

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLIV. Band.

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

4. Heft. 1907.

### Vergleich zwischen einer zwei- und einer dreifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotive.

Von Dr. R. Sanzin, Ingenieur der österreichischen Südbahn.

Neben den weit verbreiteten, zweifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven kommen neuerdings solche mit dreifacher Kuppelung mehr und mehr zur Einführung. Derartige, meist 3/5 gekuppelte sind schon längere Zeit für den Schnell- und Personenzug-Dienst auf Gebirgs- und Hügelland-Strecken in Verwendung. Nunmehr werden sie aber auch auf verhältnismäßig günstigen Strecken für Züge mit sehr hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten verwendet.

So haben die meisten der großen englischen Eisenbahnverwaltungen 3/5 gekuppelte Lokomotiven angeschafft, die, zum Teil allerdings nur versuchsweise, zur Beförderung sehr schneller Züge auf Flachland-Strecken Verwendung finden.

Die großen französischen Eisenbahnverwaltungen besitzen fast alle 3/5 gekuppelte Lokomotiven, welche ebenso, wie die 2/5 gekuppelten Lokomotiven für Höchstgeschwindigkeiten von 100 bis 120 km/St. bestimmt sind.

Ähnliche Lokomotiven führten nun auch einige deutsche Eisenbahnverwaltungen ein.

Andere Eisenbahnverwaltungen erachten zweifach gekuppelte Lokomotiven für den Betrieb sehr schnell fahrender Züge vorteilhafter und bilden hauptsächlich die 2/5 gekuppelte 2. B. 1-\*) Bauart weiter aus.

Als Vorteile der zweifach vor den dreifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven werden besonders hervorgehoben:

1. Geringerer Widerstand im Triebwerke, daher günstigerer Wirkungsgrad bei gleicher Zylinder-Leistung. Zweifach gekuppelte Lokomotiven sind daher auch sparsamer im Dampfverbrauche.
2. Die Möglichkeit, den zweifach gekuppelten Lokomotiven, namentlich bei der »Atlantik«-2. B. 1-\*)-Bauart, Triebräder von sehr großem Durchmesser geben zu können, welche bei sehr hohen Zuggeschwindigkeiten nötig werden.
3. Geringere Beschaffungs- und Erhaltungs-Kosten.

Dagegen ist ein wesentlicher Vorteil der dreifach gekuppelten Schnellzug-Lokomotive das große Reibungsgewicht, wel-

\*) Die linke Ziffer bedeutet die Zahl der vorderen Laufachsen, der Buchstabe: A = 1, B = 2 . . . die Zahl der Triebachsen, die rechte Ziffer die Zahl der hinteren Laufachsen.

ches größere Anfahrbeschleunigung zulässt, der Zeitverlust für das Anfahren ist geringer und die Anwendung dieser Lokomotiven für häufig haltende Schnellzüge vorteilhaft.

Neuerdings wird jedoch auch vielfach die Überlegenheit dieser Lokomotiven gegenüber den zweifach gekuppelten für Schnellzüge mit hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten und bei Befahren langer Strecken ohne Aufenthalt betont. Einwandfreie Vergleichswerte dieser Art liegen zur Zeit nicht vor.

Die zuverlässigsten Erfahrungen würden erlangt werden, wenn dieselbe Lokomotive einmal mit zweifacher und einmal mit dreifacher Kuppelung den Dienst bestimmter Schnellzüge auf derselben Strecke zu besorgen hätte.

Die englische große West-Bahn und die Egyptischen Staatsbahnen haben tatsächlich solche Versuche angestellt. Diese Versuche sind jedoch nicht zielbewusst und genügend erschöpfend gewesen, sodass aus den bisherigen Ergebnissen zuverlässige Schlüsse nicht abgeleitet werden können.

Es soll hier versucht werden, nach theoretischen Grundlagen und unter Verwendung zugänglicher Erfahrungswerte festzustellen, welche der beiden Lokomotivbauarten unter bestimmten Verhältnissen für die Beförderung sehr schnell fahrender Personenzüge geeigneter erscheint.

Als 2/5 gekuppelte Schnellzuglokomotive ist die vierzylinderige Verbund-»Atlantic«-2. B. 1-Lokomotive der österreichischen Südbahn, Gattung 108, gewählt. \*)

Die Hauptabmessungen sind:

Feuerberührte Heizfläche der Röhren . . .	190,2 qm
« « « Feuerbüchse . . .	16,5 «
« « , zusammen H . . .	206,7 «
Rostfläche R . . . . .	3,5 «
Anzahl der Rohre . . . . .	329
Länge « » . . . . .	4000 mm
Durchmesser der Rohre . . . . .	51/46 «
Betriebs-Dampfdruck p . . . . .	14 at
Durchmesser der Triebräder D . . . . .	2150 mm

\*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Auflage, Band I: Die Lokomotiven, Seite 393.

Durchmesser der Drehgestellräder . . . . .	1044 mm
« « rückwärtigen Laufräder . . . . .	1310 «
Verschiebbarkeit des Drehgestelles jederseits . . . . .	0 «
« der hintern Laufachse jederseits . . . . .	57 «
Durchmesser der Hochdruckzylinder dh . . . . .	350 «
« « Niederdruckzylinder dn . . . . .	600 «
Hub p . . . . .	680 «
Gewicht, leer . . . . .	60,85 t
« im Dienste . . . . .	68,50 «
Reibungsgewicht $L_1$ . . . . .	29,20 «
Tendergewicht im Dienste . . . . .	32,70 «
Gewicht von Lokomotive und Tender im Dienste L . . . . .	101,20 «

Zur Zeit haben diese Lokomotiven ein Reibungsgewicht von nur 29,2 t, das in nächster Zeit auf 32 t erhöht werden wird, da auf der betreffenden Strecke der schwere Oberbau mit Schienen von 44 kg/m für 16 t Achslast gelegt ist.

Bei diesen Untersuchungen ist bereits ein Reibungsgewicht von 32 t angenommen. Um außerdem die Rechnungsergebnisse möglichst allgemein brauchbar zu machen, ist hier statt des dreiachsigen Tenders von 32,7 t Dienstgewicht ein vierachsiger von 41,7 t Dienstgewicht in Rechnung gezogen.

Das Gewicht von Lokomotive und Tender steigt daher auf 110 t.

Diese Lokomotivbauart besorgt den Schnellzug- und schweren Personenzug-Dienst auf einer Strecke mit steilsten Steigungen von 7,7 ‰ bei Verfeuerung von Ostrauer Lokomotivkohle von rund 6000 bis 6500 W.E.

Die Höchstleistung stellt sich im täglichen Betriebe auf den langen Rampen von 3,5 und 7,7 ‰ ein.

Es wurden folgende Dauerleistungen beobachtet:

Die größte vorgeschriebene Zuglast beträgt 325 t. Diese ist auf anhaltenden Steigungen von 7,7 ‰ fahrplanmäßig mit 60 km/St., auf 3,5 ‰ mit 80 km/St. zu befördern. Im erstern Falle ist eine Leistung von rund 1200, im letztern von 1300 P.S. nötig. Dieser Aufgabe wird leicht entsprochen, wie Zusammenstellung I zeigt.

#### Zusammenstellung I.

##### Dauergeschwindigkeiten km/St.

Nr.	Zug Art	Wagen			Steigung ‰				
		zwei- achsig	vier- achsig	Gewicht t	7,7	6,7	3,5	2,5	0,4
1	Schnell-	15	3	339,7	62	65	76	79	—
2	Versuchs-	9	4	266,0	66	72	—	92	107
3	Versuchs-	2	4	166,0	92	—	99	108	—

Die Versuchsfahrten 2 und 3 mußten unter Beobachtung einer ungewöhnlich großen Zahl von Geschwindigkeitsbeschränkungen stattfinden, sodaß die Lokomotiven nicht ganz ausgenutzt werden konnten.

Bei diesen und anderen Fahrten wurde der Widerstand des Zuges mehrfach durch Ausläufe bestimmt. Die hiernach berechnete Zylinder-Leistung steigt im Beharrungszustande bis auf 1600 P.S.

Die mittlere Dampfdruck-Leistung bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten, auf die im Beharrungszustande mit Sicherheit gerechnet werden kann, ist in Zusammenstellung II angegeben. Zwischen 80 und 90 km/St. steigt die Dampf-

#### Zusammenstellung II.

##### 2/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Dampfdruck- Leistung P.S.	Dampfdruck- Zugkraft kg	Widerstand von Lokomotive und Tender kg	Zugkraft am Tenderzug- haken kg
30	593	5344 *	448	4672
40	794	5360 *	513	4607
50	996	5376 *	589	4531
60	1331	5392 *	676	4464
70	1352	5217	773	4444
80	1371	4627	880	3747
90	1362	4086	1000	3086
100	1310	3540	1130	2410
110	1238	3042	1272	1770
120	1128	2538	1432	1115

\*) Von 0 bis 65 km/St. Zuggeschwindigkeit, ist die größte Zugkraft am Umfange der Triebräder 5120 kg.

#### Zusammenstellung III.

##### 3/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Dampfdruck- Leistung P.S.	Dampfdruck- Zugkraft kg	Widerstand von Lokomotive und Tender kg	Zugkraft am Tenderzug- haken kg
30	800	8088 *	596	7492
40	1089	7350	666	6684
50	1219	6584	747	5837
60	1300	5853	840	5013
70	1352	5217	943	4274
80	1371	4627	1037	3590
90	1362	4086	1181	2905
100	1310	3540	1317	2223
110	1238	3042	1462	1530
120	1128	2538	1620	918

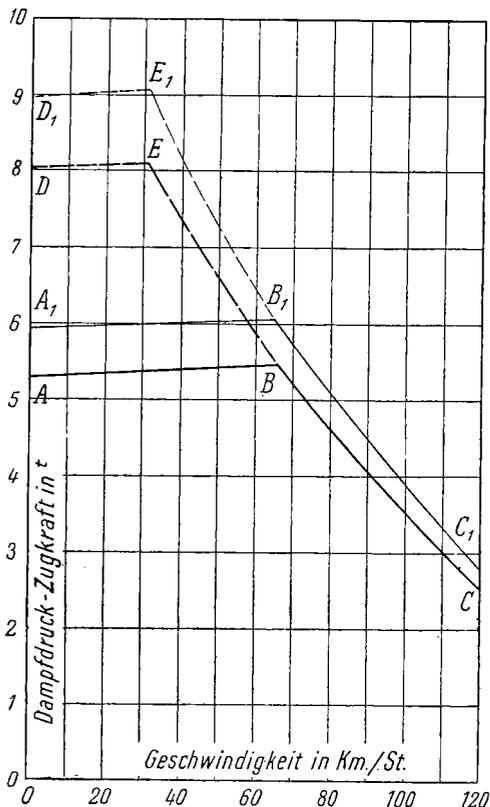
\*) Von 0 bis 31 km/St. Fahrgeschwindigkeit ist die größte Zugkraft am Umfange der Triebräder 7680 kg.

druck-Leistung auf 1380 P.S. Hierbei ist vorausgesetzt, daß auf kürzere Zeit eine Steigerung der Leistung um 10 ‰ stattfinden kann. Diese Steigerung der Leistung, welche beim Anfahren in den folgenden Untersuchungen benutzt werden wird, kann bei der untersuchten Lokomotive für einen Zeitraum von rund 10 Minuten gehalten werden. Die Überanstrengung kann auch größer sein, wenn sie auf kürzere Zeit verlangt wird. Da jedoch hier das Erreichen von Fahrgeschwindigkeiten von 100 bis 120 km/St. untersucht werden soll, muß die hierbei in Betracht kommende lange Anfahrzeit Berücksichtigung finden.

In Zusammenstellung II sind die Dampfdruck-Leistungen in P.S. und die entsprechenden Zugkräfte für Fahrgeschwindigkeiten von 30 bis 120 km/St. angegeben, welche für den Beharrungszustand gelten. Diese Zugkräfte sind durch die Schau-

linie ABC in Textabb. 1 dargestellt. Die Beschränkung der Zugkraft durch die nutzbare Reibung findet bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 65 km/St. statt. Bei einem Reibungswerte

Abb. 1.



von 160 kg/t ist die tatsächlich am Umfange der Triebräder wirkende Zugkraft 5120 kg.

Der Widerstand der Lokomotive ist durch Ausläufe festgestellt worden, welche sich bei den behördlichen Geschwindigkeitsproben von selbst ergeben. Da die Lokomotiven hierbei noch neu und nicht eingelaufen waren, ist der Widerstand jedenfalls größer als er sonst im Betriebe sein dürfte. Für eine der untersuchten Lokomotiven ergab sich der Widerstand zwischen Fahrgeschwindigkeiten von 65 bis 115 km/St. nach der Gleichung

$$w_{\text{kg/t}} = 3,2 \text{ kg/t} + 0,026 \text{ V km/St.} + 0,00055 (\text{V km/St.})^2.$$

Um den Widerstand einer in den Hauptabmessungen ähnlichen  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive für die weiteren Berechnungen möglichst einwandfrei zu erhalten, soll hier versucht werden, den Widerstand der Lokomotiven nach seiner Abhängigkeit von der Bauart zu untersuchen. Er läßt sich zerlegen in den

1. Luftwiderstand,
2. Widerstand der Laufachsen an Lokomotive und Tender und
3. Widerstand der Trieb- und Kuppelachsen, einschliesslich der Reibungen im Triebwerke und in den Steuerungen.

1. Der Luftwiderstand spielt bei größeren Fahrgeschwindigkeiten eine wichtige Rolle. Seine Grösse ist heute ziemlich genau bekannt. Der Widerstand in kg für eine Fläche von 1 qm senkrecht zur Fahrriichtung ist

$$0,0052 (\text{V km/St.})^{2*}.$$

\*) „Die Bewegungswiderstände der Eisenbahnfahrzeuge und die

Beträgt der größere Querschnitt der Lokomotive  $F^{\text{qm}}$ , so ist der ganze Luftwiderstand

$$W_1^{\text{kg}} = 0,0052 F^{\text{qm}} (\text{V km/St.})^2 \text{ kg}$$

oder der Luftwiderstand für 1<sup>t</sup> des Lokomotiv- und Tender-Gewichtes L

$$w_1^{\text{kg/t}} = \frac{0,0052 F^{\text{qm}} (\text{V km/St.})^2}{L^{\text{t}}}$$

Um jedoch wegen der vorspringenden Lokomotivteile und der auftretenden Wirbelaerscheinungen an den Langseiten von Lokomotive und Tender einen entsprechenden Zuschlag einzuführen, wird statt des Wertes 0,0052 die Zahl 0,0060 benutzt.

Der Querschnitt der untersuchten  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive ist 9 qm.

2. Der Widerstand von Laufachsen ist auf der Versuchsstrecke Marienfelde-Zossen ebenfalls mit großer Genauigkeit festgestellt, und zwar zu

$$(1,5 + 0,012 \text{ V km/St.}) \text{ kg/t.}$$

Für die stärker belasteten Lokomotiv- und Tender-Laufachsen sollen hier die erhöhten Werte

$$w_2^{\text{kg/t}} = 1,8 + 0,015 \text{ V km/St.}$$

Anwendung finden.

3. Am schwierigsten ist die Bestimmung des Widerstandes der gekuppelten Achsen. Der Widerstand nimmt mit ihrer Zahl zu. Nach Untersuchungen an  $\frac{2}{2}$  und  $\frac{3}{3}$  gekuppelten Tenderlokomotiven bei geringen Fahrgeschwindigkeiten von 10 bis 15 km/St. kann der Grundwiderstand bei

$$\begin{array}{l} \text{zweifacher Kuppelung mit } 5,5 \text{ kg/t} \\ \text{dreifacher } > > 7,0 > \end{array}$$

angenommen werden.

Bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit nimmt der Widerstand der Trieb- und Kuppelachsen in geringem Mafse zu. Der Durchmesser der Triebäder scheint hierbei von Einfluss zu sein, doch konnte keine einfache Beziehung festgestellt werden.

Im allgemeinen dürfte der Widerstand der gekuppelten Achsen durch

$$w_3^{\text{kg/t}} = a + 0,05 \text{ V km/St.}$$

dargestellt werden, wenn a für Lokomotiven mit zweifacher Kuppelung = 5,5, für dreifache Kuppelung = 7,0 gesetzt wird.

Der ganze Lokomotiv- und Tenderwiderstand ist daher

$$W^{\text{kg}} = 0,006 F^{\text{qm}} (\text{V km/St.})^2 + L_1 (a + 0,05 \text{ V km/St.}) + L_2 (1,8 + 0,015 \text{ V km/St.})$$

oder der Widerstand für 1<sup>t</sup> des Lokomotiv- und Tender-Gewichtes L

$$w^{\text{kg/t}} = \frac{W^{\text{kg}}}{L^{\text{t}}} = \frac{0,006 F^{\text{qm}} (\text{V km/St.})^2 + L_1 (a + 0,05 \text{ V km/St.}) + L_2 (1,8 + 0,015 \text{ V km/St.})}{L^{\text{t}}}$$

Hierin ist  $L = L_1 + L_2$ ,  $L_1$  die Last auf den Triebachsen und  $L_2$  die Last auf den Laufachsen.

Für die untersuchte  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Lokomotive mit vierachsigem Tender erhält man

Leistungsfähigkeit der Lokomotive“. Von v. Borries. Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. 1904, S. 810.

„Versuche über den Widerstand der Lokomotiven und Bahnzüge“. Von Dr. R. Sanzin. Zeitschr. des österr. Ingenieur- und Arch.-Vereins, 1903, S. 649.

$$\begin{aligned} F &= 9,0 \text{ qm} \\ a &= 5,5 \text{ kg/t} \\ L_1 &= 32 \text{ t} \\ L_2 &= 78 \text{ >} \\ L &= 110 \text{ >} \end{aligned}$$

Hieraus ergibt sich die Gleichung

$$w^{kg/t} = 2,88 + 0,025 V^{km/St.} + 0,00049 (V^{km/St.})^2.$$

Daraus folgen die Werte:

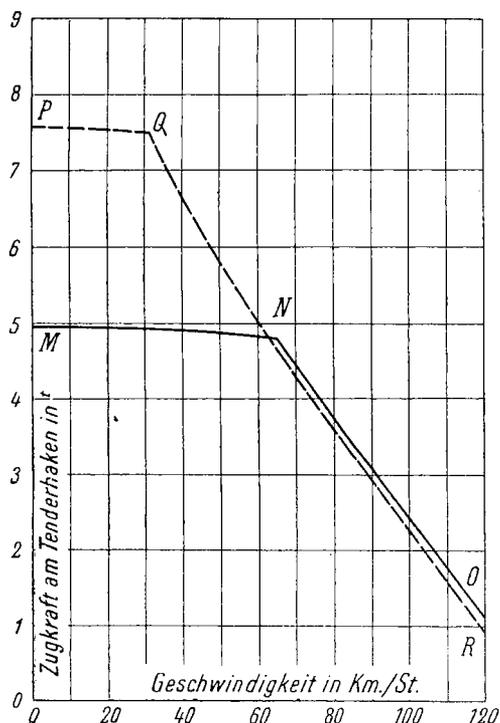
für V = 30 km/St.	w = 4,07 kg/t
40 >	4,66 >
50 >	5,35 >
60 >	6,14 >
70 >	7,03 >
80 >	8,02 >
90 >	9,10 >
100 >	10,28 >
110 >	11,56 >
120 >	12,94 >

Diese Widerstände sind etwas geringer als die durch Ausläufe beobachteten. Bei diesen waren die Lokomotiven noch uneingelaufen und ein leichter dreiachsiger Tender wurde verwendet.

Nach Abzug des Lokomotiv- und Tender-Widerstandes von der Dampfdruck-Zugkraft bleibt die Zugkraft am Tenderzughaken übrig, welche im Beharrungszustande und auf wagerechter Strecke herrscht. Diese Zugkraft ist in Zusammenstellung II aufgenommen. Sie eignet sich sehr gut für die Berechnung der Zuglasten und bildet auch ein einfaches Mittel, Vergleiche über die Verwendbarkeit verschiedener Lokomotivbauarten anzustellen.

In Textabbildung 2 stellt MNO die Zugkraft am Tenderzughaken der untersuchten  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive im

Abb. 2.



Beharrungszustande und für wagerechte Strecke bei gewöhnlicher Beanspruchung der Lokomotive dar.

Aus der Zugkraft am Tenderzughaken Z kann durch die Gleichung

$$Q^t = \frac{Z^t + i^{‰} L^t}{w^{kg/t} + i^{‰}}$$

die Zuglast  $Q^t$  gefunden werden, welche auf einer bestimmten Steigung von  $i^{‰}$  gefördert werden kann.

Nach Bedarf kann auch für eine bestimmte Zuglast  $Q$  die größte noch im Beharrungszustande überwindbare Steigung  $i$  aus der Gleichung

$$i^{‰} = \frac{Z^t - Q^t w^{kg/t}}{L^t + Q^t}$$

gefunden werden.

In diesen Gleichungen ist  $L$  das ganze Gewicht von Lokomotive und Tender und  $w$  der Widerstand des Wagenzuges.

Der Widerstand des Wagenzuges wurde in diesen Untersuchungen nach der Gleichung

$$w^{kg/t} = 1,6 + 0,0456 V^{km/St.} + 0,000456 (V^{km/St.})^2$$

angenommen, welche der Verfasser für die vierachsigen Schnellzugwagen der Südbahn gefunden hat.

#### Zusammenstellung IV.

##### 2/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Gewicht des Wagenzuges t				
	150	200	250	300	400
	Steigung ‰				
30	17,7	14,5	12,2	10,3	7,9
40	17,2	14,1	11,7	9,9	7,6
50	16,7	13,6	11,3	9,5	7,7
60	16,1	12,9	10,7	8,8	6,5
70	14,1	10,0	8,8	7,1	4,7
80	10,9	8,2	6,2	4,7	2,6
90	7,8	5,4	3,7	2,4	0,6
100	4,6	2,6	1,1	0,0	-1,6
110	1,5	-0,2	-1,5	-2,4	-3,7
120	-1,7	-3,1	-4,1	-4,9	-6,0

#### Zusammenstellung V.

##### 3/5 gekuppelte Lokomotive.

Geschwindigkeit km/St.	Gewicht des Wagenzuges t				
	150	200	250	300	400
	Steigung ‰				
30	27,3	22,5	19,0	16,4	12,7
40	23,9	19,6	16,4	14,0	10,7
50	20,3	16,5	13,7	11,5	8,6
60	16,8	13,4	10,9	9,0	6,4
70	13,5	10,5	8,3	6,7	4,4
80	10,3	7,7	5,8	4,4	2,3
90	7,2	4,9	3,2	2,0	0,2
100	3,9	2,0	0,6	-0,5	-1,9
110	0,8	-0,8	-2,0	-2,9	-4,1
120	-2,5	-3,8	-4,7	-5,4	-6,4

Die in den Zusammenstellungen IV und V enthaltene Belastungstafel ist mit Hilfe dieser Werte berechnet. Sie macht Angaben für Züge von 150, 200, 250, 300 und 400 t Wagen-

Abb. 3

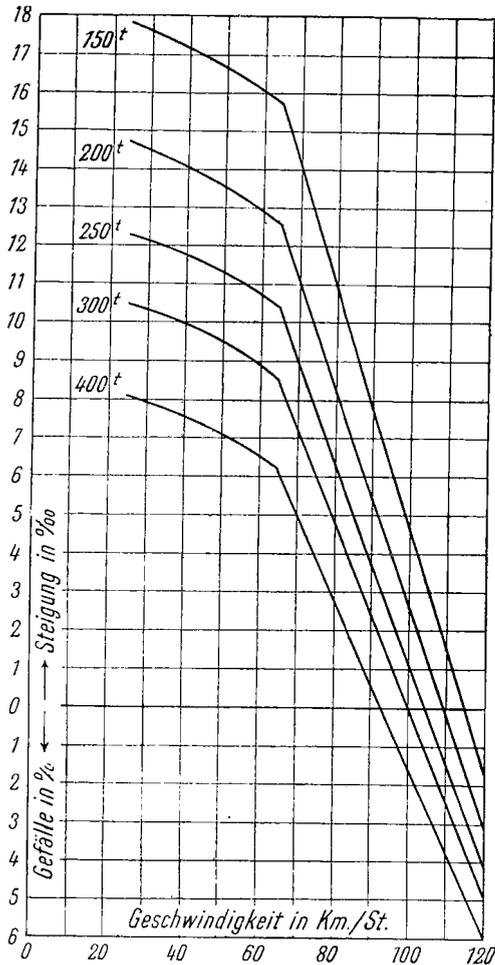
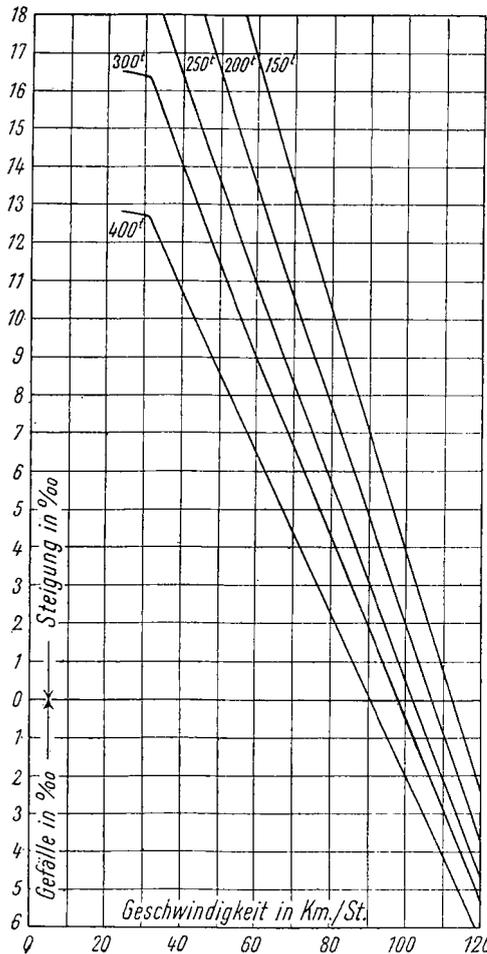


Abb. 4.



$$B^{kg} = \frac{G^{kg}}{g \text{ m/Sek}^2} \gamma \text{ m/Sek}^2,$$

worin  $G = L + Q$  das Gewicht des ganzen Zuges und  $g$  die Erdbeschleunigung bedeutet.

Um auch den Kraftaufwand zu berücksichtigen, der für die Beschleunigung der umlaufenden Massen nötig wird, wird ein Zuschlag von 8 % gemacht, so dass man

$$B^{kg} = 1,08 \frac{G^{kg}}{g \text{ m/Sek}^2} \gamma \text{ m/Sek}^2 = 0,1101 G^{kg} \gamma \text{ m/Sek}^2$$

erhält.\*)

Bezieht man die beschleunigende Kraft in kg auf 1 t der ganzen Zuglast  $G$ , so erhält man

$$b^{kg/t} = \frac{B^{kg}}{G^t} = 110,1 \gamma \text{ m/Sek}^2 \text{ oder } \gamma \text{ m/Sek}^2 = 0,00908 b^{kg/t}.$$

Hieraus lässt sich die Zeit-Geschwindigkeit-Schaulinie punktweise bestimmen, indem  $b$  für schmale Geschwindigkeitszonen unveränderlich angenommen wird.

In Textabbildung 5 sind die Anfahr-Schaulinien für Wagengewichte von 150 und 400 t bei Steigungen von 0 und 5 ‰ dargestellt. Neben der Zeit-Geschwindigkeit-Schaulinie

gewicht. Textabbildung 3 ist eine Darstellung dieser Belastungstafel.

Die Lokomotive ist nun noch hinsichtlich des Anfahrens zu untersuchen. Die Lokomotive verträgt eine längere Steigerung der Leistungsfähigkeit um rund 10 % in dem Gebiete, wo die Kesselleistung voll zur Geltung gelangt. Statt der Schaulinie BC in Textabbildung 1 erhält man dann für die Dampfdruck-Zugkraft die Schaulinie  $B_1 C_1$ .

In dem Gebiete, wo die nutzbare Reibung für die Beschränkung der größten ausübaren Zugkraft maßgebend ist, kann vorübergehend ebenfalls eine Steigerung erzielt werden. Erfahrungsgemäß ist an der untersuchten Lokomotive ein Reibungswert von 180 kg/t zu erlangen, so dass die tatsächliche, am Radumfang ausgeübte Zugkraft auf 5760 kg steigt. Stellt in Textabbildung 1 AB die Zugkraft für den gewöhnlichen Zustand vor, so gibt die Linie  $A_1 B_1$  die Zugkraft im angestrengten Zustande an.

Die gesteigerte Zugkraft findet namentlich beim Anfahren Verwendung. Der Anteil der Zugkraft für die Beschleunigung eines Zuges kann aus der Gleichung

$$B^{kg} = M \frac{kg}{m/Sek^2} \gamma \text{ m/Sek}^2$$

festgestellt werden, worin  $B$  die Beschleunigungskraft,  $M$  die Masse des ganzen Zuges und  $\gamma$  die Beschleunigung bedeutet.

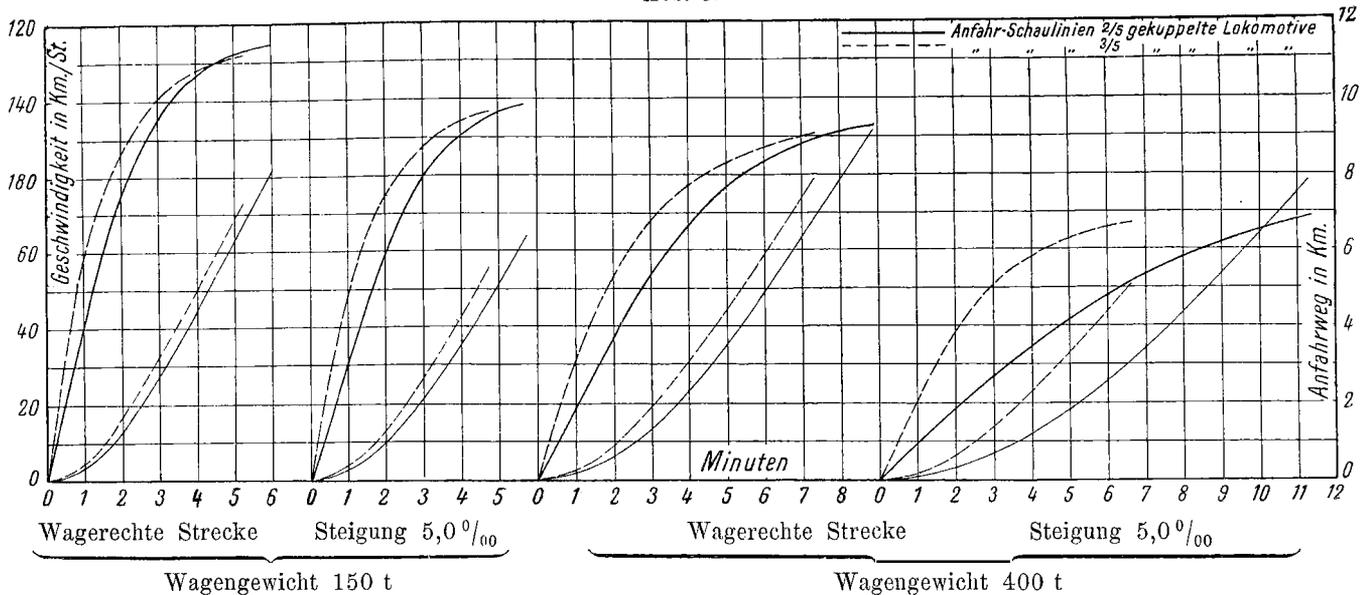
Ferner ist

ist für jeden Fall auch noch eine Zeit-Weg-Schaulinie eingetragen.

Wie zu erwarten war, zeigen die Geschwindigkeit-Schaubilder in dem Gebiete, wo die nutzbare Reibung am Radumfang eine unveränderliche Zugkraft bedingt, nahezu unveränderliche Beschleunigung. Bei Geschwindigkeiten von mehr als 65 km/St. nimmt jedoch die Beschleunigung rasch ab, die Geschwindigkeit-Schaulinie nähert sich asymptotisch einer bestimmten Geschwindigkeit, die theoretisch erst nach unendlich langer Zeit erreicht werden könnte. Die erhöhte Anstrengung der Lokomotive findet beim Anfahren praktisch nur so lange statt, bis die dem Beharrungszustande entsprechende Fahrgeschwindigkeit erzielt ist. Die Geschwindigkeit-Schaulinien in Textabbildung 5 reichen daher nur bis zu den Beharrungsgeschwindigkeiten, die aus der Zusammenstellung IV und aus Textabbildung 2 für die betreffenden Bahnneigungen und Zuglasten entnommen werden können. Dieser Vorgang entspricht durchaus der Wirklichkeit, wenn man bestrebt ist, die Lokomotive günstigst auszunutzen. Nachdem die Beziehungen zwischen Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft für die untersuchte  $2/5$  gekuppelte Lokomotive auf Grund reicher Erfahrungen in ent-

\*) „Untersuchungen an einer Lokomotive“ von Dr. R. Sanzin. Allgemeine Bauzeitung, Jahrgang 1905, Heft 5. — „Bestimmung der Fahrzeiten aus der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven“. Dr. Sanzin, Verhandlungen zur Bef. des Gewerbeeifises, Jahrgang 1906.

Abb. 5.



sprechender Form gebracht sind, mag nun versucht werden, für eine grundsätzlich ähnliche  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive dieselben Berechnungen durchzuführen, um die Vorteile der beiden Lokomotivbauarten möglichst einwandfrei gegenüberzustellen.

Für die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Schnellzuglokomotive sollen derselbe Kessel und dieselben Abmessungen des Triebwerkes angenommen werden, nur soll statt der zweifachen Kuppelung die dreifache Anwendung finden, Dampfzeugung und Dampfverbrauch für die Dampfdruck-Leistungseinheit sollen also bei beiden Lokomotiven gleich sein.

In der Regel ist man bei dreifach gekuppelten Schnellzuglokomotiven gezwungen, den Durchmesser der Triebäder kleiner zu wählen, als an zweifach gekuppelten der »Atlantic«-2.B.1-Bauform.

Neuerdings hat man jedoch auch an  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotiven Triebäder von mehr als 2000 mm Durchmesser zur Ausführung gebracht und dabei doch Rostflächen bis zu 3,5 qm erzielen können. Daher dürfte auch der in Betracht gezogene Kessel der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive auf einer  $\frac{3}{5}$  gekuppelten untergebracht werden können, obschon die Triebäder von 2150 mm Durchmesser beibehalten werden müßten.

Betreffs der Abmessungen der Dampfzylinder, die ebenfalls gleich gewählt werden, könnte der Einwand erhoben werden, daß die dreifach gekuppelte Lokomotive eine um die Hälfte größere Zugkraft ausüben kann, als die zweifach gekuppelte, daher größere Dampfzylinder haben müßte. Die Zugkraft der dreifach gekuppelten Lokomotive übertrifft jedoch die der zweifach gekuppelten nur bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten, und es ist möglich, diese Zugkräfte durch vergrößerte Füllungen zu erzeugen. Bei dieser Annahme wird der Dampfverbrauch für die Dampfdruck-Leistung für beide Lokomotiven gleich, wodurch die Rechnungen sehr vereinfacht werden.

Demnach sind für beide Lokomotiven gleiche Kessel, gleiches Triebwerk und gleiche Dampfzylinder vorgesehen.

Für Berechnung des Widerstandes werden hier dieselben Grundlagen gewählt wie bei der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive, nur ist  $a = 7,0$  kg/t gesetzt.

Weiter ist  $F = 9,0$  qm,  $L_1 = 48$  t,  $L_2 = 62$  t und  $L = 110$  t.

Hieraus ergab sich die Widerstandsgleichung für Lokomotive und Tender.

$$w^{kg/t} = 4,07 + 0,030 V^{km/St.} + 0,00049 (V^{km/St.})^2.$$

Diese Gleichung ergibt folgende Werte:

V = 30 km/St.	w = 5,41 kg/t
40 >	6,05 >
50 >	6,80 >
60 >	7,63 >
70 >	8,57 >
80 >	9,61 >
90 >	10,74 >
100 >	11,97 >
110 >	13,30 >
120 >	14,73 >

Diese Widerstände sind größer, als für die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte 2.B.1-Lokomotive. Der ganze Widerstand der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten 2.C.0-Schnellzuglokomotive ist bei Geschwindigkeiten von 30 bis 120 km/St. um 148,4 bis 197 kg größer als der der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten. Da die übrigen Verhältnisse der Lokomotive ungeändert erscheinen, ist der vergrößerte Widerstand nur der Kuppelung der dritten Achse zuzuschreiben. Die Vermehrung des Widerstandes ist übrigens im Verhältnisse zur Größe der Dampfdruck-Zugkraft nur gering und kommt erst bei sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten zu einiger Geltung.

Die Dampfdruck-Zugkraft der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive ist dieselbe, wie für die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte, solange die Kesselleistung unbeschränkt ausgeübt werden kann.

An der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive hat im Beharrungszustande die Möglichkeit für die volle Ausübung der Kesselleistung bei 65 km/St. begonnen. An der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive rückt diese kritische Geschwindigkeit wegen des größeren Reibungsgewichtes auf 31 km/St. herab. Die größte Zugkraft, welche von 0 bis 31 km/St. Geschwindigkeit am Umfange der Triebäder erreicht werden kann, ist bei einem Reibungswerte von 0,16 7680 kg.

In Zusammenstellung III sind für die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive die Dampfdruck-Leistungen und Zugkräfte, die Widerstände und die Zugkräfte am Tenderzughaken auf wagerechter Strecke und im Beharrungszustande angegeben. Ein Vergleich mit den Werten in Zusammenstellung II läßt die große Überlegenheit der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive bis zur Geschwindigkeit von 63 km/St. erkennen. Bei größeren Geschwindigkeiten ist die Zugkraft der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive wegen des größeren Eigenwiderstandes geringer. In Textabbildung 2 gibt MNO die Zugkraft am Tenderzughaken für die  $\frac{2}{5}$ , PQR für die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive an. Hierdurch ist das Wesen der beiden Lokomotivbauarten am besten gekennzeichnet.\*)

Werden die Belastungstafeln nach den angenommenen Grundlagen auch für die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive berechnet, so erhält man Zusammenstellung V und die zeichnerische Darstellung in Textabbildung 4. Wie zu erwarten, sind die Leistungen für Geschwindigkeiten unter 63 km/St. an der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive besser.

Die größten Steigungen, welche die beiden Lokomotiven bei rund 40 km/St. Geschwindigkeit zu überwinden vermögen, gibt Zusammenstellung VI an.

Zusammenstellung VI.

## Steilste Steigung.

Bei Zuglast t	Für die $\frac{2}{5}$ gekuppelte Lokomotive ‰	Für die $\frac{3}{5}$ gekuppelte Lokomotive ‰
150	17,2	23,9
200	14,1	19,6
250	11,7	16,4
300	9,9	14,0
400	7,6	10,7

Diese Werte liefern Grundlagen für die Bemessung der Höchstbelastung mit Rücksicht auf die Steigung.

Auf der im Hügellande oft verwendeten Steigung von 10 ‰ kann die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Schnellzuglokomotive kaum 300 t Wagengewicht fördern, die bereits als nötig erkannte Schnellzuglast von 400 t kann höchstens noch auf 7,6 ‰ Steigung gefahren werden. Die Verwendung der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive ist demnach auf die allergünstigsten Strecken beschränkt.

Für das Anfahren erhält man unter denselben Annahmen, wie für die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Lokomotive, die Dampfdruck-Zugkraft der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten nach D<sub>1</sub>E<sub>1</sub>C<sub>1</sub>, Textabbildung 1.

Die hiernach berechneten Anfahr-Schaulinien in Textabbildung 5 gelten für Züge von 150 und 400 t Wagengewicht und wagerechte Strecke 5 ‰ Steigung. Ziffermäsig sind die Anfahrverhältnisse in den Zusammenstellungen VII und VIII angegeben. Die Überlegenheit der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive tritt in allen Fällen hervor.

Bei 400 t Zuglast kann die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive auf 5 ‰ Steigung bis zur dritten Minute nach der Abfahrt die doppelte Geschwindigkeit der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten erreichen.

\*) „Untersuchungen über die Zugkraft von Lokomotiven“. Von Dr. R. Sanzin. Zeitschrift des Vereines deutsch. Ingen. Jahrgang 1906, Band 50. Seite 118.

Zusammenstellung VII.

Zuglast t	Neigungs-Verhältnis	Kuppelung der Lokomotive	Anfahrweg m	Anfahrzeit Sek	Geschwindigkeit im Beharrungszustande km/St.	Mittlere Anfahrbeschleunigung m/Sek <sup>2</sup>	Mittlere Geschwindigkeit im Anfahrabschnitte km/St.
150	Wagerechte Strecke	$\frac{2}{5}$	8130	360	114,5	0,083	81,3
		$\frac{3}{5}$	7280	315	112,0	0,099	83,2
	Steigung 5,0 ‰	$\frac{2}{5}$	6380	345	98,5	0,079	66,6
		$\frac{3}{5}$	5500	285	96,5	0,094	69,4
400	Wagerechte Strecke	$\frac{2}{5}$	9200	535	92,5	0,048	61,8
		$\frac{3}{5}$	7780	440	90,5	0,057	63,6
	Steigung 5,0 ‰	$\frac{2}{5}$	7880	680	69,0	0,028	41,7
		$\frac{3}{5}$	5120	400	67,0	0,047	46,1

Zusammenstellung VIII.

## Fahrgeschwindigkeit während des Anfahrens.

Kuppelung der Lokomotive	Zuglast 150 t wagerechte Strecke		Zuglast 150 t Steigung 5 ‰		Zuglast 400 t wagerechte Strecke		Zuglast 400 t Steigung 5 ‰		
	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	
Minuten nach der Abfahrt	1	40,0	56,5	30,5	48,5	19,0	30,5	9,5	20,5
	2	75,0	85,5	58,0	74,5	37,0	53,0	18,5	39,0
	3	95,5	100,5	79,5	87,0	52,5	67,5	27,0	51,0
	4	106,5	107,5	90,5	94,0	66,5	77,0	34,5	58,0
	5	112,5	111,0	96,0	96,5	76,5	83,0	41,5	62,5
	6	114,5	112,0	98,5	96,5	83,5	87,0	47,5	66,0
	7	—	—	—	—	88,0	90,0	53,0	67,0
	8	—	—	—	—	91,0	90,5	58,0	67,0
	9	—	—	—	—	92,5	90,5	62,0	67,0
	10	—	—	—	—	—	—	65,0	67,0
	11	—	—	—	—	—	—	68,0	67,0

Der Gewinn an Anfahrzeit der  $\frac{3}{5}$  gegenüber der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive ist unter Annahme bestimmter Streckengeschwindigkeiten in Zusammenstellung IX angegeben.

Zusammenstellung IX.

Gewinn an Anfahrzeit der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten gegen die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Lokomotive.

Streckengeschwindigkeit km/St.	Zuglast 150 t		Zuglast 400 t	
	Steigung		Steigung	
	0 ‰	5 ‰	0 ‰	5 ‰
60	28 Sek.	45 Sek.	67 Sek.	253 Sek.
70	27 "	43 "	66 "	—
80	26 "	42 "	58 "	—
90	23 "	37 "	37 "	—
100	20 "	—	—	—
110	5 "	—	—	—

Besteht für die Streckengeschwindigkeit keine Beschränkung, so kann die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Lokomotive im Beharrungszustande allerdings nach Zusammenstellung IX eine höhere Geschwindigkeit

keit einhalten als die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte und hierdurch den Zeitverlust für das längere Anfahren ausgleichen. Um diesen Ausgleich jedoch herbeizuführen, müssen sehr lange Strecken im Beharrungszustande zurückgelegt werden können. So ergeben sich für die vier untersuchten Fälle folgende, in Zusammenstellung X enthaltene Streckenlängen, bei denen beide Lokomotivbauarten dieselben Fahrzeiten, also auch dieselben mittleren Fahrgeschwindigkeiten erzielen.

Zusammenstellung X.

Zuglast 150 t,	wagerechte Strecke . . .	30,7 km
" 150 t,	Steigung 5 $\frac{0}{100}$ . . .	44,7 "
" 400 t,	wagerechte Strecke . . .	58,6 "
" 400 t,	Steigung 5 $\frac{0}{100}$ . . .	94,5 "

Werden kürzere Strecken im Beharrungszustande zurückgelegt, so ist stets die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive vorzuziehen, da sie kürzere Fahrzeiten gibt. Sind dagegen die Strecken länger, so ist die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Lokomotive günstiger, da ihre größere Beharrungsgeschwindigkeit zur Geltung gelangt.

Ist eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit vorgeschrieben, so ist die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten überlegen, solange die Beharrungsgeschwindigkeit der ersteren nicht kleiner ist als die zulässige Höchstgeschwindigkeit.

Schließlich soll die Verwendbarkeit der beiden Lokomotivbauarten für einen bestimmten Fall dargelegt werden.

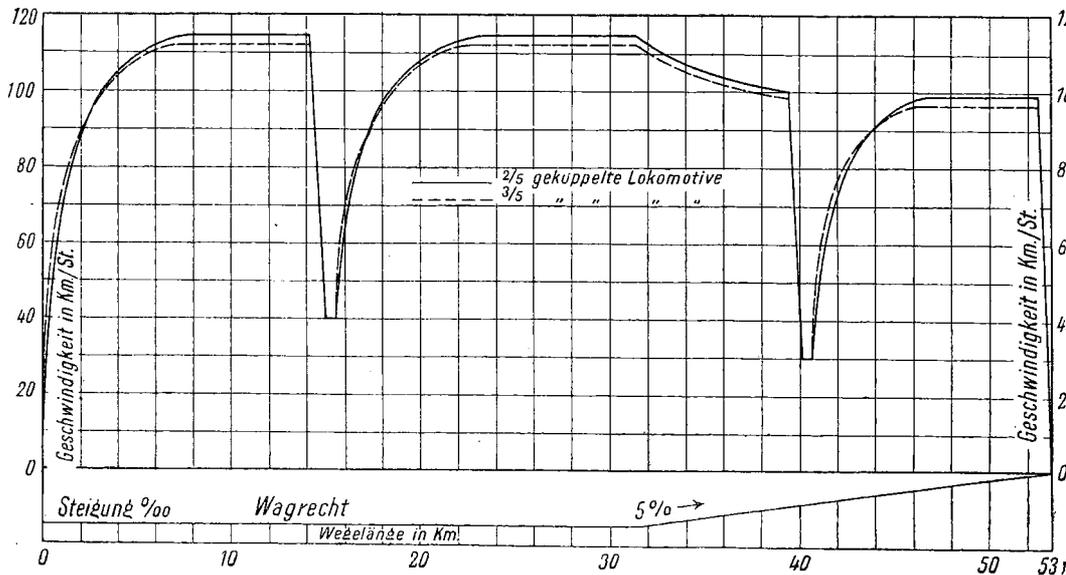
Eine 53,22 km lange Strecke, die auf 31,5 km fast wagerecht ist und auf 21,12 km mit 5 $\frac{0}{100}$  steigt, ist mit einem Zuge von 150 t Wagengewicht zu befahren.

Im 15. km ist die Geschwindigkeit auf 40 km/St., im 40. km auf 30 km/St. zu ermäßigen. Die verminderte Geschwindigkeit ist in beiden Fällen auf eine Länge von 500 m einzuhalten.

Die steilste Steigung von nur 5 $\frac{0}{100}$  bei 150 t Zuglast und sonst unbeschränkter Streckengeschwindigkeit läßt bei voller Ausnutzung der Lokomotiven eine sehr hohe mittlere Geschwindigkeit erwarten, die allerdings durch die beiden vorgeschriebenen Geschwindigkeits-Ermäßigungen beeinträchtigt werden dürfte.

Für alle Bremsungen ist eine gleichmäßige Verzögerung von 0,5 m/sek<sup>2</sup> angenommen, die den gewöhnlichen Betriebsbremsungen entspricht.

Abb. 6.



Ist zunächst keine größte Streckengeschwindigkeit vorgeschrieben, so erhält man unter Benutzung der Anfahr-Schaulinien in Textabbildung 5 und der Belastungstafeln in den Zusammenstellungen IV und V das Fahrtafelbild der Textabbildung 6, welches auf die Wegelänge bezogen ist.

Im gewählten Falle sind die Fahrzeiten für beide Lokomotiven gleich. Trotz der geringen Steigung und Zugbelastung sind die Zeitverluste für das Anfahren nach den Geschwindigkeits-Ermäßigungen bereits so groß, daß die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive trotz geringerer Beharrungsgeschwindigkeiten die Fahrzeit der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Lokomotive einhalten kann.

Werden die Schwierigkeiten größer, so ist die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive die vorteilhafteste. Es könnte überraschen, daß die Überlegenheit der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive schon unter so günstigen Verhältnissen eintritt. Ist die höchste zulässige Geschwindigkeit im untersuchten Falle 100 km/St., so ist die Fahrzeit der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive bereits um 13 Sek. kürzer als die der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten, bei 90 km/St. Höchstgeschwindigkeit beträgt der Unterschied 35 Sek.

Die Fahrzeiten und mittleren Geschwindigkeiten sind bei 150 t Wagengewicht für die 53,22 km lange Strecke:

Zusammenstellung XI.

Höchstgeschwindigkeit	Fahrzeit der Lokomotive	
	2/5 gekuppelt	3/5 gekuppelt
unbeschränkt . . . . .	35' 17"	35' 17"
100 km/St. . . . .	37' 1"	36' 48"
90 " . . . . .	39' 41"	39' 6"

Höchstgeschwindigkeit	Mittlere Geschwindigkeit der Lokomotive	
	2/5 gekuppelt	3/5 gekuppelt
unbeschränkt . . . . .	90,5 km/St.	90,5 km/St.
100 km/St. . . . .	86,26 "	86,77 "
90 " . . . . .	80,46 "	81,65 "

Trotz der geringen Zuglast und des günstigen Neigungsverhältnisses steht die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte Lokomotive auch bei unbeschränkter Höchstgeschwindigkeit der  $\frac{2}{5}$  gekuppelten nicht nach. Bei Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit erzielt die  $\frac{3}{5}$  gekuppelte günstigere Fahrzeiten.

Die Unterschiede sind nicht bedeutend, beweisen jedoch die Brauchbarkeit der dreifach gekuppelten Schnellzuglokomotive unter scheinbar für die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte sehr günstigen Verhältnissen. Die Aufgabe ist jedoch tatsächlich durch die beiden Geschwindigkeits-Ermäßigungen sehr erschwert, diese bedingen die Überlegenheit der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive. Da jedoch ein großer Teil der besten Schnellzugstrecken von derartigen Geschwindigkeitsbeschränkungen

betroffen wird, war es an gebracht, ein solches Beispiel zu wählen.

Mit wachsender Zuglast nehmen auch die Vorteile der  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Lokomotive zu, namentlich bei Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit.

Die  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Lokomotive bleibt nur in jenen Fällen vorteilhafter, in denen lange Strecken ohne Aufenthalt und ohne empfindliche Geschwindigkeits-Ermäßigungen befahren werden. Der Erfolg wird um so besser, je unbeschränkter die möglichen Beharrungsgeschwindigkeiten ausgenutzt werden können, je höher also die Grenzgeschwindigkeit liegt.

Die untersuchte  $\frac{2}{5}$  gekuppelte Schnellzuglokomotive erzielt auf ganz geringen Gefällen schon Geschwindigkeiten von 120 km/St. und kann auf wagerechter Strecke Zuglasten von 150, 200, 250, 300 und 400 t mit Geschwindigkeiten von 114, 109, 104, 100 und 93 km/St. befördern. Ist es nicht gestattet, diese Beharrungsgeschwindigkeiten im Betriebe dauernd

beizubehalten, so nimmt man der Lokomotive die Möglichkeit, in ihrem vorteilhaftesten Leistungsgebiete zu arbeiten. Die Verwendung dreifach gekuppelter Lokomotiven ist dann ausichtsreicher.

Für alle Fälle eine scharfe Grenze für die vorteilhafteste Verwendung der beiden Lokomotivbauarten aufzustellen, ist nicht möglich. Es dürfte jedoch durch diese Erörterungen gelungen sein, die vielfach angezweifelte Eignung der dreifach gekuppelten Schnellzuglokomotive für die Beförderung sehr schneller Züge darzulegen.

Je nach Bahnneigung, Zuglast, zulässiger Höchstgeschwindigkeit und den besonders maßgebenden örtlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen ergeben sich in jedem Falle andere Verhältnisse, die am sichersten durch Entwicklung der Fahrtafeln für beide Lokomotivbauarten nach Muster der Textabbildung 6 beurteilt werden können.

## Die Otavi-Bahn.

Von M. Wechsler, Dipl.-Ing. zu Düsseldorf.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XIX.

Am 12. November 1906 hat die Eröffnung der Otavi-Bahn in Deutsch-Südwestafrika stattgefunden. Durch dieses Ereignis ist die allgemeine Aufmerksamkeit von neuem auf unser südwestafrikanisches Schutzgebiet gelenkt worden, welches ja ohnehin schon seit geraumer Zeit die Öffentlichkeit in Deutschland stark beschäftigt.

Mit der Otavi-Bahn, welche ihre Entstehung nur dem Unternehmungsmute Einzelner zu verdanken hat, ist eines der bedeutendsten Kulturwerke in unseren Kolonien geschaffen worden. Sie ist von der Otavi-Minen- und Eisenbahn-Gesellschaft in Berlin zur Beförderung der Erze aus ihren in Otavi und Tsumen befindlichen Kupfer- und Blei-Minen nach dem Hafen von Swakopmund erbaut worden. Der Bau selbst ist von der Eisenbahnbau-Unternehmung Arthur Koppel, Aktiengesellschaft, ausgeführt und trotz außerordentlicher Schwierigkeiten aller Art nach fast dreijähriger Bauzeit zu Ende geführt.

Die Bahn führt von Swakopmund, welches dem Ausgangspunkte auch der von der Regierung erbauten Bahn Swakopmund-Windhuk dient, zunächst beinahe entlang der Regierungsbahn, bei der Station Rössing in km 43 kommen die beiden Bahnen fast zusammen, dann wendet sie sich nach Nordwesten durch die »Namib« in die fruchtbare Hochebene Südwestafrikas, auf der sie sich bis zu dem Endpunkte Tsumeb hinzieht. Die Linienführung und die Steigungsverhältnisse sind im allgemeinen als günstig zu bezeichnen, da mit sehr wenigen Ausnahmen der kleinste Halbmesser 150 m beträgt und als steilste Neigung ebenfalls mit verschwindend wenigen Ausnahmen 15 ‰ eingehalten wurde.

Die Spurweite beträgt wie die der Regierungsbahn Swakopmund-Windhuk 600 mm.

Die Bahn ist 565,5 km lang. Bei der Station Onguati, km 177, zweigt eine 14 km lange Verbindungstrecke mit der Hauptstation der Regierungsbahn, Karibib, ab.

Der erste Teil der Strecke bis Omaruru, km 236, stellte dem Baue große Schwierigkeiten entgegen, und zwar sowohl wegen des außerordentlich unebenen Geländes, als auch wegen großer Höhenunterschiede, die auf verhältnismäßig kurze Strecken zu überwinden waren; so galt es auf den ersten 110 km der Bahn einen Höhenunterschied von 1074 m zu überwinden. Außer mit den Geländeschwierigkeiten selbst hatte die Bauleitung im ersten Bauabschnitte noch mit zwei Umständen zu kämpfen, welche den Vorbau ungemein gehemmt und ihn zuweilen überhaupt in Frage gestellt hatten: dem Arbeiter- und Wasser-Mangel.

Der Bahnbau wurde im Oktober 1903 begonnen; schon im Januar 1904 brach der Herero-Aufstand aus, wodurch alle schwarzen Arbeiter dem Baue entzogen wurden. Zwei von der Unternehmung angestellte, kostspielige Versuche mit aus Europa nach Deutsch-Südwestafrika gebrachten italienischen Arbeitern mißlangen vollständig und hielten den Vorbau durch Ausstände nur noch mehr auf. Auf der ganzen Strecke bis km 151, Station Usakos, ist trotz eifriger Bohrversuche nirgends brauchbares Wasser gefunden. Daher mußte während der ganzen Bauzeit dieser Strecke Wasser sowohl für den Bau als auch für die Arbeiter und zur Speisung der Lokomotiven von Swakopmund aus nachgefahren werden.

Zur Verzögerung des Baufortschrittes trugen auch die schlechten Landungsverhältnisse in Swakopmund bei, weil die Frachten nur mit großer Verspätung gelandet werden konnten.

Der Bau ging daher nur sehr langsam von statten, teilweise stockte er auch vollständig. Dies hielt bis Frühjahr 1905 an. Zu dieser Zeit wurden eine größere Anzahl kriegsgefangener Hereros dem Bahnbaue zugewiesen, mit deren Hilfe nun bedeutend schneller gebaut werden konnte, namentlich nachdem die wasserlose Strecke überwunden war. Dann meldeten sich immer mehr Hereros freiwillig; die verschiedenen

Bauabteilungen konnten ständig vergrößert werden und der Bau dadurch sehr rasch vorwärts schreiten, zumal auch das Gelände nicht mehr solche Schwierigkeiten bot wie auf dem ersten Teile der Strecke.

Im September 1905, also nach fast zweijähriger Bauzeit, wurde der öffentliche Betrieb auf der ersten Strecke bis Station Omaruru, km 236, eröffnet. Im August dieses Jahres wurde schon die Endstation Tsumeb durch die Schienenspitze erreicht. Am 12. November ist die ganze Strecke dem öffentlichen Verkehre übergeben.

Der Oberbau wiegt 50,23 kg/m; er besteht aus 90<sup>mm</sup> hohen, 15 kg/m schweren Stahlschienen, welche mittels Klemmplatten und Klemmplattenbolzen auf 1248<sup>mm</sup> langen und 12 kg schweren Stahlschwellen befestigt sind. Auf einen Gleisrahmen von 9<sup>m</sup> Länge kommen 13 Schwellen.

Alle Brücken sind aus Eisen und zwar bis zu 8<sup>m</sup> Spannweite aus Walzträgern, darüber hinaus bis zur größten angewendeten Spannweite von 20<sup>m</sup> aus genieteten Blechträgern. Die Bahn weist auf ihrer ganzen Strecke 110 Brückenöffnungen auf. Die Durchlässe, welche wegen der während der Regenzeit wolkenbruchartig fallenden Regen recht zahlreich haben eingebaut werden müssen, sind alle aus Wellblechrohren hergestellt.

Im ganzen sind fünf grössere Bahnhöfe und 42 Kreuzungs- und Halte-Stellen vorhanden, die alle zugleich auch als Bahnmeistereien dienen. Nur auf sieben von diesen Stationen war es möglich, Wasserstationen einzurichten, sonst konnte nirgends in der Nähe der Bahn Wasser erschlossen werden.

Die Stationsgebäude und Beamten-Wohnhäuser sind in Wellblech ausgeführt.

Bei Station Usakos, wo sich auch die Betriebsleitung befindet, ist eine große Werkstätte errichtet, außerdem sind noch drei kleine Werkmeistereien auf der Strecke verteilt.

Der Betriebsmittel-Bestand ist sehr groß. Die Zahl der Lokomotiven und Wagen übersteigt weit die vorgesehene Zahl, und zwar weil die Bahn schon während des Baues ungeheure Mengen von Regierungs- und Privat-Gütern von Swakopmund aus ins Innere des Landes befördern mußte, womit man gar nicht gerechnet hatte, da diese Güter für die Beförderung auf der Regierungsbahn bestimmt waren. Aber bald zeigte sich, daß die Regierungsbahn einem solchen Verkehre durchaus nicht gewachsen war, daher mußte die Otavi-Bahn mit herangezogen werden.

Der jetzige Bestand der Otavi-Bahn ist: 36  $\frac{3}{4}$  gekuppelte Lokomotiven, 3 Wagen für Reisende, 1 Salonwagen, 20 Tenderwagen von 10 cbm Wasser- und 3,5 t Kohleninhalt, 190 offene Güterwagen von 10 t Tragfähigkeit, 20 bedeckte Güterwagen von 8 t Tragfähigkeit, 5 Viehwagen.

Alle Wagen laufen auf je zwei Drehgestellen eigener Bauart, damit die Last auf die Schienen günstig verteilt wird und der Schwerpunkt der beladenen Wagen möglichst tief zu liegen kommt.

Die Otavi-Bahn ist die längste Bahn in unseren Kolonien und die längste Bahn der Welt mit 600<sup>mm</sup> Spur. Ihre Leistungsfähigkeit ist über Erwarten groß. Noch während des Baues wurden im Frühjahr 1906 auf der Strecke zwischen Swakopmund-Karibib und Omaruru im Durchschnitte 3500 t aufser den 2500 t betragenden Baugütern im Monate befördert. In den letzten Monaten, in denen die Baugüter nur noch einige hundert Tonnen betragen, der Betrieb daher regelmäßiger wurde, war die Leistung bedeutend größer, im Oktober wurden 9600 t Regierungs- und Fracht-Güter und 2500 Reisende befördert.

Diese Zahlen bestätigen die Behauptung, daß die Schmalspurbahnen zur Erschließung neuer Gebiete, in denen der Verkehr gering ist und die wirtschaftliche Entwicklung erst durchgeführt werden soll, wegen der geringen Herstellungskosten am besten geeignet sind.

Nachdem die Bahn ganz eröffnet ist, leistet sie zugleich dem Gedeihen des Landes selbst, und damit auch unseren Kolonien, hervorragende Dienste, indem sie die Groß- und Klein-Siedelung in diesem fruchtbarsten Teile Südwestafrikas erleichtert und fördert.

In Deutsch-Südwestafrika ist nicht nur der Landwirtschaft sondern auch dem Gewerbe ein sehr weites Arbeitsfeld geboten, da an verschiedenen Stellen reiche Erzlager nachgewiesen sind. Sobald Ruhe eingekehrt sein wird, steht zu erwarten, daß weitere Bahnbauten zur Ausbeutung der verschiedenen Erzlager in kurzer Zeit in Betracht kommen. Die sehr schnelle Entwicklung der englischen Kolonien in Südafrika ist ja hauptsächlich Folge des Minenbetriebes.

So wird auch die Otavi-Bahn in hohem Maße dazu beitragen, die Entwicklung unseres Schutzgebietes in Südwestafrika zu fördern. Vor allem aber wird sie durch die bis jetzt schon erzielten glänzenden Ergebnisse dazu beitragen, Vertrauen zu der Zukunft unserer Kolonien in der deutschen Heimat zu erwecken.

## Werkstätte zur Untersuchung der Wagen in der Hauptwerkstätte Karlsruhe.

Von Zimmermann, Oberingenieur in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel XX.

Anfang März 1906 wurde in der Hauptwerkstätte Karlsruhe die neue Werkstätte zur Untersuchung der Wagen in Benutzung genommen\*). Diese mit Sagedach versehene Werkstätte konnte wegen Platzmangel nicht mehr bei der bestehenden Wagenwerkstätte erbaut werden, mußte deshalb auf das durch den Mittelbruchgraben getrennte südliche Gelände der

Hauptwerkstätte verlegt werden, wo sich bereits die Tenderwerkstätte und die Wagenlackiererei befinden. Die bisherige Überwachungs-Werkstätte war zu klein geworden, und soll nun als Wagenwerkstätte benutzt werden.

Da ferner nördlich der Lokomotiv-Werkstätte eine größere Kesselschmiede gebaut wird, fallen die Wagenabstellgleise, die für die bisherige Überwachungs-Werkstätte benutzt wurden,

\*) Zeitung des Vereins d. E.-V. 1906. Nr. 30.

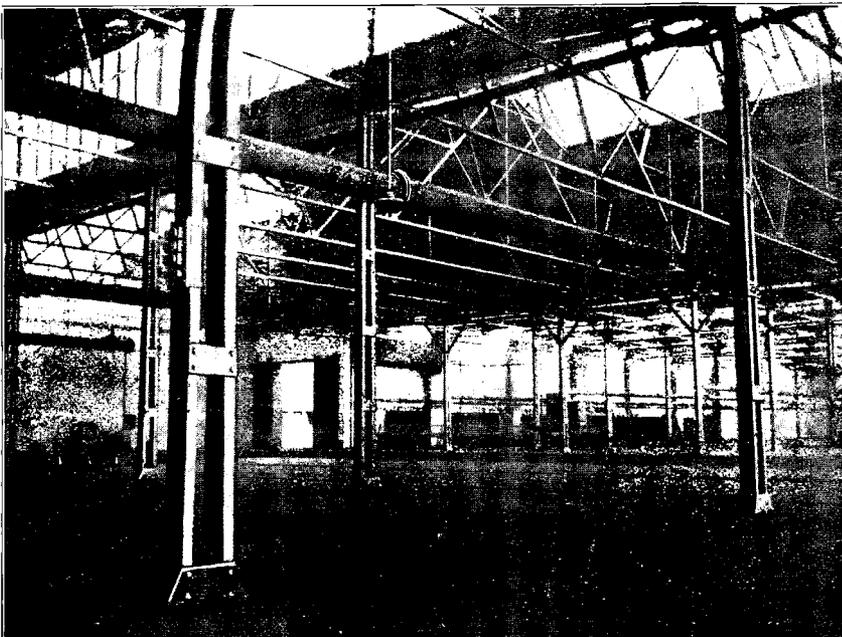
weg. Diese Gleise konnten auf dem südlichen Gelände, wo sich bisher ein Lagerplatz der Vorratlagerverwaltung befand, vorteilhafter angelegt werden.

Textabb. 1 zeigt das Äußere, Textabb. 2 das Innere der neuen Werkstätte.

Abb. 1. Die Wagen-Überwachungswerkstätte von der Nord-Ost-Seite aus gesehen.



Abb. 2. Das Innere der Wagen-Überwachungswerkstätte vom westlichen Felde aus gesehen.



Die neue Überwachungs-Werkstätte hat mit den Schiebepfeileneinbauten 160 m Länge und 105,4 m Breite im westlichen und mittlern, 98,6 m Breite im östlichen Felde.

Die Längen der drei Felder sind 25 m, 54,25 m und 52,25 m.

Zum Verstellen der Wagen auf die 15 Hallengleise dienen zwei versenkte Schiebepfeile von 18,0 m und 10,5 m Länge. Der Gleisabstand beträgt 6,0 m. Außerhalb des östlichen End-

feldes läuft eine unversenkte Schiebepfeile von 10 m Nutzlänge, mit der die Wagen von dem Zufahrtgleise und den Abstellgleisen nach dem östlichen Endfelde verbracht werden. Alle drei Schiebepfeile sind mit elektrischem Antriebe versehen.

An der Nordwand des Mittelfeldes sind die Wascheinrichtungen und Kleiderkasten, an der Südwand der ganzen Halle die Schmiedefeuer und einige Maschinen aufgestellt. Dasselbst sind auch die Klempnerei, Schlosserei und Schreinerei untergebracht; ferner ist dort ein Arbeitszimmer für die Aufsichtsbeamten eingebaut.

An dieses Arbeitszimmer schließt sich westlich ein 65 m langes, 8,04 m breites Vorrat-lager an.

Mit dem westlichen Endfelde ist eine 48,88 m lange, 15,82 m breite Federnschmiede verbunden. An diesen Bau schließt sich ein Auskochenraum für Achsbüchsen an. Zum Auskochen wird Heißdampf benutzt. An der süd-östlichen und nordwestlichen Ecke der großen Halle sind die Aborte angebaut.

Die Maschinen an der Südwand der Überwachungs-Werkstatt sind:

- 1 Bandsäge,
- 2 Wandbohrmaschinen,
- 1 Richtpresse mit Wasserdruck für Träger bis 300 mm Höhe,
- 1 Gelenk-Bohrmaschine mit Drehstromantrieb.

Dasselbst befinden sich noch:

- 1 große Richtplatte von 5×1,2 m und darüber eine Kranbahn mit zwei Laufkranen von je 1000 kg Tragkraft.

Quer durch jedes der drei Felder der Halle zieht ein Schmalspurgleis von 750 mm Spur, auf welchem drei Roll-Wagen laufen.

In der Halle werden außer den Hebezeugen mit Trägern auch die Hebezeuge ohne Träger für vierachsige Wagen der Bauart Kuttruff und Winden zum Heben der Wagen verwendet.

Ferner sind daselbst:

- 2 fahrbare elektrische Bohrmaschinen für Löcher bis 40 mm Weite,
- 1 tragbare elektrische Handbohrmaschine für Löcher bis 12 mm Weite,
- 8 fahrbare Nietfeuer,
- 4 kleine Richtplatten 600×500 mm,
- 2 Schleifsteine,

- 2 Öltische,
- 2 Räderschiebepfeile,
- 1 Räderwagen.

Zum Abheben der Drehgestellrahmen von den Achsen ist im westlichen Felde eine Kranbahn an das Dach gehängt.

In der Federnschmiede sind

- 2 Federglühöfen,
- 12 neue Schmiedefeuer mit Ambossen,

- 1 Richtplatte  $3 \times 1,2$  m,
- 2 Härtebottiche,
- 1 Schmirgelschleifmaschine zum Abschleifen der Federnenden,
- 1 Exzenterpresse zum Abschneiden der Federnenden.

Die Maschinen und der Bläser für 16 Schmiedefeuere sind an eine Welle angeschlossen, die von einer Drehstrom-Triebmaschine von 15 P.S. getrieben wird.

Außerdem sind daselbst die Kleiderkasten und Waschtröge für die Schmiede aufgestellt.

Der Dampf für die Heizung der neuen Anlage wird den Kesseln entnommen, die früher den Dampf für die Betriebsdampfmaschinen der mechanischen Werkstatt und später für die Dampfmaschinen der Stromerzeugungsanlage lieferten. Seitdem ein neues bahneigenes Elektrizitätswerk im Betriebe ist, wird die Kesselanlage für die Dampferzeugung zur Heizung verwendet. Die Hochdruck-Dampfleitung wird auf einem Trag-

gerüste bis zur Überwachungs-Werkstatt geführt, hier sind Anschlüsse zum Prüfen der Wagenheizung abgezweigt.

In die Halle ist alsdann eine zweite Leitung als Niederdruckdampfheizung in Kuntze-Röhren, die in etwa 2 m Höhe aufgehängt sind, mit Ableitung für Niederschlagwasser eingebaut.

Der Boden der Werkstatt ist in Zementbeton ausgeführt. Für die Ableitung des Wassers zum Abwaschen der Wagen und des Regenwassers ist eine Entwässerungsleitung angelegt.

Die Trinkwasserleitung wurde in Mannesmann-Röhren ausgeführt. Zum Prüfen der Luftdruckbremse sind an einer Druckluftleitung die erforderlichen Anschlüsse angebracht.

Die elektrische Beleuchtung erfolgt durch fünf und vier Bogenlampen über der östlichen und westlichen Schiebebühnen-grube, durch 144 Osmium-Glühlampen im östlichen, 165 solcher Lampen im mittlern und 85 Lampen im westlichen Arbeitsfelde.

In der Federnschmiede befinden sich vier Bogenlampen und in dem Vorratlager fünfzehn Osmium-Glühlampen.

## Das Anfahren der Eisenbahnzüge.

Von Mühlmann, Regierungsbaumeister in Eßlingen.

Das Anfahren eines Eisenbahnzuges ist eine verzögert beschleunigte Bewegung, da mit zunehmender Geschwindigkeit die Reibungswiderstände wachsen, während die aus der Triebachslast folgende Zugkraft unverändert bleibt.

Bezeichnet man mit:

$G^t$  das Gewicht des Zuges mit Lokomotive und Tender,

$L^t$  das Triebachsgewicht,

$\mu$  die Ziffer der Reibung zwischen Triebrädern und Schiene,  $v_{\text{m/Sek.}}$  die zur Zeit  $t^{\text{Sek.}}$  erreichte Geschwindigkeit,

$p_{\text{m/Sek.}^2}$  die gleichzeitig eintretende Beschleunigung,

$Z^{\text{kg}}$  die Zugkraft,

$(a + \beta v^2)^{\text{kg}^t}$  den Zugwiderstand mit  $\beta = 0,005$  und  $a = 2,5$  nach Frank\*),

$n^{\text{‰}}$  die Bahnsteigung,

so ist die erforderliche Zugkraft

$$Z = \frac{1,08}{9,81} G 1000 \cdot p + (a + \beta v^2 + n) G \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 1) . . . } Z = 110 \cdot G \cdot p + (a + \beta v^2 + n) G,$$

worin 1,08 die Schwungkraft der rollenden Räder berücksichtigt. Die Widerstandswerte sind nicht ganz scharf, weil sich Franks Versuche auf den Beharrungszustand und nicht auf das Anfahren erstrecken und daher die Reibung der Ruhe nicht berücksichtigen.

Setzt man nun für  $Z$  den vorhandenen unveränderlichen Wert  $Z = 1000 \cdot \mu L$ , und für das Verhältnis  $L : G$  die Ziffer  $\lambda$  ein, so folgt:

$$\text{Gl. 2) . . } p = \frac{1}{110} [\mu \lambda 1000 - (a + \beta v^2 + n)].$$

Wird noch:

\*) Organ 1885, S. 165; 1886, S. 201. Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, Band I, S. 64; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 464.

$$\text{Gl. 3) . . } \lambda - \frac{n}{1000 \mu} = k \text{ gesetzt, so folgt aus Gl. 2):}$$

$$\text{Gl. 4) . . } p = \frac{\mu \cdot 1000}{110} \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right) - \frac{\beta v^2}{110}.$$

Mit den Zahlenwerten  $a = 2,5$ ,  $\mu = \frac{1}{6}$ ,  $\beta = 0,005$  wird:

$$\text{Gl. 5) . . } p = 1,515 (k - 0,015) - 455 \cdot 10^{-7} \cdot v^2.$$

Aus Gl. 4) folgt mit  $p = \frac{dv}{dt}$

$$dt = \frac{dv}{\frac{1000 \cdot \mu}{110} \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right) - \frac{\beta v^2}{110}}$$

und hieraus durch Integration zwischen den Grenzen 0 und  $t$  oder 0 und  $v$

$$\text{Gl. 6) . . . } t = \frac{55}{\sqrt{1000 \beta \cdot \mu \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right)}}$$

$$\log \frac{\sqrt{1000 \beta \cdot \mu \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right) + \beta v}}{\sqrt{1000 \beta \cdot \mu \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right) - \beta v}}, \text{ und}$$

$$\text{Gl. 7) . . } v = \frac{1}{\beta} \sqrt{1000 \beta \cdot \mu \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right) \left( e^{\frac{t}{55} \sqrt{\beta \mu 1000 \left( k - \frac{a}{1000 \mu} \right)}} - 1 \right) - 1}$$

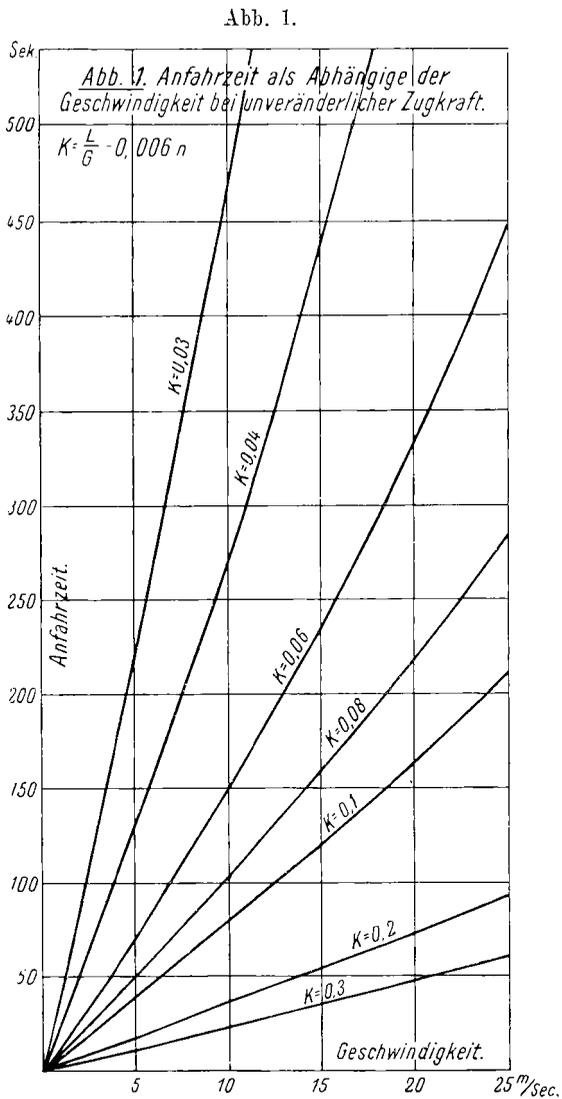
und mit den obenerwähnten Zahlenwerten:

$$\text{Gl. 8) . . . . . } t = \frac{60,25}{\sqrt{k - 0,015}}$$

$$\log \frac{0,91388 \sqrt{k - 0,015} + 0,005 \cdot v}{0,91388 \sqrt{k - 0,015} - 0,005 \cdot v} \text{ und}$$

$$\text{Gl. 9) } v = 182,7 \sqrt{k - 0,015} \frac{e^{0,0166 \cdot t \sqrt{k - 0,015}} - 1}{e^{0,0166 \cdot t \sqrt{k - 0,015}} + 1}$$

Gl. 8) ist in Textabb. 1 für verschiedene Werte von k aufgetragen.



Aus Gl. 7) folgt die Weggleichung  $s = \int_0^t v \cdot dt = \frac{55 \cdot a}{\beta} \int_0^t \frac{e^{at} - 1}{e^{at} + 1} dt$ , wobei  $a = \frac{1}{55} \sqrt{\beta \cdot \mu \cdot 1000 \left(k - \frac{a}{1000 \mu}\right)}$ ;

$$s = \frac{55 \cdot a}{\beta} \left( \int_0^t \frac{e^{at} dt}{e^{at} + 1} - \int_0^t \frac{dt}{e^{at} + 1} \right)$$

$$= \frac{55 \cdot a}{\beta} \left[ \frac{1}{a} \log \frac{1 + e^{at}}{2} - \frac{1}{a} \log \frac{2 e^{at}}{1 + e^{at}} \right] = \frac{55}{\beta} \log \frac{(1 + e^{at})^2}{4 e^{at}}$$

Gl. 10) . . . . .  $s = \frac{110}{\beta} \log \frac{1 + e^{at}}{2 \cdot e^{\frac{a \cdot t}{2}}}$

$$s = \frac{110}{\beta} \cdot \log \frac{1 + e^{\frac{t}{55} \sqrt{1000 \beta \mu \left(k - \frac{a}{1000 \mu}\right)}}}{2 \cdot e^{\frac{t}{110} \sqrt{1000 \beta \mu \left(k - \frac{a}{1000 \mu}\right)}}}$$

und der Weg als Abhängige der Geschwindigkeit v

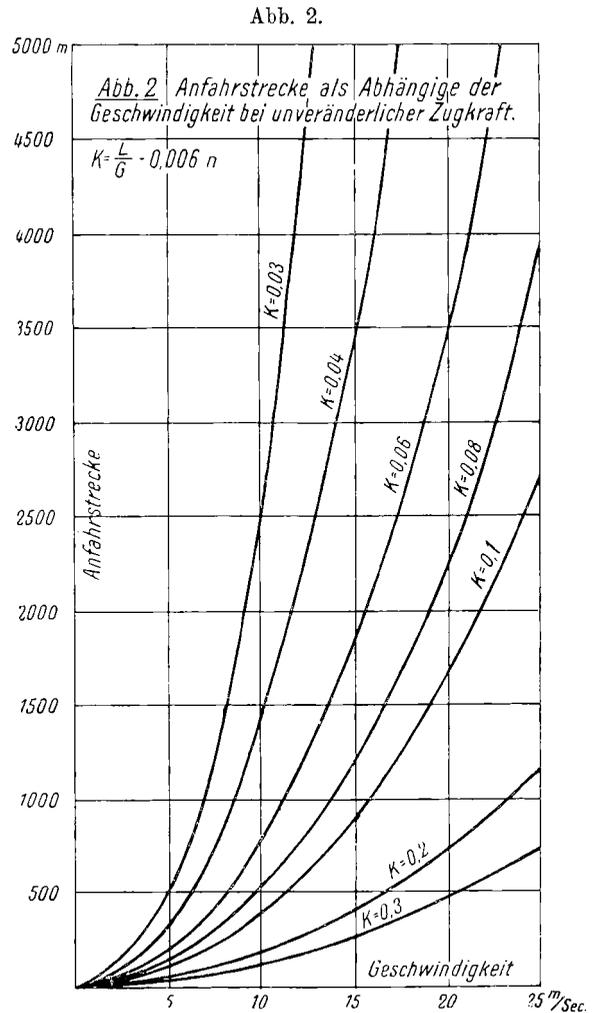
Gl. 11) . . .  $s = \frac{55}{\beta} \log \frac{1000 k - \frac{a}{\mu}}{1000 k - \frac{a}{\mu} - \frac{\beta}{\mu} v^2}$ ,

mit obigen Zahlenwerten :

Gl. 12)  $s = 22000 \cdot \log \frac{1 + e^{\frac{0,0166 \cdot t \sqrt{k - 0,015}}{2 \cdot e}}}{0,0088 t \sqrt{k - 0,015}}$ ,

Gl. 13)  $s = 11000 \log \frac{1000 k - 15}{1000 k - 15 - 0,03 \cdot v^2}$ .

Gl. 13) ist in Textabb. 2 für verschiedene Werte von k aufgetragen.



Die Leistung der Lokomotive zur Zeit t ist

$Z \cdot v = \mu \cdot L \cdot 1000 \cdot v$ , wobei für v der Wert aus Gl. 9) gilt.

Die Arbeit der Lokomotive innerhalb der ersten t Sekunden ist:

$Z \cdot s = \mu \cdot L \cdot 1000 \cdot s$ , wobei für s der Wert der Gl. 12) oder 13) gilt.

Diese Gleichungen und insbesondere Textabb. 1 und 2 sind für jede Lokomotive, für jedes Zuggewicht und für alle Neigungsverhältnisse der Strecke brauchbar, da nicht die wirkliche Größe des Trieb- und des Zug-Gewichtes eingeführt sind, sondern nur die Beziehung  $k = \frac{L}{G} = 0,006 \cdot n$ .

Die entwickelten Gleichungen sollen nun zur Erzielung vergleichbarer Zahlenwerte auf die folgenden drei Lokomotiven angewendet werden:

Lokomotive	Art	Lt	Gt	Größte Geschwindigkeit m/sek.
A	2/4 gekuppelt, Verbund	29	80	20,8
B	3/5 gekuppelt, Verbund	45	103	20,8
T	3/4 gekuppelt, Zwillings-Tender	45	60	12,5

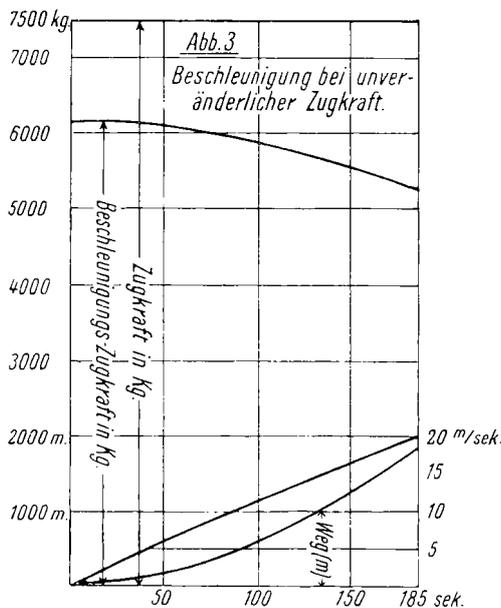
Zunächst ist aus den Gleichungen ersichtlich, daß  $k > 0,015 + 0,00003 v^2$  sein muß, damit sich endliche Werte für die Anfahrzeit und den Anfahrweg ergeben, also  $\frac{L}{G} > 0,006 \cdot n + 0,015 + 0,00003 \cdot v^2$ .

Diese Gleichung hat aber keine tatsächliche Bedeutung, da die Beziehung zwischen  $v$  und  $k$  nicht durch diese Gleichung, sondern durch die Leistungsfähigkeit des Lokomotivkessels bestimmt wird. Beispielsweise könnte die A-Lokomotive auf der Steigung 1:100 einen Zug von 400 t Wagengewicht bis auf 49 km/St. beschleunigen, wenn nur das Triebgewicht in Betracht käme; in Wirklichkeit würde aber dabei die Anfahrzeit so lang werden, daß sich die Kesselleistung zu gering erweisen würde; die A-Lokomotive wird ihres Kessels wegen einen Zug von 400 t Wagengewicht überhaupt nicht auf der Steigung 1:100 auf längere Zeit fortbewegen, geschweige denn beschleunigen können.

Beispiel 1.

Die B-Lokomotive soll auf der Wagerechten einen Zug von 400 t Wagengewicht bis auf 20 m/sek. beschleunigen. Es ist  $k = \lambda = \frac{45}{400 + 103} = 0,0895$ . Die Anfahrzeit ist nach Textabb. 1 125 Sek., die Anfahrstrecke nach Textabb. 2 1840 m. Die Gleichung der Beschleunigung ist  $p = 0,1127 - 455 \cdot 10^{-7} \cdot v^2$ . Die Zugkraft ist = 7500 kg; davon werden 55300 p zur Beschleunigung verwendet (Textabb. 3).

Abb. 3.



Beispiel 2.

Anfahren eines Zuges von 400 t Wagengewicht, der mit 12,5 m/sek. fährt: nach den Schaulinien Textabb. 1 und 2.

1. Die Strecke ist wagerecht. Wird dieser Zug von der A-Lokomotive gefahren, so ist  $k = \lambda = \frac{29}{400 + 80} = 0,0605$ , die Anfahrzeit ist dann 190 Sek., die Anfahrstrecke 1230 m. Wird er von der T-Lokomotive gefahren, so ist

$$k = \lambda = \frac{45}{400 + 60} = 0,098, \quad t = 105 \text{ Sek.} \quad \text{und} \quad s = 610 \text{ m.}$$

2. Steigung 1:250,  $n = 4$ .

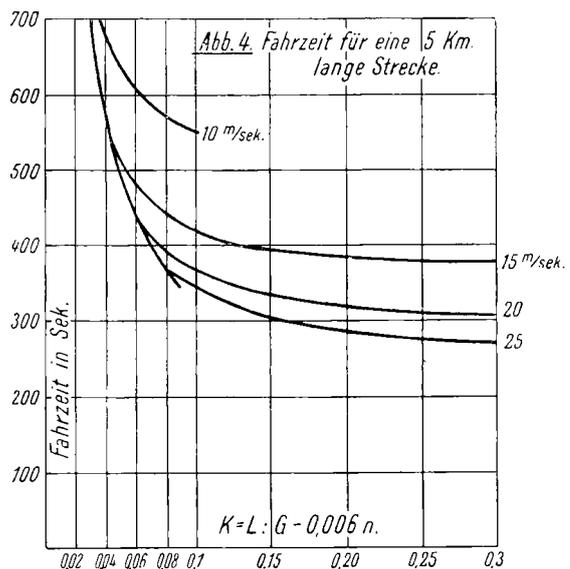
Bei der A-Lokomotive ist  $k = 0,0605 - 0,006 \cdot 4 = 0,0365$ ,  $t = 420$  Sek.,  $s = 3200$  m, bei der T-Lokomotive ist  $\lambda = 0,098$  und  $k = 0,074$ , somit  $t = 170$  Sek.,  $s = 1000$  m.

Beispiel 3.

Wird für das Bremsen eines Zuges eine gleichbleibende Verzögerung angenommen, etwa zu 0,3 m/sek.<sup>2</sup>, dann ist der Bremsweg  $s = \frac{v^2}{0,6} = 0,15 \cdot t^2$  und die Bremszeit  $t = \frac{v}{0,3}$ .

Bei dieser Annahme können die Schaulinien Textabb. 1 und 2 auch zur Bestimmung der kürzesten Zeitdauer benutzt werden, die ein Zug braucht, um eine gegebene Strecke zwischen zwei Haltepunkten zurückzulegen. In Textabb. 4 ist diese

Abb. 4.



Entfernung zwischen zwei Haltepunkten zu 5 km angenommen. Die zur Fahrt von einem zum andern Haltepunkte nötige Zeit ist am geringsten, wenn auf das Anfahren sofort das Bremsen folgt, wenn also die Geschwindigkeit am Ende des Anfahrens möglichst hoch ist. Nun gestattet aber jede Lokomotivart nur eine bestimmte größte Geschwindigkeit. Die Länge der Fahrzeit für die 5 km-Strecke wird also einerseits vom Zuggewichte, vom Triebgewichte der Lokomotive und von der Steigung der Bahnstrecke, also von  $k$  abhängen, andererseits von der höchsten Geschwindigkeit, die man der Lokomotive bei dem Wagengewichte noch zumuten darf. Textabb. 4 stellt die Fahrzeit als von  $k$  abhängig dar, daher erscheinen verschiedene

Linien für die verschiedenen Höchstgeschwindigkeiten. Die Fahrzeit ist berechnet nach:

$$\left( t_A + t_B + \frac{5000 - s_A - s_B}{v} \right) \text{Sek.}, \text{ worin}$$

$t_A$  die Anfahrzeit (Textabb. 1),  $s_A$  die zugehörige Anfahrstrecke (Textabb. 2),  $t_B$  und  $s_B$  die Bremszeit und den Bremsweg und  $v$  die Endgeschwindigkeit des Anfahrens bedeutet.

Bei wagerechter Bahn wird ein Zug von 560 t Gewicht von einer Lokomotive von 45 t Triebgewicht in 440 Sek. von Haltepunkt zu Haltepunkt über 5 km befördert, wenn man der Lokomotive dabei eine Höchstgeschwindigkeit von 15 m/Sek. zumuten kann. Erlaubt man nur 10 m/Sek., so erhöht sich die Fahrzeit auf 570 Sek. Könnte man dagegen 20 m/Sek. gestatten, so genügten 390 Sek.

#### Beispiel 4.

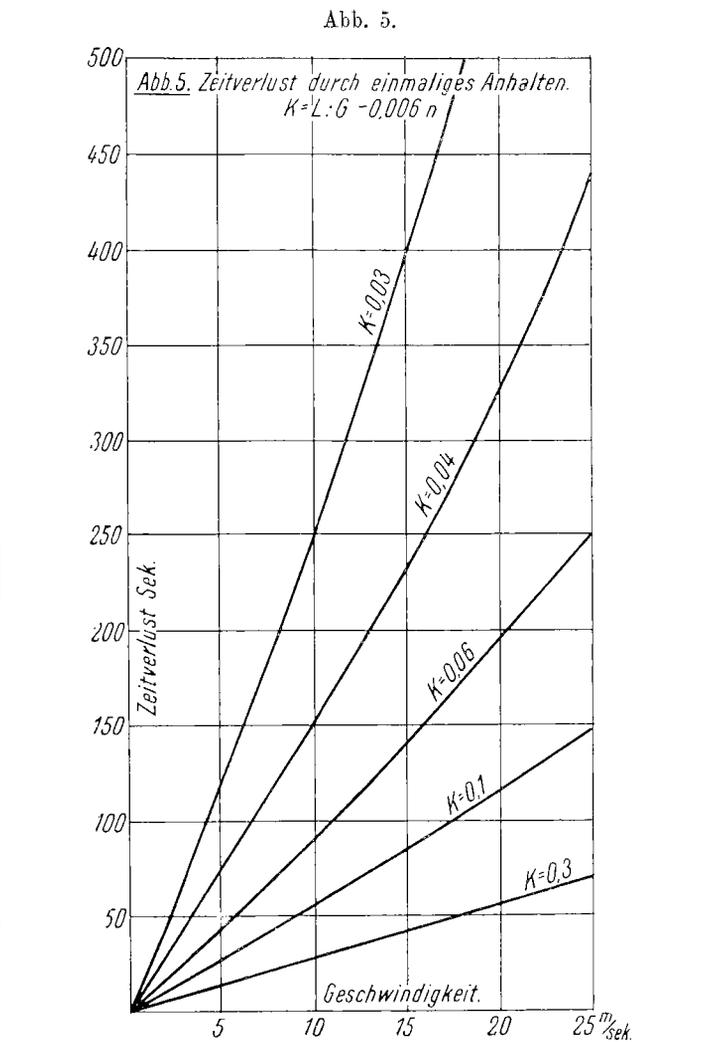
Weiter können die Schaulinien Textabb. 1 und 2 benutzt werden, um zu bestimmen, wieviel Zeit ein Zug, der etwa vor einem Einfahrtsignale einmal anhalten muß, mehr braucht, als einer, der ohne Aufenthalt durchfährt.

$$\text{Diese Zeit ist } t_{gr} + t_{zg} - \frac{s_{gr} + s_{zg}}{v},$$

worin  $v$  die Geschwindigkeit des am freien Signale vorüberfahrenden und die abzubremsende des anzuhaltenden Zuges bedeutet, auf die letzterer auch wieder beschleunigt werden muß.

Dieser Zeitverlust ist in Textabb. 5 als von der Geschwindigkeit abhängig für verschiedene Werte von  $k$  aufgetragen. Die Zeit des Haltens ist nicht inbegriffen.

Muß ein Zug von 500 t Wagengewicht, der eine Strecke von 100 km Länge fahrplanmäßig ohne Aufenthalt in 85 Minuten durchläuft, also von zwei A-Lokomotiven gefahren wird, unterwegs einmal vor einem geschlossenen Signale halten, so entsteht ein Zeitverlust von  $126 + 120 = 246$  Sek., wenn das Anhalten auf der Wagerechten erfolgt mit  $k = 0,088$  und



$v = 20$  m/Sek., dagegen ein Zeitverlust von  $153 + 120 = 273$  Sek., wenn das Anhalten auf der Steigung  $n = 5 \text{ ‰}$  mit  $k = 0,058$  und  $v = 16$  m/Sek. erfolgt. Dabei ist angenommen, daß der Zug zwei Minuten still steht.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeines, Beschreibungen und Mitteilungen von Bahn-Linien und -Netzen.

#### Die Splügenbahn.

(Schweizerische Bauzeitung 1907. Band II. Nr. 9, S. 107. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 6 auf Tafel XX.

Der Kanton Graubünden hat am 8. November 1906 bei den schweizerischen Bundesbehörden um die Genehmigung zum Baue einer Splügenbahn nachgesucht, dem ein von Ingenieur Dr. Ed. Locher-Freuler bearbeiteter Entwurf zu Grunde liegt. Die Bahn soll Regelspur erhalten, anschliessend an die Gleise der schweizerischen Bundesbahnen im Bahnhofe Chur beginnen und neben der rhätischen Bahn nach Ems gehen. Von hier ab entfernt sich die Bahn von der rhätischen, geht durch einen Tunnel im Vogelsang nach dem Hinter-Rhein, übersetzt diesen und zieht sich längs dem linken Rheinufer,

die rhätische Bahn mit einem Tunnel unterfahrend nach der Station Rothenbrunnen, die mit der der rhätischen Bahn in nahezu gleicher Höhe liegt. Zwischen Chur und Rothenbrunnen beträgt der kleinste Gleisbogenhalbmesser 400 m, die grösste Steigung  $1 \text{ ‰}$ ; die in Chur ankommenden Züge der schweizerischen Bundesbahnen können deshalb ungetrennt bis Rothenbrunnen durchgeführt werden. Die Talstrecke Chur-Rothenbrunnen soll mit Dampflokomotiven, die Bergstrecke Rothenbrunnen-Chiavenna mit elektrischen Lokomotiven betrieben werden.

In Rothenbrunnen, km 15,396, beginnt die Nordrampe zum Splügentunnel, die 300 m als kleinsten Bogenhalbmesser und  $2,6 \text{ ‰}$  steilste Neigung aufweist. In ihrem weiteren Ver-

laufe erreicht die Linie die Station Thusis, die 718,03 m über Meer, 17,53 m höher als die Station der rhätischen Bahn liegt. Nachdem die Nolla mittels eines Kehrtunnels unterfahren ist, steigt die Bahn der Talsohle folgend nach den Stationen Rongellen-Zillis und Andeer. 1355 m oberhalb der letztgenannten Station bei km 36,990 und 1000,78 m über Meer, beginnt der große Splügentunnel; er erhält eine Länge von 26135 m, steigt mit 0,3 ‰ bis zum höchsten Punkte bei km 50,575, 1040,0 m über Meer, fällt von da mit 1,85 ‰ gegen Süden, und erreicht bei km 63,125 den Süd-Tunnelmund, 800,75 m über dem Meere. Der südliche Tunnelmund liegt also 200,03 m tiefer, als der nördliche. 13935 m des Tunnels liegen auf schweizerischem, 12200 m auf italienischem Gebiete.

Abgesehen von einem kurzen Tunnelstücke nächst dem nördlichen Tunnelmunde liegt die Achse des Tunnels in einer lotrechten Ebene. Der Tunnel soll eingleisig, mit drei in 500 m langen zweigleisigen Tunnelstücken bestehenden Ausweichstationen gebaut werden. Auf der in die Südhälfte fallenden Station wird die Steigung zur Erleichterung des Anfahrens auf 1 ‰ ermäßigt.

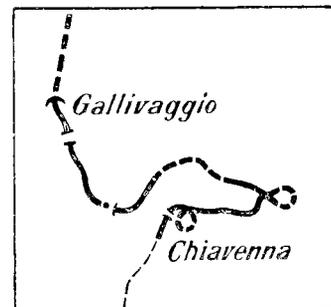
Der Tunnel I zwischen den Kreuzung- und Mündungsstationen soll eingleisig, mit einem durch den ganzen Tunnel gehenden gemauerten Stollen unter dem Gleise hergestellt werden; letzterer dient zur Lüftung während des Baues, zur Ableitung großer Wassermengen, Aufnahme der Kühl- und Bohr-Wasserleitungen, der Kabel für Telegraph, Fernsprecher, Signale, Beleuchtung, sowie der Speiseleitung für den elektrischen Betrieb. Um später ohne Betriebsstörungen ein zweites Gleis, oder einen zweiten Tunnel herstellen zu können, soll jede Ausweichstation an beiden Enden etwa 40 m lange Stumpfgleise erhalten, die im Tunnel II liegen würden. Die vier Tunnelabschnitte von durchschnittlich je 6 km Länge können dann gleichzeitig oder nacheinander gebaut und in Betrieb genommen werden. Zur Beschleunigung des Stollenvortriebes von Tunnel II könnten die Abschnitte durch Herstellung von Querschlägen zwischen I und II in beliebig viele Unterabteilungen geteilt werden. Der Abstand zwischen Tunnel I und II wird je nach der Beschaffenheit des Gesteines größer oder kleiner gewählt werden, was der Simplon-Bauweise gegenüber eine bedeutende Verbesserung bedeutet. Für die Beförderung der

Ausbruch- und Mauerungs-Massen aus dem Tunnel und hinein soll ebenfalls ein neues Verfahren zur Anwendung kommen, welches das Anwachsen der Tunnelkosten für das laufende Meter mit Zunahme der Tunnellänge wesentlich vermindert.

Der Splügentunnel II wird ohne Unterstollen hergestellt, da ein solcher für die Lüftung während des Baues nicht erforderlich ist und die Tunnelwässer, wenn nötig, durch Querschläge nach Tunnel I abgeleitet werden können. Sind beide Tunnel im Betriebe, so werden die Kreuzungsstationen als solche nicht mehr benutzt; sie können aber ohne weiteres wieder in Betrieb gesetzt werden, wenn einer der acht Abschnitte behufs Vornahme größerer Ausbesserungsarbeiten ausgeschaltet werden müßte. In dieser Beziehung ist die in Aussicht genommene Bauweise einem zweigleisigen Tunnel wesentlich überlegen. Für die Herstellung des eingleisigen Tunnels sind acht Jahre Bauzeit in Aussicht genommen.

Der südliche Mund des großen Tunnels liegt bei Gallivaggio, die anschließende Station dieses Namens in 798,0 m Meereshöhe. Zwischen Gallivaggio und Chiavenna liegen die Stationen Pianazzola in 669,15 m und Croce in 543,0 m Meereshöhe. In Chiavenna findet die Splügenbahn Anschluß an die ebenfalls elektrisch betriebene regelspurige Bahn Chiavenna-Colico-Lecco mit Fortsetzung einerseits über Mailand nach Genua, andererseits über Bergamo nach Venedig.

Abb. 1.



Der Längenschnitt durch die Bahn ist in Abb. 6, Taf. XX dargestellt, die Entwicklung der Südrampe vor dem südlichen Tunnelmunde in Textabb. 1. —k.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

### Ein- und zweispurige Alpentunnel.

(Schweizerische Bauzeitung 1906, August, Band XLVIII, S. 73.)

Im Simplontunnel sind längere Strecken vorhanden, welche die Bauweise mit Untersohlen-Stollen, wie sie Professor Hennings und Oberingenieur Weber\*) vorschlugen, unmöglich gemacht hätten, weil auf diesen Strecken stellenweise ein starker allseitiger Druck herrschte, und zwar häufig in scheinbar gutem Gesteine. An solchen Stellen wird der gemauerte Unterstollen verdrückt werden, Auftrieb und Seitenschub werden das Gewölbe brechen, weil es oben keine Widerlager hat, bis der volle Querschnitt gemauert ist. Bei der Zweistollen-Bauart lassen sich solche

\*) Schweizerische Bauzeitung 1906, Juni, Band XLVII, S. 290.

Strecken durch Ausschaltung des Betriebes vor Ort mittels Zuhilfenahme des zweiten Stollens ohne Beeinflussung des guten Arbeitsfortganges bewältigen.

Zweitens hat die Zweistollen-Bauart den Vorteil, daß man nie gezwungen ist, Arbeiten im Wasser auszuführen. Durch die Querschläge und das rasche Nachmauern des Grabens im zweiten Tunnel bis möglichst nahe vor Ort ist es immer möglich, alle anderen Arbeiten trocken zu legen. Daß das im Simplontunnel nicht vollkommen gelang, ist weniger der Zweistollen-Bauart, als dem Umstande zuzuschreiben, daß der Unterschied in der Höhenlage der beiden Tunnel von 10 cm zu gering war; es sollte ein Unterschied von 50 cm angeordnet werden. Bei

der Bauart Hennings und Weber ist mindestens der Graben im Wasser herzustellen.

Der dritte Punkt betrifft die Ausbesserungen, die in zwei eingleisigen Tunneln, von denen einer zeitweise geschlossen werden kann, bedeutend leichter und billiger zu bewältigen sind, als in einem zweigleisigen Tunnel, ganz abgesehen von der Betriebsicherheit.

Bei einem nach der Zweistollen-Bauart gebauten Tunnel sollten von Anfang an beide Tunnel ausgebaut werden, schon

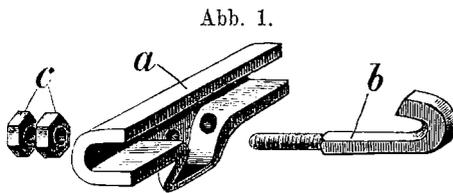
in Berücksichtigung der Ausbesserungen, wenigstens sollten die Druckstrecken sofort in beiden Tunnel ausgebaut werden.

Der Achsabstand der beiden Tunnel war im Simplon mit 17 m zu klein, er sollte nicht unter 50 m gewählt werden. Dies hat zwar Verlängerung der Querschläge und damit eine Verteuerung der ganzen Anlage zur Folge, doch kann dieser Übelstand ausgeglichen werden, indem man die Querschläge in 300 bis 400 m, statt in 200 m Teilung anlegt, was nach den Erfahrungen im Simplon gut angeht. B—s.

## B a h n - O b e r b a u .

### Stützklemme zur Verhinderung des Wanderns der Schienen, Bauart Rambacher. \*)

Die Klemme (Textabb. 1) besteht aus zwei Teilen, der den Schienenfuß einseitig umfassenden, schweißeisernen Klemmbacke a und der Klemmschraube b. Je eine Klemmbacke



wird in der Wanderrichtung des Gleises vor die beiden Unterlegplatten einer oder nach Bedarf mehrerer Mittelschwellen innen oder außen an den Schienenfuß gelegt und durch die Klemmschraube befestigt. Die Klemme und die mit Muttern versehene Schraube wiegen zusammen 3,25 kg.

Bei den bayerischen Staatsbahnen angestellte Versuche, bei denen 2500 Klemmplatten zur Verwendung kamen, haben ergeben, daß sich die Stützklemme fest und unverrückbar mit den Schienen verbinden läßt und geeignet ist, einen sehr starken Gleisschub sicher auf Schwellen und Bettung zu übertragen. Gegenüber der die Unterlegplatte zweiseitig umfassenden Stemmlasche hat die Stützklemme den Vorzug, daß sie ein durch starken Wärmewechsel veranlaßtes Zurückgehen der

\*) D. R. G. M. Nr. 261599.

Schienen nicht hindert. Auch tritt keine Verschwächung der Schienen durch Lochung ein.

Auf Anregung des preussischen Eisenbahnministeriums wurde die Stützklemme neuerdings so gestaltet, daß sie sich nicht gegen die Unterlegplatte, sondern unmittelbar gegen die Schwelle legt. Durch diese Abänderung ist sie auch für eisernen Oberbau ohne Unterlegplatten verwendbar geworden.

Den Vertrieb der Klemme haben Gebrüder Himmelsbach in Freiburg i. B. übernommen. —k.

### Eine Vorrichtung zur Verhütung des Wanderns von Stuhl-Schienen.

(The Engineer 1906, August, S. 178. Mit Abb.)

Eine Vorrichtung zur Verhütung des Wanderns der Schienen in Stuhlschienen-Oberbau ist von dem »Forbes Patent Rail and Grip Nut Syndicate« eingeführt. Die Schienen und die eine Backe jedes Schienenstuhles sind mit Wellen oder Rinnen versehen. Von diesen kommen etwa vier auf die Breite der Stuhlbacke. Sie sind ungefähr 3 mm tief und haben am Stege der Schienen fast denselben Umriss und dieselbe Tiefe wie am Stuhle, ein kleiner Spielraum ist jedoch vorhanden. Die beiden Reihen von Wellen legen sich ineinander, wenn die Holzkeile eingetrieben werden. Da beide Seiten des Schienensteges gewellt sind, tritt das Holz der Keile in die Wellen und hält ebenfalls die Schiene fest; die Keile werden außerdem weniger leicht locker. B—s.

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

### Vierachsiger Wagen I./II. Klasse mit Wascheinrichtung für die englische Südost und Chatham-Eisenbahn.

(Engineering 31. August 1906, S. 287. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 5 auf Tafel XX.

Der Wagen ist nach den Angaben von H. S. Wainwright in Saltlay bei Birmingham gebaut. Er hat ein Abteil I. Klasse mit zwei Polsterbänken, einem festen Tische und zwei Sesseln, zusammen acht Sitzplätze, und vier Abteile II. Klasse mit 28 Sitzplätzen. Jedes Abteil ist mit Abort und Wascheinrichtung verbunden. Das Dach ist als Doppeldach ohne durchgehenden Lüftungsaufbau mit Lüftungskappen ausgebildet; die innere lichte Höhe der Abteile beträgt 2,260 m. Breite und Länge der Abteile sind aus Abb. 5, Taf. XX ersichtlich. Die Fenster haben Gegengewichte nach Laycock. Be-

sonderer Wert ist auf die Ausstattung des Abteiles I. Klasse gelegt. Es hat elektrische Beleuchtung nach Stone, und zwar vier Lampen von je 12 Kerzen. Die II. Klasse hat je zwei Lampen von je 10 Kerzen in jedem Abteile.

Die Dampfheizung ist nach W. S. Laycock gebaut.

Wagenkasten und Untergestell bieten nichts Besonderes.

Die Drehgestelle haben 2,438 m Achsstand, die Entfernung von Mitte bis Mitte Drehgestell beträgt 10,515 m. Die Wiegenfedern sind nach Timmis ausgeführt, je drei nebeneinander, die Tragfedern haben 1,524 m Spannweite und Hilfsfedern aus Gummi.

Die Wagen laufen hauptsächlich in den Anschlußzügen zu den Dampfzügen. D—r.

### Ergebnisse von vergleichenden Versuchen mit Triebwagen und kleinen Lokomotiven.

(Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1. Januar 1907, S. 9.)

Die ungarische Staatseisenbahn ist bekanntlich mit der Verwendung von Triebwagen sehr rasch vorgegangen, sodafs bereits Ende 1904 23 Wagen der verschiedenen Bauarten de Dion-Bouton, Stoltz, Komarek und anderer in Verwendung standen. Verschiedene Mängel, die sich während des Betriebes zeigten, gaben Veranlassung, vergleichende Versuche zwischen diesen und kleinen Lokomotiven aufzunehmen. Hauptsächlich sollte auch der Verbrauch an Kohle und Wasser festgestellt werden. Die Versuche fanden im Mai 1906 auf den Strecken Budapest-Hatvan und Hatvan-Gödöllö statt, und hatten das Ergebnis, dafs bei gleicher Leistung der Kohlen- und Wasser-Verbrauch beim Triebwagenbetriebe gröfser war. Der Ölverbrauch war bei beiden Betriebsarten gleich. Im Anheizen war der Triebwagen der Lokomotive gegenüber hinsichtlich des Heizstoff-Aufwandes und der Zeit bis zur Erreichung der vollen Dampfspannung im Vorteile. Die Verwaltung glaubt diesen bei fortdauerndem Betriebe eine untergeordnete Rolle spielenden Nachteil durch Verwendung von Brotan-Kesseln\*) bei den Lokomotiven beseitigen zu können.

Da die Erhaltungskosten einer kleinen Lokomotive und eines Wagens nach den Erfahrungen der ungarischen Staatseisenbahnen zusammen noch wesentlich kleiner sind als die eines gleichwertigen Triebwagens, so sollen zur Entscheidung der Frage, ob die Abwicklung eines schwachen Verkehrs in kurzen Zwischenräumen besser mit Triebwagen oder mit kleinen Lokomotiven erfolgt, weitere Vergleichsversuche vorgenommen werden. Als Lokomotiven werden hierzu verwendet: eine einfach gekuppelte kleine Lokomotive mit Brotan-Kessel, Verbundwirkung und Überhitzer, eine zweifach gekuppelte kleine Lokomotive mit Gewichtsausgleich nach Bauart der bayerischen Staatseisenbahnen mit Überhitzer und mechanischer Feuerbeschickung und fünf kleine Verbundlokomotiven. Das Ergebnis der großzünftig angelegten Versuche wird die viel umstrittene Frage hoffentlich klären.

W—s.

### 3/5 gekuppelte 2. C. 0 - Güterzuglokomotive für die Kaledonische Eisenbahn.

(Engineering 31. August 1906, S. 299, 1. Februar 1907, S. 145. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7, Taf. XX.

Die für Eilgüter- oder schweren Personen-Dienst bestimmten Lokomotiven sind nach dem Entwurfe des Lokomotivinspektors der Kaledonischen Eisenbahn, F. M'Jntosh von den St. Rollex Werken gebaut. Die beiden Zwillingssylinder liegen innen und haben den Schieberkasten zwischen sich; sie sind daher verhältnismäfsig klein. Die Steuerung ist die von Stephenson. Die Triebstangen arbeiten auf die erste Achse, wodurch sich als Nachteil geringe Stangenlänge, als Vorteil fast wagerechte Lage der Zylinder ergibt. Die letzte Achse hat ein Seitenspiel von 12,7 mm, die Kuppelstange zum Ausgleich ein Kreuzgelenk. Der Langkessel hat 1613 mm Durchmesser und ist mit flusseisernen, galvanisierten Heizrohren ausgerüstet. Es ist eine

\*) Organ 1904, S. 115.

eigene Bauart der Umsteuerung angewandt. Kolben- und Schieberstangen-Stopfbüchsen haben Metallpackung. Ausgerüstet ist die Lokomotive mit Sandsteuer, Westinghouse- und Saugbremse.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind:

Dampfzylinder, Durchmesser d . . .	482,6 mm
» Hub h . . .	660 »
Triebraddurchmesser D . . .	1524 »
Heizfläche, Heizrohre . . .	175,6 qm
Feuerbüchse . . .	11,9 »
Im Ganzen H . . .	187,5 »
Rostfläche R . . .	1,95 »
Dampfüberdruck p . . .	rd. 12 at
Heizrohre, Länge zwischen Rohrwänden .	4127 mm
» äußerer Durchmesser . . .	50,8 »
» Anzahl . . .	242
Mittlerer Kesseldurchmesser . . .	1613 mm
Reibungsgewicht . . .	46,2 t
Gewicht im ganzen . . .	60,5 t
Tender, Wasserinhalt . . .	13,5 cbm
» Kohlenvorrat . . .	4,57 t
» Dienstgewicht beladen . . .	37,15 t

Die Achsstände ergeben sich aus Abb. 7, Taf. XX.

D—r.

### Lokomotiven mit Überhitzer, Bauart Schmidt.

Nach Angaben des Erfinders wurden in den nachbezeichneten Ländern folgende Lokomotiven mit Überhitzern Bauart Schmidt bestellt:

	bis 1903	1904	1905	1906
Preussen . . . . .	69	57	132	424
Belgien . . . . .	—	3	27	110
Rufsland . . . . .	1	8	31	54
Schweden . . . . .	—	1	7	39

Für 1907 wurden von den preussischen Staatsbahnen weitere 467 Lokomotiven bestellt. Im ganzen befanden sich Ende Februar 1907 1780 Lokomotiven mit Überhitzern Bauart Schmidt im Betriebe oder Baue, darunter 1175 mit Rauchrohren-Überhitzern.

—k.

### Platten-Wagen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.

(Engineering 1906, August, S. 222.)

Die Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn hat zur Beförderung großer eiserner Platten eine Anzahl Wagen mit einem geneigten Lager gebaut. Einer von ihnen ist zur Aufnahme der schwersten Platten bestimmt, welche von den Schneider-Werken in Creusot hergestellt werden. Der Wagen wiegt 21,3 t und hat eine Tragfähigkeit von 40,6 t. Er kann Platten bis 20 m Länge und 4 m Breite aufnehmen. Platten dieser größten Breite werden an ihrem untern Rande in verstellbaren Klauen gehalten, welche sich an der Außenseite der Rahmenplatte in einer Ebene mit dem geneigten Lager und in einer Höhe von 500 mm über Schienenoberkante befinden. Das geneigte Lager kann 3,23 m breite Platten aufnehmen, wobei sich die zum Halten des

Unterrandes dienenden Klauen in einer Ebene mit der Wagenbühne befinden.

Der Wagen ist zwischen den Aufsenflächen der Buffer 21,2 m lang; die Länge des Rahmens zwischen den Aufsenflächen der Kopfschwellen beträgt 20,2 m. Das geneigte Lager besteht aus sieben aus Winkeleisen hergestellten Feldern von 2,7 und 2,65 m Weite, deren Oberkante 3,75 m über Schienenoberkante liegt. Weiter ist die Länge zwischen den Drehgestellmitten 14 m, der Achsstand der Drehgestelle 1,8 m, der Raddurchmesser 940 mm.

Der Wagen ist ganz von Eisen und ruht auf zwei Drehgestellen. Der Rahmen besteht aus zwei Rahmenbalken, welche durch die Kopfschwellen, die Drehbolzen-Querbalke der Drehgestelle, Quersteifen und eine mittlere Längssteife versteift sind. Die Zughaken sind zur Erleichterung des Durchfahrens von Bogen mit Gelenken versehen.

B—s.

### Dampf-Triebwagen für die Lancashire- und Yorkshire-Bahn.

(Engineering 2. November 1906, Seite 561. Mit Abb.)

Der von G. Hughes entworfene und von der Bahn selbst in Harwich gebaute Triebwagen ist vierachsrig und so eingerichtet, daß der Wagen mit den Sitzplätzen und seinem am Ende befindlichen Drehgestelle von der  $\frac{2}{2}$  gekuppelten O. B. O.-Lokomotive getrennt werden kann. Vor dem Abkuppeln muß das der Lokomotive zugekehrte Wagenende gestützt werden. Bei Ausbesserungen brauchen also nicht Lokomotive und Wagen außer Betrieb gesetzt zu werden.

Zunächst der Lokomotive befindet sich ein Gepäckraum von 10 cbm Rauminhalt, am Ende des Wagens ein Führerabteil und dazwischen 56 Sitzplätze III. Klasse. Die Sitzlehnen sind je nach der Fahrtrichtung umlegbar. In der Mitte der Längswände sind Türen mit Klapptritt, die vom Wagenende aus bedient werden. Zwischen Lokomotive und Führerabteil besteht eine elektrische Klingelverbindung; Dampfregler, Pfeife, Sauge- und Handbremse können an beiden Wagenenden bedient werden. Die Lokomotive hat außen liegende Zwillingszylinder mit Heusinger-Steuerung und einen kleinen Lokomotivkessel. Die Triebwagen nehmen Steigungen von 1:40 und 1:50 auf eine Länge von 2,5 km mit 55 bis 65 km/Std. Geschwindigkeit.

Die Hauptabmessungen sind:

Zylinder-Durchmesser d . . . . .	366	mm
Kolbenhub h . . . . .	488	»
Triebraddurchmesser D . . . . .	1108	»
Laufbraddurchmesser . . . . .	1067	»
Drehgestellachsstand . . . . .	2438	»
Ganzer Achsstand . . . . .	16662	»
Kesseldurchmesser . . . . .	1295	»
Anzahl der Heizrohre . . . . .	199	
Durchmesser der Heizrohre, außen . . . . .	45	mm
Länge zwischen den Rohrwänden . . . . .	1500	»
Heizfläche in den Rohren . . . . .	42,3	qm
» » der Feuerbüchse . . . . .	5,0	»

Ganze Heizfläche H . . . . .	47,3	qm
Rostfläche R . . . . .	0,87	»
Kohlenvorrat . . . . .	1000	kg
Wasservorrat . . . . .	1,43	cbm
Länge zwischen den Buffern . . . . .	21,158	m
Reibungsgewicht . . . . .	33,22	t
Ganzes Dienstgewicht ohne Fahrgäste . . . . .	48,26	t

D—r.

### 2/5 gekuppelte 2.B.1-Vierzylinder-Verbundlokomotive der französischen Nordbahn.

(Engineering 12. Oktober 1906, Seite 488. Mit Abb.)

Die Lokomotive ist von der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft gebaut worden. Nach der de Glehn'schen Anordnung arbeiten die außen liegenden Hochdruckzylinder auf die hintere, die innen liegenden Niederdruckzylinder auf die vordere Triebachse. Die vier Flachschieber werden von zwei getrennten Heusinger-Steuerungen angetrieben. Die Schmierung erfolgt durch Bourdon-Öler. Eine besondere in die Überströmrohre eingebaute Anfahrvorrichtung läßt Dampf von 6 at Überdruck in die Verbinder eintreten und leitet den Auspuffdampf der Hochdruckzylinder in das Blasrohr. Diese Vorrichtung wird durch eine Hilfsluftmaschine in Bewegung gesetzt. Die Pleueln sind um  $162^\circ$  statt  $180^\circ$  gegen einander versetzt.

Die erste Lokomotive dieser Gattung, die im Jahre 1891, allerdings mit anderen Abmessungen, gebaut ist, beförderte einen Zug von 150 t Gewicht auf der Steigung von  $5\text{‰}$  mit 65 km/Std. Geschwindigkeit; die hier beschriebene Lokomotive hat dagegen bei Probefahrten auf  $5\text{‰}$  Steigung einen Zug von 300 t Gewicht mit 90 km/Std. Geschwindigkeit befördert.

Ihre Hauptabmessungen sind:

Hochdruckzylinder, Durchmesser d . . . . .	340	mm
Niederdruckzylinder, » d <sub>1</sub> . . . . .	560	»
Hub h . . . . .	640	»
Triebraddurchmesser D . . . . .	2040	»
Laufbraddurchmesser am Drehgestelle . . . . .	900	»
» der hintern Laufachse . . . . .	1420	»
Kesseldurchmesser im Mittel . . . . .	1490	»
Länge zwischen den Rohrwänden . . . . .	4300	»
Anzahl der Heizrohre nach Serve . . . . .	126	
Äußerer Durchmesser der Heizrohre . . . . .	70	mm
Heizfläche in der Feuerbüchse . . . . .	15,8	qm
» » den Heizrohren . . . . .	204,4	»
» ganze H . . . . .	220,2	»
Rostfläche, Vorderteil beweglich, R . . . . .	2,76	»
Kesselüberdruck p . . . . .	16,5	at
Reibungsgewicht L <sub>1</sub> . . . . .	32,5	t
Ganzes Dienstgewicht L . . . . .	66,2	t
Dienstgewicht des dreiachsigen Tenders . . . . .	18,1	t
Wasserinhalt . . . . .	11	cbm
Kohlenvorrat . . . . .	4000	kg

D—r.

## B e t r i e b.

### Die Entgleisung von Salisbury\*).

(Engineer 5. Oktober 1906, S. 353. Mit Abb.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel XX.

Major Pringle, vom Handelsamte mit der Untersuchung des Eisenbahnunfalles bei Salisbury betraut, berichtet folgendes:

Der einmal wöchentlich zwischen Plymouth und London verkehrende Schnellzug entgleiste hinter der Station Salisbury und fuhr in einen in entgegengesetzter Richtung fahrenden Güterzug. Der Sonderzug, welcher aus einem Gepäckwagen, drei Wagen I. Klasse mit Seitengang und einem Küchenwagen bestand, wurde von einer  $2/4$  gekuppelten Schnellzug-Lokomotive mit vorderm Drehgestelle und vierachsigem Tender befördert.

Die Wagen hatten je zwei zweiachsige Drehgestelle. Der Zug war mit durchgehender Sauge-Bremse ausgerüstet, welche von der Lokomotive aus bedient wurde und auf die Trieb- und Kuppelräder und alle Räder des Tenders und der Wagen wirkte. Außerdem hatten Tender-, Gepäck- und Küchen-Wagen Handbremse. Die Bremsen scheinen in gutem Zustande gewesen zu sein. Der Güterzug von 21 Wagen wurde von einer  $2/2$  gekuppelten Tender-Lokomotive befördert. In dem Schnellzuge befanden sich 43 Fahrgäste I. Klasse, die von Amerika kommend in Plymouth an Land gegangen waren. 24 Fahrgäste und die Lokomotiv-Mannschaft wurden getötet, 7 Fahrgäste, der Fahrkartenschaffner und 2 Wärter mehr oder weniger schwer verletzt.

Die drei ersten Fahrzeuge des Schnellzuges überschlugen sich nach verschiedenen Richtungen, die Untergestelle wurden von den Wagenkasten losgerissen und vollständig zerstört. Vom vierten Fahrzeuge wurden eine Stirn- und eine Seiten-Wand zertrümmert, während sich der letzte wenig beschädigte Wagen aufrichtete und auf der Hinterachse stehen blieb. Lokomotive und Tender überschlugen sich nach rechts und erlitten trotzdem nur geringe Beschädigungen. Dies geht auch daraus hervor, daß die Lokomotive kurz nach dem Unglücksfalle auf ihren eigenen Rädern nach Nine Elms befördert wurde.

Fünf Wagen des Güterzuges wurden vollständig zerstört und fünf andere stark beschädigt.

Von beiden Seiten führen zwei Hauptgleise in den Bahnhof Salisbury, wo sie sich zu je zwei Gleisen erweitern, je zwei dienen dem Nah- und zwei dem Fern-Verkehre (Abb. 3, Taf. XX). Auf den beiden nördlichen Gleisen verkehren die Züge nach London, auf den südlichen die nach Devonport.

Auf jeder Seite des Bahnhofes befindet sich ein Stellwerk, Salisbury Ost und West. Der Schnellzug durchfuhr den Bahnhof von Westen nach Osten auf dem nördlichen Gleise für den Fernverkehr, wie die Pfeile in dem Lageplane andeuten. Die ungefähre Lage der Lokomotive mit Tender und der Wagen nach dem Unglücksfalle ist in dem Lageplane dargestellt. Das Gleis hat am westlichen und östlichen Ende des Mittelbahnsteiges Krümmungen, von denen die östliche, in der der Unfall sich ereignete, ursprünglich mit einem Halbmesser von 201,2 m verlegt war. Unmittelbar hinter der Fishertonstrasse ist das

Ferngleis mit dem Vorortgleise durch eine doppelte Kreuzungsweiche verbunden. Die Halbmesser der Krümmungen an den Weichen betragen ungefähr 150,9 m. Die Neigungsverhältnisse des Bahnhofes sind:

Gefälle 1 : 520 vom westlichen Stellwerke bis A (Abb. 3, Taf. XX);

Steigung 1 : 547 zwischen A und D;

< 1 : 158 von D bis F;

2,42 km vor dem Stellwerke Salisbury West liegt ein Gefälle von 1 : 115 bis 1 : 183.

Die Schnellzuglokomotive ist in Abb. 4, Taf. XX dargestellt. Sie hat Innenzylinder von 482 mm Durchmesser und 660 mm Hub. Der Dampfdruck beträgt 12,1 at.

Die Abmessungen und Gewichte der Wagen sind folgende:

	Kastenlänge.	Gewicht leer.
Packwagen . . . . .	13,41 m	19,56 t
Drei Wagen I. Klasse je	14,48 $\times$ 3 $\times$ 23,88 =	71,64 $\times$
Küchenwagen . . . . .	14,63 $\times$	23,62 $\times$
Im ganzen . . . . .		114,82 t

Mit Gepäck und Fahrgästen wird das ganze Zuggewicht hinter dem Tender ungefähr 122 t betragen haben. Die Länge des ganzen Zuges einschliesslich Lokomotive und Tender war zwischen den Buffern 94,38 m.

Zur Beleuchtung wurde Pintsch-Ölgas benutzt. Der Sonderzug wurde am 9. April 1904 zum erstenmale im Beisein von Beamten der Gesellschaft gefahren und verkehrt seitdem fast regelmässig einmal wöchentlich. Lokomotiv-Wechselbahnhof ist Templecombe-Junktion, während Salisbury von diesem Zuge durchfahren wird. Die vorgeschriebenen Fahrzeiten und Durchschnittsgeschwindigkeiten des Zuges sind:

Strecke.	km.	Fahrzeit.	Durchschnitts- geschwindigkeit.
Devonport bis Temple-			
combe . . . . .	189,18	2 St. 21 Min.	80,5 km/St.
Templecombe - Waterloo	180,32	1 $\times$ 56 $\times$	93,22 $\times$

Ein Probezug wurde für den neuen Dienst seinerzeit nicht gefahren, da der Fahrplan nach den Fahrzeiten der gewöhnlichen Schnellzüge aufgestellt war. Diese waren nach Verlauf eines Jahres beschleunigt worden, worauf eine Versuchsfahrt angestellt wurde. Hierbei wurde festgestellt, daß hohe Geschwindigkeit beim Durchfahren des Bahnhofes Salisbury zu vermeiden sei. Für die nicht haltenden Schnellzüge wurde daher die grösste Durchfahrsgeschwindigkeit in Salisbury auf 48 km/St. festgesetzt. Sodann wurde bis zum 10. Februar 1906 die Geschwindigkeit nicht mehr geändert, von welchem Tage ab die Fahrzeit zwischen Devonport-Salisbury um 1 Minute verlängert wurde. Ferner wurde die Fahrzeit zwischen dem West- und Ost-Stellwerke in Salisbury auf 1 Minute festgesetzt, was bei 0,69 km Abstand der verminderten Geschwindigkeit von 41,4 km/St. entspricht. Diese Fahrzeitveränderung wurde durch eine Beschwerde veranlaßt, nach der ein Sonderzug die Geschwindigkeit von 48 km/St. im Bahnhofe überschritten haben sollte. Die Fahrzeit zwischen Devonport und Waterloo blieb dabei unverändert, da die zwischen Basingstoke und Hampton Court gekürzt werden konnte. Aus den vor-

\*) Organ 1907, S. 25 und 44.

handenen Aufzeichnungen geht hervor, daß der Sonderzug seit seiner Einstellung im April 1904 keine Beschleunigung erfahren hat. Ferner besteht seit dem 20. April 1904 die Vorschrift, daß alle durch Salisbury fahrenden Züge im Bahnhofe die Geschwindigkeit von 48 km/St. nicht überschreiten dürfen. Der Führer, welcher den Zug von Devonport bis Templecombe brachte, bestätigte, daß die durchgehende Bremse gut arbeitete, und daß er sie auch benutzt habe. Lokomotiv- und Zugführer bezeugen, daß der Zug ohne Störung eine Minute vor der fahrplanmäßigen Zeit nach Templecombe gebracht wurde. In Templecombe fand Lokomotivwechsel statt. Der Zugführer, welcher in dem am Ende des Zuges laufenden Küchenwagen fuhr, prüfte nicht nach Vorschrift von seinem Standorte aus die Bremse, bevor der Zug Templecombe verließ. Er behauptet aber, daß er an seinem Spannungsmesser den Druck hat steigen sehen, nachdem die Lokomotive mit dem Zuge verbunden war. Bis Templecombe fuhr der Zug ziemlich fahrplanmäßig, setzte bis Dinton, dem zweiten Bahnhofe vor Salisbury, 4 Minuten zu, und holte zwischen Dinton und Salisbury-West 2 Minuten ein. 3,5 Minuten waren für die Fahrt von Wilton, dem ersten Bahnhofe vor Salisbury und Salisbury-West gestattet, nur 2 Minuten wurden gebraucht. Zwischen Dinton und Wilton betrug die Geschwindigkeit 112,7 km/St., zwischen Wilton und Salisbury-West 111,7 km/St. Da diese Zeitangaben von den Stellwerkswärtern stammen, so sind sie mit Vorsicht aufzunehmen, die Geschwindigkeit kann noch höher gewesen sein. Der Zugführer meint, daß der Zug mit etwa 1 Minute Verspätung bei Salisbury-West eingetroffen sei. Nach seiner seit Februar 1906 gemachten Beobachtung bremsten die Lokomotivführer den Zug kurz vor Salisbury-West, um die Geschwindigkeit des Zuges auf 48 km/St. zu ermäßigen. Bei der Unglücksfahrt tat der Lokomotivführer dies nicht, der Zugführer suchte seine Aufmerksamkeit zu erregen, indem er seine Handbremse bediente. Als er sah, daß der Zeiger des Spannungsmessers der durchgehenden Bremse sich nicht bewegte, betätigte er sie vorsichtig wiederum in der Absicht, den Lokomotivführer auf die hohe Geschwindigkeit des Zuges aufmerksam zu machen. Der Eingriff hatte jedoch nicht die gewünschte Wirkung, und war selbst nicht stark genug, um die Geschwindigkeit des Zuges zu vermindern. Der ganze Vorgang spielte sich während einer sehr kurzen Zeit ab. Der Zugführer schätzt die Geschwindigkeit des Zuges am westlichen Ende des Bahnhofes auf 80 bis 96 km/St.

Die Beobachtung des Stellwerkswärters im Stellwerke Salisbury-West bestätigt die Aussagen des Zugführers. Während der Zug an seinem Stellwerke vorüberfuhr, hat er eine Abnahme der Geschwindigkeit sowie ein Arbeiten der Bremse nicht wahrnehmen können, doch wurde der Dampf abgesperrt und die Dampfpeife ertönte.

Nach dem Unfälle wurde festgestellt, daß der Regler geschlossen, die Steuerung ganz nach vorn ausgelegt war, und das Führerbremsventil in Fahrstellung stand. Dies beweist, daß die Lokomotive kurz vor dem Unfälle nicht arbeitete und die durchgehende Bremse nicht in Tätigkeit getreten war. Die tatsächliche Geschwindigkeit läßt sich nur annähernd ermitteln, sie muß jedoch mindestens doppelt so groß gewesen sein als die vorgeschriebene, und es ist sehr wohl möglich, daß sie

112 km/St. betragen hat, wie von einem der Fahrgäste beobachtet wurde.

Der Lokomotivführer fuhr den Sonderzug zum erstenmale. Er war 40 Jahre alt und hatte während der letzten 8 Jahre zwischen London und Exeter gefahren. Er war ein in jeder Hinsicht befähigter Schnellzugführer und als enthaltsamer Mann bekannt. Der Bahnhofsvorsteher sowie ein Weichensteller in Templecombe, welche dort mit dem Lokomotivführer gesprochen haben, bestätigten, daß er vollständig nüchtern und dienstbereit war. Der Weichensteller ersah aus des Führers Mitteilungen, daß er die Vorschrift über Minderung der Geschwindigkeit in Salisbury und die vorgeschriebene Fahrzeit zwischen den Stellwerken Salisbury-West und Ost von 1 Minute kannte. Es ist unverständlich wie ein so erfahrener Führer an dieser gefährlichen Stelle mit solcher Sorglosigkeit fahren konnte. Da die Dampfpeife beim Vorbeifahren am Stellwerke Salisbury-West ertönte, so ist anzunehmen, daß der Führer wachsam war. Es ist möglich, daß ein Führer, welcher bisher den Bahnhof Salisbury nie ohne Aufenthalt durchfahren hatte, nicht an die gefährliche Krümmung dachte. Da festgestellt ist, daß der Regler geschlossen war, so scheint der Führer die Absicht gehabt zu haben, die Geschwindigkeit zu mäßigen. Er unterließ jedoch die Anstellung der Bremse. Als das Unglück sich ereignete, war er 9,5 Stunden im Dienste. Man hat behauptet, die Lokomotivführer des Sonderzuges seien durch Trinkgelder der Fahrgäste veranlaßt, mit möglichst hoher Geschwindigkeit zu fahren. Major Pringle hat jedoch keine verbürgte Angabe für diese Behauptung ermitteln können. Die Fahrgäste hatten auch erst bei der Ankunft in Waterloo Gelegenheit, mit dem Lokomotivführer zu sprechen.

Die Krümmung, in welcher der Unfall stattfand, beginnt unmittelbar am Ostende des Inselbahnsteiges. Sie hat eine Länge von 84 m und liegt zwischen den Punkten D und E (Abb. 3, Tafel XX). Die Halbmesser scheinen 241 m auf beiden Enden und 161 m in der Mitte der Krümmung betragen zu haben. Das Gleis ist in der Krümmung bis auf je eine Schienenlänge an den beiden Enden mit Zwangsschienen versehen. Die größte Schienenüberhöhung beträgt auf einer Länge von 13,7 m 89 mm. Die Zerstörung des Gleises war sehr gering und gänzlich verschieden von der bei einer durch zu hohe Geschwindigkeit verursachten Entgleisung zu erwartenden. Die Schienen waren nicht gebrochen. Weder Fahr- noch Leitschiene zeigte Spuren des Angriffes der Radkränze. Besonders an der Leitschiene, welche mit Schmutz und Schmiere bedeckt war, würden solche Kennzeichen leicht sichtbar gewesen sein. Kein innerer Backen der Stühle unter Fahr- und Leit-Schiene war gebrochen.

Das südliche Gleis, auf dem der Güterzug fuhr, war westlich von der Brücke über die Fishertonstraße auf eine Länge von 36,5 m fast vollständig zerstört. An der Stelle etwa, an der die nördliche Schiene des südlichen Gleises gelegen hatte, war eine 1 m tiefe Furche gezogen. Aus der Beschaffenheit des Oberbaues nach dem Unfälle konnte man nicht schließen, daß die Lokomotive etwa die Schienen erklettert hätte oder aus ihnen herausgesprungen wäre. Der Oberbau befand sich in gutem Zustande.

Lokomotive und Tender wurden in Salisbury und nach

ihrer Ankunft in den Werken von Nine Elms eingehend untersucht. Die Lokomotive war seit August 1905 in Dienst. Die Räder und Radflansche befanden sich in gutem Zustande. An den Rädern des vordern Drehgestelles fanden sich keine Zeichen des Aufsteigens auf die Schiene. Alle Achsen waren unbeschädigt. Ferner kann sich das Drehgestell nicht geklemmt und eine Entgleisung herbeigeführt haben, da für den Zapfen ein Spielraum von 3<sup>mm</sup> vorgesehen war.

Nach den von dem Oberingenieur der Gesellschaft angestellten Ermittlungen liegt der Schwerpunkt der Lokomotive

ungefähr 1,524<sup>m</sup> und der des Tenders 1,447<sup>m</sup> über S.O. Diese Fahrzeuge würden daher in einem Bogen von 161<sup>m</sup> Halbmesser bei 89<sup>mm</sup> Überhöhung und 108 km/St. Geschwindigkeit auf den Rädern der Außenseite laufen. In dem Bogen von Salisbury betrug die Überhöhung größtenteils weniger als 89<sup>mm</sup>, somit konnte bei 108 km/St. Umkippen stattfinden. Major Pringle ist der Überzeugung, daß der Unfall hierdurch veranlaßt ist, und daß er durch Einhaltung der festgesetzten Geschwindigkeit von 48 km/St. sicher vermieden wäre.

H—t.

## Technische Litteratur.

**The Worlds Locomotives.** A digest of the latest Locomotive-practice in the railway countries of the World. By Charles S. Lake, author of »the locomotive simply explained«. London, P. Marshall & Co., 26—29 Poppin's court, fleet street, E. C. Preis 10,5 shillings.

Der stattliche Band gibt eine höchst beachtenswerte Übersicht über den augenblicklichen Stand des Lokomotivbaues in allen dafür maßgebenden Ländern unter Angabe der wichtigsten Einzelheiten und deren Ausbildung. Die meisten Darstellungen sind gegitterte Lichtbilder, doch ist auch eine größere Zahl gefalteter Tafeln mit ausführlichen Bauzeichnungen beigegeben.

Im wirksamen Gegensatz zu dem größten Teile der englischen Veröffentlichungen in ihrer Einseitigkeit gibt dieses Buch in der Tat eine sehr wohl abgewogene Darstellung des ganzen Lokomotivbaues und damit einen erschöpfenden Einblick in die Gewohnheiten und Bedürfnisse der verschiedenen Länder. Das Buch zeigt, daß wir von der feststehenden Gestaltung einiger weniger Lokomotivformen für die verschiedenen Verkehrsarten weiter entfernt sind als je, daß vielmehr fast jede Verwaltung ihre eigenen Bauformen schafft, auch da, wo gleiche Bedürfnisse mit denen anderer Verwaltungen vorliegen.

Um so reichhaltiger und bunter ist daher aber auch der Inhalt dieses Werkes, dessen Kenntnisnahme wir dringendst empfehlen können.

**Locomotives of 1906** by Chas. S. Lake. P. Marshall & Co., London, 26—29 Poppin's court, fleet street, E. C. Preis 1 shilling.

Das Heft gibt in Lichtbildern und Beschreibung eine Übersicht über die 1906 bekannt gewordenen neuen Lokomotivbauten aller maßgebenden Länder von der 1. A. 0- bis zur O. D. 0—O. D. 0-Lokomotive der Erie-Bahn, der 1. C. 0—O. C. 1-Lokomotive der amerikanischen Großen Nordbahn und der 1. E. 0-Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen. Die knappe aber reichhaltige Übersicht erweckt den Eindruck, daß die Lokomotive nach Vielgestaltigkeit und Leistung noch immer in sehr starkem Wachsen begriffen ist.

Diese Herstellung von Jahresübersichten der Neubauten muß als ein sehr glücklich gewähltes Unternehmen bezeichnet werden, da es die Übersicht des Lokomotivbauers mit geringen Mitteln auf dem Laufenden erhält. Wir können die Einsichtnahme nur dringendst empfehlen.

**Der Wegebau.** In seinen Grundzügen dargestellt für Studierende und Praktiker von Dipl.-Ingenieur A. Birk, o. ö. Professor an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag. Zweiter Teil. Der Eisenbahnbau. Leipzig und Wien bei Franz Deuticke. Preis 7,50 M.

1904 erschien der erste Teil des Werkes, die spurlosen Wege, den Erd- und Strafsenbau behandelnd. Der dritte Teil soll die Linienführung und, wie wir hoffen, auch den Tunnelbau umfassen. Der vorliegende zweite Teil bringt eine gedrängte, aber doch umfassende Darstellung der Spurwege, des Eisenbahnbaues, auf 258 Seiten mit 176 Textabbildungen und 3 Tafeln.

Die Erörterung des Oberbaues mit 117 Seiten bildet mit den Gleisen in den Strafsen, 22 Seiten, den Hauptteil des Buches; der übrige Raum ist den Bahnhofsanlagen, 67 Seiten, und den Zahn-, Seil- und Schwebebahnen eingeräumt.

Besonders eingehend ist die Tagesfrage der Ausbildung des Schienenstoffes behandelt. Auch die neuere Anwendung des Stuhlschienenoberbaues kommt zu ihrem Rechte. Hervorheben möchten wir die Klarheit der Textabbildungen und die Vollständigkeit des im Text gegebenen Quellennachweises, der ein weitergehendes Eindringen in den Gegenstand sehr erleichtert.

Wenn uns einige kleine Ausstellungen, vielleicht zur Berücksichtigung bei einer späteren Auflage gestattet sind, so würden wir bei den Bahnhofsanlagen ein Eingehen auf die Anordnung der Überholungsgleise und den Richtungsbetrieb für erwünscht halten. Auch würde auf S. 76 die Bemerkung über die Beschränkung der Verwendung der Haken-Unterlageplatten auf die Stofschwelle und über die Lage des Hakens der Platte zur Schiene bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen einer Berichtigung bedürfen. Ob der Herr Verfasser die selbstauferlegte Beschränkung des Stoffes zweckmäßig aufrecht erhalten wird und nicht lieber die jetzt fortgelassenen, mit dem Betriebe aufs engste verknüpften Anlagen: die Hochbauten, die Wasserstationen, die Signal- und Sicherungs-Anlagen in die Darstellung mit aufnimmt, erscheint uns der Erwägung wert.

Auch in dem vorliegenden Rahmen wird diese neue, auf eingehender Kenntnis der neuesten Forschungen beruhende Arbeit des den Lesern des „Organ“ wohlbekannten Verfassers den Kreisen, für die das Buch geschrieben ist, ein wertvolles Hilfsmittel sein, sich über den Eisenbahnbau in seiner gegenwärtigen Gestalt gründlich zu unterrichten.

W—e.