

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr.-Ing. G. Barkhausen, Hannover, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. F. Rimrott

77. Jahrgang

15. September 1922

Heft 18

Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Preis Ausschreiben.

Auf Beschluss des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen werden hiermit Geldpreise im Gesamtbetrage von 100 000 \mathcal{M} zur allgemeinen Bewerbung öffentlich ausgeschrieben, und zwar:

A) für Erfindungen und Verbesserungen, die für das Eisenbahnwesen von erheblichem Nutzen sind und folgende Gegenstände betreffen:

- I. die baulichen Einrichtungen und deren Unterhaltung,
- II. den Bau und die Unterhaltung der Betriebsmittel,
- III. die Signal- und Telegrapheneinrichtungen, Stellwerke, Sicherheitsvorrichtungen und sonstigen mechanischen Einrichtungen,
- IV. den Betrieb und die Verwaltung der Eisenbahnen:

B) für hervorragende schriftstellerische Arbeiten aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens.

Die Preise werden im Höchstbetrage von 20 000 \mathcal{M} und im Mindestbetrage von 4000 \mathcal{M} verliehen.

Für den Wettbewerb gelten folgende Bedingungen:

1. Nur solche Erfindungen und Verbesserungen, die ihrer Ausführung nach, und nur solche schriftstellerischen Werke, die ihrem Erscheinen nach in die Zeit

vom 1. April 1918 bis 31. März 1924

fallen, werden bei dem Wettbewerbe zugelassen.

2. Jede Erfindung oder Verbesserung muß, bevor sie zum Wettbewerb zugelassen werden kann, auf einer dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Eisenbahn ausgeführt und der Antrag auf Erteilung eines Preises durch diese Verwaltung unterstützt sein. Gesuche zur Begutachtung oder Erprobung von Erfindungen oder Verbesserungen sind nicht an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereines, sondern unmittelbar an eine dem Verein angehörende Eisenbahnverwaltung zu richten.

3. Preise werden für Erfindungen und Verbesserungen nur dem Erfinder, nicht aber dem Zuerkannten, der die Erfindung oder Verbesserung zum Zwecke der Verwertung erworben hat, und für schriftstellerische Arbeiten nur dem eigent-

lichen Verfasser, nicht aber dem Herausgeber eines Sammelwerkes.

4. Die Bewerbungen müssen die Erfindung oder Verbesserung durch Beschreibung, Zeichnung, Modelle usw. so erläutern, daß über die Beschaffenheit, Ausführbarkeit und Wirksamkeit der Erfindungen oder Verbesserungen ein sicheres Urteil gefällt werden kann.
5. Die Zuerkennung eines Preises schließt die Ausnutzung oder Nachsuchung eines Patenten durch den Erfinder nicht aus. Jeder Preisbewerber ist jedoch verpflichtet, die aus dem erworbenen Patente etwa herzuleitenden Bedingungen anzugeben, die er für die Anwendung der Erfindungen oder Verbesserungen durch die Vereinsverwaltungen beansprucht.
6. Der Verein hat das Recht, die mit einem Preise bedachten Erfindungen oder Verbesserungen zu veröffentlichen.
7. Die schriftstellerischen Werke, für die ein Preis beansprucht wird, müssen den Bewerbungen in zwei Druckstücken beigefügt sein, die zur Verfügung des Vereines bleiben.

In den Bewerbungen muß der Nachweis erbracht werden, daß die Erfindungen und Verbesserungen ihrer Ausführung nach, die schriftstellerischen Werke ihrem Erscheinen nach derjenigen Zeit angehören, welche der Wettbewerb umfaßt.

Die Prüfung der eingegangenen Anträge auf Zuerkennung eines Preises, sowie die Entscheidung darüber, an welche Bewerber und in welcher Höhe Preise zu erteilen sind, erfolgt durch den vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen eingesetzten Preis Ausschuss.

Die Bewerbungen müssen während des Zeitraumes

vom 1. Oktober 1923 bis 15. April 1924

postfrei an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Berlin W 9, Köthener Straße 28/29, eingereicht werden.

Die Entscheidung über die Preisbewerbungen erfolgt im Laufe des Jahres 1925.

Berlin, im August 1922.

W 9, Köthener Straße 28/29.

Geschäftsführende Verwaltung des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Scharfe Ermittlung der Fahrzeiten bei ungleichförmiger Geschwindigkeit.

Dr.-Ing. Dr. Bräuler, Geheimer Regierungsrat, Hochschul-Professor a. D. in Wiesbaden.

Wenn auch für die Beziehungen zwischen Bahnsteigung, Zuggeschwindigkeit, Heizfläche der Lokomotive und Wagen-gewicht gleichförmige Zugbewegung zu Grunde gelegt werden muß*), so spielt doch auch die ungleichförmige Bewegung der Züge, namentlich bei der Ausarbeitung des Fahrplanes, eine wichtige Rolle. Sie tritt beim Anfahren und Anhalten des Zuges ein, aber auch bei allen durch Wechsel der Neigung und Richtung der Bahn bedingten Änderungen der Geschwindigkeit. Der scharfen Behandlung dieser Verhältnisse stehen Schwierigkeiten der Integration der auftretenden Gleichungen entgegen. Jede Erleichterung in dieser Beziehung dürfte beachtenswert sein. Solche bietet das nachfolgend behandelte zeichnerische Verfahren. Für die Bewegung wird eine gerade

Strecke vorausgesetzt. Zu durchfahrende Bogen müssen durch Zuschläge zur Steigung berücksichtigt werden.

Die Betrachtungen gehen von der allgemeinen Gleichung der Bewegung des im Schwerpunkte vereinigt gedachten Gewichtes des Zuges aus, das sich unter dem Einflusse von Kräften mit der Mittelkraft X bewegt. Die Richtung ist die des Gleises, nach der auch die Mittelkraft X wirkt. Die Gleichung der Bewegung ist $(G : g) \cdot (d_x^2 : dt^2) = X$, oder wenn $c = dx : dt$ die Geschwindigkeit bezeichnet $(G : g) \cdot (dc : dt) = X$. Die Mittelkraft setzt sich zusammen aus der Zugkraft der Lokomotive, der Seitenkraft des Gewichtes in der Richtung der Neigung der Bahn, die ihren Sinn mit dem der Neigung wechselt, und Zug- und Brems-Widerstand. Von diesen Kräften sind Schwerkraft und Bremswiderstand unabhängig, die beiden andern aber abhängig von der Geschwindigkeit. Von dieser Abhängigkeit

*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1922, S. 416; Organ 1920, S. 36.

rühren die Schwierigkeiten des Falles her. Mit $g = 9,81 \text{ m sek}^{-2}$ liegen m und sek als Einheiten allgemein fest. Als Einheit des Gewichtes wird das kg gewählt, da im Laufe der Berechnung auch Pferdestärken eine Rolle spielen werden, für die das kgm die Einheit bildet.

Für die Zugkraft wird die gebräuchliche Beziehung $Z^t = 0,27 (2 + 0,05 \cdot V^{\text{km/st}}) \cdot H^{\text{qm}} : V^{\text{km/st}}$ eingeführt, in der V die Geschwindigkeit, H die Heizfläche bedeutet. Der Einheitlichkeit der Einheiten wegen muß $V^{\text{km/st}} = 3,6 \text{ cm/sek}$ gesetzt und Z in kg ausgedrückt werden. Das ergibt $Z^{\text{kg}} = 75 (2 + 0,18 \cdot \text{cm/sek}) \cdot H^{\text{qm}} : \text{cm/sek}$.

Die Seitenkraft des Gewichtes auf der Neigung n ist $\pm G : n$, worin $-$ für Steigung gilt, der Zugwiderstand W^{kg} wird mit dem üblichen Werte $G^{\text{kg}} [2,5 + (V^{\text{km/st}})^2 : 1000] : 1000$, oder $G^{\text{kg}} [2,5 + 0,013 (\text{cm/sek})^2] : 1000$ eingeführt.

Der Bremswiderstand $B \cdot \rho$ setzt sich zusammen aus der Last B der Bremsachsen und dem Werte ρ der Reibung; von dem Unterschiede der Reibwerte des Gleitens und der Ruhe wird abgesehen*).

Folgende Fälle der Bewegung sind bezüglich der Größen G , Z , W und $B \cdot \rho$ zu unterscheiden.

I. Fahrt auf Strecken mit einheitlicher Neigung.

1. Auf der Neigung 1:n.

a) Mit Dampf

$X = Z - G : n - W$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = 150 \frac{H}{c} + 13,5 H - \frac{G}{n} - \frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2),$$

oder mit $1000 \cdot H : G = \mu$

$$\frac{1000 dc}{g dt} = \frac{150 \mu}{c} + 13,5 \mu - \frac{1000}{n} - (2,5 + 0,013 c^2).$$

b) Ohne Dampf

$X = -G : n - W$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{1000 dc}{g dt} = -\frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2.$$

c) Ohne Dampf mit Bremswirkung.

$X = -G : n - W - B \cdot \rho$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = -\frac{G}{n} - \frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2) - B \cdot \rho.$$

Es liegt nahe, $B = \nu \cdot G$ zu setzen, dann lautet die Gleichung:

$$\frac{1000 dc}{g dt} = -\frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2 - 1000 \nu \rho.$$

2. Auf der Wagerechten.

a) Mit Dampf

$X = Z - W$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = 150 \frac{H}{c} + 13,5 H - \frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2),$$

$$\frac{1000 dc}{g dt} = \frac{150 \mu}{c} + 13,5 \mu - 2,5 - 0,013 c^2.$$

b) Ohne Dampf, ohne Bremsen

$X = -W$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{1000 dc}{g dt} = -2,5 - 0,013 c^2.$$

c) Ohne Dampf mit Bremswirkung

$X = -W - \nu \rho G$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = -\frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2) - \nu \rho G,$$

$$\frac{1000 dc}{g dt} = -2,5 - 0,013 c^2 - 1000 \nu \rho.$$

*) Er spielt auch keine Rolle, da bei gut eingeregeltten Bremsen kein Festbremsen, also kein Gleiten der Reifen auf den Schienen vorkommen darf.

3. Im Gefälle 1:n.

a) Mit Dampf ohne Bremswirkung

$X = Z + \frac{G}{n} - W$; die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = 150 \frac{H}{c} + 13,5 H + \frac{G}{n} - \frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2),$$

$$\frac{1000 dc}{g dt} + \frac{150 \mu}{c} + 13,5 \mu + \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2.$$

b) Ohne Dampf, ohne Bremswirkung

$X = \frac{G}{n} - W$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = \frac{G}{n} - \frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2),$$

$$\frac{1000 dc}{g dt} = \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2.$$

c) Ohne Dampf mit Bremswirkung

$X = \frac{G}{n} - W - \nu \rho G$: die Gleichung der Bewegung ist:

$$\frac{G}{g} \frac{dc}{dt} = \frac{G}{n} - \frac{G}{1000} (2,5 + 0,013 c^2) - \nu \rho G,$$

$$\frac{1000 dc}{g dt} = \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2 - 1000 \nu \rho.$$

Aus diesen Gleichungen folgt $g dt$ als Abhängige von e . Man erhält aber auch $g dx$ als solche, wenn man beachtet, daß $dx : dt = c$ oder $dt = dx : c$ ist. Nach Ordnung lauten die Gleichungen für die aufgeführten Fälle:

$$1. a) \quad g dt = \frac{1000 dc}{\frac{150 \mu}{c} + 13,5 \mu - \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{150 \mu}{c} + 13,5 \mu - \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$1. b) \quad -g dt = \frac{1000 dc}{\frac{1000}{n} + 2,5 + 0,013 c^2}$$

$$-g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{1000}{n} + 2,5 + 0,013 c^2}$$

$$1. c) \quad -g dt = \frac{1000 dc}{\frac{1000}{n} + 2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

$$-g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{1000}{n} + 2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

$$2. a) \quad g dt = \frac{1000 dc}{150 \frac{\mu}{c} + 13,5 \mu - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{150 \frac{\mu}{c} + 13,5 \mu - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$2. b) \quad -g dt = \frac{1000 dc}{2,5 + 0,013 c^2}$$

$$-g dx = \frac{1000 c dc}{2,5 + 0,013 c^2}$$

$$2. c) \quad -g dt = \frac{1000 dc}{2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

$$-g dx = \frac{1000 c dc}{2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

$$3. a) \quad g dt = \frac{1000 dc}{150 \frac{\mu}{c} + 13,5 \mu + \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{150 \frac{\mu}{c} + 13,5 \mu + \frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$3. b) \quad g dt = \frac{1000 dc}{\frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2}$$

$$3. c) \quad g dt = \frac{1000 dc}{\frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2 - 1000 \nu \varrho}$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{1000}{n} - 2,5 - 0,013 c^2 - 1000 \nu \varrho}$$

Von diesen Fällen sollen als Zahlenbeispiele behandelt werden 2a), 1a), 3a) und 2c).

A. Fahrt auf der Wagerechten mit Dampf. Fall 2a).

$G = 163500 \text{ kg}, H = 125 \text{ qm}, \mu = 1000 H : G = 0,765.$

Es wird
$$g dt = \frac{1000 dc}{\frac{115}{c} + 7,83 - 0,013 c^2};$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{115}{c} + 7,83 - 0,013 c^2}$$

Die Integration dieser Gleichungen auf rechnerischem Wege ist durchführbar, aber unbequem, da beispielweise für die zweite die Lösung einer kubischen Gleichung nötig wird. Einfacher und übersichtlicher ist die zeichnerische Behandlung.

Man setze

$$\frac{1000}{\frac{115}{c} + 7,83 - 0,013 c^2} = \eta_t; \quad \frac{1000 c}{\frac{115}{c} + 7,83 - 0,013 c^2} = \eta_x,$$

dann ist $g(t - t_0) = \int_{c_0}^c \eta_t \cdot dc; \quad g(x - x_0) = \int_{c_0}^c \eta_x \cdot dc.$

Nimmt man verschiedene Werte von c als Längen an und rechnet dazu die Werte η_t und η_x als Höhen aus, so erhält man zwei Linien. Zwecks Integration ermittle man die Flächenstücke zwischen Auftragung, Längenachse und zwei Höhen.

Die Berechnungen von η_t und η_x aus angenommenen Werten c ergibt Zusammenstellung I.

Zusammenstellung I.

cm/sek	0	5	8	10	15	18	20	21	22	25	27	28	29	30
η_t^{sek}	0	33	47	56	80	98	119	133	148	230	384	570	1170	∞
η_x^{m}	0	165	375	555	1193	1765	2390	2800	3260	5750	10340	16000	33950	∞

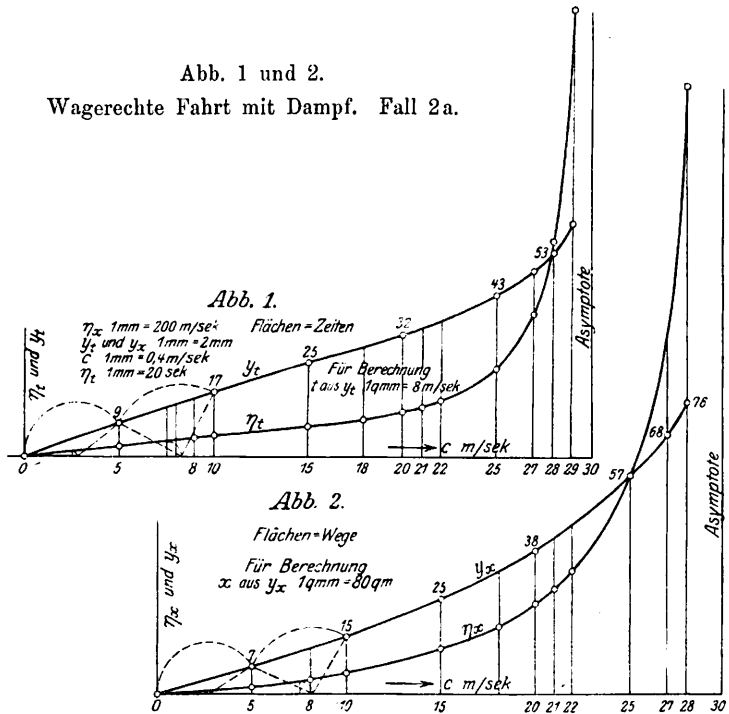
In Textabb. 1 und 2 sind demnach die Längen c in 1 mm = 0,4 m, die Höhen η_t in 1 mm = 20 sek, die Höhen η_x in 1 mm = 200 m aufgetragen. Da $g(t - t_0)$ die Einheit m/sek hat, so muß auch $\eta_t \cdot dc$ in dieser erscheinen, die η_t sind also sek, weil dc Längen, und gleicher Weise sind die η_x m. Die zeichnerische

Berechnung der Flächen $\int_{c_0}^c \eta_t \cdot dc$ und $\int_{c_0}^c \eta_x \cdot dc$ erfolgt beispiel-

weise nach der vom Verfasser angegebenen *) »zeichnerischen Flächenermittlung«. Diese beruht auf dem Zusammenzählen neben einander liegender Rechtecke verschiedener Breite und Höhe. Die Höhen werden von den Fußpunkten der die Breiten hälftenden Mittellote auf der Grundlinie in gleicher Richtung fortschreitend abgetragen, um die so erhaltenen Mittelpunkte werden Kreisbogen zwischen den beiden Rechteckseiten geschlagen. Man beginnt damit an der ersten Seite in beliebiger Höhe mit einer Anfangshöhe y_0 und endigt, auf diese Weise durch alle Rechtecke fortschreitend mit einer Endhöhe y_n . Die Fläche aller Rechtecke ist $(y_n^2 - y_0^2) : 2$. Wählt man $y_0 = 0$, was dann zweckmäßig ist, wenn die erste Rechteckhöhe nicht sehr klein ist, dann ist die Summe $= y_n^2 : 2$. Der Gang dieser Ermittlung ist in Textabb. 1 und 2 je bei den zwei ersten Rechtecken ausgeführt; die Kreisbogen brauchen nicht ausgeführt zu werden, Abstecken mit den Zirkelspitzen genügt. Danach sind die zu η_t gehörigen y_t und die zu η_x gehörigen y_x für die verschiedenen Längen c ermittelt. Schärfer gekrümmte Stellen sind durch Zwischenschaltungen zu berücksichtigen.

Abb. 1 und 2.

Wagerechte Fahrt mit Dampf. Fall 2a.



Die Höhen y_t und y_x werden in mm abgelesen, aus ihnen folgt $t - t_0$ nach $g(t - t_0) = (y_t^2 - y_{t_0}^2) : 2$ und $x - x_0$ nach $g(x - x_0) = (y_x^2 - y_{x_0}^2) : 2$.

Bei dieser Berechnung ist der Maßstab zu beachten in der Weise, daß für die Berechnung der Zeiten t auf Grund der Längenmaßstäbe 1 qmm der Zeichnung = 0,4 · 20 = 8 m/sek und für die Berechnung der Wege x 1 qmm der Zeichnung = 0,4 · 200 = 80 qm ist. Zusammenstellung II liefert die Zeiten t unter der Annahme $c = 0, t_0 = 0$.

Zusammenstellung II.

cm/sek	0	5	10	15	20	25	27	28	29	30
y_t^{mm}	0	9	17	25	32	43	—	53	62	∞
t^{sek}	0	8	29	63	105	189	244	288	384	∞

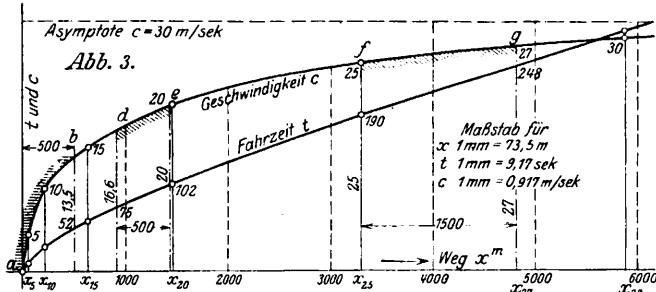
*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1920, November, S. 560.

Zusammenstellung III enthält die Wege x.
Zusammenstellung III.

c m/sek	0	5	10	15	20	25	27	28	29	30
y _x ^{m-n}	0	7	15	25	38	57	68	76	—	—
x ^m	0	50	230	635	1470	3300	4780	5900	—	—

Die Wege x als Längen mit c und t als Höhen liefern die Darstellung. schließlich die gesuchten Beziehungen der Wege zu den Fahrzeiten und Geschwindigkeiten (Textabb. 3).

Abb. 3. Wagerechte Fahrt mit Dampf. Fall 2a.



Bezüglich Weg und Zeit sind sie bei Aufstellung des Fahrplanes zu benutzen.

Die Maßstäbe der Textabb. 3 sind in dieser angegeben.

B. Fahrt auf 10‰ Steigung mit Dampf. Fall 1a).

Es seien n = 100, μ = 0,765.

Die Gleichungen der Bewegung lauten:

$$g dt = \frac{1000 dc}{c - 2,2 - 0,013 c^2}$$

$$g dx = \frac{1000 c dc}{c - 2,2 - 0,013 c^2}$$

also ist

$$\eta_t = \frac{1000}{\frac{115}{c} - 2,2 - 0,013 c^2}; \eta_x = \frac{1000 c}{\frac{115}{c} - 2,2 - 0,013 c^2}$$

Damit sind die Ermittlungen wie unter A für den Fall 2 a) zu wiederholen; sie führen zur Zusammenstellung IV.

Zusammenstellung IV.

c m/sek	0	5	8	10	12	14	15	16	16,5	17	18,2
η _t ^{sek}	0	50	88	125	180	239	393	602	747	1230	∞
y _x ^{m-n}	0	9	17	21,5	27	34	39	44	—	51	∞
t ^{sek}	0	9	29	47	75	119	155	198	—	265	∞
η _x ^m	0	250	706	1250	2155	4050	5900	9620	12700	20900	∞
y _x ^{mm}	10	12	16,5	21,5	28	36	41,5	50	54,5	60	∞
x ^m	0	45	175	370	700	1220	1650	2450	2930	3450	∞

Die Auftragungen zeigen die Textabb. 4 bis 6 in den Maßstäben der Textabb. 1 bis 3.

C. Fahrt im Gefälle 5‰ mit Dampf ohne Bremswirkung. Fall 3a).

Es seien n = 200, μ = 0,765.

Die Gleichungen der Bewegung lauten:

$$g dt = \frac{1000 dc}{\frac{115}{c} + 12,8 - 0,013 c^2}$$

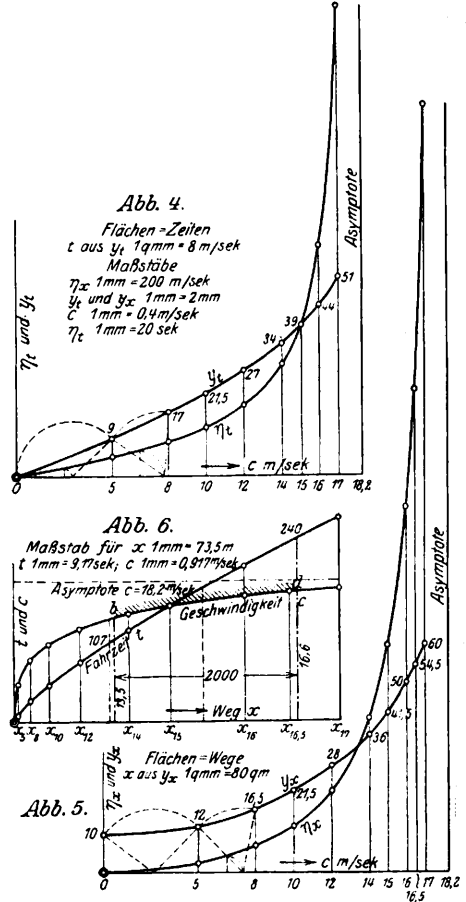
$$g dx = \frac{1000 c dc}{\frac{115}{c} + 12,8 - 0,013 c^2}$$

also ist

$$\eta_t = \frac{1000}{\frac{115}{c} + 12,8 - 0,013 c^2}; \eta_x = \frac{1000 c}{\frac{115}{c} + 12,8 - 0,013 c^2}$$

Die entsprechenden Werte enthält Zusammenstellung V.

Abb. 4 bis 6. Fahrt mit Steigung 10‰ mit Dampf. Fall 1a.



Zusammenstellung V.

c m/sek	0	5	10	15	20	25	28	30	31	32	33	35
η _t ^{sek}	0	28	43	56	73	104,5	142	190	232	295	405	∞
y _x ^{m-n}	0	7,5	14	21	27	34	38,5	42,5	45	47,5	50	—
t ^{sek}	0	57	199	450	742	1180	1510	1840	2060	2290	2550	—
η _x ^m	0	140	428	835	1460	2610	3980	5700	7200	9450	13400	—
y _x ^{mm}	0	6	13	22	32	45	54	62,5	67	72	78	—
x ^m	0	37	172	493	1044	2060	2970	3980	4580	5280	6200	—

Die Auftragungen zeigen die Textabb. 7 bis 9 in den Maßstäben der Textabb. 1 bis 3.

D. Fahrt auf der Wagerechten ohne Dampf mit Bremswirkung. Fall 2c).

Es seien n = ∞, ν = 0,36 bei Abbremsung von 60‰ des Wagengewichtes G = 100000 kg, ρ = 0,15, νρ = 0,06. Die Gleichungen der Bewegung lauten:

$$-g dt = \frac{1000 dc}{2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

$$-g dx = \frac{1000 c dc}{2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

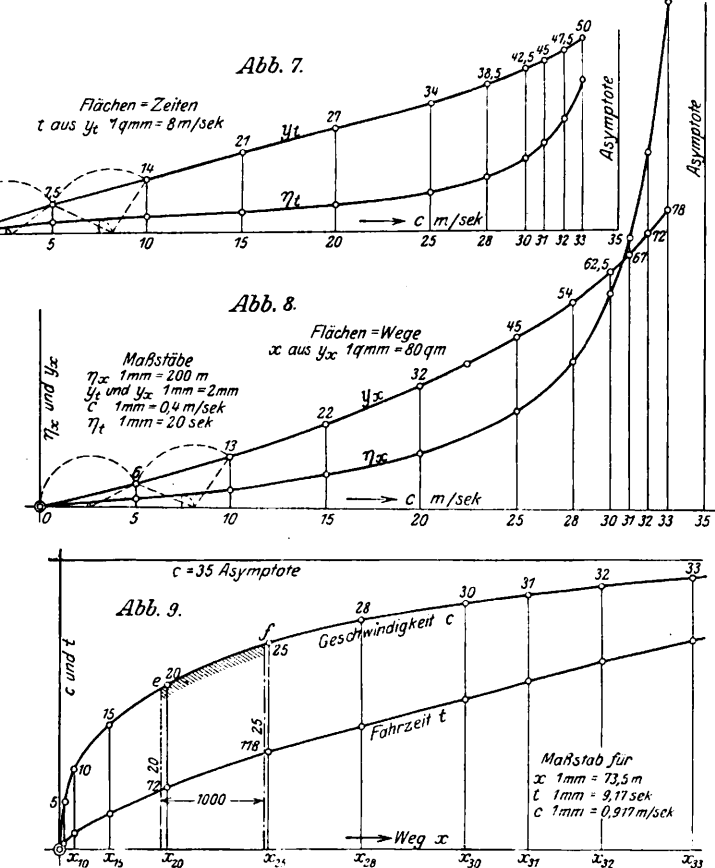
also ist

$$\eta_t = \frac{1000}{2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}; \eta_x = \frac{1000 c}{2,5 + 0,013 c^2 + 1000 \nu \rho}$$

Die entsprechenden Werte enthält Zusammenstellung VI.
Zusammenstellung VI.

c m/sek	30	25	20	15	10	5	0
η_t sek	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16
y_t mm	34	31	28	25	20	14	0
t sek	47	40	32	24	16	8	0
η_x m	405	353	296	230	156	80	0
y_x mm	41	35	29	21	15	7	0
x m	695	500	320	190	92	23	0

7 bis 9. Fahrt im Gefälle 5‰ mit Dampf ohne Bremse. Fall 3 a.



Die Auftragung zeigen die Textabb. 10 bis 12, in denen die gewählten Maßstäbe angegeben sind.

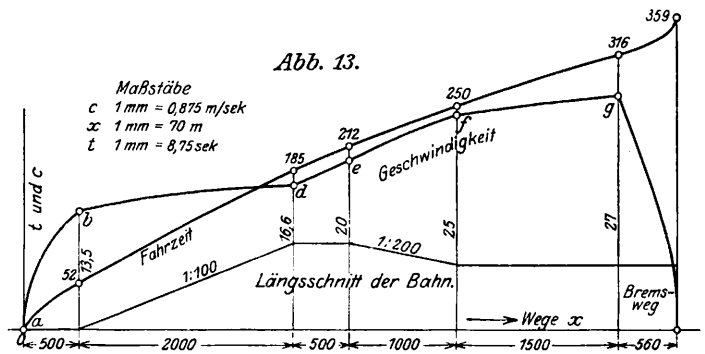
II. Fahrt auf Strecken mit gebrochener Neigung.

Jeder Teilstrecke einheitlicher Neigung entspricht ein bestimmtes Gesetz der Bewegung gemäß ihrer Neigung und den wirkenden Kräften: Beispiele hierzu sind die unter I behandelten Fälle A, B, C, D. Für jede Teilstrecke ist zunächst die Zeichnung mit Wegen, Geschwindigkeiten und Fahrzeiten gemäß dem Gesetze anzufertigen. Aus diesen Zeichnungen sind Stücke der Längen der Teilstrecken zu entnehmen und zusammen zu legen. Diese Stücke sind dadurch bestimmt, daß die Geschwindigkeit c_0 im Anfange einer folgenden Strecke gleich der am Ende der vorhergehenden sein muß. In dem Beispiele der Textabb. 13 ist mit der Darstellung in Textabb. 3 der Bewegung auf der Wagerechten, und zwar mit $c_0 = 0$ begonnen. Die erste 500 m lange Teilstrecke umfaßt auf der Textabb. 3 aus I. A. das Stück a b mit der Endgeschwindigkeit $c = 13,5$ m/sek. Dann folgt aus I. B. mit Textabb. 6 für die 2000 m lange zweite Teilstrecke das Stück b d mit den Geschwindigkeiten 13,5 und 16,6 m/sek in Anfang und

Ende auf 10‰ Steigung, weiter aus I. A. mit Textabb. 3 die 500 m lange Teilstrecke d e mit den Geschwindigkeiten 16,6 und 20,0 m/sek in d und e, ferner gemäß I. C. mit

Abb. 10 bis 12. Wagerechte Fahrt ohne 5‰ fallende, 1000 m lange Teilstrecke e f mit den Geschwindigkeiten 20 und 25 m/sek in e und f, und gemäß I. A. mit Textabb. 3 die 1500 m lange Wagerechte f g mit 25 und 27 m/sek in f und g. Die Auswertung in Textabb. 13 erfolgt zweckmäßig in den Maßstäben der zu Grunde liegenden einzelnen Auftragungen, was hier der Raumverhältnisse wegen nicht durchführbar war. Die Auftragungen für die Bremsfahrt des letzten Abschnittes nach I. D. in Textabb. 10 bis 12 haben andere Maßstäbe, was kaum erschwerend wirkt, da es sich nur um die beiden Endergebnisse Bremsweg und Bremsdauer handelt. Die Anfangsgeschwindigkeit der Bremsfahrt in g ist $c_0 = 27$, die Endgeschwindigkeit $c = 0$. In Textabb. 12 gilt für diesen Fall die Darstellung c von g mit $c = 27$ m/sek bis $c = 0$, die Länge zwischen diesen Stellen ist der Bremsweg = 560 m. Den Abfall der Geschwindigkeit von 27 auf 0 zeigt der Verlauf der Darstellung c, die zugehörige Bremszeit folgt aus der Darstellung t als Unterschied der Höhen in den Punkten $x = 0$ und $x = 560$ mit 43 sek.

Abb. 13. Fahrt auf gebrochener Neigung mit Bremsung am Ende.



Zur Ermittlung der Fahrzeit der ganzen Strecke werden die Fahrzeiten der Teile staffelweise zusammengezählt, das ergibt Zusammenstellung VII.

Die Länge der Fahrt einschließlich der Bremsstrecke ist 6060 m, die Fahrzeit 359 sek, die mittlere Geschwindigkeit $6060 : 359 = 16,9$ m/sek oder $16,9 \cdot 3,6 = 60,8$ km/st.

Bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens im Betriebe müssen die Vorschriften der Betriebsordnung beachtet werden,

die der Geschwindigkeit in gewissen Fällen, so im Bogen und Gefälle, Grenzen setzen. Ergibt ein Bewegungsgesetz in solchen Fällen eine gröfsere Geschwindigkeit, so muß es unterbrochen und durch ein neues, dieser Geschwindigkeit entsprechendes ersetzt werden. Ein näheres Eingehen auf solche Fälle würde hier zu weit führen.

Zusammenstellung VII.

Weg m	Neigung 1 : n	Geschwindigkeit in Anfang und Ende m/sek	Fahrzeiten	
			der Teilstrecken sek	im Ganzen sek
500	1 : ∞	0; 13,5	52 - 0 = 52	52
2000	1 : 100	13,5; 16,6	240 - 107 = 133	185
500	1 : ∞	16,6; 20	102 - 75 = 27	212
1000	- 1 : 200	20; 25	118 - 72 = 46	258
1500	1 : ∞	25; 27	248 - 190 = 58	316
560	1 : ∞	27; 0	359 - 316 = 43	359

Es ist bemerkenswert, daß alle besprochenen, die Zugkraft enthaltenden Gesetze für c eine Asymptote liefern, also eine Geschwindigkeit bestimmen, die dem Wege $x = \infty$ entspricht. Dieses liegt an der Art der zu Grunde gelegten Abhängigkeit der Zugkraft und des Zugwiderstandes von c . Die Zugbewegung ist in dieser Beziehung zu vergleichen mit der Bewegung eines Körpers in widerstehendem Mittel, beispiel-

weise mit dem freien Falle mit Berücksichtigung des Widerstandes in der Luft*).

Es mag noch darauf hingewiesen werden, daß sich die Übergänge von einem Gesetze der Bewegung in ein anderes wegen der Trägheit der Zugmasse nicht ruckweise, sondern allmählig vollziehen; diese Übergänge können aber hier unberücksichtigt bleiben.

Die Anwendung des besprochenen Verfahrens ist für jedes Gesetz der Abhängigkeit von Zugkraft und Zugwiderstand von der Geschwindigkeit durchführbar. So verwickelt in Bezug auf c solche Gesetze auch gebaut sein mögen, immer ist es möglich, sie für Einzelwerte von c in Zahlen auszurechnen und mit diesen zu arbeiten, wie oben gezeigt wurde. In der allgemeinen und leichten Überwindung der Schwierigkeiten, die aus verwickelter Gestaltung der Grundlagen erwachsen, liegt der große Vorteil der zeichnerischen Verfahren.

Das Verfahren mag vielleicht für gewöhnliche Fälle des Betriebes gegenüber gebräuchlichen mit festen Geschwindigkeiten nebst Zuschlägen für Anfahren und Bremsen für zu umständlich gehalten werden: dafür ist es aber erschöpfend und scharf. Es liefert ein Mittel, solche abgekürzte Verfahren auf ihre Genauigkeit zu prüfen, oder selbst Abkürzungen mit zulässigen Abweichungen von den scharfen Ergebnissen zu entwickeln. Darauf näher einzugehen, würde hier zu weit führen.

Die praktische Anwendung des Verfahrens wird übrigens bei einem naheliegenden schrittweisen Vorgehen zu einigen Vereinfachungen führen.

*) Zentralblatt der Bauverwaltung, Nr. 27 A. 10. Juli 1889, Fallschirmbewegung.

Der Einfluss der Zugstärke auf Leistungsfähigkeit und Arbeitsaufwand der Verschiebebahnhöfe.

Ein Beitrag zur Frage wirtschaftlicher Betriebsführung.

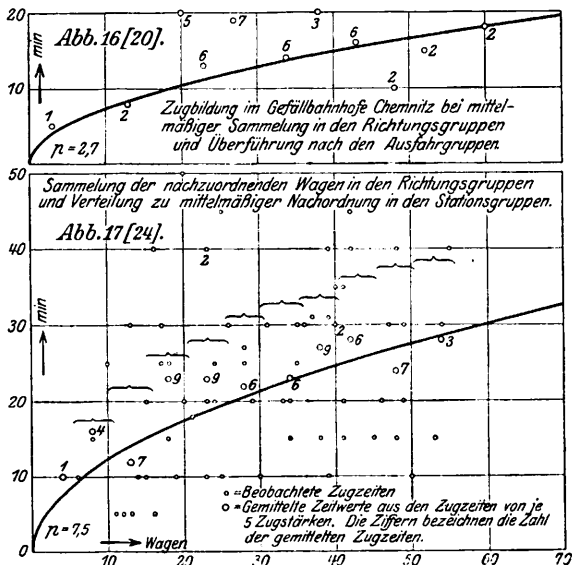
Dr.-Ing. A. Baumann, Regierungsbaumeister bei der Eisenbahngeneraldirektion Karlsruhe.

(Fortsetzung von Seite 249.)

4. Zugzeitlinien und Wertziffern der Verschiebevorgänge.

Die Textabb. 16 bis 18 zeigen Beispiele beobachteter Zugzeitparabeln, Textabb. 19 bis 21 einige Zugzeitgeraden.

Abb. 16 und 17.

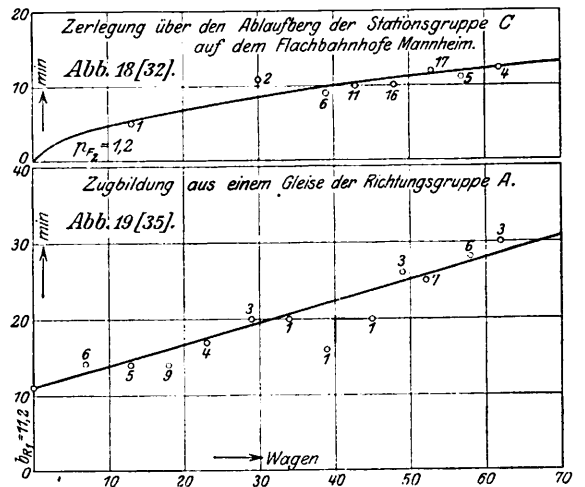


Die Zugzeitlinien wurden ermittelt, indem die beobachteten Zugzeiten als Höhen, die Wagenzahlen als Längen aufgetragen wurden. Die eingetragenen Werte wurden dann zusammengefasst, indem je die Zeiten von um 5 Wagen verschiedenen Zugstärken gemittelt wurden (Textabb. 17). Diese Mittelwerte ergaben die Zugzeitlinie. Dabei wurde angestrebt, für alle Vorgänge bei Zugstärken von 60 Wagen einen Zeitwert in vollen Minuten

und damit die Grundlage für einen Vergleich aller Zugzeitlinien zu erhalten.

Die Zeiten sind je für in sich geschlossene Teile der ganzen Verschiebevorgänge ermittelt, so umfasst die in Textabb. 17 dargestellte Zeit für den Zulauf zur Stationsgruppe

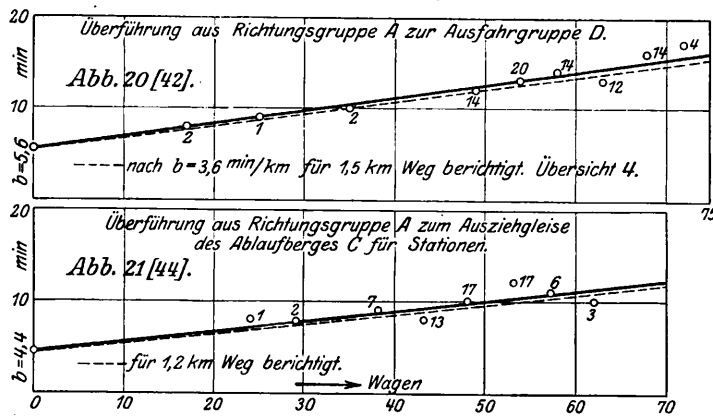
Abb. 18 und 19.



der Gefällbahnhöfe die ganze Zeit vom Beginne des Zusammenfassens der nachzuordnenden Wagen in den Richtungsgleisen bis zur Beendigung der Verteilung der Wagen, oder bis zum Beginne der Zugbildung in den Stationsgleisen. Andererseits enthalten die Werte für den Ablauf in die Stationsgleise der Flachbahnhöfe (Textabb. 18) nur die Zeit des Ablaufes und der gleichzeitigen Verteilung der Wagen in der Stationsgruppe bis zum Beginne der Zugbildung, während die vorangehende

Sammlung der Wagen in der Richtungsgruppe und die Überführung zum Ausziehgleise der Stationsgruppe (Textabb. 21) als besondere Vorgänge beobachtet sind. Ähnlich beginnt die Zeit der Zugbildung in der Richtungsgruppe mit folgendem Ablaufe zur Ausfahrgruppe der Gefällbahnhöfe (Textabb. 16) mit der Zusammenfassung der zum Zuge zu vereinigenden Wagen und Wagengruppen in den Richtungsgleisen und endigt nach der erfolgten Bereitstellung des Zuges in der Ausfahrgruppe. Dagegen besteht die Zugbildung in der Richtungsgruppe des Flachbahnhofes (Textabb. 19) nur aus dem Zusammenfassen oder Sammeln der Wagen zum Zuge bis zu dem Zeitpunkte, in dem die anschließende Überführung zur Ausfahrgruppe beginnt; dieser Vorgang ist als besondere Verschiebebewegung getrennt beobachtet und ausgewertet (Textabb. 20). Unmittelbare Vergleiche zwischen den Anlagen der Gefäll- und Flach-Bahnhöfe sind also aus den ermittelten Zugzeitlinien noch nicht zu ziehen; das ist erst nach einer später vorzunehmenden Zusammenstellung der Teilzeiten möglich.

Abb. 20 und 21.



Die Ergebnisse der Beobachtungen sollen deshalb im Folgenden zunächst nach der Art des Verschiebevorganges getrennt besprochen werden.

4. a) Freier Ablauf.

a. A) Die Zugbildung aus der Richtungsgruppe zur Ausfahrgruppe, die Nachordnung in der Stationsgruppe und die Zugbildung aus der Stationsgruppe zur Ausfahrgruppe auf Gefällbahnhöfen.

Für diese Vorgänge wurden zunächst nur die Zeiten und die Wagenzahlen der behandelten Züge aufgenommen. Aus den Beobachtungen ergaben sich zwar stark schwankende Werte, doch war die Bildung von Zugzeitlinien unter Ausscheidung weniger, sehr weit vom Durchschnitt abweichender Werte möglich, die etwa den mittlern Zeitbedarf für die betrachteten Vorgänge darstellten.

Um die starken Schwankungen der Zugbildungszeiten zu ergründen, wurde bei neuen Beobachtungen die Anzahl der Richtungsgleise festgestellt, aus denen die Züge zusammengestellt wurden. Denn da die Wagengruppen bei Gefällbahnhöfen in jedem Gleise getrennt durch eigene Schwerkraft in Bewegung gesetzt werden und ablaufen, muß die Zugbildung um so mehr Zeit erfordern, aus je mehr Gleisen die Wagengruppen zu vereinigen sind. Für die Zugbildung nach der Stationsordnung wurde dabei die auf Wahrscheinlichkeit beruhende und nach den meisten in Chemnitz beobachteten Zeitwerten auch zutreffende Annahme gemacht, daß die Nachordnung um so weiter geht, aus je mehr Richtungsgleisen die nachzuordnenden Wagen zulaufen. Der Zeitaufwand für die Zugbildung aus der Stationsgruppe zur Ausfahrgruppe wird demnach ebenfalls durch die Zahl der Richtungsgleise, aus denen der Wagenzulauf zur Stationsgruppe erfolgt, beeinflusst.

Aus den neuen Beobachtungen konnten unter Berücksichtigung der mehr oder minder eingehenden Bearbeitung drei Zugzeitlinien für jeden Vorgang gebildet werden, die nun den

Zeitaufwand der drei betrachteten Verschiebevorgänge bei geringer, gewöhnlicher und weitgehender Sammlung oder Nachordnung der zu einem Zuge zu vereinigenden Wagen angeben.

a. B) Verteilung der Wagen in der Stationsgruppe auf Flachbahnhöfen.

Bezüglich dieser Verteilung waren keine wesentlichen Unterschiede in den Ablauf- und Verteil-Zeiten bei mehr oder minder eingehender Ordnung festzustellen; dies hängt damit zusammen, daß die nachzuordnenden Wagen in einem Zuge vereinigt aus der Richtungsgruppe zum Stationsrücken geleitet werden, und deshalb der Zulauf der Wagen in die Stationsgleise nur aus dem einen Rückengleise und auch bei starker Unterteilung unter ununterbrochener Zuführung erfolgt. Man erhält also für diesen Vorgang nur eine Zugzeitlinie (Textabb. 18).

Alle ermittelten Parabeln für Zugzeiten enthalten in ihrem Halbparameter p eine Wertziffer des Verschiebevorganges, dessen Zeitaufwand sie darstellen; die Werte p für die betrachteten Vorgänge sind in Übersicht 1 zusammengestellt.

Übersicht 1. Verschieben mit freiem Ablaufe I in Chemnitz und Mannheim.

Vorgang	Parabel nach Textabb.	Wertziffer p
1. Gefällbahnhöfe		
A. Zugbildung aus der Richtungsgruppe zur Ausfahrgruppe		Die Fußzeichen werden bei der Ermittlung der ganzen Zeiten der Behandlungen verwendet.
a) bei geringer Sammlung	—	$pr_1 = 1,2$
b) bei mittelmäßiger „	16	$pr_2 = 2,7$
c) bei eingehender „	—	$pr_3 = 4,4$
B. Zulauf aus der Richtungsgruppe mit Verteilung in der Stationsgruppe		
a) zu geringer Nachordnung	—	$pn_1 = 2,7$
b) zu mittelmäßiger „	17	$pn_2 = 7,5$
c) zu eingehender „	—	$pn_3 = 13,3$
C. Zugbildung aus der Stationsgruppe zur Ausfahrgruppe		
a) nach geringer Nachordnung	—	$ps_{11} = 1,2$
b) nach mittelmäßiger Nachordnung	—	$ps_{12} = 3,3$
c) nach eingehender Nachordnung	—	$ps_{13} = 6,1$
2. Flachbahnhöfe		
Verteilung in der Stationsgruppe	18	$pf_2 = 1,2$

Die Wertziffern werden vor allem von den für das Sammeln und Verteilen und das Ablaufen der Wagengruppen oder Züge erforderlichen Zeiten beeinflusst; außerdem machen sich andere, mehr nebensächliche Zeiten, wie die Pausen beim Sammeln aus mehreren Gleisen zwischen den Wagengruppen, oder die Ermäßigung der Ablaufgeschwindigkeit, die beispielweise bei eingehender Nachordnung für die richtige Verteilung der Wagen in zahlreiche Stationsgleise der Gefällbahnhöfe eintreten muß, in der Wertziffer bemerkbar. Mit einer Nachprüfung der Wertziffern muß daher eingehende Beurteilung der Verschiebevorgänge verbunden sein.

Eine richtige Beurteilung der ermittelten Wertziffern wird erzielt, wenn die Verschiebevorgänge verglichen werden, die trotz ihrer Verschiedenheit gleiche Wertziffern aufweisen; so

kommen zunächst die in der Übersicht 1 unter 1. A. a) und 1. C. a) angeführten Fälle von Gefällbahnhöfen in Frage, die beide mit $p = 1,2$ gewertet sind.

Beim Vorgange 1. A. a) werden entweder die in einem Richtungsgleise stehenden Wagen dort schon durch Ablassen auf die zu unterst stehenden Wagen mit diesen zum Zuge vereinigt und dann geschlossen in das Ausfahr Gleis abgelassen, oder nur einige Wagengruppen werden in dem Richtungsgleise gebildet und mit den erforderlichen Zwischenräumen einzeln zur Ausfahrgruppe abgelassen und dort zum Zuge vereinigt. Das letztere Verfahren wird angewandt, damit die zu unterst in den bis 1 : 100 geneigten Richtungsgleisen stehenden Wagen nicht durch heftigen Aufstoß von oben kommender größerer Wagengruppen zum vorzeitigen Ablaufe oder zum Überspringen vorgelegter Hemm-Keile oder -Schuhe gebracht werden. Größerer Zeitbedarf entsteht dadurch nicht, weil die Zeit für die vorsichtig vorzunehmende Vereinigung des Zuges in dem Richtungsgleise wegfällt und die Zeit für den Ablauf der einzelnen, im Abstände einander folgenden Wagengruppen nur unwesentlich höher ist, als die für den Ablauf eines ganzen Zuges, während andererseits die Vereinigung der Wagengruppen beim Einlaufen in das flacher geneigte Ausfahr Gleis rascher erfolgen kann, als im Richtungsgleise. Der Vorgang 1. C. a) ist der zweiten Art der geschilderten Zugbildung ähnlich, doch müssen die in mehreren Stationsgleisen stehenden Wagengruppen beim Ablaufen in das Ausfahr Gleis größeren Abstand halten. Beispielsweise wird die zweite Gruppe meist erst dann in Bewegung gesetzt, wenn die erste schon über die letzte, den beiden Wegen der ersten und zweiten Gruppe gemeinsame Weiche hinaus abgelaufen ist. Die von Helm*) errechneten kurzen Abstände der Wagengruppen sind selbst bei eingearbeiteten Verschieberotten nicht einzuhalten, wenn die Sicherheit des Ablaufbetriebes gewährleistet bleiben soll. Das Sammeln der Wagengruppen erfordert also wegen der längeren Pausen zwischen den einander folgenden Wagengruppen mehr Zeit; daher können die für die Abwicklung beider Vorgänge nötigen Zeiten im Ganzen gleiche sein, trotzdem der mittlere Ablaufweg bei dem Vorgange 1. C. a) kürzer ist, als bei 1. A. a); daraus folgt auch Gleichheit der Wertziffern.

Die nächst höhere Wertziffer $p = 2,7$ weisen die Vorgänge 1. A. b) und 1. B. a) auf; der Grund dieser Gleichwertigkeit ist zu untersuchen. Die mit »mittelmäßiger Sammlung« verbundene Zugbildung erfolgt bei den der Zugzeitparabel zu Grunde gelegten Fällen aus durchschnittlich zwei Richtungsgleisen, also werden selbst bei geschlossenem Ablufen aller in einem Richtungsgleise stehenden Wagengruppen zur Ausfahrgruppe mindestens zwei selbständige Fahrten nötig, deren zweite erst beginnen kann, wenn die erste die letzte gemeinsame Weiche durchlaufen hat. Auch vermindert sich mit der Zunahme der Gleise, aus denen ein Zug gesammelt wird, die Stärke der einzelnen zu kuppelnden Wagengruppen; das Sammeln der zwar kleineren, aber zahlreicheren Wagengruppen in zwei Gleisen erfordert aber gegenüber der Sammlung größerer Gruppen auf einem Gleise mehr Zeit. Dem entspricht die Erhöhung der Wertziffer der Zugbildung mit eingehender Sammlung. Der Zulauf der Wagen aus der Richtungsgruppe zu geringer Nachordnung in der Stationsgruppe erfolgt aus einem Richtungsgleise, in dem die nachzuordnenden Wagen oder Wagengruppen zunächst gesammelt werden. Sie werden dann der Verteilstelle zugeführt, wobei die Geschwindigkeit niedrig gehalten werden muß, wenn die Verteilung ungehindert erfolgen soll. Daher erfordert die Verteilung trotz der Kürze der mittleren Ablaufwege verhältnismäßig lange Zeit. Daher können die Wertziffern auch der beiden Vorgänge 1. A. b) und 1. B. a) trotz der Verschiedenheit der Verschiebewege gleich sein.

*) Betriebspläne S. 31.

Aus dem Gesagten geht hervor, auf welche Weise etwa die Richtigkeit der Wertziffern beurteilt werden kann; die weitere Beurteilung kann unterbleiben, da die Ausführungen übereinstimmend mit der Übersicht 1 dartun, daß die Werte p auch bei gleichen Wegen mit eingehender Sammlung oder Verteilung der Wagen wachsen.

Diese Ausführungen ermöglichen nun die Feststellung, warum die Werte p innerhalb jedes der drei Verschiebevorgänge in verschiedener Steigerung anwachsen. Macht man sich nämlich die einzelnen Teilarbeiten und Teilzeiten der Verschiebevorgänge nach ihrem gegenseitigen Verhältnisse klar, so kommt man zu dem Schlusse, daß sich in der Steigerung der Wertziffer innerhalb eines Verschiebevorganges nur eine Änderung im Verhältnisse der Sammel- oder Verteil-Zeit zur Ablaufzeit ausdrückt. Die Wertziffer wächst um so mehr, je größer der Anteil der auf das Sammeln oder Verteilen der Wagen entfallenden Zeit an der ganzen Zeit des Verschiebevorganges ist. Am klarsten tritt dies durch Vergleichen der Werte p für die Vorgänge 1. A. und 1. C. hervor: bei geringer Ordnung sind beide Werte gleich, obwohl die Wege der ablaufenden Wagengruppen sehr verschieden sind, die reine Ablaufzeit also im Falle 1. A. größer sein muß, als in 1. C. Daraus folgt, daß die Sammelzeit bei 1. C. größer ist, als bei 1. A., da die ganze Zeit beider Vorgänge gleich ist. Bei gewöhnlicher Sammlung übertrifft bereits die Wertziffer des mit längerer Sammelzeit an der ganzen Zeit beteiligten Vorganges 1. C. die des entsprechenden Vorganges der Reihe 1. A.; noch mehr tritt dies bei den Werten für die eingehende Sammlung beider Verschiebevorgänge hervor.

Als Beweis können ebenso die Wertziffern für den Ablauf aus der Richtungsgruppe zur Verteilung in den Stationsgleisen angeführt werden. Während bei den eben betrachteten Abläufen aus der Richtungs- und aus der Stations-Gruppe zur Ausfahrgruppe nur ein einmaliges Sammeln vor dem Ablufen zu erledigen ist, müssen für die Stationsordnung die zu ordnenden Wagen zunächst gesammelt werden; an den Ablauf über eine kurze Strecke schließt dann die Verteilung der Wagen an, die ebenso wie die Sammlung der Wagen mehr Zeit erfordert, als der Ablauf. Auf den Ablauf entfällt also auch bei geringerer Ordnung ein kleinerer Teil der ganzen Zeit des Vorganges, als auf Sammeln und Verteilen; daraus erklärt sich, daß die Wertziffer im Falle 1. B. schon bei geringer Sammlung und Verteilung höher ist, und auch mit zunehmender Sammlung und Verteilung wesentlich rascher anwächst, als bei den Vorgängen 1. A. und 1. C.

Damit dürfte das Verhältnis der Wertziffern für die Vorgänge der Gefällbahnhöfe hinreichend begründet sein. Es ist nun noch die Verteilung der Wagen bei der Ordnung in Flachbahnhöfen nach Stationen zu erörtern, deren Zugzeitparabel $p = 1,2$ entspricht. Die Parabel $p = 1,2$ gibt für die Behandlung eines Zuges mit 50 Wagen 11 min Zeitaufwand an. In dieser Zeit ist das Abdrücken des Zuges, die Verteilung der Wagen in die Stationsgleise und die durchschnittliche Pause bis zum Beginne des Sammelns der Wagen zwecks Zusammenstellung des Zuges enthalten. Zum Vergleiche kann der von Ammann angegebene Zeitbedarf für die Behandlung eines Zuges von 50 Wagen auf Hauptablaufbergen herangezogen werden. Dieser beträgt für Abdrücken, Verteilen und Pausen 10 min, also etwas weniger, als der für die Stationsordnung ermittelte. Bedenkt man jedoch, daß die Ablaufgeschwindigkeit der Wagen bei Stationsrücken wegen deren geringerer Höhe stets kleiner ist, als bei Hauptablaufbergen, so erscheint der größere Zeitbedarf erklärt. Wesentlich größer kann er jedoch nicht sein, da die von den Wagen bei der Verteilung zurückzulegenden Wege kürzer sind, als beim Ablaufen von Hauptbergen. Der Zeitbedarf von 11 min für die Verteilung eines Zuges von 50 Wagen erscheint also zutreffend,

daher kann $p = 1,2$ als richtige Wertung auch für den besprochenen Vorgang der Flachbahnhöfe bezeichnet werden.

Es ist wertvoll, in diesem Zusammenhange auf den Ablauf von Hauptbergen der Flachbahnhöfe einzugehen. Ammann*) hat für diese durchschnittliche Ablaufzeiten ermittelt und daraus unter Einrechnung entstehender Pausen den Bedarf von 10 min für einen Zug von 50 Wagen errechnet. Wenn auch die Errechnung der Zugzeit aus einer von der Zugstärke unabhängigen festen Wagenzeit gemäß Abschnitt 3 für kurze Züge zu günstige Zeiten gibt, so erscheinen 10 min doch für 50 Wagen als Mittelwert für den Ablauf und die erforderlichen Pausen richtig. Behält man nun diese Zugzeit als Punkt einer zu ermittelnden Zugzeitparabel bei, so liefert die Gleichung $t_z = \sqrt{2 \cdot w \cdot p}$ für den Ablauf von Hauptbergen die Wertziffer $p = 10^2 : (2 \cdot 50) = 1$.

Ein Vergleich zwischen Hauptablauf und Ordnung nach Stationen nach ihrer Art und Wertziffer weist auf dasselbe Ergebnis wie für die Vorgänge auf Gefällbahnhöfen hin: der Anteil der Zeit des reinen Ablaufes an der ganzen des Vorganges ist bei Hauptbergen größer als bei Stationsrücken, weil die Verteilung sich bei der größeren Geschwindigkeit des Ablaufens rascher vollzieht, als bei der Ordnung nach Stationen; bei dieser erfolgt nach nur kurzem Ablaufe die Verteilung langsamer; ihr Zeitbedarf wächst daher im Verhältnisse zur Ablaufzeit stärker. Demnach kann auch für die Beurteilung der Ablaufanlagen auf Flachbahnhöfen festgestellt werden, daß die Wertziffern um so rascher anwachsen, je größer der Anteil der Zeit des Verteilens an der ganzen des Vorganges wird.

Es soll anderen Untersuchungen überlassen werden, auch die Zugzeiten bei der Behandlung über Abrollköpfe der Gefällbahnhöfe näher zu erörtern, für die vorliegende genügt es, damit zu rechnen, daß entsprechend der bisher als gleich anerkannten Leistungsfähigkeit der Abrollköpfe und der Hauptberge auch die Parabeln der Zugzeiten und damit die Wertziffern beider Arten des Zerlegens einander entsprechen. Die Zusammenstellung der Werte p in Übersicht 1 kann also noch durch Aufnahme der beiden Hauptvorgänge der Verteilung nach Übersicht 2 ergänzt werden.

Übersicht 2. Verschieben mit freiem Ablaufe II.

Vorgang	Wertziffer p
	Die Fußzeichen werden bei der Ermittlung der ganzen Zeiten der Behandlungen verwendet.
1. Gefällbahnhöfe Zerlegung über den Abrollkopf .	$p_G = 1,0$
2. Flachbahnhöfe Zerlegung über den Hauptberg .	$p_{F1} = 1,0$

4. b) Verschieben mit Lokomotiven.

Nach Abschnitt 2 mußten sich die Beobachtungen der nur auf Flachbahnhöfen vorkommenden Bewegungen mit Lokomotiven auf die Feststellung der Zeiten für die einfache Zusammenstellung der Wagen und die Zugbildung in den Richtungsgleisen, die Zugbildung in den Gleisen der Stationsgruppe und die Überführungen zwischen einzelnen Gruppen oder Bahnhofshälften erstrecken.

Als einfache Zusammenstellung von Wagen ist die der Eck- oder der zur Ordnung nach Stationen zu überführenden Wagen in der Richtungsgruppe zu bezeichnen; sie erfolgt meist, wie in Mannheim, nur aus einem Gleise; die dabei beobachteten Zeiten ergeben also nur eine Reihe mittlerer Zeitwerte.

Bei den Beobachtungen der Ordnungs- und Zugbildungsvorgänge wurde auf den Grad der Bearbeitung Rücksicht genommen; so wurde die Anzahl der Gleise festgestellt, aus denen nicht mehr nachzuordnende Züge in den Richtungsgleisen zusammengestellt wurden, und auch die Art der Nachordnung

in der Stationsgruppe als gering oder eingehend vermerkt. Als gering wurde die Nachordnung betrachtet, wenn die zu sammelnden Wagen eines Zuges in höchstens fünf Stationsgleisen verteilt standen, wie etwa bei der einfachen Nachordnung von Durchgangszügen, als eingehend, wenn die Züge, wie die Nahzüge, aus mehr als fünf Gleisen zusammenzustellen waren.

Die Zeiten für die Überführungen von Wagen und Zügen zwischen einzelnen Gruppen und Bahnhofshälften konnten an zahlreichen derartigen Vorgängen beobachtet werden. Die Längen der bei den Überführungen zurückgelegten Wege sind in der Übersicht 3 mit angegeben. In dieser sind die Ergebnisse aller Beobachtungen der Vorgänge in Flachbahnhöfen mit den Wertziffern b zusammengestellt.

Übersicht 3. Verschieben in Flachbahnhöfen mit Lokomotiven, Mannheim.

Vorgang	Zugzeitlinie nach Textabb.	Wertziffer b
A. Sammeln und Zugbildung in den Richtungsgleisen		
a) ohne Bremsordnung und dergleichen zum Überführen zur Nachordnung oder zur andern Bahnhofshälfte .	—	$b_s = 5,6$
b) mit Bremsordnung und Aussetzen von Fehlläufern, Zugbildung		
1. Sammeln in 1 Richtungsgleise, Fernzüge	19	$b_{R1} = 11,2$
2. Sammeln in 2 Richtungsgleisen	—	$b_{R2} = 16,0$
3. Sammeln in 3 Richtungsgleisen, Durchgangszüge	—	$b_{R3} = 20,0$
B. Zugbildung in den Stationsgleisen		
a) nach geringer Nachordnung, Durchgangszüge	—	$b_{st1} = 5,6$
b) nach mittlerer Nachordnung, Mittelwert von Durchgangs- und Nahzügen	—	$b_{st2} = 11,6$
c) nach eingehender Nachordnung, Nahzüge	—	$b_{st3} = 17,6$
C. Überführung		
a) aus der Richtungsgruppe		
1. zur unmittelbar angeschlossenen Ausfahrgruppe. Mittlere Entfernung 0,8 km	—	$b = 2,8$
2. zur vorgelagerten Ausfahrgruppe. Mittlere Entfernung 1,5 km	20	$b = 5,6$
3. zur seitlich gelagerten Ausfahrgruppe. Mittlere Entfernung 2,1 km	—	$b = 7,2$
4. zum Ausziehgleise der Stationsgruppe. Mittlere Entfernung 1,2 km	21	$b = 4,4$
5. zur andern Bahnhofshälfte		
a'. Entfernung 3,7 km	—	$b = 12,8$
b'. Entfernung 3,8 km	—	$b = 14,4$
b) aus der Stationsgruppe zur Ausfahrgruppe. Mittlere Entfernung 1,1 km	—	$b = 4,0$

*) d) S. 25.

Diese Wertziffern für einheitlich auf 0 Wagen bezogene Zeiten sind durch Gegenüberstellen genügend zu beurteilen.

Dabei zeigt sich hinsichtlich des Sammelns in den Richtungsgleisen, daß die einfache Zusammenstellung einer nochmals zu ordnenden Wagengruppe nur die Hälfte der Zeit beansprucht, die für die Bildung eines ebenso starken Zuges aus einem Gleise nötig ist. Bei einfachem Sammeln fallen eben Rücksichten auf Bremsordnung und meist auch das Aussetzen von Fehlläufers weg, weil die nachfolgende zweite Ordnung dazu bessere Gelegenheit gibt.

Weiterhin erfordert auch die Zusammenstellung von wenig nachgeordneten Zügen in den Stationsgleisen, etwa von Durchgangszügen, nur die halbe Zeit einer Zugbildung in einem Richtungsgleise, weil die Zusammenstellung der in den Stationsgleisen verteilt stehenden Wagengruppen in Mannheim durchweg auf die bei neueren Bahnhöfen übliche Art unter Benutzung des Stationsrückens erfolgt*), wodurch die Wege der Lokomotive erheblich vermindert und die Zeiten stark gekürzt werden. Selbst die Zeiten der Zugbildung eingehend nachgeordneter Nahzüge überschreiten bei dieser Art der Zusammenstellung nur wenig die der Zugbildung aus zwei Richtungsgleisen. Die in der Übersicht 3 unter B. b) angeführte Zeit der mittlern Ordnung nach Stationen ist zum spätern Vergleiche mit der Zeit der gewöhnlichen Nachordnung auf Gefällbahnhöfen aus den Zeiten B. a) und B. c) gemittelt, entspricht also der gleichmäßigen Benutzung der Stationsgruppe zur Ordnung von Durchgangs- und Nah-Zügen.

Die Ergebnisse der Beobachtungen der Zeiten für Überführungen kann man nach den dabei zurückgelegten Entfernungen prüfen. Da die Wertziffern b den Leerfahrten der Lokomotiven mit Anfahren und Halten entsprechen, so muß das Verhältnis von b zur Wegstrecke s bei allen Fahrten ungefähr dasselbe sein. Setzt man s in km ein, so ist der Wert b:s gleich der durchschnittlichen Fahrzeit für 1 km Leerfahrt. (Übersicht 4 und Textabb. 22).

Übersicht 4. Fahr-Zeiten und -Geschwindigkeiten beim Verschieben mit Lokomotiven, Mannheim.

Zeit für Leerfahrten.

Vorgang nach Übersicht 3	Wertziffer b = Leerfahrzeit min	Länge s der Verschiebewege km	b:s min/km	Mittel der b:s min/km	Berichtigte Wertziffern b min
C. a 1	2,8	0,8	3,5	3,6	2,9
2	5,6	1,5	3,7		5,4
3	7,2	2,1	3,4		7,5
4	4,4	1,2	3,7		4,3
5 a'	12,8	3,7	3,5		13,3
5 b'	14,4	3,8	3,8	13,6	
C. b	4,0	1,1	3,6		4,0

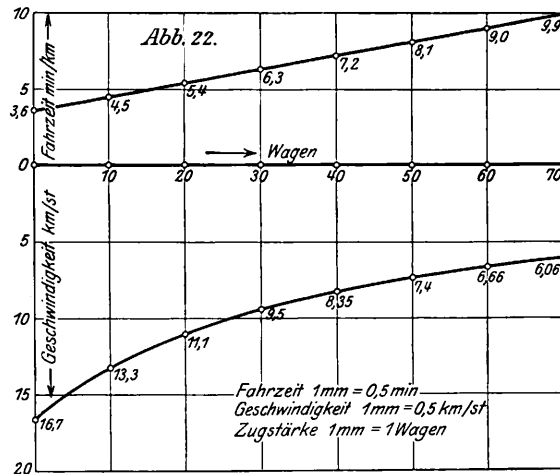
Die Übersicht 4 enthält die in Mannheim beobachteten Fahrzeiten. Die Schwankung zwischen 3,4 und 3,8 min/km entspricht unvermeidlichen Ungenauigkeiten und ist unwesentlich. Die Werte zeigen, daß das Anfahren und Halten bei den geringen Geschwindigkeiten nicht bemerkbar auf die Fahrzeiten einwirkten, sonst müßten sich bei längeren Verschiebewegen geringere Durchschnittzeiten ergeben. Deshalb kann aus den ermittelten Fahrzeiten eine allgemeine Durchschnittzeit für 1 km Leerfahrt gemittelt und dieser Festwert von 3,6min/km weiteren Betrachtungen zu Grunde gelegt werden.

Bildet man mit der Leerfahrzeit 3,6 min/km die Zugzeitgerade für 1 km Verschiebeweg, so kann man mit den Zug-

*) A. d. V. S. 32.

zeiten die durchschnittlichen Geschwindigkeiten der Verschiebfahrten für alle Zugstärken ermitteln (Textabb. 22). Die bisher*) angenommene mittlere stündliche Lokomotiveleistung von 10 km, die aufser den Last- und Leerfahrten noch etwaige Betriebspausen umfaßt, ist bei starken Zügen leicht einzuhalten, bei kleinen ist die mittlere Stundenleistung größer, als bisher angenommen wurde.

Abb. 22.



Übersicht 5. Wege für Überführungen in Flachbahnhöfen.

Vorgang in Übersicht 3	Strecke der Überführung	Anordnung der Gruppen nach Textabb.	Mittlere Entfernung km	Wertziffer b der Zugzeitlinien min/km
Aus der Richtungsgruppe:				
C a) 1.	zur unmittelbar angeschlossenen Ausfahrgruppe	6	0,75	$b_{\bar{U}_1} = 2,7$
2.	zur vorgelagerten Ausfahrgruppe	3, 4, 5	1,2	$b_{\bar{U}_2} = 4,3$
3.	zur seitlich gelagerten Ausfahrgruppe	8	2,0	$b_{\bar{U}_3} = 7,2$
4.	zum Ausziehgleise der seitlich gelagerten Stationsgruppe .	3 bis 8	1,2	$b_{\bar{U}_4} = 4,3$
5.	zur andern Bahnhofshälfte			
	a) bei unmittelbar benachbarten Hälften	11 \bar{U}_2	1,0	$b_{\bar{U}_5} = 3,6$
	b) bei Zwischenlagerung anderer Bahnhofs-Teile .	11 \bar{U}_1	3,5	$b_{\bar{U}_6} = 12,6$
C. b)	Aus der Stationsgruppe:			
	zur vorgelagerten Ausfahrgruppe			
	a' beim Abzug vom oberen Ende der Stationsgruppe	4 und 5	1,0	$b_{\bar{U}_7} = 3,6$
	b' bei Abzug aus einem Ausziehgleis am untern Ende der Stationsgruppe	3, 5, 6, 7	1,3	$b_{\bar{U}_8} = 4,7$
	zum Ausziehgleis am untern Ende der Stationsgruppe .	3, 6, 7	0,5	$b_{\bar{U}_9} = 1,8$
	zur unmittelbar angeschlossenen Ausfahrgruppe	7	0,7	$b_{\bar{U}_{10}} = 2,5$

Die besprochenen Zugzeitlinien und Wertziffern geben für die Vorgänge bei freiem Ablaufe und mit Lokomotiven

*) b. S. 24.

klare Bilder der Einwirkung der Zugstärke auf den Zeitbedarf. Weiterhin soll nun gezeigt werden, wie sie zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit und zur Bestimmung des Arbeitsaufwandes zu verwenden sind.

Dabei können die in Chemnitz ermittelten Werte zur allgemeinen Beurteilung der Vorgänge in Gefällbahnhöfen herangezogen werden, da die dortigen Anlagen, soweit sie der Zugbildung und Ordnung nach Stationen dienen, nach Anlage und Art des Betriebes den allgemein üblichen Anlagen entsprechen. Das gilt auch für die in Mannheim ermittelten Werte der Vorgänge des Sammelns und der Zugbildung in den Richtungs- und Stations-Gleisen und des Ablaufes in die Stationsgruppe.

Dagegen weicht ein Teil der den Zeiten für Überführung zu Grunde liegenden Verschiebewege in Mannheim aus örtlichen Gründen von den üblichen Gröößen ab: vor allgemeiner Anwendung müssen diese Verschiebewege in Längen eingesetzt werden, die den Anordnungen der Gruppen in Flachbahnhöfen entsprechen. Für die Wege können mittlere Werte den Bahnhöfen Offenburg, Basel und Seelze, den Schulbeispielen der verschiedenen Anordnungen, entnommen werden. Sie werden mit den in Übersicht 5 zusammengestellten Längen und den der durchschnittlichen Leerfahrzeit entsprechenden Zeiten bei allen weiteren Ermittlungen verwendet.

(Schluß folgt.)

Nachruf

Oberregierungsbaurat Georg Strahl †.

Am 3. August ist an den Folgen eines Schlaganfalles nach wenigen schweren Leidenstagen der Oberbaurat Georg Strahl durch den Tod aus seiner erfolgreichen Tätigkeit abgerufen worden. Der so unerwartet früh Verstorbene hat sich durch seine gründlichen theoretischen Untersuchungen über die Berechnung der Leistungsfähigkeit der Dampflokomotiven und die damit in Zusammenhang stehenden Fragen, sowie durch das von ihm angegebene Verfahren zur Ermittlung der günstigsten Blasrohr- und Schornstein-Abmessungen um die Entwicklung des Lokomotivbaues außerordentlich verdient gemacht. Das Ergebnis seiner Forschungsarbeiten und Versuche ist in einer großen Zahl von Aufsätzen und Abhandlungen bekannt gegeben, die für die Berechnung und die Auswertung der Dampflokomotiven in der Hand des Konstrukteurs wie des Eisenbahnbetriebsmannes weitgehende Beachtung gefunden haben. So wird in der Geschichte der Dampflokomotive auch der Name des Verstorbenen weiterleben und einen wichtigen Markstein in der Entwicklung des Lokomotivbaues bedeuten.

Aus dem Lebenslaufe Strahl's sei Folgendes mitgeteilt: Geboren am 29. Oktober 1861 in Georgshütte, Kr. Kattowitz, als Sohn eines Hütteninspektors, besuchte er die Gymnasien in Ratibor und Kattowitz bis zur Reifeprüfung im Jahre 1884, danach die Technische Hochschule in Berlin bis zur Bauführerprüfung im Herbst 1889. Zwischendurch genügte er seiner Militärdienstpflicht beim Eisenbahnregimente in Schöneberg und arbeitete dann praktisch in den Eisenbahnwerkstätten zu Breslau, wo er in den Jahren 1892/93 auch als Regierungsbauführer tätig war. Im Jahre 1893 bestand er die zweite Staatsprüfung vor dem technischen Oberprüfungsamte in Berlin. Da Strahl dann wegen der damals bevorstehenden Neuorganisation der preussischen

Staatseisenbahn, 1895, bei dieser keine Beschäftigung erhalten konnte, trat er in den Dienst der Kaiserlichen Werft in Kiel, bis er im Jahre 1897 zur Eisenbahndirektion Breslau einberufen wurde. Er war dort der Reihe nach im Werkstätten-, Abnahme- und Betriebsmaschinen-Dienste und als Hilfsarbeiter der Eisenbahndirektion tätig. Am 16. Mai 1903 wurde er zum Eisenbahnbauinspektor ernannt, und verwaltete von 1904 bis 1906 das Maschinenamt Beuthen, darauf bis 1912 das Maschinenamt 2 in Berlin. Am 1. April 1912 wurde er Mitglied der Eisenbahndirektion in Königsberg und am 1. April 1918 zum Eisenbahn-Zentralamte Berlin versetzt. In dieser letzten Stellung wurde ihm nach kurzer Zeit das Dezernat für Versuche mit Dampflokomotiven übertragen, zu dem er sich nach seiner Befähigung und Neigung ohne Zweifel am meisten hingezogen fühlte, da er hierbei die günstige Gelegenheit hatte, seine Theorien in der Praxis zu erproben und die so erzielte Erkenntnis zur Weiterentwicklung des Lokomotivbaues auszuwerten. Leider hat nun der frühe Tod seiner hochwertigen Arbeit ein vorzeitiges Ende bereitet; es ist ihm nicht vergönnt gewesen, seine Lebensarbeit, die ihn ganz erfüllte, völlig zum Abschlusse zu bringen.

Sein Wissen und Können ist auch von höherer Stelle erkannt und gewürdigt. Er wurde am 10. September 1919 zum Mitgliede des technischen Oberprüfungsamtes und am 21. Januar 1922 zum Mitgliede des deutschen Wärme-Ausschusses ernannt.

An dem Grabe des lieben Verstorbenen trauert mit seiner langjährigen Lebensgefährtin und drei früh vaterlos gewordenen Kindern ein großer Kreis von Freunden und Kollegen, die ihn auch wegen seiner liebenswürdigen Persönlichkeit hoch geschätzt haben. Allzufrüh ist er von uns gegangen in der Vollkraft seiner Jahre und seiner Leistungsfähigkeit. In diesem Bilde wird die Erinnerung an ihn bei uns fortleben. H.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

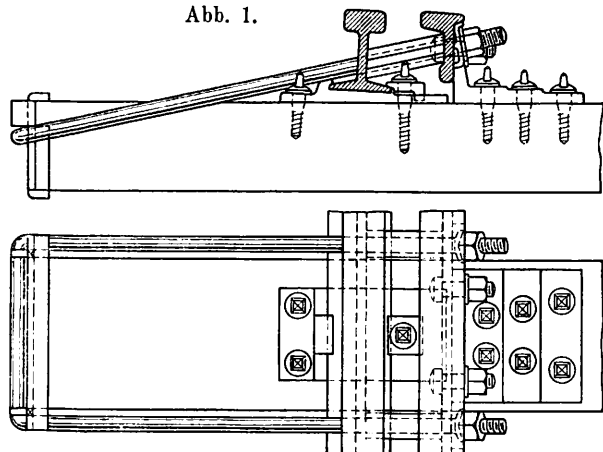
O b e r b a u.

Befestigung von Leitschienen.

Regierungsbaumeister H. Lenz in Aschaffenburg macht den Vorschlag, die Leitschienen in Gleisbogen durch Bügelschleifen mit Schrauben nach den Schwellenköpfen gegen die wagerechten Kräfte abzufangen, so daß sie auch unter den stärksten wagerechten Kräften nicht nachgeben.

Textabb. 1 zeigt eine Lösung dieser Art, bei der der Bügel dem Angriffe der wagerechten Kräfte tunlichst nahe gerückt ist, was freilich die Durchdringung der Fahrschiene bedingt; bei anderen Vorschlägen ist der Bügel unter der Fahrschiene hingeführt, kann dann aber nur am Fusse des die Leitschiene stützenden Stuhles fassen, so daß die wagerechten Kräfte bezüglich des Bügels erhebliche Momente ergeben. Die Köpfe hölzerner Schwellen werden mit starken Blechkappen versehen, um sichere Auflager für die Bügel zu gewinnen, bei eisernen Schwellen können hakenförmige Einzelbügel um die Enden der Schwellen gehakt, oder Doppelbügel um diese geschlungen werden, wozu die Schwellen zweckmäßig gestaltete Umbüge an den Enden erhalten.

Abb. 1.



Der Verfasser des Vorschlages erhofft gegenüber dem Mehraufwande der Bügel auch Ersparungen aus der Ermöglichung der Verwendung billiger Schwellen aus Weichholz auch in den schärfsten Bogen, aus der Schonung der Schienen und Schwellen, aus der Erleichterung der Erhaltung der Gleise, aus der Abschwächung des Wanderns und aus der Versteifung des Gleisrahmens, namentlich bei Verwendung von Holzkeilen zwischen Fahr- und Leit-Schiene.

Zu weiterer Abschwächung der seitlichen Stöße können federnde Unterlagen unter die Muttern der Bügel gelegt werden. Die Anbringung der Bügel ist etwa für jede dritte bis fünfte Schwelle in Aussicht genommen.

Der Verfasser des Vorschlages errechnet unter durchschnittlich gemachten Annahmen für Preise und Dauer der Teile eine geringe Verbilligung des Gleises einschließlich der Erhaltung.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Neue Bahnhofgebäude der schweizerischen Bundesbahnen in Brugg und Augst.

(A. Frölich, Schweizerische Bauzeitung 1922 I, Band 79, Heft 9, 4. März, S. 109, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 14 und 15 auf Tafel 42.

Abb. 15, Taf. 42 zeigt den Grundriß des erweiterten und umgebauten, aus Haustein errichteten Bahnhofgebäudes in Brugg. Die beiden durch eine offene Vorhalle verbundenen Treppentürme an der Straßenseite führen zu den Dienstwohnungen im Ober- und Dach-Geschosse. Das Reisesteigdach nach Hetzer ruht auf be-

arbeiteten Säulen aus gewaschenem Seesande und ist mit Eternit gedeckt. Böden und Wände der Schalter- und Durchgang-Halle bestehen aus geschliffenem Kiesmörtel, die Wände sind teilweise schwarz geblättert.

Abb. 14, Taf. 42 zeigt den Grundriß des neuen Bahnhofgebäudes in Augst. Neuartig für die schweizerischen Bundesbahnen ist, daß das sonst frei stehende Abortgebäude mit dem Empfangsgebäude vereinigt wurde, so daß ein einheitlicher Baukörper geschaffen werden konnte. Ober- und Dach-Geschosse enthalten Dienstwohnungen, zu denen an jedem Ende des Hauptbaues auf der Straßenseite ein Garten mit Mauereinfassung gehört. B-s.

Maschinen und Wagen.

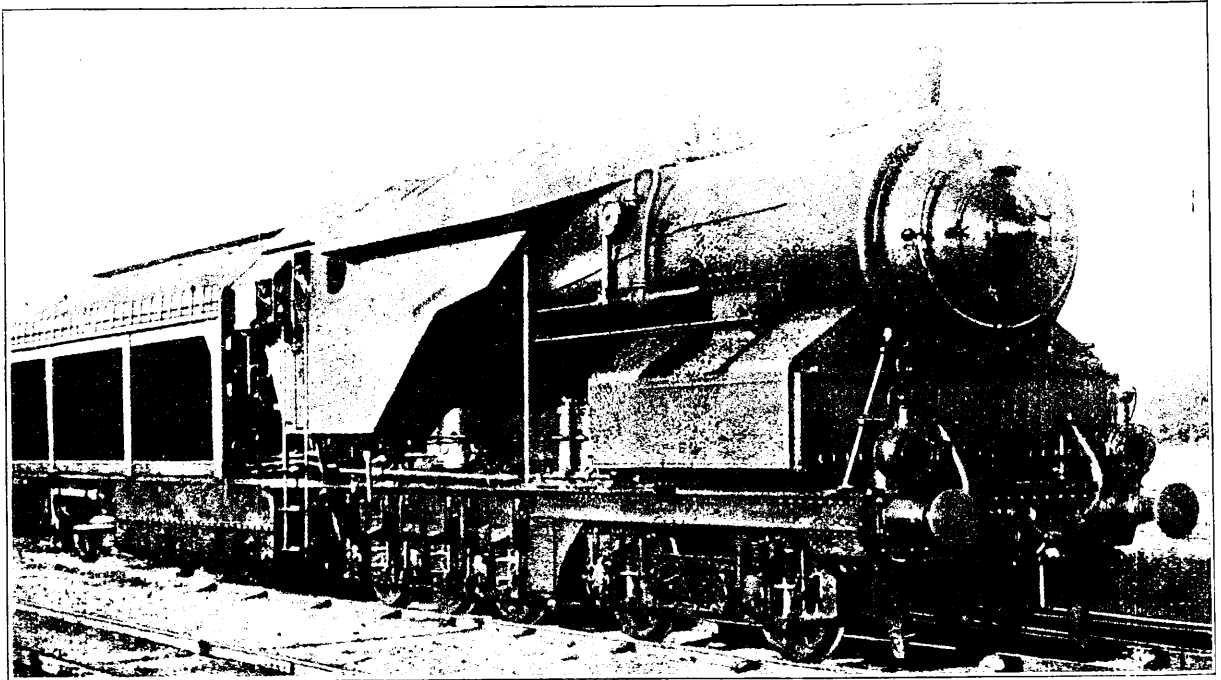
Lokomotive mit Turbinenantrieb.

(Railway Age, Juni 1922, Nr. 22, S. 1295. Mit Abbildung.)

Die Lungström-Werke in Stockholm haben für die schwedische Staatsbahn eine Lokomotive mit Antrieb durch Dampfturbine gebaut (Textabb. 1), die die vorhandenen 2 C 1-Lokomotiven für Reisezüge ersetzen soll. Der Aufbau des Fahrzeuges ist neuartig. Der Kessel

ruht auf je einem zwei- und dreiachsigen Drehgestelle. Er hat statt enger Heizrohre nur weite Rohre mit je einer Überhitzerschlange, so daß der Dampf hoch überhitzt wird. Die Verbrennluft wird durch die Abgase in einem unter der Rauchkammer angeordneten Vorwärmer angewärmt. Der Zug wird durch einen Sauger mit Turbinenantrieb erzeugt und beim Öffnen der Feuertür selbsttätig abgestellt. Der Abdampf der Turbine wird auf dem Tender niedergeschlagen.

Abb. 1. Lokomotive mit Antrieb durch Dampfturbine.



Die Turbine ist auf dem Tender aufgestellt und treibt mit Vorgelegen drei von dessen Achsen an. Der Raum zum Niederschlagen hat sich mit 16,57 cbm Inhalt bei den Versuchsfahrten als übergroß erwiesen. Der Vorrat von 7 t Kohlen ist auf und unter dem Führerstand untergebracht.

Bei einer Fahrt auf der 66 km langen Probestrecke vor 540 t schwerem Zuge wurden 20,8 kg Kohle auf 1000 tkm verbraucht. Der Verbrauch sank in durchgehendem Dienste auf 11,6 kg. Durchschnittlich wurden 52% Heizstoff gegenüber der 2 C 1-Regellokomotive verbraucht. A. Z.

C1.IV.t.F-Reib- und Zahn-Lokomotive der badischen Höllentalbahn.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1922, April, Band 66, Nr. 15, S. 361. Mit Abbildungen.)

Die in Eßlingen entworfene und gebaute Lokomotive (Textabb. 1) hat einen aus zwei walzenförmigen Schüssen gebildeten Langkessel

und einen Hinterkessel mit verhältnismäßig tiefem Feuerraum; das unterste Heizrohr liegt 800 mm unter dem Bodenringe. Decke und Seitenwände des Stehkessels bilden ein Stück, die Feuerbüchse ist mit einem Feuerschirme ausgerüstet. Das außergewöhnlich kleine Verhältnis 1:77 der Länge zum innern Durchmesser der Heizrohre und der kleine Wassersteg von 13 mm zwischen den Heizrohren an der Rohrwand der Feuerbüchse sind durch Freiheit des Speisewassers von Kesselstein begründet. Der Plattenrahmen ist 20 mm stark, die 12 mm starken Bleche der Längs- und Quer-Versteifung sind reichlich ausgeschnitten. Die Verteilung der Last auf die Achsen vermitteln je zwei Längshebel zwischen der ersten und zweiten, und der dritten und vierten Achse. Die Kolben der Reibmaschine arbeiten auf der Reibstrecke in Zwillingswirkung auf die mittlere Triebachse, auf der Zahnstrecke in Verbundwirkung mit den auf die Vorlegewelle wirkenden Niederdruckkolben. Die Übertragung der Kolbenkraft auf das Triebzahnrad erfolgt durch Zahnräder im Verhältnisse 1:2.16. Die für Reib- und Zahn-Maschine gleich großen Zylinder bestehen

aus zwei Gufsstücken, die geflanscht den Sattel der Rauchkammer bilden. Jeder Zylinderdeckel ist mit einem Wasserschlagventile und das Zweigrohr der Dampfströmung mit einem federlosen Teller-ventile als Luftsaugventil ausgerüstet. Gemäß der Vorschrift, daß keine zusätzliche Beanspruchung der Zahnstange durch abgefedertes Lokomotivgewicht auftreten soll, ist das Triebzahnrad nach Text-abb. 2 bis 4, in einem besondern Rahmen unmittelbar auf der

Trieb- und vordern Kuppel-Achse gelagert; der Rahmen ist in drei Punkten senkrecht abgestützt, die wagerechten Kräfte werden in zwei Punkten übertragen. Der gabelförmige Lagerrahmen umschließt mit zwei festen Lagern die Trieb- und mit einem im Rahmen in der Längs- und Quer-Richtung verschiebbaren Kugellager die vordere Kuppel-Achse. Der Abstand der beiden Räderpaare der Übersetzung wird durch zwei starre, in Kugellagern endende Stangen gewahrt.

Abb. 1. C1. IV. t. F-Reibung- und Zahn-Lokomotive.

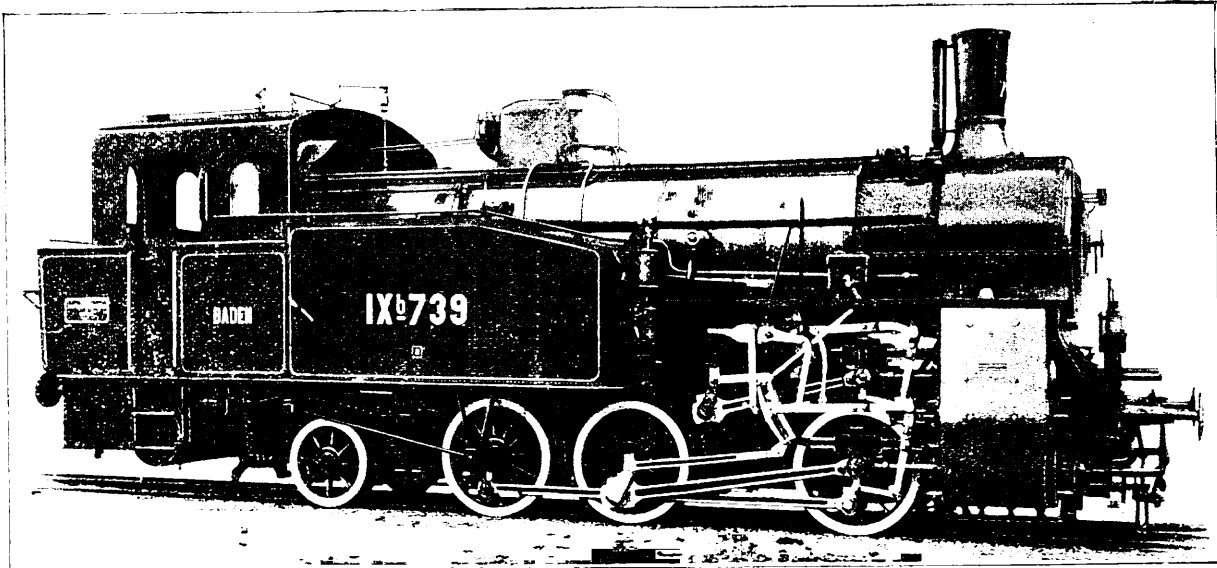
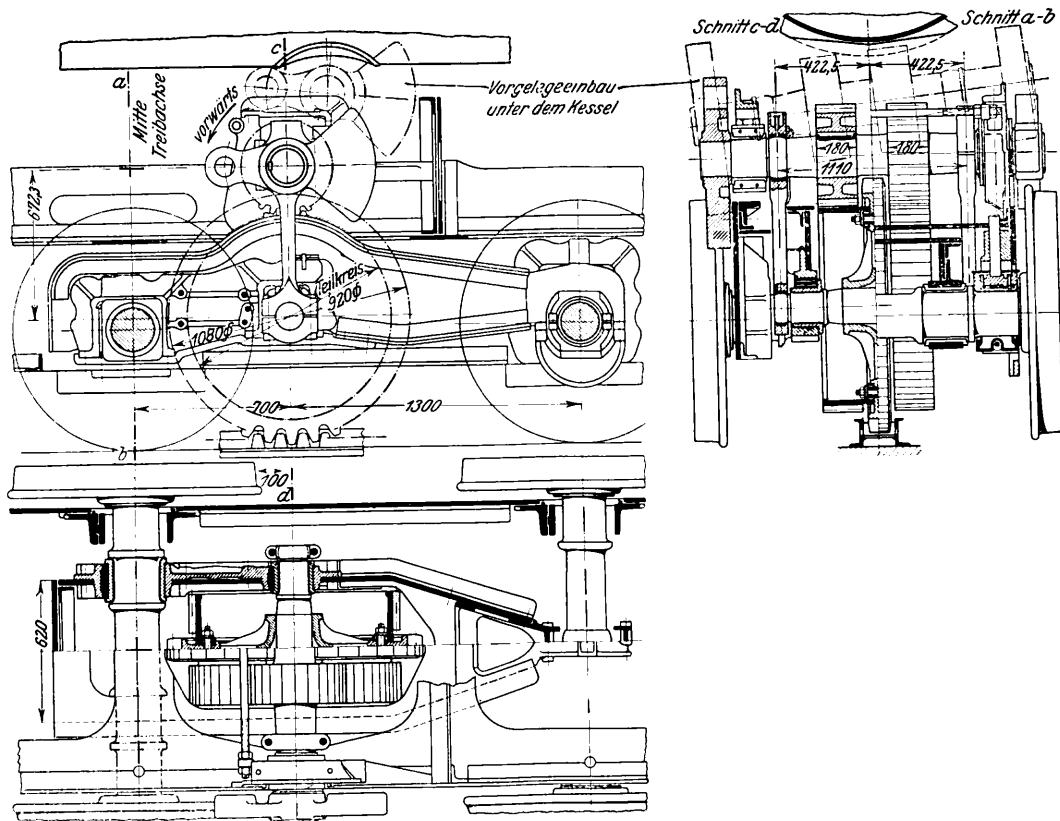


Abb. 2 bis 4. Antrieb und Lagerung des Triebzahnrades.



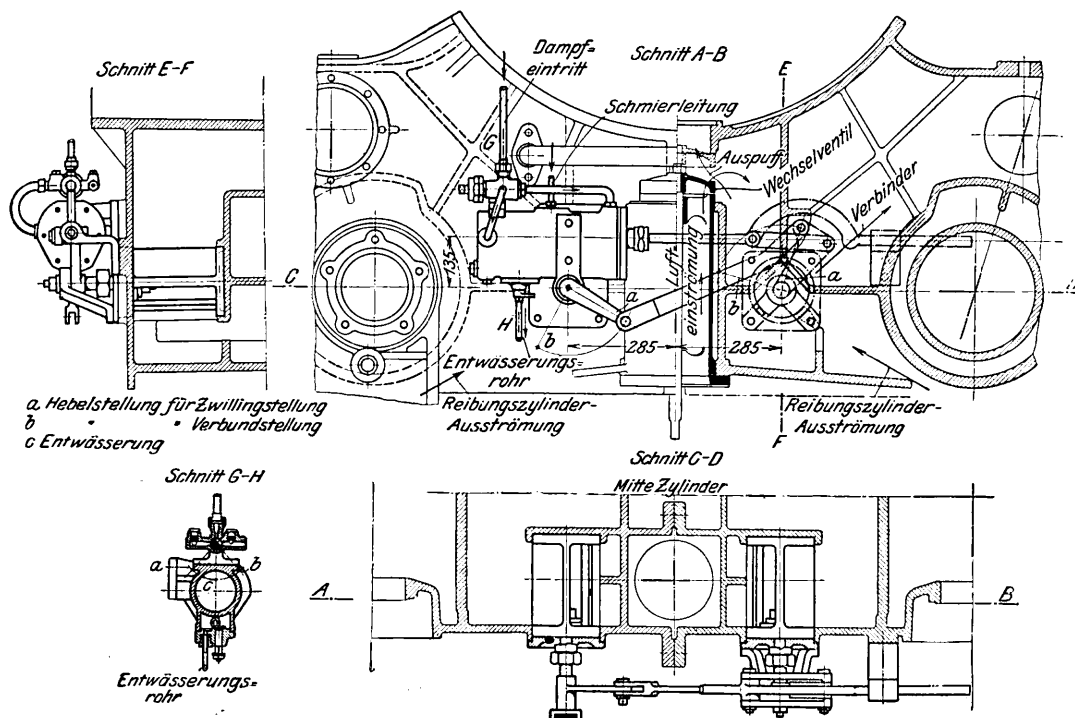
die Trieb- und Vorgelege-Welle verbinden. Die Vorgelegewelle wird im Hauptrahmen wagerecht und seitlich geführt. Die umlaufenden Massen des Triebwerkes der Zahnmaschine sind an den Kurbeln der Vorgelegewelle durch Gegengewichte voll ausgeglichen, die hin und her bewegten Massen nicht. In den Reibrädern sind die umlaufenden Massen des Triebwerkes ganz und von den hin und her

bewegten 43,1% ausgeglichen. Von den Triebwerkteilen der Zahn- und Reib-Maschine sind die Kolben mit Stange und Kreuzkopf, die Schieber mit Stange und Kreuzkopf gleich und vertauschbar. Die Kolbenschieber mit schmalen federnden Ringen werden nach Heusinger gesteuert, an der Reibmaschine für innere, an der Zahnmaschine für äußere Einströmung, beide Steuerungen haben

gemeinsame Umsteuerung. Für das Einlaufen des Zahnrades in die Zahnstange erhält die Zahnmaschine zum Ingangsetzen durch ein besonderes Anfahrventil Frischdampf in den Verbinder, und zwar so, daß die Umfangsgeschwindigkeit des Triebzahnades annähernd der Fahrgeschwindigkeit gleichkommt, was der Führer an einem von der Schwinde der Zahnmaschine aus bewegten Zeiger beobachten kann. Nach Eingriff des Zahnades werden zwei auf der Reibstrecke den Abdampf der Zwillingmaschine dem Blasrohre zuführende Drehschieber umgeschaltet, so daß der Abdampf den Verbinder auffüllt und in den Niederdruckzylindern arbeitet. Beim Auslaufen des Zahnades aus der Zahnstange werden die Drehschieber in die Zwillingstellung zurückgedreht, bei plötzlicher, den Verbinderdruck erhaltender Umschaltung etwa 10 m vor dem Ende der Zahnstange, damit der Verbinderdampf bis zur Ausfahrt entspannt wird und das Zahnrad die federnden Ausfahrten drucklos verläßt. Die Drehschieber (Textabb. 5 bis 8) werden durch den Kolben eines Zylinders umgeschaltet, der von dem Dreiweghahn auf dem Zylinder Kessel-dampf erhält. Der vom Führerstande aus mit Handzug bewegte Hahn gibt in seinen Endstellungen die Einströmung vor oder hinter dem Kolben frei. Durch den Hahnzug werden zugleich

die beiden Ausströmventile im Zylindergehäuse gesteuert. In der Mittelstellung des Hahnes wird der Dampf abgesperrt, die Zylinder-räume werden dabei entwässert. Zum schnellen und völligen Entwässern des Hahnes dienen zwei Belüftventile. Auf die Reibräder wirken außer einer Wurfhebel- eine selbsttätige und eine nicht selbsttätige Westinghouse-Bremse, die bei 3,5 at Überdruck im Bremszylinder einen Bremsklotzdruck von 67% des Reibgewichtes bei vollen Vorräten und von 72% ohne Vorräte ergeben. Für die Talfahrt ist noch je eine auf das Zahnrad und die Reibräder wirkende Gegendruckbremse vorhanden. Um diese in Tätigkeit zu setzen, wird das Wechselventil im Zylinder (Textabb. 6) durch einen Handzug gehoben, der Ausströmraum gegen Rauchkammern abgeschlossen und für Luftzutritt geöffnet, die Steuerung auf den der Fahr-richtung entgegengesetzten Gang ausgelegt, so daß die Kolben die in die Zylinder eingesaugte Luft nach den Einströmräumen drücken. Dabei werden die Zylinder mit Tenderwasser gekühlt, das durch eine kleine Strahlpumpe in die Ausströmräume gespritzt wird. Das entstehende Gemisch von Dampf und Luft wird auf den für die Bremsung erforderlichen Kolbengegendruck geprefst, der durch das auf der Rauchkammer sitzende Bremsventil geregelt wird, weiter durch den

Abb. 5 bis 8. Drehschieber für Zwilling- oder Verbundwirkung.



Schalldämpfer ins Freie abgeführt. Für starke Bremsung auf der Zahnstrecke stehen die Drehschieber in Zwillingstellung, schließen also den Verbinderraum von den Ausströmungen der Reibzylinder ab; der Bremsdruck wird dann durch je ein Ventil für die Reib- und Zahn-Maschine geregelt. Für schwache Bremsung in Verbundwirkung wird das Bremsventil der Zahnmaschine geschlossen und der Bremsdruck mit dem Ventile der Reibmaschine geregelt. Zum Schmieren der Kolben und Schieber mit den zugehörigen Stangenführungen beider Maschinen dient je ein von der Schwinde aus angetriebener Öler nach Bosch mit 16 Auslässen, der für zwei Ölarten und Heizung eingerichtet ist. Die Luftpumpe und der Umschaltzylinder werden durch eine Ölpumpe nach Knorr mit Dreiweghahn vom Führerstande aus geschmiert. Der am Dome sitzende Sandkasten hat Prefsflußsandstreuer von Knorr zum Sanden der mittlern Triebachse für Vor- und Rückwärts-Fahrt. Die Radreifen der Laufachse werden durch Abdampf der Luftpumpe genäht. Der Kessel ist mit zwei Dampfstrahlpumpen nach Friedman nach Maas, einem Ventilregler und einem verstellbaren Blasrohre nach der Bauart der französischen Nordbahn ausgerüstet. Der Aschkasten ist mit je einer vordern und hintern Klappe zum Leeren versehen, die, wie der Kipprost, vom Führerstande aus zu betätigen sind. Für die Fahrt im Tunnel hat das Führerhaus dicht verschließbare, in Kugellagern laufende Schubläden.

Diese Lokomotiven werden nur auf der Zahnstrecke Hirschsprung-Hinterarten verwendet, bergwärts zum Schieben der Reise- und Güter-Züge, außerdem mitunter zum Ziehen, und talwärts zum Bremsen der Güterzüge, ausnahmsweise auch von Reisezügen. Die größte zulässige Geschwindigkeit ist auf 23 km/st. für Reisezüge mit Reiblokomotiven bei der Talfahrt auf 35 km/st festgesetzt. Die Geschwindigkeit der Zahnlokomotive ist bei Einfahrt in die Zahnstange auf 5 km/st und bei der Ausfahrt auf 15 km/st zu ermäßigen.

Die Hauptverhältnisse sind:

Durchmesser jedes der vier Zylinder d	450 mm
Kolbenhub h	550 "
Kesselüberdruck p	14 at
Durchmesser des Kessels, vorn innen	1354 mm
Heizrohre, Durchmesser, innen	50 "
" " Länge	3850 "
Heizfläche der Feuerbüchse	8,16 qm
" " Heizrohre	107,50 "
" " im Ganzen H	115,66 "
Rostfläche R	1,8 "
Durchmesser der Triebräder D	1080 mm
Teilkreisdurchmesser des Triebzahnades	1082 "
" " kleinen Zahnades der Übersetzung	424,6 "

Teilkreisdurchmesser des großen Zahnrades der Übersetzung	920 mm
Verhältnis der Räder	1 : 2,167
Durchmesser der Laufräder	850 mm
Triebachslast G_1	42,75 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	57,04 „
Leergewicht	45,85 „
Wasservorrat	5 cbm
Kohlenvorrat	1,5 t
Fester Achsstand	3300 mm
Ganzer „	5050 „
Länge	10940 „
Zugkraft der Reibmaschine	
$Z = 0,5 \cdot p \cdot (d^{cm})^2 \cdot h : D =$	7219 kg
Verhältnis H : R =	64,3
„ H : $G_1 =$	2,71 qm/t
„ H : G =	2,03 „
„ Z : H =	62,4 kg/qm
„ Z : $G_1 =$	168,9 kg/t
„ Z : G =	126,6 „
	-k.

Ersparung von Kohle bei Dampflokomotiven.

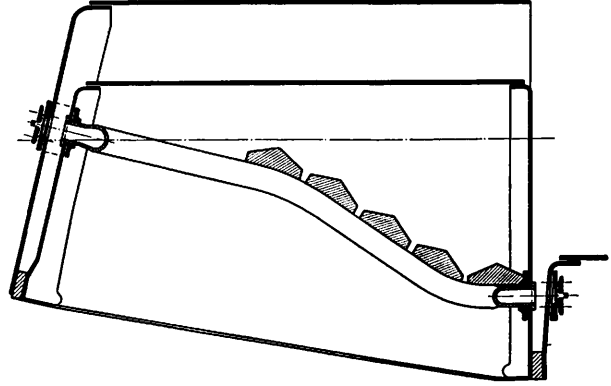
(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1921, Nr. 38, S. 983. Mit Abbildungen.)

Die Quelle gibt an, wie die wirtschaftliche Güte des Kessels durch Vervollkommnung der Verbrennung in der Feuerbüchse, durch bessere Ausnutzung des Abdampfes und der Abgase und durch gute Bedienung gesteigert werden kann.

Nach diesen Gesichtspunkten sind bei den österreichischen Bundesbahnen Versuche angestellt worden.

Zur Verbesserung der Verbrennung hat sich der Einbau eines Gewölbes nach Madeyski (Textabb. 1) gut bewährt. Das Gewölbe ruht auf längs angeordneten Siederöhren in der Feuerbüchse. Die Formsteine haben an den Fugen Schlitzte und reichen nicht bis an die Seitenwände der Feuerbüchse, wodurch diese geschont werden.

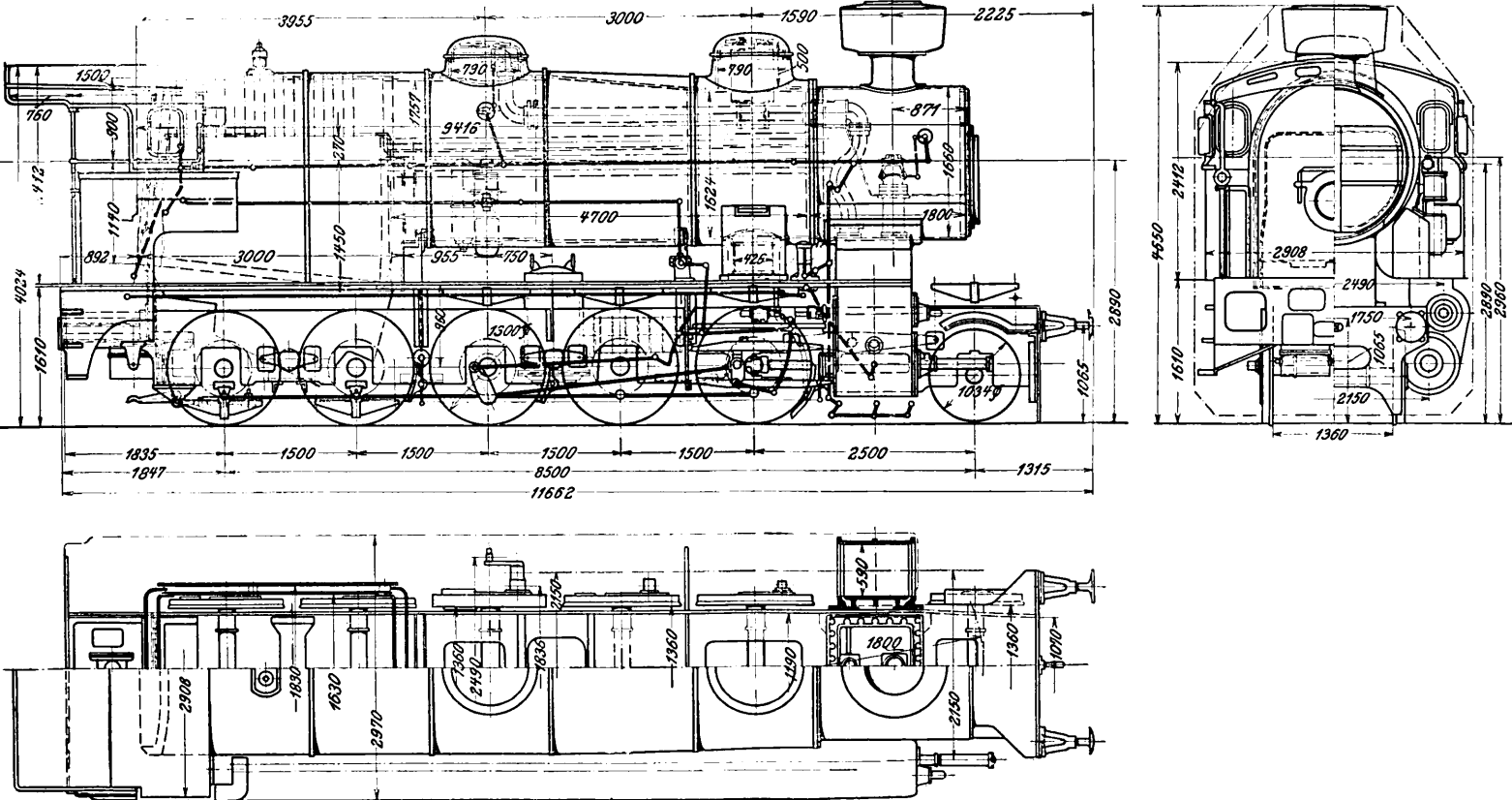
Abb. 1. Feuerbüchse mit Gewölbe nach Madeyski.



Die Verbrennung wird verbessert, der Wasserumlauf gefördert. Mit der Probelokomotive konnten Ersparnisse an Kohle erzielt werden.

Weitere Versuche mit Kohlen- und Torf-Staubfeuerung sind in Aussicht genommen.

Abb. 2 bis 4. 1 E. II. T. G-Lokomotive.



Die Anwendung des Vorwärmers durch Abdampf wird in Österreich erschwert durch den geringen Achsdruck von nur 14,5 t, bei neuen vielachsigen Lokomotiven ist die Anlage möglich. Textabb. 2 bis 4 zeigen die neue 1 E. II. T. G-Lokomotive der österreichischen Bundesbahn für 1600 PS und 65 km/st Höchstgeschwindigkeit, bei der der Vorwärmer ähnlich der in Deutschland üblichen Ausführung, jedoch zwischen den Rahmen stehend angeordnet ist. Zum Abfließen des Niederschlags sind am Bodenflansche vier Bohrungen angebracht, der übrig bleibende Dampf

strömt durch ein Rohr gegen den Aschenkasten ab. Zum Ausblasen werden drei durch eine Stange gekuppelte Hähne am untern Deckel geöffnet, dann wird die Pumpe in langsamen Gang versetzt.

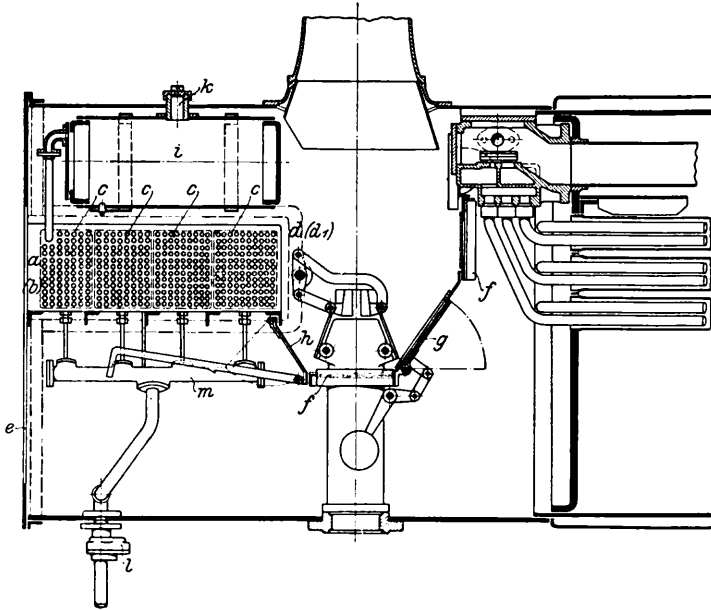
Bei den bisherigen Probefahrten wurde mit diesem Vorwärmer das Wasser bis 100° C vorgewärmt, gegen Fahrten mit ausgeschaltetem Vorwärmer wurden rund 14% an Kohle erspart.

Die angeführte Anlage beruht auf dem Niederschlage an Oberflächen, dagegen sollen in Amerika erfolgreiche Versuche stattgefunden haben, bei denen das Speisewasser durch Einspritzen von

Abdampf vorgewärmt wurde, wobei dieser vorher entölt sein muß. Da bei einer solchen Anlage der schwere mit Wasser gefüllte Behälter wegfällt, ist sie für geringe Achsdrücke sehr geeignet, daher sind jetzt auch in Österreich Versuche im Gange.

Weitere Versuche beziehen sich auf die Heranziehung der sonst mit 200 bis 400° C entweichenden Abgase zum Vorwärmen des Speisewassers. Der Vorwärmer nach Textabb. 5 besteht aus zwei seitlich vorn an der verlängerten Rauchkammer angebrachten

Abb. 5. Abgas-Speisewasservorwärmer.



Taschen a und b, die durch Bündel c von geraden Rohren verbunden sind. Er steckt in zwei Schlitzen der Rauchkammer, so daß er nach Wegnahme der Türwand e leicht ein- und ausgebaut werden kann. Die Taschen a und b sind in vier Kammern geteilt, so daß das Wasser beim Speisen des Kessels hin und her strömen muß. Das von den Strahlpumpen kommende Wasser tritt in die linke vordere Kammer ein, durchströmt die Rohrbündel und tritt vor-

gewärmt aus der hintern Kammer links durch Speiseköpfe in den Kessel. Durch die Bleche f und die Klappen g und h, die nur beim Anheizen geöffnet werden, werden die Abgase gezwungen, durch den Vorwärmer zu streichen. Damit dieser nicht auskocht, ist darüber der Behälter i mit dem Füllstutzen k angebracht, der mit der ersten Kammer in Verbindung steht, deshalb stets mit Wasser gefüllt ist und den Vorwärmer unter Druck hält.

Die Anlage wirkt zugleich als Funkenfänger. Zum Ausblasen oder Entleeren dient der Abschlammschieber l, der durch Rohre mit einem Sammelrohre und so auch mit jeder Kammer in Verbindung steht. Das Sammelrohr ist nach Abnahme der Deckel von Kesselstein zu reinigen. Die Wärme des zu- und abfließenden Wassers wird gemessen. Bei den Versuchen wurde das Wasser von 60 auf durchschnittlich 100° vorgewärmt. Wo es die Achsbelastung erlaubt, kann man Abdampf- und Abgas-Vorwärmung vereinigen, indem man das kalte Tenderwasser zuerst mit Abdampf auf 80 bis 90° C, hierauf mit Abgasen auf 130 bis 150° C erhitzt. Dabei bringt nicht nur die bessere Ausnutzung der Wärme Ersparnis an Kohlen, sondern auch der Umstand, daß der Kesselstein teilweise in den Vorwärmern abgeschieden, der Kessel also länger rein gehalten und durch das heiße Speisewasser geschont wird.

Weiter wird Kohle gespart durch die Verbesserung des Wirkgrades der Maschine, in dieser Hinsicht wird besonders die Einführung der Verbundwirkung und der Ventilsteuerung bei Heißdampflokomotiven empfohlen. Ventile halten länger dicht, als Kolbenschieber, sie gestatten die Einführung höherer Überhitzung. Zum Beweise für den ersten Vorteil wird ein Versuch angegeben, bei dem die Ventile rund 9% Ersparnis an Kohle bezogen auf die Leistung am Tenderzughaken gegenüber Kolbenschiebern mit breiten Ringen ergaben.

Ersparnisse sind auch durch Maßnahmen des Zugförderdienstes möglich, besonders durch Verwendung leistungsfähiger Lokomotiveinheiten an Stelle mehrerer kleiner Lokomotiven. Diesen Weg haben die österreichischen Bundesbahnen mit dem Baue einer 1 E. 1. II. T. Tenderlokomotive beschriften, die vor den schweren Güterzügen der Stadtbahn in Wien zwei 1 C 1-Tenderlokomotiven ersetzt.

Unschlagbare Wartung und Instandhaltung, vor Allem die Verwendung schlechten Schmieröles, verursacht Abnutzungen an Kolben und Schiebern und erhöht den Verbrauch an Kohlen unter Umständen bis 25%.

R. D.

Bücherbesprechungen.

Die Technik. Ihr Wesen und ihre Beziehungen zu anderen Lebensgebieten. Von R. Weyrauch. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart und Berlin, 1922. Preis 130 M.

Eines der eigenartigsten Merkmale unserer Zeit beruht in dem Umstande, daß ihr Wesen mehr als das irgend eines andern Zeitalters auf den Schöpfungen der in früher ungeahntem Maße verfeinerten und zugleich machtvollen Technik beruht. Der Verfasser des Werkes betont mit Recht, daß sehr weite Kreise, auch der höher gebildeten Schichten, der Technik fremd und ohne Verständnis gegenüber stehen, namentlich gerade bei uns in Deutschland, ihre Auswirkungen werden als selbstverständlich empfunden, wenn sie nützlich und angenehm sind, jede unvermeidliche Beeinträchtigung bildet einen Grund zu bedenkenloser Herabsetzung. Der Verfasser will nun die Beziehungen der Technik zu unserm öffentlichen Leben dem allgemeinen Verständnisse näher bringen, indem er sie als „Kulturfaktor“ auffaßt und verlangt, daß dieser Gesichtspunkt allgemein schon an den Hochschulen eröffnet werden solle. Der außerordentlich umfassenden und gründlichen Arbeit ist in der Tat eine Klarlegung gelungen, die geeignet erscheint, weiten Kreisen ein besseres Verständnis für die Technik zu vermitteln, aber auch innerhalb des Kreises der Techniker zum Nachdenken darüber anzuregen, wie sie ihre Tätigkeit zu gestalten haben, um dem öffentlichen Wohle am förderlichsten zu dienen und auf diesem Wege allgemeine Beachtung und Achtung zu erwerben.

Freilich werden die Darlegungen, soweit sie nicht auf Angabe von Tatsachen beruhen, in ihren mehr empfindungsmäßigen Teilen kaum ohne Widerspruch bleiben, denn der Kreis derer, die die Technik nicht als „Kulturfaktor“, sondern als „Kulturfeind“ ansehen, ist in beiden Lagern, dem der Nichttechniker und auch dem der

Techniker, nicht klein; es ist auch nicht zu verkennen, daß auch die letztere Auffassung manche starke Grundlage hat. Wenn nun das vortreffliche Werk der Anlaß zu einer eingehenden Erörterung dieser tief in das Wesen unserer Zeit und vielleicht noch tiefer in das der Zukunft einschneidenden Frage werden sollte, so würde es dadurch seinen großen Verdiensten noch ein weiteres Ruhmesblatt hinzufügen.

In dieser Hoffnung auf ein klärendes Austragen der hier gebotenen Gedanken können wir die eingehendste Kenntnisnahme Allen, den Angehörigen unseres Faches, wie den Laien, auf das dringendste empfehlen. Wir wünschen dieser reifen Frucht neuzeitlichen Schrifttums weiteres lebendiges Keimen.

Das Wesen der elektrischen Erscheinungen. Die elektrische Strömung, das elektrische Feld. Erklärt im wahren Sinne einer voraussetzunglosen Wissenschaft von F. Märtens. Hofbaurische Buchhandlung, Elberfeld, 1922.

Wie in den früheren Arbeiten*) unternimmt der Verfasser hier den Versuch, das Wesen auch der Elektrizität nicht hauptsächlich mit mathematisch-wissenschaftlichen Hilfsmitteln, sondern unmittelbar aus den jedem erkennbaren und feststehenden Erscheinungen zu deuten, also fast ganz allgemein verständlich zu bleiben. Eine angefügte, eingehende Erklärung der eingeführten Begriffe erleichtert das Eindringen in den bekanntlich recht verwickelten Gegenstand. Auch dieses Heft ist geeignet, vielfache Anregung für die verschiedensten Leserkreise zu bieten.

*) Die Welt als Wirkung strömender Elektronen und schwingender Atome, die Welt als Wirkung strahlender Materie. Organ 1921, S. 288.