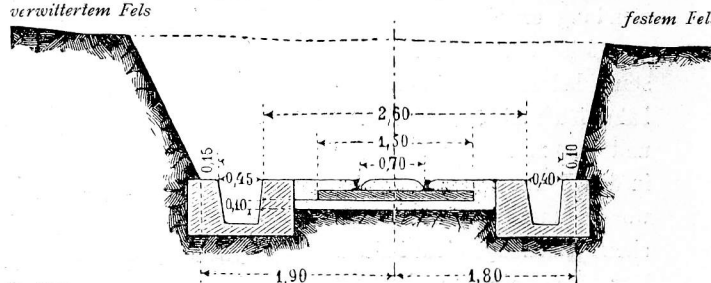
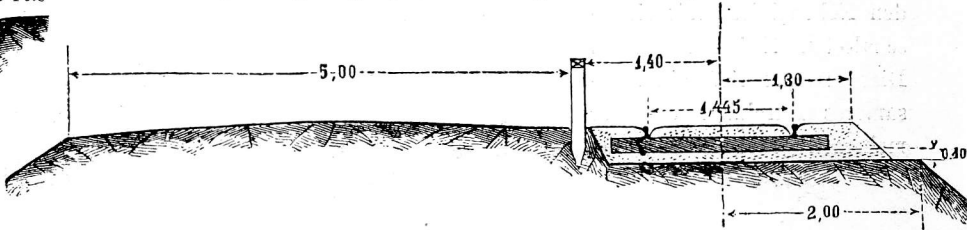


Abb. 16. Billige Regelspur III mit eigenen Fahrzeugen auf Landstraßen.



bahn und die Bahnnetze der deutschen und italienischen Besitzungen, sowie die Bahnen des Kaplandes. In Australien, wo die Schmalspur von der Geländegestaltung bedingt wird, ist sie auf 14000 km verwendet. Das Bahnnetz der Erde, das heute fast 2 Millionen km umfaßt, hat auf 71<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Regel-, auf 14<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Breit- und auf 15<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Schmalspur. In Italien nimmt die Schmalspur 12<sup>0</sup>/<sub>100</sub> des Netzes ein, mit den neuen Genehmigungen wird dieses Verhältnis noch erhöht; in Deutschland und Frankreich beträgt das Verhältnis weniger als 8<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, in einigen anderen Staaten noch weniger.

Daraus ist zu ersehen, welche Wichtigkeit die Frage für Italien hat, besonders wenn man bedenkt, daß die Eisenbahnen in Mittel- und Süd-Italien, auf den Inseln und in den Kolonien einer starken Entwicklung entgegen gehen.

Prof. Dipl.-Ing. F. TAJANI\*) weist nach, daß man durch Schmalspur in den gewerblich weniger entwickelten Gegenden jährlich etwa 70 Millionen Lire Bau- und Betriebskosten und an Zinsen hätte sparen, und dabei für den Verkehr des Landes günstigere Netze hätte entwickeln können. Der Verkehr der italienischen Nebenbahnen ist jetzt von der größten Bedeutung für die Staatsbahnen und für den Staatshaushalt. Schon 1909 belief sich der Verkehr auf Nebenbahnen nach der Statistik

\*) Tajani, F., Le strade ferrate in Italia. 1905.

Abb. 17. Schmalspur IV. 0,95 m auf Landstraßen.

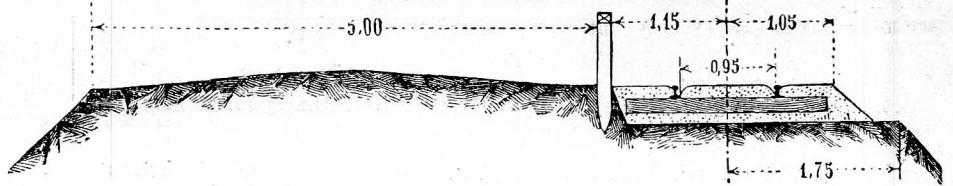
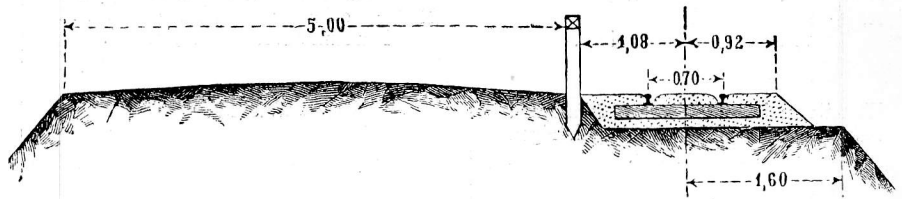


Abb. 18. Schmalspur V. 0,70 m auf Landstraßen.



Mafstab 1:75.

der Staatsbahnverwaltung auf 33<sup>0</sup>/<sub>100</sub> des ganzen Verkehres, der den Staatsbahnen von allen Häfen des Reiches zufließt.

Die steilste Neigung von Regelspurbahnen beträgt in Italien 35<sup>0</sup>/<sub>100</sub>; der kleinste Bogenhalbmesser von 125 m auf der Linie Settimo-Rivarolo-Castellamonte-Rivarolo, auf den Schmalspurbahnen Menaggio-Porlezza-Luino-Ponte Tresa mit 0,85 m Spur und Fossato-Mondovi-Villanova 0,95 m Spur ist man bis 50<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Neigung und auf den Linien Menaggio-Porlezza und Palermo-Corleone bei 0,95 m Spur auf 50 m, auf der Linie Ferrara-Codigoro-Ostellato-Magnavacca mit 1,0 m Spur auf 25 m Bogenhalbmesser gegangen.

(Schluß folgt.)

### Bogenweiche.

Dr.-Jug. Walloth, Regierungsbaumeister, Vorstand des Eisenbahn-Betriebsamtes 1 in Gießen.

Die Ausdehnung der Bahnhöfe bedingt in steigendem Maße das Hinausschieben der Endweichen in Gleisbogen der anschließenden Strecke, wo das Einlegen von Weichengeraden und die Verschärfung der Krümmung in den schnell befahrenen Gleisen unzulässig ist. Man gibt Gleisverbindungen daher S-Gestalt zwischen den unveränderten Gleisen mit bestimmten Halbmessern, die bei Neubauten leicht verwendbar sind, bei Einbau in vorhandene Gleise aber nicht immer. Für den Direktionsbezirk Frankfurt a. M. ist eine weitere Lösung für diese Verbindung genehmigt, die die Möglichkeit der Verwendung erweitert.

Die durch Schnellzüge stark belastete Main-Weserbahn läuft mit 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Neigung und 400 m Bogenhalbmesser in den Bahnhof Butzbach ein, wo die meisten der zahlreichen Schnellzüge nicht halten. Für Überholungen bestand eine Weichenverbindung nach den Nebengleisen mit eingeschalteten Zwischengeraden. Diese Bauart liefs ein langsames Durchfahren dieser mehrfach gekrümmten Gleis-

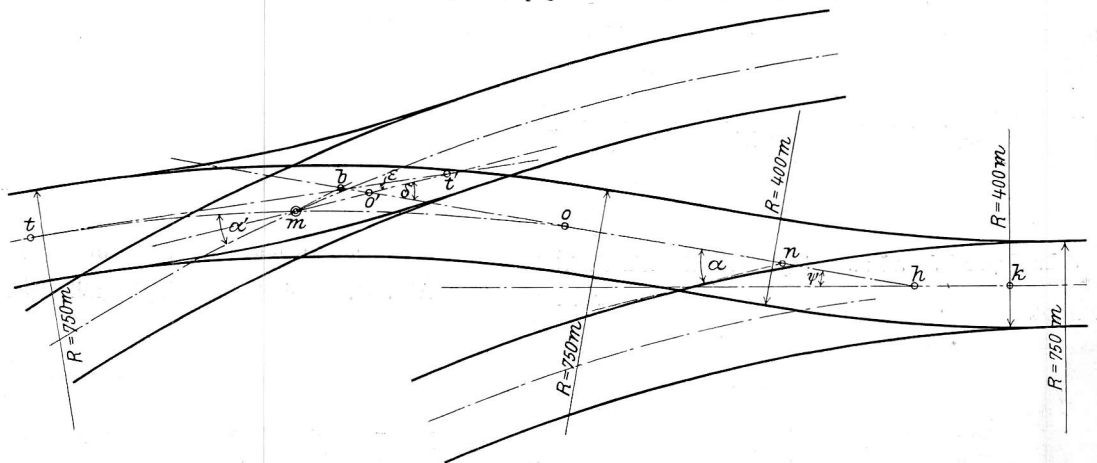
verbindung angezeigt erscheinen. Dem Bedürfnisse des Betriebes wurde mit dieser Maßnahme aber nicht entsprochen, und man entschloß sich daher, die in Textabb. 1 dargestellte Lösung unter Fortlassung der Zwischengeraden auch bei der in Gleis 2 erforderlichen halben Kreuzungsweiche einzubauen.

Die Maße ergeben sich wie folgt:

$$\begin{aligned} kh &= 9,678 \text{ m}; \quad \sphericalangle \psi = 3^{\circ} 47' 54,28''; \quad hb = 41,632 \text{ m}, \\ hn &= 12,961 \text{ m}; \quad no = 10,836 \text{ m}; \quad ob = 17,835 \text{ m}, \\ mb &= 1,910 \text{ m}; \quad o'm = 3,171 \text{ m}; \quad o'b = 1,268 \text{ m}, \end{aligned}$$

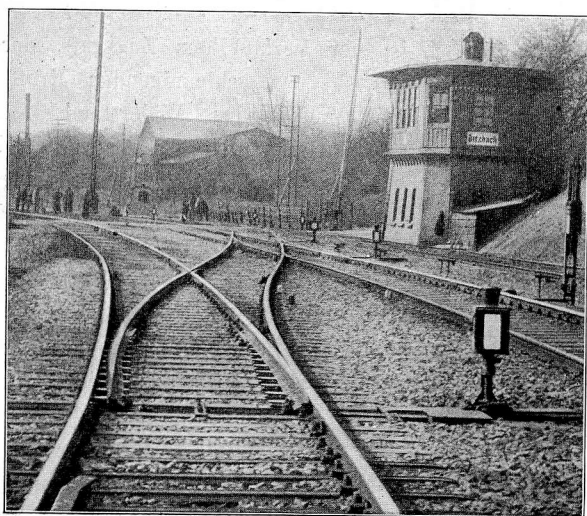
Abb. 1 bis 3. Bogenweichen.

Abb. 1. Darstellung der Hauptmaße für Bogenweichen zwischen zwei gleichmäßig gekrümmten Hauptgleisen.



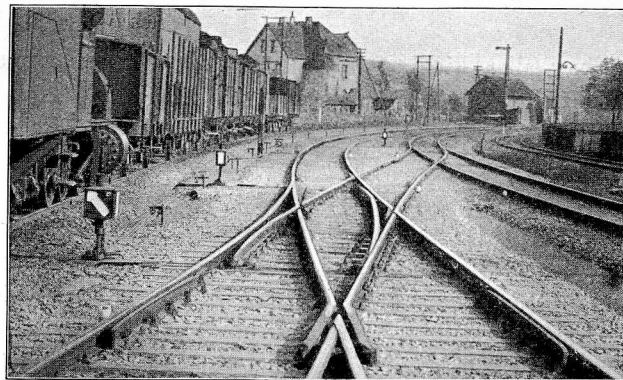
$\sphericalangle \delta = 4^{\circ} 40' 11,13''$ ;  $\sphericalangle a = 5^{\circ} 42' 38,13''$ ;  $\sphericalangle a' = 6^{\circ} 20' 24,69''$   
 $are\ mt = are\ mo = 19,730$ ;  $mt' = 8,804\ m$ ;  $t't = 28,410\ m$   
 $\sphericalangle \varepsilon = 1^{\circ} 40' 13,55''$ .

Die Ausführung zeigen Textabb. 2 und 3 in beiden Fahr-  
 Abb. 2. Richtung: Gießen—Frankfurt a. M., Main-Weserbahn.



richtungen, und zwar die erstere der beiden Abbildungen für  
 die Fahrrichtung: Gießen—Frankfurt a. M., die letztere Ab-

Abb. 3. Richtung: Frankfurt a. M.—Gießen.



bildung für die entgegengesetzte Fahrrichtung: Frankfurt a. M.—  
 Gießen.

Seit Einbau dieser neuen Verbindung ist von verlang-  
 samter Fahrt abgesehen worden. Wahrnehmungen ungünstiger  
 Art sind bis jetzt nicht gemacht, so daß die Genehmigung  
 weiterer Verwendung erteilt ist. Dabei ist betont, daß die  
 Lösung geeignet ist, vorhandene Krümmungsverhältnisse zu  
 verbessern. Die ministerielle Genehmigung zum Einbau solcher  
 Weichenverbindungen ist bereits allen Eisenbahndirektionen  
 zugangenen.

### Seilentlastung für elektrische Lampen.\*)

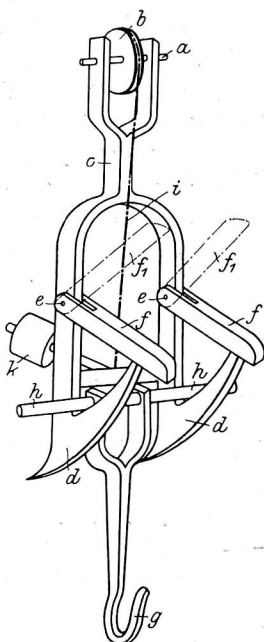
A. Kinne in Berlin, N. 58.

Um den Bolzen a für die Seilrolle b am oberen Ende des  
 Mastes oder am Mastaufleger ist die doppelte Gabel c frei  
 drehbar, deren beide unteren Enden zu Haken d ausgebildet  
 sind. An jedem der unteren Gabelenden ist um einen wäge-  
 rechten Bolzen e drehbar ein Fall-  
 hebel f angebracht, der sich für ge-  
 wöhnlich auf die Spitze des Hakens d  
 stützt, und so die Hakenöffnung  
 oben abschließt.

Der Haken g, an dem die Last  
 hängt, trägt oben eine wagerechte  
 Querstange h, die so lang ist, daß  
 sie sich in die Haken d der Gabel c  
 legen kann. An der Querstange h  
 greift auch das Seil i an, das über  
 die Rolle b geführt ist, und an dem  
 die Lampe auf und nieder gezogen  
 wird.

In der Ruhestellung hängt die  
 Last aber nicht an dem Seile i,  
 sondern mit der Querstange h in den  
 beiden Haken d. Will man die  
 Lampe herunter lassen, so windet  
 man sie zunächst etwas hoch, wobei  
 die Stange h unter die Fallhebel f

Abb. 1. Seilentlastung.  
 Nicht maßstäblich.



faßt und sie nach oben dreht. Sobald die Fallhebel in ihrer  
 höchsten in Textabb. 1 gestrichelten Stellung  $f_1$  ange-  
 kommen sind, gleitet die Querstange h beim weitem Hoch-  
 ziehen der Lampe um das vordere Ende der Fallhebel herum,  
 so daß diese nun wieder auf die Spitzen der Haken d herunter  
 fallen. Jetzt senkt man die Lampe, wobei die Querstange h auf  
 die obere Seite der schräg nach unten gerichteten Fallhebel  
 stößt und darauf entlang gleitet, bis sie schließlich ganz von  
 der Aufhängevorrichtung freikommt.

Beim Hochwinden der Lampe stößt die Querstange h zu-  
 nächst von unten gegen die Haken d und führt sich an deren  
 unteren Flächen bis zu den Hakenspitzen empor. Dann werden  
 die Fallhebel von der Querstange h noch ein wenig ange-  
 hoben, und nun kann diese zwischen Fallhebel und Haken-  
 spitze hindurch in die Hakenöffnungen eintreten. Jetzt senkt  
 man die Lampe wieder, bis die Querstange auf dem Grunde der  
 Haken d ruht. Ein verstellbares Gegengewicht k sorgt dafür,  
 daß sich der unbelastete Haken stets richtig zum Seile i ein-  
 stellt, so daß die Querstange auch wirklich von selbst hinter  
 die Hakenspitzen gelangen kann.

Die Kosten der seitens des preussischen Ministeriums der  
 öffentlichen Arbeiten mit einem Preise ausgezeichneten Vor-  
 richtung beträgt 8 M. Sie ist bereits in erheblicher Anzahl  
 eingeführt.

\*) D. R. G. M. 544991.



## Bestimmung der Fahrzeiten von Eisenbahnzügen.

Ing. L. Terdina in Triest.

Einer allen Einflüssen Rechnung tragenden Ermittlung der Fahrzeiten von Eisenbahnzügen stellen sich so große Schwierigkeiten entgegen, daß unter Verzichtleistung auf vollkommene Genauigkeit die minder wichtigen außer Ansatz gelassen werden. Das solcherart theoretisch ermittelte Fahr-schaubild hat vielmehr, abgesehen von zu eröffnenden Strecken, als Unterlage für Probefahrten zu dienen, die stets vorgenommen werden sollten, wenn bestehende Fahrzeiten wesentlich geändert, oder neue aufgestellt werden müssen. Nach diesen Gesichtspunkten wurde das hier mitgeteilte Verfahren ausgearbeitet.

### 1. Zugkraft, Widerstand, beschleunigende Kraft.

Die Kolben-Zugkraft einer Lokomotive ist durch den Ausdruck:

$$\text{Gl. 1) } \dots Z_m^{\text{kg/t}} = A - B V^{\text{km/St}} + C V^{\text{km/St}^2}$$

bestimmt, in dem  $V$  die Geschwindigkeit,  $A$ ,  $B$  und  $C$  Festwerte bedeuten. Bei kleinen  $V$  liefert er jedoch unbrauchbare Werte, weil die hieraus berechnete, aus der Kessel- und Maschinenleistung abgeleitete Zugkraft durch die nutzbare Reibung eine Einschränkung erfährt; die obere Grenze ist nämlich durch das Reibungsgewicht  $R^t$  und den Reibungswert  $f$  gegeben. Die größte am Umfange der Triebäder ausgeübte, nutzbare Zugkraft  $Z_u^{\text{kg}} = 1000 f \cdot R$ , mit dem Triebwerkwide-

$$W_T^{\text{kg}} = \left( a + \frac{b}{D} V \right) R^{**}$$

vereint, liefert jetzt die Kolbenzugkraft

$$\text{Gl. 2) } Z_r^{\text{kg}} = Z_u^{\text{kg}} + W_T^{\text{kg}} = R^t \left( 1000 f + a + \frac{b}{D} V^{\text{km/St}} \right)$$

worin  $a$  und  $b$  Erfahrungswerte,  $D$  den Durchmesser der Triebäder bezeichnen.

Wird mit  $G_w^t$  das Wagengewicht,  $G_L^t$  jenes der Lokomotive und  $G^t$  das ganze Zuggewicht bezeichnet, dann ist

$$\text{Gl. 3) } \dots z_m^{\text{kg/t}} = \frac{Z_m^{\text{kg}}}{G^t} \text{ und}$$

$$\text{Gl. 4) } \dots z_r^{\text{kg/t}} = \frac{Z_r^{\text{kg}}}{G^t}, \text{ der auf } 1^t \text{ entfallende Teil der Kolbenzugkräfte.}$$

Weiter ist es zweckmäßig, den vom Wagenzuge und von der Lokomotive herrührenden Widerstand zu vereinigen und durch

$$\text{Gl. 5) } w^{\text{kg/t}} = a \pm n^0/00 + \beta V^{\text{km/St}} + \gamma (V^{\text{km/St}})^2$$

darzustellen, worin  $\pm n$  den Neigungswiderstand in  $\text{kg/t}$  angibt. Der Unterschied zwischen Zugkraft und Widerstand wirkt auf den Eisenbahnzug entweder beschleunigend oder verzögernd, je nachdem erstere oder letzterer im Überschusse ist; dieser Unterschied, die «beschleunigende Kraft» soll mit  $p'_m$  oder  $p'_r$  für  $1^t$  Zuggewicht bezeichnet werden.

$$\text{Gl. 6) } p'_m^{\text{kg/t}} = (z_m^{\text{kg/t}} - w^{\text{kg/t}}) = \left[ \frac{A}{G^t} - a \mp n^0/00 \right] - \left[ \frac{B}{G^t} + \beta \right] V^{\text{km/St}} + \left[ \frac{C}{G^t} - \gamma \right] (V^{\text{km/St}})^2$$

$$\text{Gl. 7) } p'_r^{\text{kg/t}} = (z_r^{\text{kg/t}} - w^{\text{kg/t}}) = \left[ \frac{R^t}{G^t} (1000 f + a) - a \mp n^0/00 \right] + \left[ \frac{R^t}{G^t} \frac{b}{D} - \beta \right] V^{\text{km/St}} - \gamma (V^{\text{km/St}})^2$$

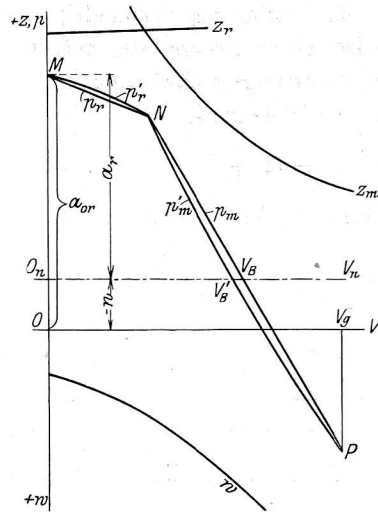
\*) F. Leitzmann und von Borries, Theoret. Lehrbuch des Lokomotivbaues, S. 629.

\*\*) Dr. R. Sanzin, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1911, S. 1458.

$$\text{Gl. 7) } p'_r^{\text{kg/t}} = (z_r^{\text{kg/t}} - w^{\text{kg/t}}) = \left[ \frac{R^t}{G^t} (1000 f + a) - a \mp n^0/00 \right] + \left[ \frac{R^t}{G^t} \frac{b}{D} - \beta \right] V^{\text{km/St}} - \gamma (V^{\text{km/St}})^2$$

In Textabb. 1 ist der Verlauf der Zugkraft, der beschleunigenden Kraft und des Widerstandes dargestellt, und zwar sind die Werte  $> 0$  der beiden ersten über, die des Widerstandes auf wagrechter Strecke für  $n = 0$  unter der  $V$ -Achse aufgetragen.

Abb. 1.



um den der Widerstand ab- oder zunimmt. Beispielsweise müssen diese Größen für die Steigung  $n^0/00$  von der maßstäblich richtig über der  $V$ -Achse gezogenen Gleichlaufenden  $O_n V_n$  aus gemessen werden, deren Schnittpunkt mit dem Linienzuge der beschleunigenden Kraft auch die größte auf dieser Steigung dauernd zu erreichende Geschwindigkeit angibt. Bei kleineren Geschwindigkeiten kann in Gl. 7) das Glied  $\gamma V^2$  vernachlässigt und aus diesem Grunde die beschleunigende Kraft aus dem Reibungsgewichte als geradlinig durch die Punkte  $M$  ( $V = 0$ ) und  $N$  ( $p'_m = p'_r$ ) verlaufend angesehen werden.

Der Beiwert von  $V^2$  in Gl. 6) hängt vom Zuggewichte ab; bei einer bestimmten Belastung geht die Parabel in eine Gerade über. Innerhalb eines nicht zu ausgedehnten Geschwindigkeitsgebietes kann aber auch der durch den Punkt  $N$  einerseits, durch die zulässig größte Fahrgeschwindigkeit  $V_g$ , Punkt  $P$ , andererseits begrenzte Parabelabschnitt durch eine Gerade ersetzt werden. Von  $V = 0$  an folgt jetzt die beschleunigende Kraft bis Punkt  $N$  der Gleichung

$$p_r = a_r - b_r V$$

und geht dann in

$$p_m = a_m - b_m V$$

über; wird die Geschwindigkeit in  $v^{\text{m/Sek}}$  eingeführt, so entsteht allgemein

$$\text{Gl. 8) } \dots p = a - 3,6 \cdot b \cdot v.$$

Bei unveränderlichem  $b$  ändert sich der Wert von  $p$  sprunghaft bei jedem Neigungswechsel, denn nach Textabb. 1 hängt die auf der  $p$ -Achse abgeschnittene Strecke  $a$  unmittelbar von der Neigung ab. Aber auch auf ein und derselben Neigung ändert es sich, weil eine Änderung der Geschwindigkeit auch eine solche der Größe  $p$  bewirkt, und zwar so lange, bis der Beharrungszustand  $p = 0$ ,  $V_B = \frac{a}{b}$  hergestellt ist.



2. Die Zeit-Geschwindigkeit-Linie.

Durch Einsetzen des oben bestimmten Wertes von p in die Grundgleichung

$$p \cdot dt = m \cdot dv$$

und Integrieren wird erhalten:

$$t' = -\frac{m}{3,6b} \ln(a - 3,6bv) + C_1 = -\frac{m}{3,6b} \ln(a - bV) + C_1.$$

Da es darauf ankommt, die während einer gewissen Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit abgelaufene Zeit zu ermitteln, wird das Integral in ein bestimmtes verwandelt, indem als untere, beziehungsweise obere Grenze ein vorläufig frei gewähltes Vielfaches z der Beharrungsgeschwindigkeit, also  $zV_B = z \cdot a : b$  für V eingesetzt wird; dann ist

$$t' = -\frac{m}{3,6b} \ln(a - az) + C_1$$

und die Zeit, in der die Geschwindigkeit auf den beliebigen Wert V steigt oder sinkt

$$\begin{aligned} \text{Gl. 9) } t^{\text{Sek}} = t' - t'' &= \frac{m}{3,6b} [\ln(a - az) - \ln(a - bV)] = \\ &= \frac{m}{3,6b} \ln \frac{1-z}{1-\frac{bV}{a}} \end{aligned}$$

Gl. 9) kann nur gelöst werden, wenn  $\frac{1-z}{1-\frac{bV}{a}} > 0$  ist.

Bei  $z < 1$  nimmt die Geschwindigkeit zu,  $= p$  ist  $> 0$ , und a muß  $> bV$  oder  $bV : a < 1$  sein; Zähler und Nenner sind somit  $> 0$ .

Bei  $z > 1$  tritt verzögerte Bewegung ein, also muß  $p < 0$ ,  $a < bV$ , oder  $bV : a > 1$  geworden sein; der Bruch ist demnach wieder  $> 0$ .

3. Die Weg-Geschwindigkeit-Linie.

Unter Benutzung der Arbeitsgleichung

$$p \cdot ds = m \cdot v \cdot dv$$

ergibt sich nach ähnlichem Vorgange wie unter 2) die Weg-Geschwindigkeit-Linie zu

$$\text{Gl. 10) } s^m = a \frac{m}{3,6^2 b^2} \left[ z - b \frac{V}{a} + \ln \frac{1-z}{1-\frac{bV}{a}} \right].$$

4. Vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Zeit-Geschwindigkeit und der Weg-Geschwindigkeit-Linie.

In den Abschnitten 2) und 3) wurde gleichbleibende Neigung vorausgesetzt; sollen jedoch verschiedene Neigungen berücksichtigt werden, dann enthalten die Gleichungen je drei Veränderliche.

Der das Anfahren bewirkende Teil der beschleunigenden Kraft, die «Anzugkraft» a, ändert sich mit der Neigung und ist nach Textabb. 1

$$a = a_0 \pm n,$$

worin  $a_0$  kg/t die Anzugkraft auf wagerechter Strecke,  $\pm n$  0/0 die Neigung der Gefälle oder Steigungen bedeutet. Die beiden Veränderlichen V und a können jedoch in eine

$$\text{Gl. 11) } \dots \dots \dots k = bV : a$$

zusammengefaßt werden. Jetzt hängen Zeit und Weg nur von dem Verhältnisse Geschwindigkeit : Anzugkraft ab und wird damit die Darstellung in einem räumlichen Achsenkreuze ver-

mieden. Für den Rechnungsvorgang erweisen sich für k als geeignete Werte solche, die einer arithmetischen Reihe angehören; beispielsweise wird mit 0 beginnend  $k = 0,1, 0,2, 0,3 \dots$  angenommen.

Unter Berücksichtigung der umlaufenden Massen ist die Masse einer Tonne des Zuggewichtes gleich 110; statt der natürlichen sollen Brigg'sche Logarithmen eingeführt, endlich nicht mit dem tatsächlich zurückgelegten Wege, sondern mit einem im Verhältnisse zur Anzugkraft stehenden Bruchteile davon gerechnet werden; dies bietet den Vorteil, für alle Neigungen mit einer Linie auszukommen. Gl. 9) und 10) lauten nun:

$$\begin{aligned} t^{\text{Sek}} &= \frac{1}{b} 70,34 \lg \frac{1-z}{1-k} \\ \frac{s^m}{a} &= \frac{1}{b^2} 8,49 \left[ 2,3 \lg \frac{1-z}{1-k} + z - k \right]. \end{aligned}$$

Die Lösung der gestellten Aufgabe besteht also vorläufig darin, für alle Neigungen jene Zeit und Wegstrecke zu bestimmen, die seit Eintreten der Änderung der Geschwindigkeit über oder unter das vorher festgelegte Vielfache der Beharrungsgeschwindigkeit durchlaufen worden sind.

Bei verzögerter Bewegung erscheint nach der im Abschnitte 2) gegebenen Anleitung auf einer bekannten Strecke z dann als Höchstwert, wenn es das Verhältnis der größten zulässigen Fahrgeschwindigkeit zur Beharrungsgeschwindigkeit auf der größten vorkommenden Steigung darstellt.

Unter noch zu erörternden Bedingungen wurde beispielsweise für eine gegebene Strecke  $z = 1,9$  und die Beharrungsgeschwindigkeit auf der Steigung  $2 \text{ }^0/00$  zu  $77,0 \text{ km/St}$  gefunden.

Der Beginn der Zeit- und Weg-Messung für alle in dieser Strecke etwa vorkommenden Steigungen von  $2 \text{ }^0/00$  ist bei verzögerter Bewegung in den Augenblick verlegt, in dem der Zug die Geschwindigkeit  $77,0 \cdot 1,9 = 146,3 \text{ km/St}$  erreicht hätte. So vergehen in dem gewählten Beispiele 214 Sek bis die Geschwindigkeit von 146,3 auf  $96,1 \text{ km/St}$  abnimmt, dagegen 327 Sek bis zur Abnahme auf  $86,6 \text{ km/St}$ ; für die Verzögerung von 96,1 auf  $86,6 \text{ km/St}$  sind somit  $327 - 214 = 113$  Sek erforderlich.

Eine wesentliche Vereinfachung tritt bei beschleunigter Bewegung ein, wenn die untere Grenze der Messung mit dem Beginne der Bewegung zusammen gelegt wird, dann ist  $z = 0$ .

Der Beharrungszustand wird in beiden Fällen bei  $k = 1$ , also erst im Unendlichen erreicht.

Die entwickelten Linien, denen nur die Bedeutung von Hilfslinien zukommt, setzen sich aus je zwei Ästen zusammen, von denen der eine für beschleunigte Bewegung mit  $k < 1$ , der andere für verzögerte mit  $k > 1$  gilt.

Als Längen dienen die k-Werte, die jedoch später zweckmäÙig auf  $V : a$  umgerechnet werden; hierauf sind in Abständen gleich dieser Einheit Gleichlaufende zur t und s : a-Achse zu ziehen. In Textabb. 4 ist dieser Vorgang dadurch veranschaulicht, dafs teilweise die ursprünglichen, nur zum Zeichnen der Hilfslinien gebrauchten Höhen durch gestrichelte Gerade angedeutet sind.

Es ist nun möglich, das Fahr-schaubild eines Zuges für eine bestimmte Strecke zu entwickeln.

Sind die Werte  $(V:a)_a$ ,  $(s:a)_a$ ,  $(t)_a$  und  $(V)_a$  am Anfange jedes Neigungsabschnittes bekannt, so ist es unter Benutzung der Hülfslinien möglich, auch die entsprechenden Werte für das Abschnittende zu bestimmen, denn der zurückzulegende Weg  $\Delta s^m$  oder  $\Delta(s:a)$  ist gegeben, aus dem  $(s:a)_e = (s:a)_a + \Delta(s:a)$  und weiter  $(V:a)_e$ ,  $(t)_e$  und  $(V)_e$  erhalten werden können.

Gemäß dem Verlaufe der Zugfahrt wird das Verfahren vom Fahrbeginne aus für alle Abschnitte durchgeführt, wobei immer die maßgebenden Größen am Beginne des folgenden Abschnittes aus denen am Ende des vorangegangenen errechnet werden müssen. Die Gleichungen der Hülfslinien können aber auch geschrieben werden:

Gl. 12) 
$$\begin{cases} t^{\text{Sek}} = \frac{1}{b} [70,34 \lg(1-z) - E] \\ E = 70,34 \lg(1-k) \end{cases}$$

Gl. 13) 
$$\begin{cases} \frac{s^m}{a} = \frac{1}{b^2} \{ 8,49 [2,3 \lg(1-z) + z] - F \} \\ F = 8,49 [2,3 \lg(1-k) + k] \end{cases}$$

Bei der Berechnung muß das Vorzeichen der Ausdrücke  $(1-z)$  und  $(1-k)$  stets mit  $+$  eingesetzt werden.

Die Glieder E und F können nach Annahme von k bestimmt werden, Zusammenstellung I gibt ihre Werte für die früher erwähnte Reihe an.

Zusammenstellung I.

Beschleunigte			Verzögerte		
Bewegung					
k	E	F	k	E	F
0	0	0	1,0	$-\infty$	$-\infty$
0,1	- 3,22	- 0,04	1,1	- 70,34	- 10,19
0,2	- 6,82	- 0,19	1,2	- 49,17	- 3,46
0,3	- 10,90	- 0,48	1,3	- 36,78	+ 0,83
0,4	- 15,60	- 0,94	1,4	- 27,99	+ 4,12
0,5	- 21,17	- 1,63	1,5	- 21,17	+ 6,86
0,6	- 27,99	- 2,68	1,6	- 15,60	+ 9,25
0,7	- 36,78	- 4,27	1,7	- 10,90	+ 11,41
0,8	- 49,17	- 6,86	1,8	- 6,82	+ 13,39
0,9	- 70,34	- 11,89	1,9	- 3,22	+ 15,24
1,0	$-\infty$	$-\infty$	2,0	0	+ 16,98
			2,1	+ 2,91	+ 18,64
			2,2	+ 5,57	+ 20,22

5. Der Übergang in den Beharrungszustand.

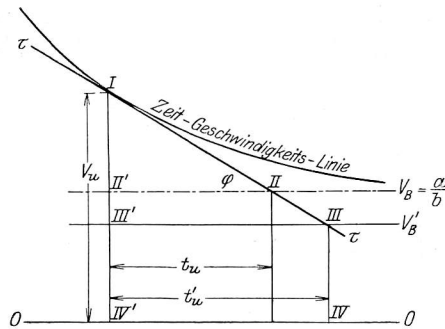
Der Eintritt in den Beharrungszustand erfolgt erfahrungsgemäß in verhältnismäßig kurzer Zeit; um das Verfahren dem entsprechend auszugestalten, können zwei Wege eingeschlagen werden.

a) Nach dem Vorschlage von Dr. R. Sanzin\*) werden bei Berechnung der Kolbenzugkräfte zwei Grade der Anstrengung einer Lokomotive zu Grunde gelegt, und zwar der gewöhnliche und ein gesteigerter; letzterer wird auf kürzere Dauer beim Anfahren, beim Übergange von einer steilern in eine mäßigere Steigung und bei Überwindung kurzer Steilrampen angewendet. Die gewöhnliche Beanspruchung entspricht dem Beharrungszustande.

\*) v. Stockert, Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens, II. Band, S. 44.

b) Der zweite Weg besteht im Einfügen eines Übergangsabschnittes. Mit Ausnahme der Neigungen, auf denen die Beharrungsgeschwindigkeit entweder der Grenzggeschwindigkeit oder der höchsten zulässigen gleich wird, weist jede andere Neigung wegen der zweifachen Darstellung der beschleunigenden Kraft zwei Beharrungsgeschwindigkeiten  $V_B$  und  $V'_B$  auf (Textabb. 1). Die geradlinig verlaufende beschleunigende Kraft

Abb. 2.



wurde jedoch nur zur Berechnung der Hülfslinien vorausgesetzt, während die tatsächlich einzuhaltende Beharrungsgeschwindigkeit  $V'_B$  den Parabeln entnommen wurde.

Wenn  $V_B > V'_B$  ist, wird letztere bei wachsender Geschwindigkeit

stets in endlicher Zeit erreicht; bei verzögerter Bewegung dagegen wäre dies ausgeschlossen, da der Eintritt in die noch größere  $V_B$  bereits in das Unendliche gerückt ist. Schon aus diesem Grunde ergibt sich also die Notwendigkeit, einen Übergang herzustellen, der auf folgender Erwägung beruht. Vom Punkte I an (Textabb. 2), dessen zugehöriges t und s:a eben noch genügend genau aus den Hülfslinien entnommen werden kann, erfolge die weitere Geschwindigkeitsabnahme nicht mehr entsprechend der Zeit-Geschwindigkeit-Linie nach Gl. 9, sondern nach einer an diese gelegten Berührenden  $\tau\tau$ , die beschleunigende Kraft sei also unveränderlich, und daher die Bewegung bis zur Erreichung des tatsächlichen Beharrungszustandes eine gleichförmig verzögerte geworden. Aus Textabb. 2 folgt

$$t_u = (V_u - V_B) : \text{tg } \varphi, \text{ tg } \varphi = - \text{tg}(180 - \varphi) = - dV : dt$$
 und da im Punkte I  $V = V_u$  wird, erscheint

$$\frac{dV}{dt} = \frac{3,6 b (V_B - V_u)}{m}$$

somit schließlic 
$$t_u^{\text{Sek}} = \frac{m}{3,6 b} = 30,55 \frac{1}{b}$$

Endlich ist wegen Ähnlichkeit der Dreiecke I II II' und I III III'

Gl. 14) 
$$t'_u^{\text{Sek}} = 30,55 \frac{1}{b} \frac{V_u - V'_B}{V_u - V_B}$$

Der hierbei zurückgelegte Weg ist durch das Trapez I III IV IV' dargestellt und in Metern

Gl. 15) 
$$s'_u^m = t'_u \frac{V_u + V'_B}{2 \cdot 3,6}$$

Auch auf langen gleichbleibenden Neigungen, wenn die Geschwindigkeit sich schon dem Beharrungszustande sehr genähert hat, empfiehlt es sich, diesen Übergang anzuwenden, weil die lediglich zeichnerische Bestimmung von Punkten auf den Hülfslinien mit Schwierigkeiten verbunden ist.

6. Beispiel.

Die Fahrzeiten eines nur aus vierachsigen Wagen gebildeten Schnellzuges von 390t bei 300t Wagengewicht sind festzustellen. Der Zug wird von einer 2 B. II. t. F. - Lokomotive

auf einer gegebenen Strecke mit Neigungen bis 6,5‰ befördert. Die Hauptabmessungen der Lokomotive gibt Zusammenstellung II an.

Zusammenstellung II.

Zylinderdurchmesser d	500/760	mm
Kolbenhub h	680	„
Triebraddurchmesser D	2,1	m
Rostfläche R	3,0	qm
Wasserberührte Heizfläche H	156,0	„
Kesselüberdruck p	13	at
Reibungsgewicht G <sub>L</sub>	29	t
Dienstgewicht mit Tender G <sub>L</sub>	90	t

Der auf eine Tonne des ganzen Zuggewichtes entfallende Widerstand setzt sich aus dem der Wagen

$$w_w^{kg/t} = 1,6 + 0,00456 V^{km/St} + 0,00045 (V^{km/St})^2 \text{ nach Barbier,}$$

$$\text{und der Lokomotive } w_L^{kg/t} = 3,8 + 0,025 V^{km/St} + 0,001 (V^{km/St})^2 *).$$

$$\text{zusammen zu } w^{kg/t} = \frac{G_w^t w_w^{kg/t} + G_L^t w_L^{kg/t}}{G_w^t + G_L^t} = 2,11 + 0,0093 V^{km/St} + 0,000577 (V^{km/St})^2.$$

Beschleunigende Kraft.

a) Gewöhnliche Beanspruchung.

Der Reibungswert sei f = 0,15; weiter ist a = 5,5 und b = 0,08 \*), woraus nach Gl. 7)

$$p_r'^{kg/t} = 9,46 - 0,0064 V^{km/St} - 0,000577 (V^{km/St})^2 \text{ folgt.}$$

Für die Kolbenzugkraft Z<sub>i</sub>\*\* bei größeren Geschwindigkeiten wurde

$$Z_m^{kg} = Z_i = 7300 - 74 V^{km/St} + 0,267 (V^{km/St})^2,$$

daraus:

$$z_m^{kg/t} = 18,72 - 0,1897 V^{km/St} + 0,000685 (V^{km/St})^2$$

und endlich

$$p_m'^{kg/t} = 16,61 - 0,199 V^{km/St} + 0,000108 (V^{km/St})^2 \text{ gefunden.}$$

Trägt man die Werte p<sub>r</sub>' und p<sub>m</sub>' in ein Achsenkreuz ein, so entstehen die bekannten beiden Parabeln, die sich im Punkte N bei der Grenz-Geschwindigkeit V = 44 km/St und p<sub>r</sub>' = p<sub>m</sub>' = 8,06 schneiden (Textabb. 3). Die gerad-

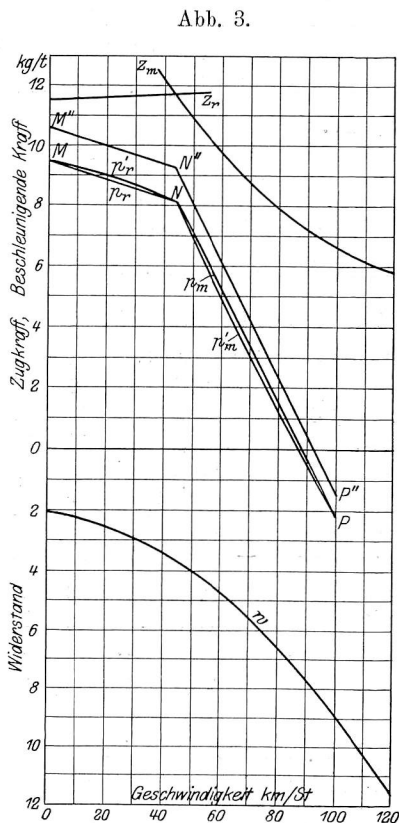


Abb. 3.

linige Beschleunigungskraft folgt innerhalb der Punkte M und N der Gleichung

$$p_r^{kg/t} = 9,46 - 0,0318 V^{km/St}$$

und über N hinaus

$$p_m^{kg/t} = 16,13 - 0,1836 V^{km/St}$$

falls die größte zulässige Geschwindigkeit mit 100 km/St festgesetzt ist.

b) Gesteigerte Beanspruchung.

Während eines kürzern Zeitraumes kann die Lokomotive ohne Erschöpfung des Kessels eine die gewöhnliche Anstrengung um 15% übersteigende Kolbenzugkraft leisten. Um jedoch den durch Ersatz der Parabeln durch Gerade gemachten Fehler zu mindern, soll nur mit 10% gerechnet werden. Die Bestimmung der maßgebenden Punkte M'', N'', P'' für diesen Anstrengungsgrad erfolgt am einfachsten in der Weise, daß vorerst für die Punkte N und P das zugehörige z und w ermittelt und hierauf

$$p_m^{kg/t} = 1,1 \cdot z_m^{kg/t} - w^{kg/t}$$

gebildet wird.

Der Schnitt der p-Achse mit einer durch N'' gezogenen Gleichlaufenden zu M N ergibt dann den Punkt M''; man darf aber den Reibungswert für diese Beanspruchung auch etwas höher wählen, wodurch allerdings die Grenz-Geschwindigkeit eine Änderung erfährt.

Die Gleichungen der Geraden M'' N'' sowie N'' P'' lauten:

$$p_r^{kg/t} = 10,63 - 0,0318 V^{km/St}$$

$$p_m^{kg/t} = 17,70 - 0,1925 V^{km/St}.$$

Entwicklung der Hilfslinien.

Gemäß Textabb. 3 wird die Geschwindigkeit nach dem

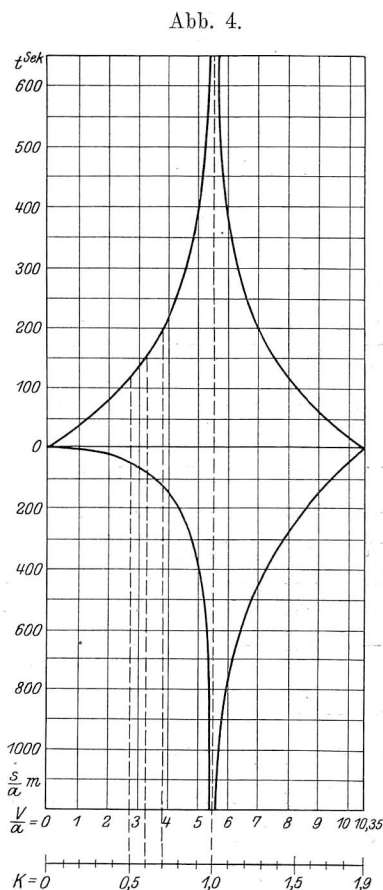


Abb. 4.

Anfahren auch auf der größten vorkommenden Steigung mit 6,5‰ nicht mehr unter die Grenzgeschwindigkeit sinken. Die Berechnung der Hilfslinien für die beschleunigende Kraft aus dem Reibungsgewichte kann daher unterbleiben, die Bestimmung von Zeit und Weg geschieht dann durch Rechnung. Der Beharrungszustand auf der größten Steigung von 6,5‰ tritt bei V = 52,5 km/St auf, folglich ergibt sich

$$z = \frac{100}{52,5} \text{ zu rund } 1,9.$$

Die aus Gl. 12) und 13) für p<sub>m</sub> berechneten Werte sind in Zusammenstellung III angegeben, in der zwischen k = 0,9 bis 1,1 eine weitere Unterteilung vorgenommen wurde.

Mit diesen Werten sind in Textabb. 4 die Hilfs-

\*) Dr. R. Sanzin, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1911, S. 1458.

\*\*) v. Stockert, Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens II. Band, S. 32.

Zusammenstellung III.

k	Gewöhnliche		Gesteigerte	
	Beanspruchung			
	b = 0,1836		b = 0,1925	
	tSek	$\frac{s}{a}$	tSek	$\frac{s}{a}$
0	0	0	0	0
0,1	18	1	17	1
0,2	37	6	35	5
0,3	59	14	57	13
0,4	85	28	81	25
0,5	115	48	110	44
0,6	153	80	145	72
0,7	200	127	191	115
0,8	268	204	255	185
0,9	383	353	365	320
0,92	421	404	400	367
0,94	468	472	446	428
0,96	536	569	510	516
0,98	651	738	620	670
1,0	∞	∞	∞	∞
1,02	633	1181	603	1071
1,04	518	1000	493	908
1,06	450	894	429	811
1,08	403	816	383	740
1,1	365	755	348	685
1,2	250	555	238	504
1,3	182	428	174	388
1,4	135	330	128	300
1,5	97	249	93	226
1,6	67	178	64	161
1,7	41	114	40	103
1,8	19	55	18	50
1,9	0	0	0	0

linien bei gewöhnlicher Beanspruchung aufgetragen. Vorher muß jedoch für k ein geeigneter Maßstab gewählt werden; nach dem früher Gesagten kommt es bei Anwendung der Hilfslinien auf die Verhältniszahl V:a an; um diese nicht immer erst aus k bestimmen zu müssen, ist es am besten für V:a = 1 ein passendes Maß, etwa 20 mm festzulegen, und hieraus das von k zu bestimmen. Bei gewöhnlicher Beanspruchung und k = 1 wird nach Gl. 11) V:a = 1 : b = 5,45, somit ist erstere Größe durch eine Länge von 5,45 · 20 = 109 mm darzustellen. Dieser Maßstab dürfte meist genügen. In Textabb. 5 ist das Fahr-

Abb. 5. Fahrtafelbild.

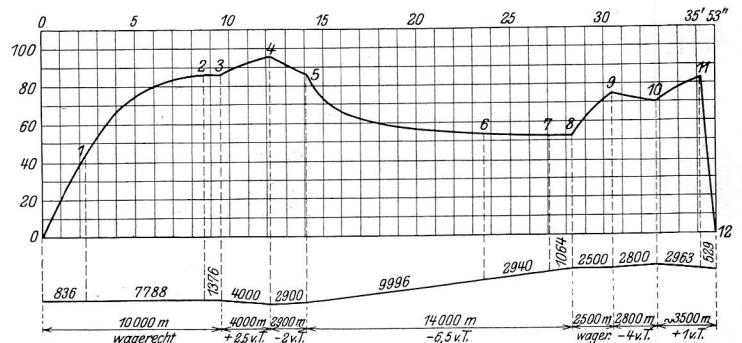


schaubild entworfen; der dabei eingehaltene Vorgang ist in Zusammenstellung IV dadurch erläutert, daß die Spalten mit den aus den Hilfslinien abgelesenen Werten stark eingerahmt sind.

Die Ermittlung von Zwischenpunkten erfolgt ähnlich der der Endpunkte der Neigungen und zwar zweckentsprechend nur auf der Hilfs-Weg-Geschwindigkeit-Linie. Zur Berechnung des Bremsweges und der Zeit wurde die unveränderliche Verzögerung von 0,5 m/sek<sup>2</sup> angenommen.

Zusammenstellung IV.

Abschnitt	Neigung n + Gefälle - Steigung %	Anstrengung	a = a <sub>0</sub> ± n	V				Länge m	$\Delta \frac{s}{a}$	Fahrzeit				Anmerkung			
				km/St	$\frac{V}{a}$	t Sek	$\frac{s}{a}$			einzel	zusammen						
											am Ende des Abschnittes	Min	Sek				
0-1	0	gesteigert	10,63	0	0	0	0	836	78,6	78,6	136	4,14	44,0	136	2	16	Anfahren mit pr
1-2	0	„	17,70	44,0	2,49	103	40	7788	440,0	480,0	485	4,95	87,6	382	8	38	„ „ pm
2-3	0	gewöhnlich	—	87,6	—	—	—	1376	—	—	—	—	87,6	56	9	34	Beharrungszustand
3-4	+ 2,5	„	18,63	87,6	4,70	330	283	4000	214,7	497,7	485	5,15	96,1	155	12	09	
4-5	- 2,0	„	14,13	96,1	6,80	214	488	2900	205,2	693,2	327	6,13	86,6	113	14	02	
5-6	- 6,5	„	9,63	86,6	9,00	53	143	9996	1038,0	1181,0	633	5,56	53,5	580	23	42	am Steigungsende k = 1,02
6-7	- 6,5	—	—	53,5	—	—	—	2940	—	—	—	—	52,3	200	27	02	Übergang; V <sub>u</sub> = 53,5; V <sub>B</sub> = 52,3
7-8	- 6,5	gewöhnlich	—	52,3	—	—	—	1064	—	—	—	—	52,3	73	28	15	Beharrungszustand
8-9	0	gesteigert	17,70	52,3	2,95	133	62	2500	141,2	203,2	270	4,25	75,2	137	30	32	
9-10	- 4,0	gewöhnlich	12,13	75,2	6,20	312	664	2800	230,8	894,8	450	5,78	70,1	138	32	50	
10-11	+ 1,0	„	17,13	70,1	4,09	230	160	2963	173,0	333,0	367	4,85	83,1	137	35	07	
11-12	+ 1,0	—	—	83,1	—	—	—	529	—	—	—	—	0	46	35	53	Bremsung; 10 bis 12 ~ 3500 m

7. Zusammenfassung.

Unter der vereinfachenden Annahme eines geradlinigen Verlaufes der beschleunigenden Kraft werden zuerst die Bewegungsgleichungen aufgestellt. Aus diesen werden Hilfslinien dadurch abgeleitet, daß als eine der Veränderlichen das Ver-

hältnis Fahrgeschwindigkeit: Anzugkraft eingeführt wird. Die Verwendung der Hilfslinien wird an einem Beispiele gezeigt.

Wenn die Krümmungsverhältnisse der Parabeln den Ersatz durch zwei sich schneidende Gerade nicht zulassen, so muß man zu einem sich besser anschmiegender, mehrmals gebrochenen Linienzuge übergehen.



## Nachruf.

### Robert Eder †.

Am 14. Februar 1914 starb in Budapest Robert Eder, Oberinspektor im Ruhestande bei der Kaschau-Oderberger Eisenbahn im 56. Lebensjahre.

Eder wurde am 1. April 1858 in Wien geboren. Schon als Hörer des Politechnikum in Graz erwarb er sich vielseitige praktische Kenntnisse im Eisenbahnmaschinen- und Werkstätten-Dienste, die ihn zu seinen späteren Anstellungen besonders befähigten. In den Dienst der Kaschau-Oderberger Eisenbahn trat Eder 1885; er war 1893 Heizhausleiter in Ruttka und wurde 1896 zur Generaldirektion versetzt, wo er bereits vor seiner Ernennung zum Abteilungsvorstande der Fachabteilung für Maschinenwesen 1902 stets eine bedeutende Rolle spielte. Als Abteilungsvorstand zeichnete sich Eder durch besonderes Geschick in der Verwaltung und unermüdete Tatkraft aus, mit welchen Eigenschaften er viel dazu beitrug, daß seine Anstalt unter den schwierigsten wirtschaftlichen und Verkehrs-

Verhältnissen den Platz behaupten konnte. Für das Wohl seiner Untergeordneten immer bestrebt, sicherte sich Eder deren aufrichtigste Anhänglichkeit, die sich in aufopferndster Dienstleistung äußerte. 1911 in den Ruhestand getreten, widmete Eder seine Tätigkeit der Begründung des ungarischen Vereines für Kesseluntersuchung, die damit verbundene aufreibende Arbeit ertrug er jedoch nicht lange; er verschied noch im Alter des Schaffensdranges und zum aufrichtigen Bedauern seiner Freunde, zu denen viele Mitglieder des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen und seiner Ausschüsse, namentlich die des technischen Ausschusses, zu zählen sind, die er sich durch Liebenswürdigkeit und Gemeinsinn erworben hat. Eder war an den Arbeiten des technischen Ausschusses von der 70. Sitzung 1901 bis zur 89. Sitzung 1909, beide in Bozen, in regster und erfolgreicher Weise beteiligt. Die Fachgenossen denken seiner mit ehrender Erinnerung.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### O b e r b a u.

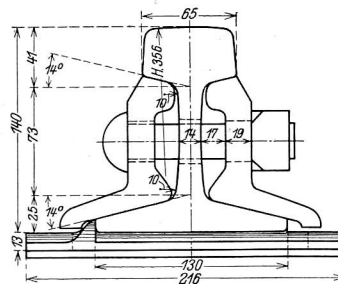
#### Neue Schiene der Denver- und Rio-Grande-Bahn.

(Railway Age Gazette 1913, II, Band 55, Nr. 17, 24. Oktober, S. 774; Engineering News 1914, I, Band 71, Nr. 2, 8. Januar, S. 64. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Die Denver- und Rio-Grande-Bahn hat eine neue 44,6 kg/m schwere Schiene entworfen. Der Querschnitt (Textabb. 1) verbindet die Steifigkeit des Querschnittes A mit dem starken Kopfe des Querschnittes B des amerikanischen Eisenbahn-Vereines\*). Die Höhe beträgt 140 mm gegenüber 143 mm des erstern, die Kopffläche 22,58 qcm gegenüber 22,97 qcm des

\*) Organ 1889, S. 205.

Abb. 1. Neue Schiene der Denver- und Rio-Grande-Bahn. Maßstab 1:5.



letztern. Die Schiene hat vierlöcherige, 660 mm lange ausgeklinkte Laschen, die so weit über den Schienenfuß vortragen, daß eine gleichförmige Unterlegplatte mit Ansatz für Stofs- und Mittel-Schwellen verwendet werden kann.

B—s.

### M a s c h i n e n u n d W a g e n.

#### Speisewasser-Vorwärmung bei Lokomotiven.

Dr.-Ing. L. Schneider in München.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1913, Mai, Nr. 18, Seite 687, Nr. 19, Seite 735, Nr. 20, Seite 777, Nr. 22, Seite 852, Juni, Nr. 23, Seite 902. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 17 auf Tafel 22.

(Schluß von Seite 176.)

#### 4. Vorwärmung nach Caille-Potonié.

Gespeist wird mit einer Pumpe, die für die Förderung heißen Wassers besonders durchgebildet ist. Sie kann liegend oder stehend nach Patent Caille gebaut sein, doch sind auch andere Pumpenbauarten in Verbindung mit den Vorwärmern von Caille mit Erfolg in Betrieb. Beispielsweise verwendet die französische Nordbahn stehende Westinghouse-Pumpen von 8 bis 10 cbm/St Fördermenge, denen das Wasser aus dem Vorwärmer zufießt. Bei dieser Anordnung muß der Vorwärmer so liegen, daß auch ihm das Wasser vom Tender her zufießt, also jedenfalls unter dem niedrigsten Tenderwasserstande. Nur

ist eine solche Anordnung aus räumlichen Gründen und wegen der erschwerten Zugänglichkeit nicht selten schwierig und baulich unbefriedigend durchführbar.

Abb. 1, Taf. 22 zeigt die Zusammenstellung der Vorwärmung nach Caille-Potonié, mit einer einfachen Speisepumpe. Der Abdampf zum Heizen des Vorwärmers wird dem Blasrohre entnommen. Das Niederschlagwasser verläßt den Vorwärmer durch eine selbsttätige Ableitung an seiner tiefsten Stelle.

Im Vorwärmer herrscht ein Dampfüberdruck von nur 0,1 at; steigt er höher, so wird das mit einer Feder belastete Ventil a geöffnet, und der überschüssige Abdampf tritt ins Freie. Das Entweichen von Dampf aus dem Vorwärmer ist insofern unerwünscht, als dem Blasrohre nicht mehr Dampf, als unbedingt nötig, entnommen werden sollte. Bei gegebener Blasrohrmündung und Schornsteinweite verschlechtert sich durch die Dampfantnahme der Unterdruck in der Rauchkammer und die Zugwirkung vermindert sich in dem Malse, wie die durch das Blasrohr strömende Dampfmenge abnimmt. Um dies zu

vermeiden, ist in der Dampfzuleitung des Vorwärmers ein federbelastetes Ventil *b* angeordnet. Steigt der Dampfdruck im Vorwärmer über ein gewisses Maß, so tritt der Dampf durch eine Umlaufleitung über einen Kolben und übt auf diesen einen größeren Druck aus, als der ursprünglichen Federkraft entspricht; das den Dampfeintritt regelnde Ventil senkt sich und sperrt den Abdampf mehr oder minder ab. Die Klappe *c* soll von Hand mit einer kleinen Welle von der Aufsenseite der Rauchkammer her für die ganze Fahrt eingestellt werden und in dieser Lage bleiben. Je nach der Maschinenleistung und der durch den Vorwärmer strömenden Menge an Speisewasser würde der Dampfdruck darin ein anderer werden. Die Regelung der zutretenden Dampfmenge und damit die Gleichhaltung der Speisewasserwärme geschieht selbsttätig.

Außer dem Abdampfe der Maschine wird auch der der Speisepumpe dem Vorwärmer zugeführt. Dieser besteht aus einem Röhrenbündel, das innen vom Dampfe, außen vom Wasser bespült wird. Die Heizrohre bestehen aus Kupfer und haben 18/20 mm Durchmesser. Ein selbsttätiges Ventil verhindert die Bildung von Dampf im Vorwärmer und läßt zugleich die aus dem Speisewasser frei werdende Luft entweichen. Neben der Speisepumpe, die das Wasser durch den Vorwärmer saugt oder drückt, ist als zweite Speisevorrichtung eine Strahlpumpe beibehalten. Eine Abzweigung von der Druckleitung der Strahlpumpe ermöglicht kräftige Spülung des Vorwärmers und die Reinigung der Kupferröhren von Schlamm. Die Strahlpumpe wird nur ausnahmsweise bei längerem Stillstande benutzt, wenn das im Vorwärmer befindliche Wasser mangels des Abdampfes nicht vorgewärmt werden kann. Ein Druckmesser zeigt den Druck in der Druckleitung der Pumpe, ein Wärmemesser die Wasserwärme im Vorwärmer an. Bei 0,1 at Dampfüberdruck wird eine Speisewärme von 98 bis 100° erreicht. Obwohl die Wärme im Vorwärmer bei verschiedenen Kesselbeanspruchungen wegen der Wirkung des Druckreglers *b* sehr gleichmäßig bleibt, ist durch eine geeignete Bauart auf die Wärmeausdehnung der Rohre Rücksicht genommen.

Eine «pompe mixte» genannte Pumpe gestattet, heißes Wasser ohne Rücksicht auf die gegenseitigen Wasserstände im Tender oder im Vorwärmer zu speisen. Sie besteht aus zwei Pumpen, die genau gleichzeitig arbeiten, so daß die Druckzeit der ersten mit der Saugezeit der zweiten zusammenfällt. Pumpe 1 ist zwischen Tender und Vorwärmer, Pumpe 2 zwischen Vorwärmer und Speisekopf geschaltet. Die Pumpe kann bis auf 5 % ihrer Volleistung herab geschaltet werden, und arbeitet zwischen 10 und 100 Doppelhuben in der Minute stofffrei. Durch bloßes Öffnen und Schließen des Dampfventiles wird sie angelassen, sie zieht selbst nach längerem Stillstande mit Hilfe eingeschalteter Schnüffventile wieder selbsttätig an. In der Ausführung bilden beide Pumpen 1 und 2 einen Körper als Doppelpumpe mit dazwischen geschaltetem Vorwärmer. Diese in Abb. 2, Taf. 22 dargestellte Anordnung gestattet, das kalte Wasser aus allen nötig werdenden Höhen anzusaugen und es mit ganz geringem Drucke durch den Vorwärmer und weiter in den Kessel zu treiben, dessen Wasserdruck hierbei nur 0,5 at erreicht. Dementsprechend werden auch das Sicherheitsventil *a* und das Regelventil so eingestellt, daß

sich im Vorwärmer eine Abdampfspannung von 1,5 at halten kann. Die Spannung des auspuffenden Dampfes beträgt im Blasrohre bei angestrenzter Maschinenleistung 1,4 bis 1,6 at. Mit Dampf von dieser Spannung und mit dieser Anordnung der Pumpe läßt sich eine Wasserwärme bis zu 110° erzeugen, was neben dem bequemer durchzuführenden Einbaue der Vorrichtung auch wirtschaftliche Vorteile zur Folge hat. Zu den Anzeigevorrichtungen tritt noch ein Niederdruckmesser für den Wasserdruck im Vorwärmer, der sonst die in Abb. 1, Taf. 22 dargestellte Bauart hat.

Abb. 3, Taf. 22 zeigt den Caille-Vorwärmer mit Doppelpumpe und einer 1 D. II. t. G. -Lokomotive der Seaboard Air Line-Bahn. Die Pumpe ist auf der rechten Seite der Lokomotive hinten unter dem Führerhause angebracht. Das kalte Speisewasser gelangt durch die Leitung *a* in die Niederdruckstufe der Pumpe, und mit geringem Überdrucke durch die Leitung *b* in den kastenförmigen länglichen Vorwärmer *c*, den es durch das Rohr *d* verläßt, um in der Hochdruckseite der Pumpe auf den Kesseldruck gebracht zu werden. Bei *e* gelangt es durch den Speisekopf in den Kessel. Ein Teil des Maschinenabdampfes wird unter Einschaltung des Druckreglers *f* durch die Leitung *g* dem Vorwärmer zugeführt. In die Leitung *g* münden die Abdampfleitungen *h* und *i* der Westinghouse- und der Dampfspeise-Pumpe. Die Leitungen *k* und *l* führen den überschüssigen Dampf und das Niederschlagwasser aus dem Vorwärmer ab. Der Betriebsdampf wird der Speisepumpe durch das Dampfabsperrentil zugeführt.

Die Heizfläche der Lokomotive beträgt 302,6 qm, die des Vorwärmers 30 qm, die erreichte Speisewasserwärme 93 bis 102°. Das Gewicht der Lokomotive wird durch die Ausrüstung mit Vorwärmung um 1459 kg erhöht; 730 kg kommen auf den Vorwärmer selbst, 729 kg auf die Pumpe.

Im Gegensatz zu den Vorwärmern von Gaines, Trevithick und einigen noch zu besprechenden herrscht im Vorwärmer von Caille-Potonié kein, oder nur schwacher Wasserdruck. Dies ist von zweifachem Vorteile. Erstens wird dadurch die Ablagerung von festem Kesselsteine geringer, zweitens ist ein Rohrbruch oder sonst eine Undichtheit weniger wahrscheinlich, und nicht von so unangenehmen Folgen, wie bei den unter hohem Drucke stehenden Bauarten. Das durch eine schadhafte Stelle unter Druck entweichende Wasser gelangt in diesem Falle durch die in den Vorwärmer führende Zweigleitung in das Abdampfrohr der Zylinder und schließlich in diese selbst, wo es verheerend wirken kann. Diese Gefahr liegt also bei der Bauart Caille-Potonié nicht vor. Sie ist am besten durchgebildet, und, obgleich eine der verwickeltesten, sehr verbreitet. Bei Versuchsfahrten auf französischen und rumänischen Bahnen wurde die während der Fahrt durch die Vorwärmung erzielte Ersparnis auf 16 bis 17 % festgestellt. Sie ermäßigt sich, wenn der zum Anheizen erforderliche Heizstoff abgesetzt wird, auf 12 %.

##### 5. Vorwärmer von G. und J. Weir.

Der erste von G. und J. Weir, Ltd, Cathcart, Glasgow, gebaute Abdampfvorwärmer wurde an einer 2 C. t.-, der zweite an einer 2 C. T. -Lokomotive der Glasgow und Südwestbahn auf

dem Langkessel zwischen Dom und Schornstein angebracht. Die London- und Nordwest-Bahn rüstete zehn 2 B.  $\Gamma$ -Lokomotiven mit Rauchröhren-Überhitzern und zehn gleichartige mit Abdampf-Vorwärmern von Weir aus. Vergleichsfahrten ergaben größere Ersparnisse auf Seiten der Heißdampflokomotiven; erst die Vorwärmung auf  $130^{\circ}$  ist der hohen Überhitzung hinsichtlich der Kohlenersparnis gleichwertig, wobei zu Gunsten der Überhitzung immer noch die wesentliche Wasserersparnis in die Wagschale fällt. Während die London- und Nordwest-Bahn der gleichzeitigen Überhitzung und Vorwärmung nicht näher getreten ist, rüstete die Mittelland-Bahn eine Heißdampflokomotive mit einem Vorwärmer aus.

Die Pumpe der Bauart Weir wird, von wenigen Ausnahmen abgesehen, stehend ausgeführt; oben liegt der Dampf-, unten der Wasser-Zylinder. Die Dampfverteilung im obern Zylinder wird durch einen halbrunden Schieber a (Abb. 4, Taf. 22) bewirkt, der in seiner Achsrichtung bewegt wird. Die runde Seite ist dem Zylinder zugewandt. Auf der flachen Seite bewegt sich, mit einem Zwischengestänge von der Kolbenstange angetrieben, ein Hülschieber b, der den Dampf durch die Kanäle e und f abwechselnd vor beide Stirnseiten des Hauptschiebers treten läßt, wodurch dieser verstellt wird, und den Dampf zum Zylinder verteilt. Die Förderung der Pumpe, die in weiten Grenzen eingestellt werden kann, muß vom Lokomotivführer der verdampften Wassermenge angepaßt werden. Die geringste Umlaufzahl, bei der die Pumpe noch arbeitet, entspricht einem Doppelhube in 5 Minuten. Der zur Vorwärmung erforderliche Abdampf wird dem Blasrohre entnommen.

Der Vorwärmer von Weir ist in den Abb. 5 und 6, Taf. 22 dargestellt. Den Dampfraum bildet ein guß- oder schweißeiserner Zylinder a mit Stützen b und c für den Eintritt des Abdampfes der Maschine und der Pumpe, sowie mit einer Nocke d für den Ablauf des niedergeschlagenen Wassers. Die Rohrplatten e aus Muntzmetall sind mit Bundschrauben an dem walzenförmigen Vorwärmermantel befestigt. Die außen vom Dampfe, innen vom Wasser bespülten Rohre bestehen aus Kupfer und sind in die Rohrwände eingewalzt. Die Rohrteilung ist in Abb. 6, Taf. 22 dargestellt.

Die beiden Deckel tragen Innenrippen, die das Wasser zwingen, zweimal durch den Vorwärmer zu fließen. Die Außenseite der Rohre wird mit der Zeit durch das im Abdampfe enthaltene Öl verunreinigt. Man entfernt die Ölschicht, indem man den Vorwärmer mit einer Sodalösung auffüllt und hierauf mit Dampf durchbläst. Der Wasserraum des Vorwärmers befindet sich, wie bei der Anordnung von Gaines und Trevithick, unter dem Kesseldrucke. Der sich etwa festsetzende Kesselstein kann entfernt werden, indem man die Rohre zuerst mit verdünnter Salzsäure, dann mit reinem Wasser durchspült.

Die mit der Anordnung von Weir erreichte Speisewärme beträgt  $93$  bis  $104^{\circ}$ , die Kohlenersparnis wird zu  $12$  bis  $14\%$  angegeben. Wo die Kesselbeanspruchung stark wechselt, ist es erwünscht, einen größeren Vorrat heißen Wassers zu haben, als im Vorwärmer untergebracht werden kann. In diesem Fall empfiehlt sich die Vorwärmung des im Tender

befindlichen Wassers. Die Weir-Pumpe eignet sich auch unter diesen Umständen zum Speisen, da sie bis zu hohen Wärmegraden zuverlässiger als sogenannte Heißwasser-Strahlpumpen ansaugt.

Auf den preussisch-hessischen Staatsbahnen fanden mit einer D. II. t.  $\Gamma$ . G. - Lokomotive Vergleichsfahrten mit und ohne Verwärmung statt. Die Zuglast betrug  $860$  t, die Kohlenersparnis für  $1$  PS/St  $16\%$  zu Gunsten der Lokomotive mit Vorwärmer, der das Speisewasser von  $17$  auf  $85^{\circ}$  brachte.

#### 6. Vorwärmung nach Rieger.

Der Dampf wird nicht wie bei allen bisher besprochenen Bauarten aus dem Blasrohre entnommen, sondern nachdem er bereits aus diesem ausgetreten ist, mittels eines Rohres, dessen Öffnung ungefähr mit der engsten Stelle des Schornsteines zusammenfällt (Abb. 7, Taf. 22). Dadurch wird jeder Rückdruck auf den Kolben und die Verschlechterung der Zugwirkung vermieden, da der Dampf erst entnommen wird, wenn der Auspuff die Luftleere schon erzeugt hat. In Verbindung mit dieser Vorrichtung kann der Unterdruck sogar auf einfache Weise verbessert werden, wenn um das Rohrende ein Ring von dreieckigem Querschnitte, nach Abb. 8, Taf. 22, gelegt wird. Durch diese Maßnahme wird der austretende Dampfstrahl gegen den Schornsteinmantel getrieben. Der Ring wirkt also ähnlich, wie ein Steg über der Blasrohrmündung, wobei er aber dem Dampfstrahle seine kreisrunde Form nicht nimmt, somit weniger Anlaß zu schädlicher Wirbelbildung gibt.

Durch die Art der Abdampfenahme an einer Stelle, wo dies der Erzeugung des Unterdruckes in der Rauchkammer nicht mehr schadet, wird auch eine Druckregelvorrichtung überflüssig, wie sie Caille-Potonié verwendet. Es genügt, in die Entnahmeleitung einen Hahn einzubauen, durch den der Abdampf vom Vorwärmer bei Bedarf ganz abgesperrt werden kann. Mitreissen von Zunder in das Dampfentnahmerohr ist ausgeschlossen, weil Fremdkörper in den Kern des auspuffenden Dampfstrahles nicht eindringen können, sondern sofort am Umfange abgeschleudert werden. Der Abdampf gelangt aus dem Entnahmerohre in einen Vorwärmer, dessen Bauart beliebig sein kann. Eine Ausführungsart des letztern mit ausziehbarem Röhrenbündel ist in Abb. 9 und 10, Taf. 22 dargestellt. Das Wasser befindet sich in verzinkten Messingröhren von  $1$  mm Wandstärke und  $21$  mm innerm Durchmesser, die auf der Außenseite vom Abdampfe geheizt werden. Die vordere Rohrwand ist an eine ringförmige Platte geschraubt, so daß das ganze Rohrbündel aus dem Mantel gezogen werden kann.

Die Quelle bringt das Lichtbild einer mit Dampfentnahme und Vorwärmung nach Rieger nachträglich ausgerüsteten C-Verschiebelokomotive. Der im Vorwärmer nicht vollständig niedergeschlagene Abdampf wird durch eine Rohrschlange in den Wasserkasten geleitet und hier niedergeschlagen. Da es sich um eine versuchsweise Anbringung der Einrichtung an einer alten Lokomotive handelt, wurde die Speisung durch Dampfstrahlpumpen beibehalten. Sobald die Wärme im Wasserkasten  $40^{\circ}$  erreicht hat, wird der den Vorwärmer verlassende, überschüssige Abdampf durch einen Dreiweghahn ins Freie gelassen. Der Kesselüberdruck beträgt  $11$  at, die Heizfläche



des Kessels 63 qm, die des Vorwärmers 2,6 und die Fläche der Schlange im Wasserkasten nur 1,5 qm. Bei 10° Anfangswärme des Speisewassers und 25 mm Durchmesser des im Schornsteine liegenden Dampfentnahmerohres wurden bei 15 bis 40° im Wasserkasten, 54 bis 75° hinter der Dampfstrahlpumpe, 63 bis 83° hinter dem Vorwärmer erzielt. Bei 40° Wärme im Wasserkasten arbeiteten die Dampfstrahlpumpen noch zuverlässig. Hierbei wird die Wärme des Speisewassers durch den Abdampf um 38° erhöht, was 5,5% Kohlenersparnis in Aussicht stellt.

Die Kosten für Beschaffung und Erhaltung der Einrichtung sind gering, auch ist die ganze Vorrichtung so einfach, daß sie in jeder Bahnwerkstätte hergestellt werden kann. Größere Ersparnisse werden erzielt, wenn man Kolben an Stelle von Dampfstrahl-Pumpen verwendet.

Auch bei einer mit dem Vorwärmer nach Rieger ausgerüsteten 2 C 1. IV. T. F. S. - Lokomotive der bayerischen Staatsbahnen ist die Speisung durch Strahlpumpen beibehalten; die linke, etwas kleinere Pumpe drückt durch den Vorwärmer, während die rechte unmittelbar in den Kessel speist. Das Dampfentnahmerohr ist 63 mm weit, der den Vorwärmer verlassende, überschüssige Abdampf kann entweder in das Freie gelassen, oder durch eine Rohrverbindung in den Tender geleitet werden. Der Niederschlag des Vorwärmedampfes wird zum Netzen der Schienen benutzt.

Mit 12 qm Heizfläche des Vorwärmers und 7,5 qm der Tenderrohre werden 85 bis 95° gehalten. Dem entsprechen 7,5 bis 9% Kohlenersparnis, gegenüber der Lokomotive ohne Vorwärmung.

Die Beibehaltung der Strahlpumpen-Speisung erlaubt nicht, den vollen wirtschaftlichen Nutzen der Vorwärmung zu erzielen. Doch ist die Dampfstrahlpumpe und die Dampfentnahme nach Rieger durch ein sehr geringes Gewicht ausgezeichnet, so daß sich die Einrichtung namentlich für solche Fälle empfiehlt, in denen eine erhebliche Gewichtsvermehrung nicht zulässig ist. Beispielsweise wiegt der Vorwärmer der 2 C 1. IV. T. F. S. - Lokomotive einschließlich der erforderlichen Rohrleitungen nur 400 kg.

#### 7. Vorwärmung nach Brazda.

Mehrere österreichische Bahnen mit sehr hartem Speisewasser haben mit gutem Erfolge zu dem Mittel gegriffen, das Wasser vor dem Eintritte in den Kessel durch hohe Erhitzung zu reinigen. Weil hierbei nur Frischdampf verwendet wird, werden keine wirtschaftlichen Vorteile erzielt, doch werden die Kesselheizflächen rein gehalten.

Die Bauart Brazda entstand aus der Erwägung, daß das bisherige stofsweise Kaltspesen durch Dampfstrahlpumpen für die Leistungsfähigkeit der Kessel nicht zuträglich ist, auch die Kosten ihrer Erhaltung erhöht. Der Eintritt des nur 50 bis 60° warmen Wassers verursacht Lecken der Rohre und Nähte. Dazu kommt bei hartem Speisewasser die Ablagerung von Kesselstein, der örtlich Überhitzungen und Abzehrung des Baustoffes hervorruft und die Wirkung der Heizflächen herabsetzt. Schließlich bewirken Luft und Kohlensäure, die erst im Kessel frei werden, Anfressungen und Abrosten der Bleche und Rohre. Bei der Vorwärm- und Enthärte-Vorrichtung von

Brazda wird das Speisewasser durch Frischdampf außerhalb des Kessels auf die in diesem herrschende Wärme gebracht und dabei fast der ganze Kesselstein als leicht zu entfernender Schlamm abgesetzt. Der sich im Vorkessel bildende feste Kesselstein ist hier weit weniger gefährlich, als im Kessel selbst, weil keine Heizflächen des Vorkessels dem Feuer ausgesetzt sind.

Die Quelle bringt eine Abbildung einer mit dieser Vorwärmung versehenen C. G. - Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen, deren Heizfläche 133 qm bei 11 at Kesselüberdruck beträgt. Auf dem Langkessel liegt ein walzenförmiger Behälter von 1 cbm Inhalt, auf dem die Speiseköpfe angeordnet sind. Der Vorkessel ist durch einen Speiseschieber mit dem Kessel verbunden und kann mit einem Zuge vom Führerstande aus entleert werden. Im untern Teile des Speisewasser-Vorwärmers sind an einem Dampfverteilerrohr eigenartig geformte, zur Erzeugung heftigen Durchwirbelns dienende Anwärkörper eingebaut, aus denen der Frischdampf des Unterkessels durch das aufgespeiste kalte Wasser dringt und es auf Kesselwärme erhitzt, was der Führer an einem Messer beobachten kann. Aus dem vom eintretenden Dampfe heftig durchgewirbelten Wasser des Vorkessels werden die Kesselsteinbildner als feiner Schlamm ausgeschieden, der leicht abgeblasen werden kann. Nur ein Teil des Schlammes gelangt in den Kessel, wo er denjenigen Stoffen, die durch Erhitzen allein nicht ausgefällt werden können, zum Auskristallisieren dient, und damit auch sie zum Teil an der Bildung von Kesselstein verhindert. Das auf die Kesselwärme vorgewärmte und enthärtete Wasser sinkt beim Öffnen des Speiseschiebers durch die eigene Schwere in den Unterkessel. Nach dem vollständigen Ablaufe des Inhaltes des Vorkessels wird ein Ausblaseventil geöffnet, das die aus dem Wasser ausgekochten Gase in den Tender leitet, und das in ihm befindliche Speisewasser etwas vorwärmt. Der Vorwärmer wird durch eine der Dampfstrahlpumpen wieder aufgespeist. Der Dampfkessel der vorbezeichneten Lokomotive zeigt nach Reinigung des Speisewassers durch Vorwärmung nur wenig Belag. Lediglich auf der Feuerbüchse und auf der Oberseite der Rohre bildet sich eine dünne graue, von abgekochtem Schlamme herrührende Schicht. Dagegen fand sich im Vorkessel nach achtmonatigem Betriebe ein 5 bis 11 mm dicker Belag, der jedoch einfach entfernt werden kann. Die bei Lokomotivkesseln durch Kesselstein verursachten Wärmeverluste betragen nach vielfachen genauen Versuchen im Unterschiede zwischen reinem und belegtem Kessel bis zu 10%. Der größere Schaden liegt aber in der absondernden Wirkung des Belages, die stellenweise Überhitzungen, Verbrennungen und Ausbeulungen hervorruft. Wird zeitweilig eine gründliche Reinigung durch Abklopfen der Schicht mit dem Hammer durchgeführt, so wird das Blech spröde und erhält Einkerbungen, in denen der Stein später um so fester haftet, und die die Bildung von Anfressungen und Rostpocken begünstigen.

Chemisch gereinigtes Wasser ist immer alkalisch, die Alkalität des Kesselwassers nimmt mit der Betriebsdauer zu, da durch das nachgespeiste Wasser immer neue Mengen von Salzen in den Kessel gelangen. Alkalisches Wasser schäumt und erzeugt Spucken des Kessels, das den Wasserverbrauch



der Lokomotive vergrößert und Wasserschläge verursachen kann. Unter dem hohen Drucke und der hohen Wärme zersetzt sich die Soda in Kohlensäure und Ätznatron, die beide das Kesselblech angreifen. Alles dies wird durch die Enthärtung des Wassers durch Vorwärmung, sei es durch Frischdampf, oder durch Abdampf, vermieden.

#### 8. Speisewasservorwärmer bei Schmalspurlokomotiven.

Um die Wirtschaft der Dampflokomotiven zu heben, fanden Verbundwirkung und Überhitzung auch in den Bau leichter Schmalspurlokomotiven Eingang. Der Speisewasservorwärmung mit Abdampf kommt ein bedeutender wirtschaftlicher Nutzen zu, während durch ihre Einführung an die Lokomotiv-Bedienung so gut wie keine Mehransprüche gestellt werden.

Die bisher vorliegenden Ausführungen von Schmalspurlokomotiven mit Vorwärmern sind nicht zahlreich, lassen aber erkennen, daß der Gegenstand bereits Aufmerksamkeit erregt hat. In Abb. 11, Taf. 22 ist ein Orenstein und Koppel geschützter Vorwärmer dargestellt, der unmittelbar in die erweiterte Auspuffleitung eingebaut werden soll. Derartige Anordnungen leiden an dem Übelstande, daß der abziehende Dampf stark wasserhaltig ist, die Ladung beschädigen und die Fahrgäste und die Nachbarschaft der Strecke belästigen kann. Dies soll bei der vorliegenden Bauart dadurch vermieden werden, daß der das Speisewasser enthaltende Vorwärmer von einem besondern Mantel umgeben ist. Das Speisewasser tritt bei a in die Wasserkammer b ein, die durch die Rippe c in zwei Abteile zerlegt wird, strömt durch die untere, nicht gezeichnete Hälfte des Röhrenbündels d, wechselt seine Richtung in der Umkehrkammer e, fließt durch das obere Röhrenbündel in entgegengesetzter Richtung und wird aus der obern Hälfte der Kammer b durch den Stutzen m in den Kessel befördert. Das wasserführende Röhrenbündel des Vorwärmers liegt in einer innern, von einem Blechzylinder f gebildeten Kammer, die ihrerseits von der äußern Dampfkammer g umschlossen wird. Die Verbindung zwischen der innern und der äußern Kammer wird durch Ausschnitte h im Mantel f hergestellt. Der von den Zylindern kommende Auspuffdampf tritt bei i in die äußere Kammer g ein und strömt bei k nach dem Blasrohre. Ein Teil dieses Dampfes gelangt durch die Öffnungen h in die innere Dampfkammer und umspült das Röhrenbündel d. Das hier entstandene Niederschlagwasser ist der Einwirkung des Hauptdampfstromes durch den Mantel f entzogen und kann durch das Rohr l abgeblasen werden. Das Rohr n dient zum Abblasen der sich in der äußern Kammer g etwa ansammelnden Verunreinigungen.

Aus den Werkstätten von J. A. Maffei in München sind bereits mehrere Schmalspurlokomotiven mit Vorwärmung hervorgegangen. Eine E. II. T. I. - Tenderlokomotive für 760 mm Spur hat zwei gleiche Zylinder von 340 mm Durchmesser und 350 mm Hub. Der Kessel von 44,3 qm Nafsdampfheizfläche ist mit einem Rauchröhrenüberhitzer neuester Bauart von Schmidt mit 18,1 qm Heizfläche und verschiebbaren Zellen ausgerüstet, der den Dampf bei 13 at Spannung auf etwa 320° überhitzt. Der reichlich große Abdampfvorwärmer von 7,8 qm Heizfläche ist längs der linken Seite des Kessels angebracht. Er enthält 110 Messingrohre von 15 mm Lichtweite. Das Wasser be-

findet sich in den Röhren. Durch eine einstellbare Drosselklappe wird ein Teil des Abdampfes der Zylinder weggenommen und durch ein in der Rauchkammer verlegtes Rohr nach dem Vorwärmer geleitet. Ein Ventil, das vom Führerstande aus betätigt werden kann, gestattet, die in den Vorwärmer eintretende Dampfmenge zu regeln. Der ausströmende Abdampf nebst Niederschlagwasser wird, bevor er ins Freie tritt, in einer Heizschlange durch den zwischen den Rahmen befindlichen Wasserkasten geführt, dessen Inhalt dadurch vorgewärmt wird und einen Wärmespeicher bildet. Das Speisewasser kann entweder durch eine Friedmann-Strahlpumpe unmittelbar in den Kessel gefördert oder ihm durch eine auf der linken Seite sitzende Tauchkolbenpumpe zugeführt werden. Die Pumpe wird vom linken Kreuzkopfe unter Einschaltung einer Schwinge angetrieben, deren Stein durch einen Zug vom Lokomotivführer verstellbar ist. Der Hub der Pumpe kann so zwischen 0 und 250 mm verändert werden. Zwischen Kessel und Vorwärmer befindet sich ein Speiseventil. Die erreichte Speisewärme liegt bei 100°.

Eine ähnliche Lokomotive derselben Bauanstalt hat im Gegensatze zur vorerwähnten neben Speisewasservorwärmung und Anfangsüberhitzung auch Zwischenüberhitzung und Verbundwirkung, stellt also das höchst Mögliche an Sparsamkeit dar. Die Lokomotive hat 52,2 qm Nafsdampf- und 21,7 qm Überhitzer-Heizfläche, die Heizfläche des Vorwärmers beträgt 7,8 qm.

#### 9. Vergleich von Anordnung und Bauarten der Vorwärmer.

Die Bauarten und die verwendeten Baustoffe sind zur Zeit noch ziemlich verschieden.

Meist stehen die Vorwärmer unter vollem Kesseldrucke, wobei sich die Speisevorrichtung zwischen Wasserkasten und Vorwärmer befindet, so bei den Anordnungen von Baldwin, Gaines, Trevithick, bei letzterm mit Ausnahme der Pumpen. Abdampfvorwärmer, durch die das Wasser gesaugt wird, sind die von Weir, Rieger, Brazda, Orenstein und Koppel sowie Maffei. Bei Caille-Potonié steht der Vorwärmer nur unter schwachem Überdrucke von rund 0,5 at. Gespeist wird mit Dampfpumpen bei den Vorwärmern von Gaines, Trevithick, Weir und Caille-Potonié. Trevithick verwendet Weir- und Worthington-Pumpen, Weir und Caille-Potonié Pumpen eigener Bauart. Die Schmalspurlokomotiven von Maffei sind mit Stiefelpumpen der Bauart Balcke versehen, während die Baldwin-Lokomotiven und die bisher mit Vorwärmung Rieger und Brazda ausgerüsteten Lokomotiven nur durch Dampfstrahlpumpen gespeist werden. Als zweite Speisevorrichtung haben alle Lokomotiven Strahlpumpen, deren Speiseleitung unter Ausschaltung des Vorwärmers in den Kessel mündet.

Die amerikanischen Vorwärmer von Baldwin und Gaines haben Heizrohre aus Eisen, die Rohre der Abdampf- und Abgas-Vorwärmer der Ägyptischen Staatsbahnen bestehen aus Stahl und sind zum Teile auf der Wasserseite verzinkt, Weir und Caille-Potonié verwenden Kupfer; der Vorwärmer von Rieger ist mit verzinkten Messingrohren ausgerüstet. Auch die Rohrdurchmesser sind sehr verschieden. Die Bauart der Baldwin-Werke weist Rohre von 57 mm

Lichtweite auf, Gaines verwendet 32 mm, die Caille-Potonié-Vorwärmer haben Heizrohre von 18 mm, während Trevithick nach langen Versuchen für seine Rauchkammer-vorwärmer solche von 19 mm, für die Maschinenabdampf-Vorwärmer solche von 9,5 mm und für die Pumpenabdampf-Vorwärmer von 6,5 mm Lichtweite verwendet.

Die Abdampf-Vorwärmer tragen zum Teile der verschiedenen Ausdehnung der Heizrohre gegenüber dem Mantel keine Rechnung, wie die Bauarten von Gaines, Trevithick, Weir und Rieger; teilweise nehmen sie darauf Rücksicht, wie die Bauart Caille-Potonié und die beiden im Folgenden besprochenen von Schaffstädt und von Mattick, von denen der letztere bei den Schmalspurlokomotiven von Maffei verwendet ist.

In Abb. 12 und 13, Taf. 22 sind zwei Bauarten der Vorwärmer von Schaffstädt dargestellt, die sich für den Lokomotivbetrieb besonders eignen. Die Bauart Abb. 12, Taf. 22 wird vorwiegend für kleinere Heizflächen ausgeführt. Der Wasserinhalt ist gering. Die Röhren sind in die Böden eingewalzt, und werden innen vom Dampfe, außen vom Speisewasser bestrichen, bei der auch möglichen umgekehrten Anordnung ist die Abdichtung leichter. Zum Abdichten dient eine stopfbüchsenartige Vorrichtung, die der verschiedenen Wärmeausdehnung der Teile in der Längsrichtung Rechnung trägt. Der Vorwärmer Abb. 13, Taf. 22 hat einen festen und einen kolbenartig im Gehäuse beweglichen Rohrboden, der die Ausdehnung des Rohrbündels gestattet. Hierbei befindet sich der Dampf außerhalb, das Speisewasser innerhalb der Rohre, die ebenfalls in die Rohrböden eingewalzt sind.

Ähnlich ist der Gegenstromvorwärmer von Mattick mit ausziehbarem Röhrenbündel; er hat einen kolbenartig beweglichen Rohrboden, der mit versetzten Rillen gegen den Mantel abgedichtet ist.

Abb. 14 und 15, Taf. 22 zeigen die liegende Bauart mit einfachem Wasserdurchgange. Die Anordnung der Stützen kann den örtlichen Bedingungen entsprechend gewählt werden. Für die Deckel, die Rohrböden und den Mantel wird Gulßeisen oder Schweifßeisen gewählt, während die innen vom Wasser bespülten Rohre nahtlos in der Regel aus Messing oder Bronze gezogen sind. Die Rohre sind vorteilhaft möglichst eng zu wählen, ohne daß jedoch die Reinigung von innen erschwert sein darf.

Abb. 16 und 17, Taf. 22 zeigen die Bauart mit doppeltem Wasserdurchgange, wobei die linke Vorlage durch eine Scheidewand in zwei Kammern abgeteilt ist. Sonst ist der Vorwärmer dem in Abb. 14, Taf. 22 abgebildeten gleich. Die Leistung der Vorwärmer mit doppeltem Wasserdurchgange nach Abb. 16, Taf. 22 ist bei gleicher Heizfläche um etwa 20 % größer, als die der Vorwärmer mit einfachem Durchflusse.

Die Vorwärmer von Mattick werden von 0,43 bis 34,6 qm Heizfläche in 50 verschiedenen Größen ausgeführt.

Um die Vorwärmer leicht von Schlamm reinigen zu können, läßt man das Wasser zweckmäßig in den Heizröhren fließen, so bei dem Abgasvorwärmer von Gaines und den Abdampfvorwärmern von Weir, Rieger, Orenstein und Koppel, Schaffstädt und Mattick, während der Dampf im Abgasvorwärmer der Baldwin-Werke und in den Abgas-

und Abdampf-Verwertern von Trevithick und Caille-Potonié die Röhren innen bestreicht. Es kommt ganz auf die Eigenschaften des Speisewassers an, ob die letztere Bauart noch zulässig ist, wobei man berücksichtigen muß, daß die bisher vorliegenden Erfahrungen über die geeignetste Bauart noch kein abschließendes Urteil zulassen.

Die Quelle hebt hervor, daß die Vorwärmung des Speisewassers bei Lokomotiven im Begriffe sei, sich Eingang zu verschaffen. Ohne sich zu verhehlen, daß noch manches erprobt werden müsse, dürfe man als erwiesen ansehen, daß keine erheblichen Schwierigkeiten zu überwinden seien und daß der wirtschaftliche Erfolg der Vorwärmung eine kleine Anstrengung lohne.

—k.

#### Leitungskuppelung an Eisenbahnwagen.

(Railway Age Gazette, August 1913, Nr. 5, S. 195. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abbildung 18 bis 20 auf Tafel 22.

Die Queen- und Crescent-Bahn hat einen ihrer Züge mit selbsttätigen Kuppelungen für die Luft-, Heißdampf- und Fernsprech-Leitungen versehen. Die Kuppelung liegt unter dem Kuppelkopfe der selbsttätigen Wagenkuppelung. Nach Abb. 18 bis 20, Taf. 22 sind die Schläuche und Kabel in einem Kopfstücke so vereinigt, daß die Mundstücke und Berührungsflächen senkrecht übereinander in der Wagenmitte liegen. Ein Führungskegel auf der einen und eine entsprechende Aussparung auf der gegenüber liegenden Kopfplatte ermöglichen den genauen Zusammenschluß der durch lange Wickelfedern kraftgeschlossenen Kuppelhälften. Die Kopfstücke sind mit einer langen Führungstange an einem unter dem Gestellrahmen befestigten Bocke so angelenkt, daß senkrechte Bewegungen bis 254 mm möglich sind. Ein Gelenk mit senkrechtem Bolzen ermöglicht außerdem einen seitlichen Ausschlag der Kuppelköpfe um 30° nach jeder Seite. Die Spannfedern liegen in der wagerechten Führungstange und bestehen aus Vanadiumstahl. Eine selbsttätige Verriegelung sichert die geschlossene Kuppelung. Die Kuppelköpfe können ohne Lösen der Wagenkuppelung ausgewechselt werden. Die Vorrichtung beseitigt das gefährliche Kuppeln von Hand und ermöglicht die größte Schonung der Schläuche, da diese stets festliegen. A. Z.

#### 2 C 1. IV. T. J. S. - Lokomotive der Rumänischen Staatseisenbahnen.

(Dingler's polytechnisches Journal 1913, November, Heft 41, Band 328, Seite 696. Mit Lichtbild.)

Die von der Lokomotivbauanstalt J. A. Maffei in München gebaute Lokomotive ist die erste der «Pacific»-Bauart auf den Rumänischen Staatseisenbahnen. Die Feuerung erfolgt mit Kohlen unter Petroleumzusatz, an Stelle der aus dem Auslande zu beziehenden Kohle werden mit Erfolg einheimische Petroleumrückstände verwertet. Die Kohlenfeuerung wurde daneben aus betriebstechnischen Gründen beibehalten, weil das Auskühlen der Feuerbüchse während längerer Talfahrten durch eine dünne Kohlschicht auf dem Roste verhindert wird.

An der Feuerbüchsen-Rückwand sind zwei Heizölzerstäuber nach Dragu angebracht, der Zufluß zu diesen wird durch ein Ventil und einen verstellbaren hohlen Dorn geregelt. Die Bohrung des Dornes bildet die Zuleitung des Einblasedampfes, sie kann durch eine Nadel verengt werden. Der Dampfzutritt wird durch ein Ventil und die Nadeln für jeden der beiden

Brenner geregelt. Vor dem Eintritte in den Zerstäuber durchströmt der Dampf einen Wasserausscheider. Das Petroleum kann sowohl in einem vor den Düsen unter dem Führerstand angeordneten Vorwärmer, als auch im Tender-Behälter mit Dampf erwärmt und dünnflüssig gehalten werden. Um das Petroleum beim Anheizen auch durch eine fremde Lokomotive einspritzen zu können, ist ein Anschluß an die Zerstäuber-Dampfleitung vorgesehen; in der Regel erfolgt das Anheizen jedoch mit Kohle. Ein in der Feuerbüchse angeordnetes Feuergewölbe schützt die unteren Heizrohrreihen vor dem Verbrennen. Der runde Feuerkastenmantel ist überhöht und durch einen kegelförmigen Schufs an den walzenförmigen Teil des Langkessels angeschlossen, die Rauchkammertür ist kegelig. Dom und Sandkasten sitzen unmittelbar neben einander und haben gemeinsame Ummantelung.

Die vier Zylinder liegen in einer Reihe über der Vorderachse, zwei außerhalb, zwei innerhalb der Rahmen. Je zwei auf einer Lokomotivseite liegende Zylinder haben einen Kolbenschieber mit außen liegender Heusinger-Steuerung. Die Kolben wirken auf die erste Triebachse, eine Anordnung, durch die das Gewicht des Triebwerkes vermindert wurde. Der Hauptrahmen besteht aus 100 mm starken geschmiedeten Barren und wird über die letzte Triebachse hinaus durch eine 40 mm starke, das Gestell der Adamsachse tragende Wange verlängert. Letztere ist mit der hintern Kuppelachse durch Ausgleichhebel verbunden, das Gleiche ist bei den beiden ersten Triebachsen der Fall.

Das Drehgestell zeigt die Bauart Maffei, gebremst werden nur die Triebachsen.

Von den Ausrüstungsteilen sind zu nennen die Westinghouse-Schnellbremse mit Druckregler Bauart Foster, zwei Schmierpressen, die eine nach Wakefield, die andere nach Friedmann, ein Geschwindigkeitsmesser nach Haufshälter, Einrichtung zur Dampfheizung und zwei Dampfstrahlpumpen nach Friedmann. Zehn dieser Lokomotiven haben noch eine dritte, für Dauerspeisung bestimmte Dampfstrahl-

pumpe. Die Speisewasserleitung zwischen Lokomotive und Tender ist nach Szász gekuppelt. Der Überhitzer ist von Schmidt, die ganze Einrichtung für Ölfeuerung von der bei den Rumänischen Staatseisenbahnen eingeführten Bauart Dragu.

Der Tender ruht auf vier Achsen, die in Achsbüchsen nach Cosmovici gelagert sind; die beiden Mittelachsen sind seitlich verschiebbar.

Die Lokomotive befördert auf der Wagerechten 290 t Wagengewicht mit 90 km/St Geschwindigkeit, die Höchstgeschwindigkeit wurde auf 126 km/St festgesetzt.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d . . . . .	420 mm
Kolbenhub h . . . . .	650 »
Kesselüberdruck p . . . . .	13 at
Kesseldurchmesser . . . . .	1776 mm
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	18 qm
» » Heizrohre . . . . .	236,4 qm
» des Überhitzers . . . . .	60,6 »
» im Ganzen H . . . . .	315 »
Rostfläche R . . . . .	4 »
Triebraddurchmesser D . . . . .	1855 mm
Leergewicht der Lokomotive . . . . .	80 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G . . . . .	89 »
Leergewicht des Tenders . . . . .	23,8 t
Betriebsgewicht des Tenders . . . . .	54,5 »
Wasservorrat . . . . .	21 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	4 t
Ölvorrat . . . . .	6 cbm
Fester Achsstand . . . . .	3900 mm
Ganzer » . . . . .	11170 »
» » mit Tender . . . . .	17250 »
Länge mit Tender . . . . .	21040 »
Zugkraft $Z = 2 \cdot 0,75 p \frac{(d^{cm})^2 h}{D} =$ . . . . .	12053 kg
Verhältnis H : R = . . . . .	78,8
» H : G = . . . . .	3,54 qm/t
» Z : H = . . . . .	38,3 kg/qm
» Z : G = . . . . .	135,4 kg/t

—k.

### Betrieb in technischer Beziehung.

#### «Anemoklinograph» von Gerdien\*).

Vorrichtung zur Untersuchung der Windsichtung.

(Jahrbuch der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik 1913/4, S. 67.)

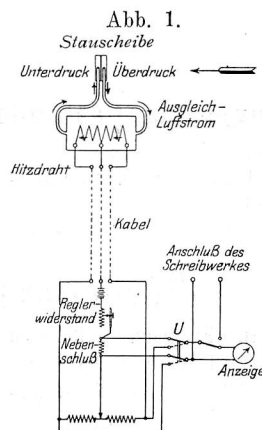
Der «Anemoklinograph» dient zur Messung der Geschwindigkeit, der Richtung und der Neigung des Windes. Zum Ablesen der augenblicklichen Werte dieser Größen werden Zeigervorrichtungen benutzt; fortlaufende Aufzeichnung kann durch eine besondere, dem Schwingungszeichner ähnliche Vorrichtung mit photographischer Aufschreibung erfolgen.

Bei der Messung der Geschwindigkeit liegt in dem zu messenden Luftstrom eine Stauscheibe (Textabb. 1), die im Wesentlichen aus einer Blechscheibe mit erhöhten Rändern besteht. Durch den Luftstrom wird an ihrer einen Seite Überdruck, auf der andern Unterdruck erzeugt. Durch den Unterschied des Druckes auf beiden Seiten der Stauscheibe entsteht in einem an sie angeschlossenen Rohrnetze ein Luft-

strom in geradem Verhältnisse zum Druckunterschiede. Der

Luftstrom bespült zwei Spulen elektrisch geheizter Drähte und kühlt diese ab. Hierbei wird die zuerst vom Luftstrom getroffene Spule stärker abgekühlt als die dahinter liegende. Die beiden Spulen hatten ursprünglich gleiche Wärme und gleichen elektrischen Widerstand, bekommen nun verschiedene Wärme. Da die Hitzdrähte aus Platin bestehen, dessen Widerstand stark mit der Wärme schwankt, werden die elektrischen Widerstände nun verschieden. Die Änderung dieser Widerstände wird in einer Brückenschaltung gemessen, deren

Anzeiger unmittelbar in Windgeschwindigkeiten geeicht ist. Die Schaltung ist in Textabb. 1 wiedergegeben. Die Batterie der Brückenschaltung dient gleichzeitig zum Heizen der Hitzdrähte. Die Brücke kann durch einen Umschalter U von der



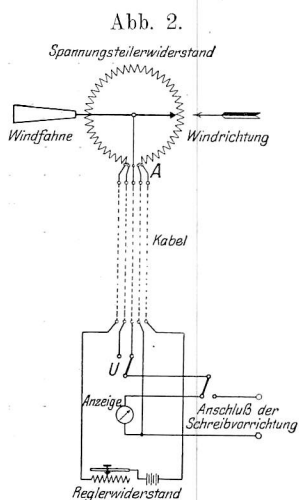
\*) Ausgeführt von Siemens und Halske, Wernerwerk, Berlin-Nonnendamm.



Mefsbrücke abgeschaltet und an den Nebenschluß zur Messung des Heizstromes angeschlossen werden.

Zur Messung der Neigung dient eine Vorrichtung, die sich von der beschriebenen nur durch die Anordnung der Stauscheibe unterscheidet. Während die Scheibe zur Messung der Geschwindigkeit so angeordnet ist, daß ihre Angaben von der Richtung des auftreffenden Windes nur sehr wenig abhängen, hat die zur Messung der Neigung möglichst groÙe Empfindlichkeit gegen Winkelabweichungen. Die Vorrichtung ist so angeordnet, daß sie nur Ausschläge gibt, sobald die Windrichtung von der Wagerechten abweicht. Die Angaben dieser zweiten Vorrichtung hängen nicht allein von der Neigung, sondern auch von der Stärke des Windes ab. Daher ist die gleichzeitige Messung der Windstärke mit der zuerst beschriebenen Vorrichtung erforderlich, um die tatsächliche Neigung und damit die lotrechte Seitengeschwindigkeit des Windes zu bestimmen.

Das Messen der Richtung geschieht durch eine um eine lotrechte Achse drehbare Windfahne, deren Bewegung elektrisch auf einen Zeiger übertragen wird. An dem beweglichen Teile der Windfahne ist ein Schleifschluß angebracht, der auf einem festen kreisrunden Widerstande schleift. Der Widerstand wird dauernd von einem Strome bestimmter GröÙe durchflossen. Die Stellung der Windfahne ist daher durch die GröÙe des Spannungsabfalles in dem zwischen dem Anfange A und der jeweiligen Stellung des Schleifschlusses liegenden Teile des Widerstandes bestimmt (Textabb. 2). Zur Nachprüfung des Stromes in diesen Widerstand zur Abstufung der Spannung ist ein Umschalter U eingebaut, der gestattet, die Vorrichtung abwechselnd an die Teilspannung und an die ganze Spannung des Widerstandes zu legen. Der Strom wird dann stets so eingeregelt, daß die an der ganzen Spannung liegende Vorrichtung vollen Ausschlag gibt.



Ihrem Aufbaue nach zerfällt die Mefseinrichtung in folgende Teile:

### Nachrichten über Änderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Preussisch-hessische Staatsbahnen.  
Ernannt: Der Regierungs- und Baurat Kraefft, bisher Mitglied der Direktion Breslau, zum Geheimen Baurat und Vortragenden Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten; die

1. Aufnehmer aus Windfahne nebst Widerstand zur Teilung der Spannung, Stauscheiben für wagerechte und lotrechte Luftströmungen nebst zugehörigen Hitzdrahtspulen.
2. Zwölfaderiges Verbindungskabel zwischen Aufnehmer und Empfänger mit Ausstattung.
3. Anzeiger für wagerechte und lotrechte Luftgeschwindigkeiten.
4. Anzeiger für Windrichtung.
5. Schreibwerk für Geschwindigkeit, Neigung und Richtung des Windes mit photographischer Aufzeichnung.

Die Aufstellung der Windfahne mit den Aufnehmern erfolgt auf einem etwa 6 m hohen Maste auf dem Dache des Gebäudes, um von den Störungen frei zu werden, die die Dachfläche verursacht. Damit die Prüfung der Aufnehmer bequem ausgeführt werden kann, ist der Mast leicht besteigbar zu machen; ferner ist er an den Blitzableiter anzuschließen.

Die Kosten sind die folgenden:

„Anemoklinograph“ und Zubehör	Preis M	Gewicht rund		Verpackung M
		netto kg	brutto kg	
Aufnehmer, bestehend aus Windfahne mit Widerstand zur Teilung der Spannung, Stauscheiben für wagerechte und lotrechte Luftströmungen und Hitzdrahtspulen	2640	45	110	10
Anzeiger für wagerechte und lotrechte Luftgeschwindigkeiten . . .	685	8,4	12	1,50
Anzeiger für Windrichtung . . .	290	4,8	8	1,25
Schreibwerk, bestehend aus Elektromagnet mit 3 Mefschleifen für Schwingungszeichnung, Lichtquelle, photographischer Aufnahmevorrichtung mit ablaufendem Papierstreifen nebst Antrieb. Die Geschwindigkeit des ablaufenden Papierstreifens ist zwischen 1 und 6 mm/Sek regelbar. Bei der Bestellung ist die zur Verfügung stehende Gleichstromspannung anzugeben . . . . .	2200	54	120	10
Verbindungskabel zwischen Aufnehmern und Anzeigern aus 12-aderigem Bleikabel . . . . .	je nach Art und Länge			

Die Vorrichtung wird im Aeronautischen Laborium bei Lindenberg seit 1912 benutzt.

### Bücherbesprechungen.

Die Entwicklung des Eisenbahnwesens in Preußen seit dem Jahre 1888 von Th. Renaud, Geh. Regierungsrat und vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, G. Stilke, Berlin NW. 7, 1914. Preis 2,0 M.

Die mit einer klaren Übersichtskarte und zahlreichen Lichtbildern hervorragender neuerer Bauten ausgestattete Schrift ist eine im Wesentlichen unveränderte Sonderausgabe des entsprechenden Abschnittes des Jubiläumswerkes «Soziale Kultur und Volkswohlfahrt während der ersten 25 Regierungsjahre Kaiser Wilhelms des Zweiten», deren Erscheinen allgemein um so mehr willkommen geheissen werden wird, als die Dar-

stellung aus geschickter Hand in knappem, übersichtlichem Rahmen auf sicheren amtlichen Quellen beruht.

Besonders bedeutungsvoll sind die zahlenmäßigen Angaben über die allgemeine Wirtschaft, die Betriebsergebnisse, die Betriebsvorgänge und die Verhältnisse der Arbeiter, die in mehreren Beziehungen durch Schaulinien zu handgreiflicher Darstellung gelangt sind.

Wir machen auf den gehaltvollen Abriss dieses vielleicht wichtigsten Gebietes unseres Staatswesens besonders aufmerksam.