

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

79. Jahrgang

15. Juni 1924

Heft 6

Anweisungen für die Ermittlung der Fahrzeiten der Züge nach den zeichnerischen Verfahren

1. des Oberingenieurs Unrein, München,
2. des Regierungsbaurats Dr. Ing. Müller, Berlin,
3. des Oberregierungsaurats Strahl, Berlin,
4. des Regierungsbaurats Dr. Ing. Velte, Elberfeld,
5. des Abteilungsdirektors, Oberregierungsaurats Caesar, Essen.

Bearbeitet vom Geheimen Oberbaurat Dittmann, Oldenburg.

Hierzu Abbildungen auf Tafel 9 bis 13.

Vorwort.

Die nachstehenden Ausarbeitungen sollen die Einführung der vorgenannten Verfahren für den praktischen Gebrauch erleichtern und den Bearbeitern eine leicht faßliche Gebrauchsanweisung für die Fahrzeitenermittlung bieten.

Die in der Literatur erschienenen Veröffentlichungen der einzelnen Verfasser über ihre Verfahren sind vorwiegend als wissenschaftliche Abhandlungen geschrieben und enthalten infolgedessen allerlei theoretische Betrachtungen und Feinheiten, die zwar für die Beurteilung der Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Anwendungsmöglichkeit von Wert sind, dem Neuling aber, der eine praktische Aufgabe zu bearbeiten hat, das Eindringen in den Kern der Sache erschweren; außerdem geben sie für allerlei Zweifelsfragen, die bei Bearbeitung einer praktischen Aufgabe auftreten, nicht immer die erwünschte Lösung.

Hinsichtlich der Richtigkeit ihrer Ergebnisse besteht kein Unterschied zwischen den fünf Verfahren, sie unterscheiden sich nur in der größeren oder geringeren Einfachheit ihrer Handhabung und der Sicherheit gegen Versehen und Fehler bei ihrer Durchführung. Das als erstes aufgeführte Verfahren des Oberingenieurs Unrein in München dürfte in dieser Beziehung als das zweckmäßigste anzusehen sein.

Die Anweisungen sollen die Veröffentlichungen der Verfasser nicht ersetzen. Wer sich durch die Anweisungen mit dem einen oder andern Verfahren vertraut gemacht und für seine weitere Verwendung entschieden hat, wird zweckmäßig die Abhandlung des betreffenden Verfassers durcharbeiten, um noch alle Einzelheiten und Feinheiten kennen zu lernen.

Über das zeichnerische Verfahren des verstorbenen Oberregierungsaurats Strahl ist eine Veröffentlichung bisher nicht erschienen. Die Abhandlungen über die anderen Verfahren, sind an nachstehenden Stellen abgedruckt:

1. Verfahren von Unrein, Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. Band 73, Heft 1 und Band 76, Heft 9.
2. Verfahren von Dr. Müller, Verkehrstechnische Woche 1922, Heft 10.
3. Verfahren von Dr. Velte, Verkehrstechnische Woche 1921, Heft 29 und Glasers Ann. f. Gew. und Bauw., Band 87, Heft 1.
4. Verfahren von Caesar, Glasers Ann. f. Gew. und Bauw., Band 90, Heft 1.

Die Anweisungen sind in der Form gegeben, daß die Lösung derselben Aufgabe nach den fünf Verfahren jedesmal von Anfang bis zu Ende durchgeführt ist.

Die Aufgabe besteht darin, für einen aus einer P8-Lokomotive der DRB (2G-h2) und 400 t Wagengewicht bestehenden Zug, für den die Grenzgesehwindigkeiten auf den verschiedenen Steigungen durch das in Textabb. 1 dargestellte s/V.-Diagramm (nach Strahl) dargestellt sind, die kürzesten Fahrzeiten beim Befahren der in Textabb. 2 im Längsschnitt dargestellten Strecke AB zu ermitteln, wenn der Zug auf Station A anfährt, auf Station B hält und als Höchstgeschwindigkeit 75 km/Std. angenommen werden. Die regelmäßigen Fahrzeiten sind um etwa 10% länger als die so ermittelten kürzesten Fahrzeiten zu nehmen. Bemerkte sei

Abb. 1. Höchstgeschwindigkeiten im Beharrungszustand für die P8 Lokomotive bei 400 t Wagengewicht.

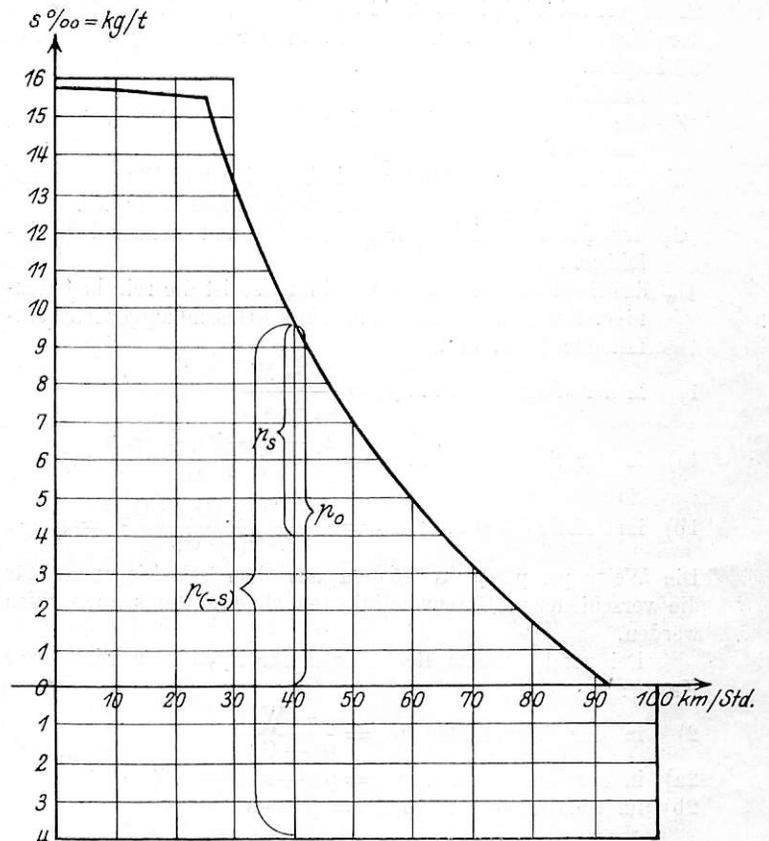
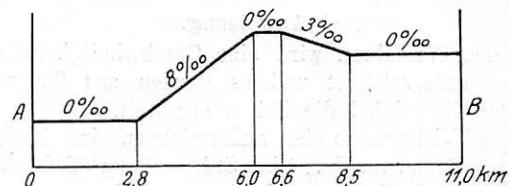


Abb. 2. Höhenprofil der zugrunde gelegten Strecke



noch, daß zur Ermöglichung eines Vergleichs über die Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Handhabung der einzelnen Verfahren jedesmal von dem s/V.-Diagramm nach Strahl ausgegangen ist, obwohl die Verfasser einzelner Verfahren, z. B. Regierungsbaurat Dr. Velte, die Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Steigung und daraus die Beschleunigungskräfte auf besondere Art ermitteln. Das s/V.-Diagramm (Abb. 1) gibt an, welche Geschwindigkeiten auf den verschiedenen Steigungen die Lokomotive mit der gegebenen Zuglast dauernd einhalten kann. Da zur Überwindung einer Steigung von 1% eine Zugkraft von 1 kg für die Tonne Gesamt-Zuggewicht erforderlich ist, so kann man aus dem s/V.-Diagramm außer den

zur Überwindung von Steigungen verfügbaren Zugkräften auch die Zugkräfte entnehmen, die zur Beschleunigung des Zuges zur Verfügung stehen. Z. B. kann nach dem dargestellten s/V-Diagramm die P8-Lokomotive mit dem Wagengewicht von 400 t auf der Steigung 10 ‰ dauernd die Geschwindigkeit von 40 km/Std. halten. Bewegt sich der Zug mit 40 km Geschwindigkeit in der Wagrechten, so sind 10 kg auf die Tonne Zuggewicht zur Beschleunigung verfügbar; bewegt er sich mit derselben Geschwindigkeit auf einer Steigung von 4 ‰, so ist die Beschleunigungskraft entsprechend kleiner, nämlich $10 - 4 = 6$ kg/t, während sie beim Befahren eines Gefälles von 4 ‰ entsprechend größer, nämlich $10 + 4 = 14$ kg/t ist. Nimmt unter der Wirkung der Beschleunigungskraft die Geschwindigkeit zu, so nimmt die Beschleunigungskraft entsprechend ab und wird bei der aus dem s/V-Diagramm zu entnehmenden Grenzgeschwindigkeit = 0. Diese beträgt z. B. bei Fahrt in der Wagrechten etwa 92 km/Std., in der Steigung 4 ‰ etwa 65 km/Std.

Bezeichnet

- Z_i die indizierte Zugkraft der Lokomotive bei V km/Std. (= $3,6 V$ m/Sek.) in kg.
 W den Gesamtwiderstand von Lokomotive und Wagenzug auf der Wagrechten bei der Geschwindigkeit V in kg.
 G_1 das Gesamtgewicht von Lokomotive und Tender betriebsfähig in t.
 G_w das Gewicht des Wagenzugs in t, so ist die rein beschleunigend wirkende, auf eine Tonne Gesamtzuggewicht entfallende Kraft in kg

- 1) in der Wagrechten ... $p_0 = \frac{Z_i - W}{G_1 + G_w}$
 1a) in der Steigung s ... $p_s = \frac{Z_i - W - (G_1 + G_w)s}{G_1 + G_w} = p_0 - s$
 1b) im Gefälle ($-s$) ... $p_{(-s)} = \frac{Z_i - W + (G_1 + G_w)s}{G_1 + G_w} = p_0 + s$

Die Werte p_0 , p_s , $p_{(-s)}$ können aus dem s/V-Diagramm für die verschiedenen Geschwindigkeiten ohne weiteres abgegriffen werden.

Bei geschlossenem Regler, also für $Z_i = 0$, werden diese Kräfte:

- 2) in der Wagrechten $p'_0 = \frac{-W}{G_1 + G_w}$
 2a) in der Steigung s ... $p'_s = p'_0 - s$
 2b) im Gefälle ($-s$) ... $p'_{(-s)} = p'_0 + s$

1. Verfahren des Oberingenieurs Unrein in München.

(Tafel 9.)

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird eine Geschwindigkeitslinie über dem Wege aufgezeichnet und es werden aus ihr mit einem sogenannten Zeitwinkel die Zeiten ermittelt.

Das s/V-Diagramm ist aufzuzeichnen im Maßstab für $s \dots 1 \text{ ‰} = 6 \text{ mm}$, für $V \dots 1 \text{ km/Std.} = 1 \text{ mm}$ (Tafel 9, Abb. 1). An beliebiger Stelle im s/V-Diagramm ist der sogenannte Ausschwingwinkel μ in einer Größe einzutragen, daß $\text{tg} \frac{\mu}{2}$ etwa $= \frac{1}{10}$ ist. Von dem so aufgezeichneten s/V-Diagramm ist eine Pause auf starkem durchsichtigen Papier zu nehmen.

Für die Herstellung des Fahrtaubildes (Geschwindigkeitsweglinie Tafel 9, Abb. 2) sind, am zweckmäßigsten auf Millimeterpapier, die Streckenlängen im Maßstab $1 \text{ km} = 20 \text{ mm}$ auf der Abszissenachse aufzutragen, die Neignungsverhältnisse darunter anzudeuten und in den Neignungswechseln, Stationen, Blockstellen usw. Ordinaten zu errichten. Die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit ist durch eine Parallele zur Abszissenachse anzudeuten. Für die Geschwindigkeiten wird derselbe

Maßstab wie im s/V-Diagramm ($1 \text{ km/Std.} = 1 \text{ mm}$) angewendet.

Um die Geschwindigkeitsweglinie aufzuzeichnen, legt man die Pause des s/V-Diagramms, da die Anfahrt in der Wagrechten erfolgt, mit dem 0-Punkt auf den Anfangspunkt der Strecke und zwar so, daß der Schenkel xy des Ausschwingwinkels parallel zur Abszissenachse liegt. Die Lage des s/V-Diagramms ist mit ausgezogenen Linien und den Buchstaben $a_0 b_0 c_0 e_0$ angedeutet. Die Umgrenzungslinie des s/V-Diagramms wird im Punkte d_0 von der Abszissenachse geschnitten. In diesen Punkt setzt man eine Zirkelspitze und schwenkt das s/V-Diagramm um den Ausschwingwinkel μ nach rechts, so daß der Schenkel xz des Ausschwingwinkels parallel zur Abszissenachse und das s/V-Diagramm in die gestrichelte Stellung $a_1 b'_0 c'_0 e'_0$ zu liegen kommen; der Punkt a_1 ist dann ein Punkt der Geschwindigkeitsweglinie. Diesen nimmt man jetzt als Drehpunkt und schwenkt das s/V-Diagramm um den Winkel μ nach links, so daß der Schenkel xy wieder parallel zur Abszissenachse und das s/V-Diagramm in die mit ausgezogenen Linien dargestellte Lage $a_1 b_1 c_1 e_1$ kommt, seine Umgrenzungslinie bekommt dabei den neuen Schnittpunkt d_1 mit der Abszissenachse, der nunmehr als Drehpunkt für die weitere Rechtsschwenkung in die gestrichelte Lage $a_2 b'_1 c'_1 e'_1$ dient; bei dieser Schwenkung wird Punkt a_2 als weiterer Punkt der Geschwindigkeitsweglinie gewonnen. Schwenkt man um Punkt a_2 nach links, so ergibt sich als neuer Drehpunkt für die Rechtsschwenkung des s/V-Diagramms der Punkt d_2 auf der Abszissenachse und so fort.

Auf diese Weise ergeben sich nacheinander die Punkte a_3, a_4, a_5 und a_6 , letzterer kurz vor dem Gefällwechsel. Der nächste Punkt würde bei voller Ausschwingung des s/V-Diagramms nach a'_7 also über den Neignungswechsel hinausfallen; man nimmt nun als Kurvenpunkt a_7 entweder den Schnitt der Verbindung $a_6 - a'_7$ mit der Ordinate des Neignungswechsels, oder man sucht den Punkt a_7 unmittelbar, indem man mit dem s/V-Diagramm nach Augenmaß eine kleinere Schwenkung um die Mittellage ausführt.

In a_7 setzt die Steigung von 8 ‰ an, das s/V-Diagramm wird in diesem Punkt nun nicht mehr mit dem 0-Punkt angelegt, sondern mit dem der Steigung 8 ‰ entsprechenden Punkt auf der Ordinatenachse. Diese Stellung des Diagramms ist durch die Buchstaben $a_7 b_7 c_7 e_7$ gekennzeichnet. Der Schnitt der Umgrenzungslinie mit der Abszissenachse fällt nach d_7 , dem Drehpunkt für die nunmehr auszuführende Schwenkung. Der Punkt 8 ‰ auf der Ordinatenachse des s/V-Diagramms kommt dabei nach a_8 (dem nächsten Punkt der Geschwindigkeitsweglinie), während das s/V-Diagramm selbst in die gestrichelte Lage $a'_7 b'_7 c'_7 e'_7$ gelangt. In gleicher Weise werden unter Verwendung des Punktes 8 ‰ auf der Ordinatenachse des s/V-Diagramms die Punkte a_9 bis a_{12} gefunden, für den auf den Neignungswechsel fallenden Punkt a_{13} gilt das vorher beim Punkt a_7 Gesagte.

In a_{13} wird wieder das s/V-Diagramm mit dem 0-Punkt, da wagrechte Strecke, in der Lage $a_{13} b_{13} c_{13} e_{13}$ angelegt, durch Rechtsdrehung um Punkt d_{13} wird Kurvenpunkt a_{14} gefunden, der grade mit dem Neignungswechsel zusammenfällt. Hier beginnt ein Gefälle von 3 ‰ . Soll dies Gefälle für Ermittlung der Beschleunigung mit ausgenutzt werden, so wird das s/V-Diagramm mit dem Punkt -3 ‰ der Ordinatenachse in a_{14} angelegt; Lage des Diagramms: $a_{14} b_{14} c_{14} e_{14}$. Durch Rechtsdrehung um d_{14} kommt es in die Lage $a'_{14} b'_{14} c'_{14} e'_{14}$ und es wird der neue Kurvenpunkt a_{15} gewonnen. Ebenso wird der Punkt a_{16} gefunden, der auf die Linie der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit fällt. Mit der Höchstgeschwindigkeit wird die Fahrt fortgesetzt bis zum Punkt a_{17} , wo der Dampf abgestellt werden soll. Für die Ermittlung der Auslaufkurve ist unterhalb der 0-Linie des s/V-Diagramms der Widerstand für die

Tonne Gesamtzuggewicht nach der Formel $w = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$ für die verschiedenen Geschwindigkeiten aufgetragen.

Da der Auslauf in der Wagrechten stattfindet, wird der 0-Punkt des s/V-Diagramms in a_{17} angelegt; d_{17} als der Schnittpunkt der Kurve der Verzögerungskräfte mit der Abszissenachse dient als Drehpunkt für die Rechtsdrehung, dabei wird a_{18} als neuer Punkt der Geschwindigkeitsweglinie gefunden. In derselben Weise wird der weitere Punkt a'_{19} ermittelt.

Zur Ermittlung des Bremsweges und des Verlaufs der Geschwindigkeit bei der Bremsung wird eine Schablone verwendet, auf welcher die Parabel der Bremsbewegung unter Annahme einer bestimmten Verzögerung (im vorliegenden Fall $0,3 \text{ m/sek}^2$) vorgezeichnet ist. Diese wird im Endpunkt der Fahrt in gehöriger Lage angelegt und schneidet dann die Auslaufkurve im Punkte a_{19} , wo das Bremsen zu beginnen hat.

Für die Fahrt in entgegengesetzter Richtung wird die Geschwindigkeitsweglinie unterhalb der Angaben des Längsschnitts der Strecke aufgetragen.

Durch die Eintragungen der verschiedenen Stellungen des s/V-Diagramms erscheint die Darstellung ziemlich unübersichtlich, diese Eintragungen sind aber nur zur Unterstützung der sonst schwierigen Beschreibung des Verfahrens gemacht; in Wirklichkeit werden nur die Kurvenpunkte durchgestochen und bezeichnet und die Handhabung des Verfahrens ist sehr einfach. In Abb. 3 Tafel 9 ist das Fahrtafelbild für die Hin- und Rückfahrt nochmal ohne die eingetragenen Stellungen des s/V-Diagramms dargestellt.

Zur Ermittlung der Fahrzeiten aus der Geschwindigkeitsweglinie dient der Zeitwinkel τ , der zweckmäßig auf Zelluloid eingeritzt wird und dessen rechtsseitiger Schenkel eine freie Kante hat, damit an ihm, wie an einem Lineal auf dem darunterliegenden Fahrtafelbild die Zeitpunkte eingerissen werden können.

Bei 60 km Geschwindigkeit wird in einer Minute ein Weg von 1 km, in einer halben Minute also von 500 m zurückgelegt. Bei den gewählten Maßstäben $1 \text{ km} = 20 \text{ mm}$ und $1 \text{ km/Std.} = 1 \text{ mm}$ muß für den halben Zeitwinkel (entsprechend $\frac{1}{2}$ Zeitminute) sein: $\text{tg } \frac{\tau}{2} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$.

$$\text{Für eine viertel Minute} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$$

Die Anwendung des Zeitwinkels ist in Abb. 3 angedeutet; überschüssige Teile von halben Minuten werden nach dem Augenmaß abgeschätzt, oder in der in Abb. 3 angegebenen Weise mit einem sogenannten Melskeil ermittelt. Der erste Schnitt des Zeitwinkels würde, wenn der Winkel in der sonst gewöhnlichen Lage benutzt würde, ziemlich flach ausfallen. Um dies zu vermeiden, wird für den ersten Schnittpunkt mit der Anfahrkurve der Scheitel des Zeitwinkels in den ersten Drehpunkt d , des s/V-Diagramms gelegt, wie in Abb. 3, Tafel 9 angegeben.

b) Beweis.

In dem nachstehenden Beweis bedeuten die in eckige Klammern gesetzten Größen die Maßstrecken der betr. Zahlengrößen. Der Maßstab für die Geschwindigkeit 1 km/Std. ist $a = 1 \text{ mm}$,
 » » » den Weg 1 m » $\beta = 0,02$ »
 » » » die beschleunigende Kraft 1 kg/t » $\gamma = 6$ »

Es ist dann $[V] = V \cdot a$ oder $V = \frac{[V]}{a}$

$[l] = l \beta$ oder $l = \frac{[l]}{\beta}$

$[p] = p \gamma$ oder $p = \frac{[p]}{\gamma}$

OR (Textabb. 3) sei ein Stück der Geschwindigkeitsweglinie, a'_4 der Kurvenpunkt in der Mittellage des s/V-Diagramms

zwischen den Punkten a_4 und a_5 ; $a'_4 d$ ist dann die Normale im Kurvenpunkt a'_4 . Wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke $a'_4 f a_5$ und $a'_4 g d$ ist

$$\frac{[dV]}{[dl]} = \lim \frac{[\Delta V]}{[\Delta l]} = \frac{[gd]}{[ga'_4]} = \frac{[gd]}{[V]} = \frac{[\sigma]}{[V]}$$

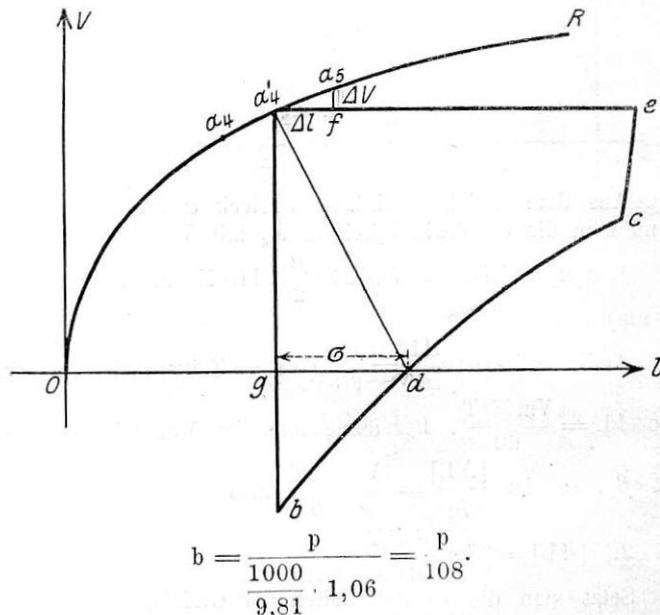
$\frac{[dV]}{[dl]}$ läßt sich, wie folgt umformen:

$$\begin{aligned} \frac{[dV]}{[dl]} &= \frac{dV \cdot a}{dl \cdot \beta} = \frac{3,6 \, dv}{dl} \cdot \frac{a}{\beta} = 3,6 \frac{dv}{dt} \cdot \frac{dt}{dl} \cdot \frac{a}{\beta} = 3,6 \frac{b}{v} \cdot \frac{a}{\beta} \\ &= 3,6 \frac{b}{v} \cdot \frac{a}{\beta} = 3,6^2 \frac{b}{v} \cdot \frac{a}{\beta} \end{aligned}$$

Nach der dynamischen Grundgleichung ist Masse \times Beschleunigung = Kraft; also Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar in kg, m und Sek.). Da das Zuggewicht in Tonnen gerechnet wird, muß die Masse einer Tonne eingesetzt werden; das ist $\frac{1000}{9,81} \cdot 1,06$, wobei der Faktor 1,06 (6 % Zuschlag)

dem Einfluß der umlaufenden Radmassen, die eine scheinbare Vergrößerung der Masse bewirken, Rechnung trägt. Die Beschleunigung berechnet sich dann

Abb. 3.



Setzt man dies in die vorige Gleichung ein, so ergibt sich

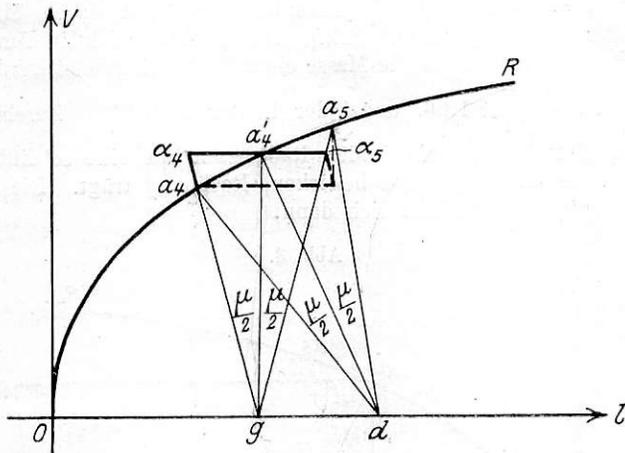
$$\begin{aligned} \frac{[dV]}{[dl]} &= \lim \frac{[\Delta V]}{[\Delta l]} = \frac{3,6^2 a}{108 \beta} \cdot \frac{p}{v} = \frac{3,6^2 a}{108 \beta} \frac{\gamma}{[V]} = \\ &= \frac{3,6^2 a^2}{108 \beta \gamma} \cdot \frac{[p]}{[V]} = \frac{[\sigma]}{[V]} \end{aligned}$$

Wird der Maßstab γ so gewählt, daß der Faktor $\frac{3,6^2 a^2}{108 \beta \gamma} = 1$ wird, so kann die aus dem s/V-Diagramm zu entnehmende beschleunigende Kraft p , die dort derselben Geschwindigkeit entspricht wie die im Punkt a_4 im Geschwindigkeitswegdiagramm unmittelbar als Subnormale σ verwendet werden. Es muß also sein $\gamma = \frac{3,6^2 a^2}{108 \beta} = \frac{0,12 \cdot 1 \cdot 1}{0,02} = 6 \text{ mm}$. Da dies tatsächlich der für p gewählte Maßstab ist, so ist damit bewiesen, daß in den Mittellagen des s/V-Diagramms die nach der dynamischen Grundgleichung richtige Beziehung zwischen der Geschwindigkeit, der Geschwindigkeitszunahme und der beschleunigenden Kraft dargestellt wird, wenn die letztere darstellende Strecke als Subnormale verwendet wird. Es muß

nun noch bewiesen werden, daß durch die Schwenkungen des s/V -Diagramms um die Drehpunkte d ein richtiger Fortschritt in Richtung der Wegachse herbeigeführt wird.

Wenn das s/V -Diagramm (Textabb. 4) um den Punkt d nach rechts und links um den Winkel $\frac{\mu}{2}$ geschwenkt wird, so weichen $a_4 g$ bzw. $a_5 g$ von $a'_4 g$ um denselben $\frac{\mu}{2}$ ab, wie $a_4 d$ und $a_5 d$ von $a'_4 d$, da es Graden auf demselben gedrehten Körper sind. Winkel $a_4 g a_5$ ist also gleich dem Winkel $a_4 d a_5$.

Abb. 4.



Aus dem gleichschenkligen Dreieck $a_4 g a_5$ ergibt sich, wenn man die Geschwindigkeit in a'_4 mit V_m bezeichnet,

1. $a_4 a_5 = [\Delta L] = [V_m] 2 \operatorname{tg} \frac{\mu}{2} (\Delta L - \text{Zunahme des Weges in km})$.

Andererseits ist $\frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{V_m}{60}$ ($\Delta T = \text{Zeitwuchs in Min.}$)

also $\Delta L = \frac{V_m \cdot \Delta T}{60}$. Bezeichnet man den Maßstab für $L(\text{km})$

mit β_1 , so ist $\frac{[\Delta L]}{\beta_1} = \frac{[V_m]}{\alpha} \frac{\Delta T}{60}$, also

2. $[\Delta L] = [V_m] \frac{\beta_1 \Delta T}{\alpha 60}$.

Setzt man die rechten Seiten der Gleichungen 1 und 2 gleich, so ist $[V_m] 2 \operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = [V_m] \frac{\beta_1 \Delta T}{\alpha 60}$.

$$\text{Also } \Delta T = 2 \operatorname{tg} \frac{\mu}{2} \frac{\alpha}{60 \beta_1}$$

$$\alpha = 1 \text{ mm,} \\ \beta_1 = 1000 \beta = 1000 \cdot 0,02 = 20 \text{ mm.}$$

Z. B. ergibt sich für einen Winkel $\frac{\mu}{2}$, für den $\operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = \frac{1}{6}$ ist,

$$\Delta T = 2 \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot \frac{1}{20} = 1 \text{ Minute.}$$

Jedem Winkel $\frac{\mu}{2}$, um den das s/V -Diagramm um den Drehpunkt d nach rechts und links geschwenkt wird, entspricht ein bestimmtes ΔT , die Projektion des zwischen den beiden Endlagen des Punktes a befindlichen Kurvenstückes (ΔL) ist dabei stets $= \frac{V_m \Delta T}{60}$. Damit ist bewiesen, daß durch die Schwenkungen des s/V -Diagramms um die Punkte d ein richtiger Fortschritt in der Richtung der Wegachse herbeigeführt wird.

Würde man den Ausschwingwinkel μ gleich dem Zeitwinkel τ nehmen, so würden die Kurvenpunkte a_0, a_1, a_2 usw.

unmittelbar im Zeitabstand von 1 Minute (bzw. $\frac{1}{2}$ Min.) gefunden werden können und die besondere Ausmittlung der Geschwindigkeitsweglinie mit dem Zeitwinkel könnte dann entfallen.

Der Verfasser des Verfahrens empfiehlt jedoch die Anwendung eines besonderen Ausschwingwinkels und nachträgliche Ausmittlung durch den Zeitwinkel, weil man dabei rascher zum Ziel kommt und ein genaueres Ergebnis hat. Es ist dann nämlich nicht nötig, besonders genau darauf zu achten, daß das s/V -Diagramm jedesmal bis in seine Endlagen geschwenkt wird, da die Form der Geschwindigkeitsweglinie dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt wird, während die gleichzeitige Zeitermittlung ein durchaus genaues Schwenken bis in die Endlagen erfordern würde.

2. Verfahren des Regierungsbaurats Dr. Ing. Müller in Berlin. (Tafel 10.)

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird eine Zeitlinie über dem Wege aufgezeichnet.

Das s/V -Diagramm (Taf. 10, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Maßstab für $s \dots 1 \frac{0}{100} = 10 \text{ mm}$,

» $V \dots 1 \text{ km/Std.} = 2 \text{ mm}$; bei der vorgeschriebenen Geschwindigkeit von 75 km/Std. wird eine senkrechte Grenzlinie gezogen. Für die Herstellung der Zeitweglinie (Taf. 10, Abb. 2) sind, am zweckmäßigsten auf Millimeterpapier, die Streckenlängen im Maßstab $1 \text{ km} = 20 \text{ mm}$ auf der Abszissenachse aufzutragen, die Neigungsverhältnisse darunter anzudeuten und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen usw. Ordinaten zu errichten. Auf der Ordinatenachse sind die Zeiten im Maßstab $1 \text{ Minute} = 10 \text{ mm}$ aufzutragen.

Außerdem ist für die Anwendung des Verfahrens noch eine aus Karton oder Zelluloid herzustellende Schablone nach Textabb. 5 oder 6 erforderlich. Die Spitzenwinkel μ der beiden gleichschenkligen Dreiecke dieser Schablonen sind so zu wählen, daß bei dem spitzeren, das für einen Zeitwuchs $\Delta T = 1 \text{ Minute}$ gebraucht wird, $\operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = \frac{1}{5}$, für das stumpfere, das für einen

Zeitwuchs $\Delta T = 2 \text{ Minuten}$ dient, $\operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = \frac{2}{5}$ genommen wird.

Die Verwendung der Schablone ergibt sich aus dem nachstehenden. Das Dreieck für $\Delta T = 1 \text{ Minute}$ wird mit der Grundlinie an der Reißschine, also parallel zur Abszissenachse, so auf das s/V -Diagramm aufgelegt, daß die Spitze des Scheitelwinkels auf die s/V -Kurve (Punkt B_1) zu liegen kommt, während der linke Schenkel des gleichschenkligen Dreiecks durch den Punkt $O \frac{0}{100}$ geht, da das Anfahren in der Wagerechten erfolgt; diese Lage 1 des Dreiecks ist in Tafel 10 Abb. 1 kenntlich gemacht. Reißt man dann an der Höhe des Dreiecks den Schnittpunkt 1 auf der Abszissenachse an und an der anderen Schenkelseite den Punkt $1'$, so stellt die Strecke $O 1'$ den Geschwindigkeitszuwachs in der ersten Minute und gleichzeitig die Endgeschwindigkeit am Schluss der ersten Minute, die Strecke $O 1$ die mittlere Geschwindigkeit in der ersten Minute dar.

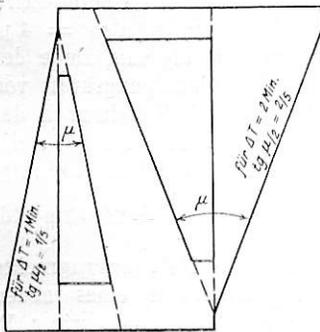
Die zweite Lage des Dreiecks wird durch die Punkte $1' B_2, 2'$ gekennzeichnet; $1' 2'$ ist der Geschwindigkeitszuwachs in der zweiten Minute, $O 2'$ die Endgeschwindigkeit am Ende der zweiten Minute und $O 2$ die mittlere Geschwindigkeit in der zweiten Minute.

Mit zunehmender Geschwindigkeit wird der Geschwindigkeitszuwachs in der Zeiteinheit kleiner, zur Beschleunigung der Arbeit kann alsdann ohne wesentliche Beeinträchtigung der Genauigkeit mit dem dem Zeitwuchs $\Delta T = 2 \text{ Minuten}$ entsprechenden stumpferen Dreieck gearbeitet werden. Im vorliegenden Fall ist das stumpfere Dreieck mit dem einen Schenkel

an Punkt 2' gelegt, seine Spitze kommt nach B_3 zu liegen; an der anderen Schenkelseite wird der Punkt 3', an der Höhe der Punkt 3 auf der Abszissenachse angerissen. Die Strecke 2—3 stellt dann den Geschwindigkeitszuwachs vom Ende der zweiten bis zum Ende der vierten Minute dar, die Strecke 0 3 die mittlere Geschwindigkeit dieses Zeitraumes und die Strecke 0 3' die Endgeschwindigkeit am Schluss der vierten Minute.

Man nimmt nun im s/V-Diagramm einen Pol P in der Entfernung von 60 mm unterhalb der O-Linie an und zieht nach den Punkten 1, 2, 3, welche die mittleren Geschwindigkeiten in den angenommenen

Abb. 5. Kartonschablone.
1/4 nat. Gröfse.



Zeitabschnitten angeben, die Polstrahlen. Alsdann zieht man in Abb. 2 Tafel 10 vom Punkt A beginnend eine Parallele zum Polstrahl P1 bis zum Schnittpunkt (I) mit der Minutenlinie 1, ferner von diesem Punkt eine Parallele zum Polstrahl P2 bis zum Schnittpunkt (II) mit der Minutenlinie 2 und weiter von diesem Punkt eine Parallele zum Polstrahl P3 bis zum Schnittpunkt (III') mit der Minutenlinie 4. Diese Parallele schneidet

die Ordinate des Neigungswechsels bereits vor dem Ablauf des Zeitzuwachses $\Delta T = 2$ Minuten im Punkt III. Um die Geschwindigkeit im Neigungswechsel zu erhalten, teilt man den Geschwindigkeitszuwachs 2' 3' (im s/V-Diagramm) nach Augenmaß im Verhältnis der Strecken II III zu II III' (in der Zeitweglinie) und erhält dadurch im s/V-Diagramm den Punkt 3'', der die im Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit kennzeichnet. Dieser Punkt wird durch eine Senkrechte nach oben auf die Wagrechte für die Steigung 8‰, in welche jetzt eingefahren wird, übertragen. Der neue Punkt 3'' liegt oberhalb der Linie des s/V-Diagramms, ein Zeichen dafür, dass jetzt Verzögerung eintritt.

Das Dreieck für $\Delta T = 2$ Minuten wird jetzt auf den Kopf gestellt, seine Spitze fällt nach B_4 , auf der Wagrechten für 8‰ werden die Punkte 4 und 4' gefunden, Punkt 4 wird senkrecht nach unten auf die Abszissenachse übertragen, der Polstrahl P4 gezogen und zu diesem eine Parallele III IV in Abb. 2. Der Punkt IV liegt dabei um dasselbe Stück unter der Minutenlinie 6, wie Punkt III unter der Minutenlinie 4, so dass die senkrechte Entfernung von III und IV wieder dem Zeitzuwachs von 2 Minuten entspricht.

Von Punkt 4' im s/V-Diagramm ausgehend werden dann unter Benutzung des Dreiecks für $\Delta T = 1$ Minute die Punkte 5 und 5' gefunden; Punkt 5 wird auf die Abszissenachse übertragen und in Abb. 2 die Strecke IV V parallel zum Polstrahl P5 gezogen.

Da die durch den Punkt 5 im s/V-Diagramm gekennzeichnete Geschwindigkeit sich ziemlich der Grenzgeschwindigkeit nähert, die auf der Steigung 8‰ dauernd innegehalten werden kann, so kann ohne erheblichen Fehler angenommen werden, dass das kurze Wegstück bis zum nächsten

Neigungswechsel mit derselben Geschwindigkeit zurückgelegt wird, die Strecke IV V wird daher bis zum Neigungswechsel gradlinig durchgezogen. Der dadurch gewonnene weitere Punkt V' fällt zufällig grade auf die Minutenlinie 7.

Bei Einfahrt in die Wagrechte tritt nun wieder Beschleunigung ein; das Dreieck für $\Delta T = 1$ Minute wird in

der Lage 5' B_6 , 6' angelegt, die mittlere Geschwindigkeit gibt der Punkt 6 auf der O-Linie an. Eine Parallele zum Polstrahl P6 schneidet die Minutenlinie 8 in VI'. Die im Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit wird wie vorher bei Punkt III nach Augenmaß ermittelt, sie wird durch den Punkt 6'' im s/V-Diagramm dargestellt.

Beim Einfahren in das Gefälle von 3‰ soll die Wirkung dieses Gefälles für die Beschleunigung mit berücksichtigt werden. Punkt 6'' wird daher durch eine Senkrechte auf die Wagrechte für — 3‰ übertragen. An den so gefundenen Punkt 6'' wird das Dreieck für $\Delta T = 1$ Minute angelegt, damit werden die Punkte 7 und 7' gefunden. Eine Parallele zum Polstrahl P7 ergibt die Strecke VI VII der Zeitweglinie. Am Ende dieses Zeitzuwachses (Punkt 7' im s/V-Diagramm) wird die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 75 km erreicht, vom Punkte VII aus verläuft die Zeitweglinie daher parallel zu dem nach dem Punkt für 75 km des s/V-Diagramms gezogenen Polstrahl und erreicht die Ordinate des letzten Streckenabschnitts in Punkt IX' bei 11,85 Minuten = 11 Minuten 51 Sekunden, dies würde die Durchfahrzeit für Station B sein, wenn der Zug dort nicht hielte. Die Schlussordinate erhält nun noch einen Zeitzuschlag für das Bremsen, dieser ist gleich der Hälfte der Bremszeit = $\frac{t}{2} = \frac{1}{2} \frac{V}{3,6 \cdot b}$ Sek., worin b die Verzögerung in m/Sek.² ist, diese wird zu 0,3 m/Sek.² angenommen.

Der Zeitzuschlag beträgt also $\frac{75}{2 \cdot 3,6 \cdot 0,3} = 35$ Sek.

Die Gesamtfahrzeit von A nach B (mit Halten in B) ergibt sich also zu 12 Min. 26 Sek. (Punkt IX der Zeitweglinie). Der Bremsweg in m ist

$$l = \frac{V^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot b} = \frac{75^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot 0,3} = 720 \text{ m.}$$

Trägt man diesen von der Endordinate aus in wagrechter Richtung rückwärts ab, so erhält man auf der Zeitweglinie den Punkt VIII. Die Verbindungslinie VIII IX stellt dann den Verlauf der Fahrt auf der Bremsstrecke dar.

Zur Übertragung der Richtung der Polstrahlen vom s/V-Diagramm (Abb. 1) in die Zeitweglinie (Abb. 2) benutzt Dr. Müller ein verstellbares Winkelmaß der in Tafel 10, Abb. 3 dargestellten Form. Dadurch, dass der Drehpunkt des beweglichen Schenkels 60 mm von der oberen Kante des Lineals entfernt liegt, ist es möglich die Neigung der Polstrahlen einzustellen, ohne dass der Pol und die Polstrahlen im s/V-Diagramm eingezeichnet zu werden brauchen.

Auch die einzelnen Dreiecke (O B_1 1', 1' B_2 2' usw.) werden bei der praktischen Verwendung des Verfahrens nicht eingezeichnet, sondern nur die Punkte 1, 1', 2, 2' usw. auf der Abszissenachse bzw. auf der Wagrechten der betr. Steigung angerissen; die Dreiecke sind in Abb. 1 nur angedeutet, um die Anweisung verständlicher zu machen.

Auf die Ermittlung der genauen Geschwindigkeit an den Neigungswechseln, wie bei den Punkten III und V beschrieben, kann im allgemeinen verzichtet werden und die in einem Neigungsabschnitt ermittelte Zeitweglinie unbedenklich über den Neigungswechsel bis zur nächsten Minutenlinie fortgesetzt werden. Der damit verbundene Fehler ist ganz geringfügig; die Arbeit wird dadurch aber wesentlich vereinfacht und beschleunigt.

b. Beweis.

Nach dem dynamischen Grundgesetz ist Masse \times Beschleunigung = Kraft, also Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar in kg, m und Sek.)

Da das Zuggewicht in Tonnen gerechnet wird, muß die Masse einer Tonne eingesetzt werden; diese ist = $\frac{1000}{9,81} \cdot 1,06$,

wobei der Faktor 1,06 (also ein Zuschlag von 6%) dem Einfluß der umlaufenden Radmassen, die eine scheinbare Vergrößerung der Masse bewirken, Rechnung trägt.

Die Beschleunigung berechnet sich dann,

$$b = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{p}{1000} = \frac{p}{9,81 \cdot 1,06};$$

b in m/Sek.²

Δv in m/Sek.

Δt in Sek.

p in kg (für 1 Tonne Gesamtzuggewicht).

Für $\Delta t = 1$ Sek. wird $\frac{\Delta v}{1} = \Delta v = \frac{p}{108}$

für $\Delta t = 1$ Min., wird Δv also 60 mal so groß, $\Delta v = 60 \frac{p}{108}$

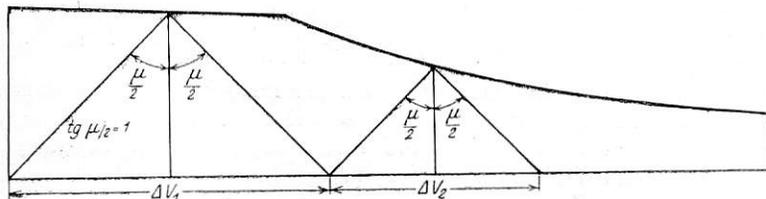
Wird statt der Geschwindigkeit v in m/Sek. die Geschwindigkeit V in km/Std. eingeführt, wobei $v = \frac{V}{3,6}$ ist, so wird

$$\frac{\Delta V}{3,6} = \frac{60 p}{108}$$

also $\Delta V = \frac{60 \cdot 3,6}{108} p = \frac{216}{108} p = 2 p.$

Die Zunahme der in km/Std. ausgedrückten Geschwindigkeit im Verlauf einer Minute ist also doppelt so groß als die für die Beschleunigung zur Verfügung stehende Kraft, die nach den Ausführungen unter „Allgemeines“ aus dem s/V-Diagramm für jeden Bewegungszustand entnommen werden kann. Wenn

Abb. 7.



Die Anfangsgeschwindigkeit für den der Strecke III IV der Zeitweglinie entsprechenden Zeitraum von 2 Minuten beträgt 69 km/Std. entsprechend der Strecke O 3'' auf der Abszissenachse des s/V-Diagramms. In dem betrachteten Zeitraum von 2 Minuten findet also eine Geschwindigkeitsabnahme statt von $4 \times 3,2 = 12,8$ km/Std., die Endgeschwindigkeit wird $69 - 12,8 = 56,2$ km/Std., die mittlere Geschwindigkeit $69 - \frac{12,8}{2} = 62,6$ km/Std. usw.

Beim Fahren auf gleichbleibender Steigung nähert sich die Geschwindigkeit asymptotisch der aus dem s/V-Diagramm zu entnehmenden Grenzgeschwindigkeit für die betreffende Steigung, welche die Lokomotive mit der gegebenen Zuglast dauernd auf dieser Steigung leisten kann. —

Würde man im s/V-Diagramm die Steigungen in ‰ und die Geschwindigkeiten in km/Std. im gleichen Maßstab darstellen, also 1 ‰ Steigung so lang wie 1 km/Std. machen, wobei sich ein langgestrecktes s/V-Diagramm (Textabbildung 7) ergeben würde, so würde sich die Beziehung zwischen dem Geschwindigkeitszuwachs in einer Minute und der mittleren Beschleunigungskraft durch ein rechtwinklig gleichschenkliges Dreieck mit eingezeichneter Höhe darstellen lassen.

Da in Wirklichkeit der Maßstab für die Geschwindigkeit nur $\frac{1}{5}$ des Maßstabes der Steigungen ist, so schiebt sich das s/V-Diagramm und das Zeitdreieck in wagrechter Richtung auf $\frac{1}{5}$ zusammen. Die Tangente des halben Spitzenwinkels (für $\Delta T = 1$ Minute) wird also statt $1 - \frac{1}{5}$.

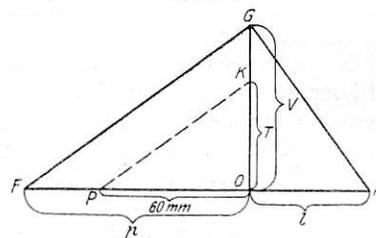
z. B. beim Anfahren des angenommenen Zuges in der ersten Minute eine mittlere Beschleunigungskraft von 15,8 kg für die Tonne Gesamtzuggewicht zur Verfügung steht, so beträgt die Geschwindigkeitszunahme in der ersten Minute $2 \times 15,8 = 31,6$ km/Std.; dies ist gleichzeitig die Endgeschwindigkeit der ersten Minute, ihre mittlere Geschwindigkeit ist $\frac{31,6}{2} = 15,8$ km/Std.

In der zweiten Minute, wo eine mittlere Beschleunigungskraft von 9,3 kg/t zur Verfügung steht, wächst die Geschwindigkeit um $2 \times 9,3 = 18,6$ km/Std.; die Endgeschwindigkeit der zweiten Minute wird also $31,6 + 18,6 = 50,2$, ihre mittlere Geschwindigkeit $31,6 + \frac{18,6}{2} = 40,9$ km/Std.

Bei Annahme eines Zeitzuwachses von 2 Minuten wird der Geschwindigkeitszuwachs doppelt so groß, also $= 4 p$. In dem Zeitraum vom Ende der zweiten bis zum Ende der vierten Minute beträgt er bei einer Beschleunigungskraft von 5,1 kg/t: $4 \times 5,1 = 20,4$. Die Endgeschwindigkeit nach der vierten Minute wird also $50,2 + 20,4 = 70,6$ km/Std., die mittlere Geschwindigkeit dieses Zeitraumes d. h. die Geschwindigkeit am Ende der dritten Minute $50,2 + \frac{20,4}{2} = 60,4$ km/Std.

Fällt der durch Übertragung auf eine Neigungswagrechte gewonnene Punkt der Anfangsgeschwindigkeit eines neuen Zeitabschnittes über die Linie des s/V-Diagramms, wie z. B. der Punkt 3'' auf der Wagrechten durch die Steigung 8 ‰, so wird die Beschleunigungskraft negativ $= -3,2$ kg/t und es tritt Verzögerung ein.

Abb. 8.



Für das Zeitdreieck für 2 Minuten ist sie doppelt so groß $= \frac{2}{5}$.

In Tafel 10 Abb. 1 und 2 sind durch Schraffur die Dreiecke O 2 P und I d II hervorgehoben, diese sind ähnlich, da ihre Seiten parallel sind; es ist daher

$$\frac{I d}{II d} = \frac{O 2}{O P}$$

I d ist der Zuwachs des Weges (Δl) in dem Zeitzuwachs II d $= \Delta T$; O 2 ist die mittlere Geschwindigkeit V_m während des Zeitraumes ΔT ; O P ist der Polabstand $= 60$ mm.

Es ist also $\frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V_m}{60}$ oder

$$\Delta l = \frac{V_m}{60} \Delta T$$

Wenn ein Zug mit einer mittleren Geschwindigkeit von V_m km/Std. fährt, so legt er in der Stunde einen Weg von V_m km zurück, also in der Minute einen solchen von $\frac{V_m}{60}$.

In der Zeit ΔT Minuten beträgt der Weg

$$\Delta l = \frac{V_m}{60} \Delta T$$

Durch Ziehen der Parallelen zu den Polstrahlen von einer Zeitlinie zur ändern, wird also der Zuwachs des Weges entsprechend der Geschwindigkeit und dem Zeitzuwachs richtig ermittelt.

3. Verfahren des Oberregierungsaurats Strahl, Berlin.

Tafel 11.

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird gleichzeitig eine Geschwindigkeitslinie und eine Zeitlinie, beide über dem Wege, aufgezeichnet.

Das s/V -Diagramm (Tafel 11, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Maßstab für $s \dots 1 \text{ } \text{‰} = 12 \text{ mm}$,

« $V \dots 1 \text{ km/Std.} = 2 \text{ mm}$.

Für die Herstellung der Geschwindigkeitsweglinie und der Zeitweglinie (Tafel 11, Abb. 2) sind, am zweckmäßigsten auf Millimeterpapier, die Streckenlängen im Maßstab $1 \text{ km} = 20 \text{ mm}$ auf der Abszissenachse aufzutragen, die Geschwindigkeiten für die Geschwindigkeitsweglinie im Maßstab $1 \text{ km Std.} = 1 \text{ mm}$ auf der Ordinatenachse und daneben die Zeiten für die Zeitweglinie im Maßstab $1 \text{ Minute} = 10 \text{ mm}$.

Unter der Abszissenachse sind die Neignungsverhältnisse anzudeuten und in den Neignungswechseln, Stationen und Blockstellen Ordinaten zu errichten. Das Verfahren besteht nun darin, daß Geschwindigkeitsänderungen bestimmter Größe angenommen und für diese Geschwindigkeitsabschnitte zeichnerisch die zugehörigen Wege und aus diesen die zugehörigen Zeiten ermittelt werden.

Als erster Geschwindigkeitsabschnitt wird der Geschwindigkeitszuwachs von 0 bis 10 km/Std. betrachtet, dessen mittlere Geschwindigkeit 5 km/Std. ist. Vom 0-Punkt des s/V -Diagramms wird ein Strahl nach dem Punkt B_1 gezogen, in welchem die Geschwindigkeitsordinate für 5 km/Std. die s/V -Linie schneidet, ein zweiter Strahl wird von dem 60 mm unter der Abszissenachse liegenden Pol nach dem Punkt 5 km/Std. auf der Abszissenachse gezogen.

In Abb. 2 ergibt eine Parallele zum Strahl OB_1 bis zum Schnittpunkt mit der Wagrechten für 10 km Geschwindigkeit den Punkt a_1 der Geschwindigkeitsweglinie; eine Senkrechte durch Punkt a_1 und eine Parallele zum Polstrahl $P. 5$ schneiden sich im Punkt b_1 (dem ersten Punkt der Zeitweglinie).

Als zweiter Geschwindigkeitsabschnitt wird der Geschwindigkeitszuwachs von 10 auf 20 km/Std. untersucht, dessen mittlere Geschwindigkeit 15 km/Std. ist. Eine Parallele in Abb. 2 zum Strahl OB_2 schneidet die Wagrechte für 20 km Geschwindigkeit im Punkt a_2 der Geschwindigkeitsweglinie; senkrecht darunter im Schnittpunkt mit einer Parallelen zum Polstrahl $P 1 5$ liegt Punkt b_2 der Zeitweglinie.

In derselben Weise werden die Punkte a_3 bis a_7 der Geschwindigkeitsweglinie gefunden, indem Parallelen zu den Strahlen OB_3 bis OB_7 vom zuletzt gefundenen Punkt der Geschwindigkeitsweglinie bis zum Schnittpunkt mit der der Endgeschwindigkeit des untersuchten Abschnitts entsprechenden Geschwindigkeitswagrechten gezogen werden.

Die entsprechenden Punkte b_3 bis b_7 der Zeitweglinie findet man als Schnitte der durch die Punkte a_3 bis a_7 gelegten Senkrechten mit Parallelen zu den Polstrahlen $P 2 5$, $P 3 5$, $P 4 5$, $P 5 5$ und $P 6 5$. Der zuletzt auf diese Weise gefundene Punkt a_7 der Geschwindigkeitsweglinie fällt zufällig mit der Ordinate des Neignungswechsels zusammen.

Beim Punkte a_7 fährt der Zug mit 70 km Anfangsgeschwindigkeit in die Steigung von $8 \text{ } \text{‰}$ ein. Da nach dem s/V -Diagramm diese Steigung dauernd nur mit etwa 42 km/Std. befahren werden kann, so tritt von da ab Verzögerung ein.

Als neuer Geschwindigkeitsabschnitt wird die Geschwindigkeitsabnahme von 70 auf 60 km/Std. untersucht. Der mittleren Geschwindigkeit von 65 km entspricht der Punkt B_7 der s/V -Linie, nach diesem Punkt wird ein Strahl von dem Punkte $8 \text{ } \text{‰}$ auf der Ordinatenachse des s/V -Diagramms gezogen und in Abb. 2 eine Parallele dazu vom Punkt a_7 , die die Wagrechte für 60 km Geschwindigkeit in a_8 schneidet. Der Punkt b_8 der Zeitweglinie liegt auf dem Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_8 mit einer Parallelen zum Polstrahl $P 6 5$.

Der nächste Geschwindigkeitsabschnitt geht von 60 bis 50 km ; der mittleren Geschwindigkeit von 55 km/Std. entspricht der Punkt B_6 der s/V -Linie. Eine Parallele vom Punkt a_8 in Abb. 2 zu dem vom Punkt $8 \text{ } \text{‰}$ nach B_6 gezogenen Strahl schneidet die Ordinate des Neignungswechsels in a_9 schon vor Erreichung der Wagrechten für die angenommene Endgeschwindigkeit von 50 km , diese wird also nicht erreicht, da im nächsten Abschnitt (wagrechte Strecke) wieder Beschleunigung eintritt; die am Neignungswechsel erreichte Geschwindigkeit beträgt 53 km . Der Punkt b_9 der Zeitweglinie wird wieder als Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_9 mit einer Parallelen zum Polstrahl $P 6 5$ ermittelt.

Um wieder auf durch 10 teilbare Geschwindigkeitszahlen zu kommen, wird nun der Geschwindigkeitsabschnitt von 53 bis 60 km mit der mittleren Geschwindigkeit von $56 \frac{1}{2} \text{ km}$ untersucht und dabei der Punkt a_{10} der Geschwindigkeitsweglinie und der Punkt b_{10} der Zeitweglinie gefunden. Auch Punkt a_{10} fällt wie Punkt a_7 zufällig mit der Ordinate des Neignungswechsels zusammen.

Der nächste Geschwindigkeitsabschnitt geht von 60 auf 70 km , die mittlere Geschwindigkeit beträgt 65 km . Die Fahrt findet im Gefälle von $3 \text{ } \text{‰}$ statt, die Beschleunigung durch das Gefälle soll bei der Ermittlung berücksichtigt werden. Der Strahl nach B_7 wird daher von dem Punkt $3 \text{ } \text{‰}$ der Ordinatenachse des s/V -Diagramms aus gezogen. Eine Parallele zu diesem Strahl in Abb. 2 von Punkt a_{10} aus ergibt den Punkt a_{11} der Geschwindigkeitsweglinie als Schnittpunkt mit der Wagrechten für die Geschwindigkeit 70 km . Der dazu gehörige Punkt b_{11} der Zeitweglinie wird als Schnitt der Senkrechten durch Punkt a_{11} mit einer Parallelen zum Polstrahl $P 6 5$ gefunden. Da als Höchstgeschwindigkeit 75 km/Std. angenommen ist, wird als letzter Geschwindigkeitsabschnitt der Zuwachs von 70 bis 75 km untersucht; die mittlere Geschwindigkeit ist $72,5 \text{ km}$. Es werden Punkt a_{12} der Geschwindigkeitsweglinie und Punkt b_{12} der Zeitweglinie gefunden.

Vom Punkt a_{12} aus verläuft die Geschwindigkeitsweglinie wagrecht auf der Höchstgeschwindigkeitslinie; die Zeitweglinie geht parallel zum Polstrahl $P 7 5$ und würde, wenn Station B durchfahren werden sollte, die Ordinate dieser Station etwa bei der Zeitwagrechten für 12 Minuten schneiden. Da aber in B gehalten werden soll, so wird angenommen, daß in Punkt a_{13} der Geschwindigkeitsweglinie bzw. Punkt b_{13} der Zeitweglinie der Dampf abgestellt wird.

Für die Ermittlung der Auslaufkurve ist unterhalb der Abszissenachse des s/V -Diagramms der Widerstand für die Tonne Gesamtzuggewicht nach der Formel $W = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$ für die verschiedenen Geschwindigkeiten aufgetragen. Es wird die Geschwindigkeitsabnahme von 75 auf 70 km mit der mittleren Geschwindigkeit von $72,5 \text{ km}$ untersucht. Eine Parallele in Abb. 2 durch Punkt a_{13} zum Strahl OB_{14} des s/V -Diagramms ergibt den Punkt a_{14} der Geschwindigkeitsweglinie als Schnittpunkt mit der Wagrechten für 70 km , darüber wird in bekannter Weise der Punkt b_{14} der Zeitweglinie ermittelt.

Die Untersuchung der Geschwindigkeitsabnahme von 70 auf 60 km würde dann noch den Punkt a_{15}' der Geschwindigkeitsweglinie und den Punkt b_{15}' der Zeitweglinie liefern. Die Polstrahlen nach B_{14} und B_{15} fallen zusammen, die Punkte a_{13} , a_{14} und a_{15}' liegen daher auf einer geraden Linie. Zur Ermittlung des Bremsweges und des Verlaufs der Geschwindigkeitslinie bei der Bremsung wird eine Schablone verwendet, auf der die Parabel der Bremsbewegung unter Annahme einer bestimmten Verzögerung (im vorliegenden Fall $0,3 \text{ m/sek}^2$) vorgezeichnet ist. Diese wird am Endpunkt der Fahrt in gehöriger Lage angelegt und schneidet dann die Auslaufkurve im Punkte a_{16} , wo das Bremsen zu beginnen hat.

Die Bremszeit ist $\frac{V}{3,6 \cdot 0,3} = \frac{V}{1,08} = \frac{65}{1,08} = 60$ Sek.

Um das diesen 60 Sek. (= 1 Min.) entsprechende Maß liegt der Endpunkt der Zeitweglinie (b_{16}) höher als Punkt b_{15} .

b) Beweis.

In dem nachstehenden Beweis bedeuten die in eckige Klammern gesetzten Größen die Maßstrecken der betreffenden Zahlengrößen.

In der s/V-Kurve (Abb. 1) ist der Maßstab für die Geschwindigkeit 1 km/Std. $\alpha = 2$ mm,
« « Steigung 1 ‰ $\gamma = 12$ mm.

In der Geschwindigkeitsweg- und in der Zeitweglinie (Abb. 2) ist der Maßstab für die Geschwindigkeit 1 km Std. $\varepsilon = 1$ mm,
« den Weg 1 km $\beta = 20$ mm,
« die Zeit 1 Min. $\mu = 10$ mm.

Es ist besonders zu beachten, daß für die Geschwindigkeit V zwei verschiedene Maßstäbe angewandt sind, nämlich in der s/V-Kurve (Abb. 1) $\alpha = 2$ mm und in der Geschwindigkeitsweglinie (Abb. 2) $\varepsilon = 1$ mm.

Es ist dann:

$$[V] \text{ im s/V-Diagramm} = Va \text{ oder } V = \frac{[V]}{\alpha}$$

$$[V] \text{ in der Geschwindigkeitsweglinie} = V\varepsilon \text{ oder } V = \frac{[V]}{\varepsilon}$$

$$[l] = l\beta \text{ oder } l = \frac{[l]}{\beta}$$

$$[T] = T\mu \text{ oder } T = \frac{[T]}{\mu}$$

$$[p] = p\gamma \text{ oder } p = \frac{[p]}{\gamma}$$

Die durch Schraffur hervorgehobenen rechtwinkligen Dreiecke $a_5 d a_6$ (Abb. 2) und $O 55 B_6$ (Abb. 1) sind ähnlich, da ihre Seiten parallel laufen, zwischen den Dreiecksseiten

besteht also folgendes Verhältnis $\frac{a_6 d}{a_5 d} = \frac{55 B_6}{O 55}$.

Die Strecke $a_6 d$ stellt die Geschwindigkeitszunahme $[\Delta V]$, die Strecke $a_5 d$ die Zunahme des Weges $[\Delta l]$, die Strecke $55 B_6$ die beschleunigende Kraft $[p]$ und die Strecke $O 55$ die Geschwindigkeit $[V]$ dar.

$$\text{Es ist also } \frac{[\Delta V]}{[\Delta l]} = \frac{[p]}{[V]}$$

Führt man statt der Maßstrecken die Zahlengrößen ein, so wird

$$\frac{\Delta V \cdot \varepsilon}{\Delta l \cdot \beta} = \frac{p \cdot \gamma}{V \cdot \alpha} \text{ also}$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{p}{V} \cdot \frac{\gamma \beta}{\alpha \varepsilon}$$

Setzt man für α , β , γ und ε die Maßstabzahlen ein, so wird

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{p}{V} \cdot \frac{12 \cdot 20}{2 \cdot 1} = \frac{p}{V} \cdot 120.$$

Andererseits ist nach dem dynamischen Grundgesetz die Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar für kg, m und Sek.).

Die Masse einer Tonne ist unter Berücksichtigung des Einflusses der umlaufenden Radmassen (Zuschlag von 6 ‰) $= \frac{1000}{9,81} \cdot 1,06 = 108$.

$$\text{Die Beschleunigung } b = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{p}{108}$$

Die Geschwindigkeitszunahme in einer Minute ist 60 mal so groß, also

$$\frac{\Delta v}{\Delta T} = \frac{60 \cdot p}{108} \quad \Delta v = \frac{\Delta V}{3,6}$$

$$\text{also } \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{60 \cdot 3,6}{108} p = 2 p.$$

Multipliziert man auf der linken Seite über und unter dem Bruchstrich mit Δl , so wird

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta T} = 2 p;$$

$\frac{\Delta l}{\Delta T}$ ist der Wegzuwachs in km in der Minute, also $\frac{V}{60}$; dies eingesetzt ergibt

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} \cdot \frac{V}{60} = 2 p, \text{ also}$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{60 \cdot 2 \cdot p}{V} = \frac{p}{V} \cdot 120.$$

Durch das angewandte bildliche Verfahren wird also in der Geschwindigkeitsweglinie die Zunahme des Weges für einen angenommenen Geschwindigkeitszuwachs richtig ermittelt.

Ferner ist das in der Zeitweglinie durch Schraffur hervorgehobene Dreieck $b_5 g b_6$ (Abb. 2) und das im s/V-Diagramm in derselben Weise kenntlich gemachte Dreieck $O P 55$ (Abb. 1) ähnlich; zwischen den Dreiecksseiten besteht also folgendes Verhältnis:

$$\frac{b_5 g}{b_6 g} = \frac{O 55}{O P}$$

$b_5 g$ entspricht der Wegzunahme $[\Delta l]$,
 $b_6 g$ « « Zeitzunahme $[\Delta T]$,
 $O 55$ « « Geschwindigkeit $[V]$,
 $O P$ ist der Polabstand = 60 mm.

Es ist also

$$\frac{[\Delta l]}{[\Delta T]} = \frac{[V]}{60}$$

Führt man statt der Maßstrecken die Zahlengrößen ein, so wird

$$\frac{\Delta l \beta}{\Delta T \mu} = \frac{V \alpha}{60}$$

$$\text{also } \frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V}{60} \cdot \frac{\alpha \mu}{\beta}$$

Setzt man für α , β und μ die Maßstabzahlen ein, so wird

$$\frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V}{60} \cdot \frac{2 \cdot 10}{20} = \frac{V}{60};$$

$\frac{\Delta l}{\Delta T}$ ist der Wegzuwachs in der Minute, desgleichen $\frac{V}{60}$, wenn V die Geschwindigkeit in km in der Stunde ist.

Durch das angewandte bildliche Verfahren wird also auch in der Zeitweglinie der Zeitzuwachs für eine vorher in der Geschwindigkeitsweglinie gefundenen Wegzunahme richtig ermittelt.

4. Verfahren des Regierungsbaurats Dr. Velte, Elberfeld. Tafel 12.

a) Anweisung.

Bei dem Verfahren wird eine Geschwindigkeitslinie und eine Weglinie beide über der Zeit aufgezeichnet.

Das s/V-Diagramm (Taf. 12, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Maßstab

$$\text{für } s \text{ 1 ‰} = 10 \text{ mm,}$$

$$\text{» } V \text{ 1 km/Std.} = 1 \text{ mm.}$$

Für die Herstellung der Geschwindigkeitszeitlinie und Wegzeitlinie (Abb. 2) sind, am zweckmäßigsten auf Millimeterpapier, die Zeiten im Maßstab 1 Minute = 10 mm auf der Abszissenachse, die Geschwindigkeiten im Maßstab 1 km/Std. = 1 mm auf der Ordinatenachse aufzutragen. Die Streckenlängen werden

ebenfalls in Richtung der Ordinatenachse am rechten Ende des Bildes im Maßstab 1 km = 10 mm aufgetragen, daneben werden die Neigungsverhältnisse angedeutet und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen Wagrechte gezogen.

Das Verfahren besteht nun darin, daß Geschwindigkeitsänderungen bestimmter Größe angenommen und für diese Geschwindigkeitsabschnitte aus der der mittleren Geschwindigkeit entsprechenden Beschleunigungskraft die Beschleunigungen $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ ermittelt werden. Diese Beschleunigungen stellen sich zeichnerisch dar als Tangenten der Neigungswinkel β , welche die einzelnen Stücke der Geschwindigkeitszeitlinie mit der Richtung der Abszissenachse einschließen. Diese Winkel β entnimmt Dr. Velte einem besonderen transporteurähnlichen Werkzeug, welches auf Tafel 12 in Abb. 3 in halber natürlicher Größe dargestellt ist. Es ist mit einem um den Nullpunkt drehbaren Lineal versehen. Letzteres wird auf die äußerste Skala eingestellt, auf welcher die für die Tonne Zuggewicht verfügbaren Beschleunigungskräfte aufgetragen sind. Die Neigung des auf die entsprechende Beschleunigungskraft eingestellten Lineals zur Abszissenachse wird durch einen Schlitz in dem Transporteur auf die Zeichenebene der Abb. 2 übertragen*). Dieselben Neigungswinkel findet man, wenn man links neben dem s/V-Diagramm im Abstände von 50 mm Pole P_1, P_2, P_3 annimmt und von diesen Polstrahlen nach den Endpunkten der auf die Ordinatenachse übertragenen Beschleunigungskräfte zieht. Die einzelnen Seiten des die Geschwindigkeitszeitlinie bildenden Linienzuges laufen diesen Polstrahlen parallel.

Die Ermittlung der Wege, welche den in der Geschwindigkeitsweglinie gefundenen Zeiten entsprechen, erfolgt durch Aufzeichnung der Wegzeitlinie. Je nach der größeren oder geringeren mittleren Geschwindigkeit des betreffenden Zeitabschnittes schließen die einzelnen Stücke der Wegzeitlinie einen größeren oder kleineren Neigungswinkel α mit der Richtung der Abszissenachse ein. Auch diese Winkel entnimmt Dr. Velte von dem erwähnten besonderen Werkzeug, indem das drehbare Lineal auf die auf einer zweiten Skala aufgetragenen mittleren Geschwindigkeiten eingestellt wird. Dieselben Neigungswinkel α findet man, wenn man links von der Ordinatenachse in Abb. 2 einen Pol P_4 auf der Abszissenachse in 60 mm Entfernung annimmt und von ihm Polstrahlen nach den mittleren Geschwindigkeiten der einzelnen Geschwindigkeitsabschnitte zieht. Die Seiten des die Wegzeitlinie bildenden Linienzuges laufen diesen Polstrahlen parallel. Zugunsten einer einfacheren Darstellung des Verfahrens ist die nachstehende Beschreibung nicht auf die Benutzung des besonderen Werkzeuges, sondern auf die Verwendung der Polstrahlen zugeschnitten.

Der erste Geschwindigkeitsabschnitt wird von 0 bis 10 km/Std. angenommen; mittlere Geschwindigkeit 5 km/Std. Die mittlere Beschleunigungskraft wird durch die Linie $5B_1$ im s/V-Diagramm (Abb. 1) dargestellt. Vom Pol P_1 wird ein Strahl nach dem Schnittpunkt einer Wagrechten durch Punkt B_1 mit der Ordinatenachse gezogen; eine Parallele zu diesem Strahl in Abb. 2 vom 0-Punkt aus schneidet die Wagrechte für 10 km Geschwindigkeit im Punkt a_1 , dem ersten Punkt der Geschwindigkeitslinie. Der entsprechende Punkt b_1 der Wegzeitlinie liegt auf einer Senkrechten darunter im Schnitt mit einer Parallelen zum Polstrahl von P_4 nach dem der mittleren Geschwindigkeit 5 km/Std. entsprechenden Punkt auf der Ordinatenachse.

Für den zweiten Geschwindigkeitsabschnitt wird 10 bis 20 km/Std. angenommen; mittlere Geschwindigkeit 15 km/Std. Die mittlere Beschleunigungskraft wird durch die Linie $15B_2$ (im s/V-Diagramm) dargestellt. Vom Pol P_1 wird ein Strahl nach dem Schnittpunkt einer Wagrechten durch B_2 mit der

*) Der beschriebene Apparat (Nomograph), der sich nicht nur zur Berechnung der Fahrzeiten, sondern auch zu anderen Berechnungen eignet, wird von der Firma H. Blanckertz, Barmen, hergestellt.

Ordinatenachse gezogen; eine Parallele in Abb. 2 von a_1 zu diesem Strahl schneidet die Wagrechte für die Geschwindigkeit 20 km/Std. in Punkt a_2 . Der Punkt b_2 der Wegzeitlinie liegt auf dem Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_2 mit einer Parallelen zum Polstrahl P_4 15. In derselben Weise werden die Punkte a_3 bis a_6 der Geschwindigkeitszeitlinie und die Punkte b_3 bis b_6 der Wegzeitlinie gefunden. Als nächster Geschwindigkeitsabschnitt wird 60 bis 70 km/Std. mit der mittleren Geschwindigkeit 65 km/Std. angenommen; die Beschleunigungskraft ist $65B_7$. In Abb. 2 würde eine Parallele von Punkt a_6 zu dem betreffenden Polstrahl von P_1 die Wagrechte, für die Endgeschwindigkeit 70 km/Std. in a_7' schneiden, senkrecht darunter würde Punkt b_7' der Wegzeitlinie gefunden werden. Es zeigt sich dabei aber, daß die Strecke $b_6 b_7'$ mit der Wegzeitlinie über die Wagrechte des Neigungswechsels hinwegreicht. Die Wegzeitlinie wird daher im Schnittpunkt b_7 mit der Wagrechten des Neigungswechsels abgebrochen und darüber durch eine Senkrechte der Punkt a_7 der Geschwindigkeitszeitlinie gefunden. Die im Neigungswechsel erreichte Geschwindigkeit beträgt danach 67 km/Std. Mit dieser Anfangsgeschwindigkeit fährt der Zug in die Steigung von 8% ein; sie ist größer als die Geschwindigkeit, welche die Lokomotive mit der angenommenen Zuglast dauernd auf der Steigung von 8% innehalten kann, es tritt daher Verzögerung ein.

Als nächster Geschwindigkeitsabschnitt wird, um wieder auf durch 10 teilbare Geschwindigkeiten zu kommen, die Geschwindigkeitsstufe von 67 bis 60 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 63,5 km/Std. genommen. Die Verzögerungskraft wird dargestellt durch die senkrechte Entfernung des Punktes B_8 der s/V-Kurve von der Wagrechten für 8% . Der Pol P_2 wird jetzt auf dieser Wagrechten angenommen und ein Strahl nach dem Punkt gezogen, wo eine Wagrechte durch B_8 die Ordinatenachse des s/V-Diagramms schneidet. Eine Parallele in Abb. 2 von a_7 aus schneidet die Wagrechte der Endgeschwindigkeit (60 km) in a_8 ; der dazu gehörige Punkt b_8 der Wegzeitlinie liegt auf dem Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_8 mit einem vom Pol P_4 nach der mittleren Geschwindigkeit (63,5) gezogenen Strahl.

Der Punkt a_9 der Geschwindigkeitszeitlinie und b_9 der Wegzeitlinie werden unter Annahme einer Geschwindigkeitsabnahme von 60 auf 50 km/Std. ermittelt. Wie bei den Punkten a_7 und b_7 ergibt sich hier, daß die angenommene Endgeschwindigkeit (50 km/Std.) im Neigungswechsel nicht ganz erreicht wird, sondern daß die wirkliche Geschwindigkeit nur auf 51 km/Std. sinkt. Mit dieser Geschwindigkeit fährt der Zug in die Wagrechte ein, wo wieder Beschleunigung eintritt. Durch Annahme eines Geschwindigkeitsabschnitts von 51 bis 59 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 55 km/Std. werden die Punkte a_{10} und b_{10} gefunden.

Beim Befahren der Gefällstrecke von 3% soll die durch das Gefälle bewirkte Beschleunigung mit berücksichtigt werden. Es wird eine Geschwindigkeitsstufe von 59 bis 70 km/Std. angenommen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 64,5 km/Std. Die Beschleunigungskraft wird dargestellt durch die senkrechte Entfernung des Punktes B_{11} von der Wagrechten durch 3% . Der Pol P_3 wird auf dieser Wagrechten angenommen. Es wird der Punkt a_{11} der Geschwindigkeitszeitlinie und darüber der Punkt b_{11} der Wegzeitlinie gefunden. Die Punkte a_{12} und b_{12} werden unter Annahme einer Geschwindigkeitsstufe von 70 bis 75 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 72,5 km/Std. ermittelt.

Im Punkt a_{12} wird die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. erreicht, die Geschwindigkeitslinie verläuft von da ab wagrecht bis zum Punkt a_{13} , dem der Punkt b_{13} der Wegzeitlinie entspricht.

An dieser Stelle ($1\frac{1}{2}$ km vor Station B) soll der Dampf abgestellt werden. Zur Ermittlung der Auslaufzeit und des

Auslaufweges wird eine Geschwindigkeitsabnahme von 75 auf 65 km/Std. mit einer mittleren Geschwindigkeit von 70 km/Std. angenommen. Die Verzögerungskraft wird dargestellt durch den senkrechten Abstand des Punktes B_{14} der unter dem s/V -Diagramm nach der Formel

$$W = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$$

aufgetragenen Widerstandslinie von der Abszissenachse. Ein Strahl von Pol P_1 nach dem Schnittpunkt einer Wagrechten durch B_{14} mit der Ordinatenachse in Abb. 1 gibt die Neigung für die Seite a_{13} , a_{14} der Geschwindigkeitszeitlinie, der zugehörige Punkt b_{14} der Wegzeitlinie wird als Schnittpunkt einer Senkrechten durch a_{14} mit einer Parallelen zum Polstrahle von P_4 nach der Geschwindigkeit 70 km/Std. ermittelt.

Die mittlere Geschwindigkeit für den Bremsabschnitt ist $\frac{65}{2} = 32,5$ km/Std.

Eine Parallele zu dem Strahl vom Pol P_4 nach dem Punkt 32,5 km/Std. schneidet die Wagrechte durch das Streckenende im Punkt b_{15} . Eine Senkrechte durch diesen Punkt auf die Abszissenachse schneidet diese im Punkt a_{15} bei 12,5 Minuten; die dem Bremsweg entsprechende Zeit beträgt also 12,5 - 11,5 = 1 Minute. Die Geschwindigkeitslinie verläuft vom Punkt a_{14} zum Punkt a_{15} als gerade Linie. Die Neigung der Linie a_{14} , a_{15} entspricht der auftretenden Verzögerung. Die Geschwindigkeit sinkt in einer Minute von 65 km/Std. auf 0. Die Verzögerung beträgt also

$$\frac{65}{3,6 \cdot 60} = 0,3 \text{ m/Sek.}^2$$

Beweis.

In dem nachstehenden Beweis bedeuten die in eckige Klammern gesetzten Größen die Maßstrecken der betreffenden Zahlengrößen. Im s/V -Diagramm (Abb. 1) ist der Maßstab für die Geschwindigkeit 1 km/Std. $\alpha = 1$ mm, » » Steigung $1 \frac{0}{100}$ $\gamma = 10$ mm.

In der Geschwindigkeitszeitlinie und der Wegzeitlinie (Abb. 2) ist der Maßstab für die Geschwindigkeit 1 km/Std. ebenfalls $\alpha = 1$ mm, » » Zeit 1 Min. » $\varepsilon = 10$ mm, » den Weg 1 km » $\beta = 10$ mm.

$$\text{Es ist dann } [V] = V\alpha \text{ oder } V = \frac{[V]}{\alpha}$$

$$[l] = l\beta \text{ oder } l = \frac{[l]}{\beta}$$

$$[T] = T\varepsilon \text{ oder } T = \frac{[T]}{\varepsilon}$$

$$[p] = p\gamma \text{ oder } p = \frac{[p]}{\gamma}$$

die durch Schraffur hervorgehobenen Dreiecke $a_5 d a_6$ in Abb. 2 und $P_1 O f$ in Abb. 1 sind ähnlich, weil ihre Seiten parallel laufen; zwischen den Dreiecksseiten besteht also folgendes Verhältnis

$$\frac{a_5 d}{a_6 d} = \frac{O f}{P_1 O}$$

$a_5 d$ ist der Geschwindigkeitszuwachs $[\Delta V]$, $a_6 d$ der Zeitzuwachs $[\Delta T]$, $O f$ die Beschleunigungskraft $[p]$ und $P_1 O$ ist der Polabstand = 50 mm.

$$\text{Es ist also } \frac{[\Delta V]}{[\Delta T]} = \frac{[p]}{50}$$

$$\text{oder } \frac{\Delta V \cdot \alpha}{\Delta T \cdot \varepsilon} = \frac{p\gamma}{50}$$

$$\text{also } \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{p\gamma\varepsilon}{50\alpha}$$

Setzt man für α , γ und ε die Maßstabzahlen 1, 10 und 10 ein, so wird

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{p \cdot 10 \cdot 10}{50 \cdot 1} = \frac{p \cdot 100}{50} = 2p.$$

Andrerseits ist nach dem dynamischen Grundgesetz die Beschleunigung = Kraft durch Masse (und zwar für kg, m und Sek.).

Die Masse einer Tonne ist unter Berücksichtigung des Einflusses der umlaufenden Radmassen

$$(\text{Zuschlag von } 6\%) = \frac{1000}{9,81} \cdot 1,06 = 108.$$

$$\text{Also die Beschleunigung } b = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{p}{108}.$$

Die Geschwindigkeitszunahme in einer Minute ist 60 mal so groß

$$\frac{\Delta v}{\Delta T} = \frac{p \cdot 60}{108}.$$

Setzt man für Δv $\frac{\Delta V}{3,6}$, so ergibt sich

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{p \cdot 60 \cdot 3,6}{108} = \frac{p \cdot 216}{108} = 2p.$$

Durch das angewandte bildliche Verfahren wird also in der Geschwindigkeitszeitlinie die Geschwindigkeitszunahme über der Zeit für die in dem angenommenen Geschwindigkeitsabschnitt zur Verfügung stehende mittlere Beschleunigungskraft richtig ermittelt.

Ferner ist in Abb. 2 das an der Zeitweglinie durch Schraffur hervorgehobene Dreieck $b_5 g b_6$ ähnlich dem Poldreieck $P_4 h O$ in derselben Abbildung. Zwischen den Dreiecksseiten besteht also folgendes Verhältnis:

$$\frac{b_5 g}{b_6 g} = \frac{h O}{P_4 O}$$

$b_6 g$ ist der Wegzuwachs $[\Delta l]$, $b_5 g$ der Zeitzuwachs $[\Delta T]$, $h O$ die mittlere Geschwindigkeit des betreffenden Abschnitts $[V_m]$ und $P_4 O$ der Polabstand = 60 mm.

$$\text{Es ist also } \frac{[\Delta l]}{[\Delta T]} = \frac{[V_m]}{60}$$

Führt man statt der Maßstrecken die Zahlengrößen ein, so wird

$$\frac{\Delta l \cdot \beta}{\Delta T \cdot \varepsilon} = \frac{V_m \alpha}{60}$$

$$\text{also } \frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V_m \alpha \varepsilon}{60 \beta}$$

Setzt man für α , β und ε die Maßstabzahlen ein, so wird

$$\frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{V_m \cdot 1 \cdot 10}{60 \cdot 10} = \frac{V_m}{60}$$

$\frac{\Delta l}{\Delta T}$ ist der Wegzuwachs in der Minute in km, desgleichen $\frac{V_m}{60}$, wenn V_m die Geschwindigkeit in km in der Stunde ist.

Durch das angewandte Verfahren wird also auch in der Wegzeitlinie der Wegzuwachs über der Zeit für die mittlere Geschwindigkeit des angenommenen Geschwindigkeitsabschnitts richtig ermittelt.

Es sei noch bemerkt, daß Dr. Velte bei seinem Verfahren die Masse einer Tonne etwas abweichend berechnet, indem er für die umlaufenden Radmassen einen Zuschlag von 8% ansetzt. Infolgedessen berechnet er die Masse einer Tonne zu $\frac{1000}{9,81} \cdot 1,08 = 110$ und die Beschleunigung wird bei ihm

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{p}{110} = p \cdot 0,009.$$

Die Zunahme der in km in der Stunde gemessenen Geschwindigkeit in einer Minute wird dann

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = p \cdot 0,009 \cdot 3,6 \cdot 60 = 1,944 p \text{ (statt } = 2p).$$

Bei der Bearbeitung der vorstehenden Anweisung erschien es zweckmäßig, den bei den übrigen Verfahren angewendeten Zuschlag von 6% zur Masse anzuwenden, weil sich dabei die einfachere Beziehung $\frac{\Delta V}{\Delta T} = 2p$ ergibt und weil für den Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Verfahren eine gleiche Grundlage wünschenswert ist.

Das besondere Zeichenwerkzeug des Dr. Velte ist auf die Beziehung $\frac{\Delta V}{\Delta T} = 1,944p$ zugeschnitten. Man würde die Winkel β des Zeichenwerkzeuges erhalten, wenn man den Polabstand für P_1 , P_2 und P_3 zu 51,4 statt 50 mm nähme.

5. Verfahren des Oberregierungsbaurats Caesar, Essen.

Tafel 13.

Einleitung.

Abweichend von den übrigen Verfahren, welche von dem dynamischen Grundgesetz (Masse \times Beschleunigung = Kraft) ausgehen, wird bei diesem Verfahren das Prinzip der lebendigen Kraft (die Zunahme an lebendiger Kraft ist gleich der geleisteten Arbeit) angewendet, also

$$\frac{m v_e^2}{2} - \frac{m v_a^2}{2} = pl$$

worin m die Masse in $\frac{\text{kg/Sek.}^2}{m}$, v_e die Endgeschwindigkeit, v_a die Anfangsgeschwindigkeit in m/Sek., p die Kraft in kg und l der Weg in m ist.

Für $v_a = 0$, also für den Beginn der Bewegung wird $\frac{m v_e^2}{2} = pl$ oder

$$v_e^2 = \frac{2p}{m} \cdot l$$

Zeichnerisch läßt sich der gesuchte Weg l für die erste Geschwindigkeitsstufe von 0 bis v_a finden als Höhenabschnitt eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Höhe = v_e und dessen anderer Höhenabschnitt = $\frac{2p}{m}$ gemacht wird. Die Beschleunigungskraft wird aus dem s/V-Diagramm über der mittleren Geschwindigkeit $v_m = \frac{v_e + v_a}{2}$ (bei der ersten Geschwindigkeitsstufe, wo $v_a = 0$ ist, also $v_m = \frac{v_e}{2}$) abgegriffen.

Für die weiteren Geschwindigkeitsstufen würde die umgeformte erste Gleichung lauten:

$$v_e^2 - v_a^2 = \frac{2p}{m} \cdot l$$

Um für diese Geschwindigkeitsstufen den zugehörigen Weg l zu bestimmen, müßte das der mittleren Geschwindigkeit $v_m = \frac{v_e + v_a}{2}$ entsprechende p multipliziert mit $\frac{2}{m}$ als Höhenabschnitt und $\sqrt{v_e^2 - v_a^2}$ als Höhe eines rechtwinkligen Dreiecks genommen werden, der zum Geschwindigkeitszuwachs $v_e - v_a$ gehörige Weg l würde dann als der andere Höhenabschnitt gefunden werden. Da sich $\sqrt{v_e^2 - v_a^2}$ nur umständlich auf zeichnerischem Wege ermitteln läßt, wird bei dem Verfahren in der Weise vorgegangen, daß einzeln der Weg l_a bestimmt wird, der unter Wirkung der der mittleren Geschwindigkeit $\frac{v_e + v_a}{2}$ entsprechenden Kraft p von der Geschwindigkeit 0 bis zur Erreichung der Anfangsgeschwindigkeit zurückgelegt werden müßte und ebenso der Weg l_e , der für die Geschwindigkeitszunahme von 0 bis v_e erforderlich wäre. Es wird also bestimmt l_a aus der Gleichung

$$v_a^2 = \frac{2p}{m} l_a$$

und l_e aus der Gleichung

$$v_e^2 = \frac{2p}{m} l_e$$

der der Geschwindigkeitsstufe v_a bis v_e entsprechende Weg l ist dann $= l_e - l_a$.

Da aus dem s/V-Diagramm die Beschleunigungskräfte in kg für eine Tonne Zuggewicht entnommen werden, so muß die Masse einer Tonne Zuggewicht der Rechnung zugrunde gelegt werden. Sie beträgt

$$m = \frac{1000}{9,81} \cdot 1,06 = 108,$$

worin der Faktor 1,06 = 6% Zuschlag der Wirkung der umlaufenden Radmassen, die eine scheinbare Vergrößerung der Masse des Zuges bewirken, Rechnung trägt.

Es wird also $\frac{108 \cdot v^2}{2} = pl$ oder da $v = \frac{V}{3,6}$ ist,

$$\frac{108 \cdot V^2}{2 \cdot 3,6 \cdot 3,6} = pl$$

$$\text{also } \frac{V^2}{0,24} = pl$$

$$\text{oder } V^2 = 0,24 pl.$$

Wählt man für die zeichnerische Ermittlung den

Mafsstab für $V = 1 \text{ km/Std. } a = 1 \text{ mm}$

für $l = 1 \text{ m } \beta = 0,02 \text{ mm}$

und bezeichnet man den Mafsstab für $p = 1 \text{ kg}$ mit γ ,

$$\text{so ist } V = \frac{[V]}{a}, \text{ also } [V] = V a$$

$$l = \frac{[l]}{\beta}, \quad [l] = l \beta$$

$$p = \frac{[p]}{\gamma}, \quad [p] = p \gamma,$$

wobei $[V]$, $[l]$ und $[p]$ die Mafsstrecken der Rechnungsgrößen V , l und p sind.

Es wird also

$$\frac{[V]^2}{a^2} = 0,24 \frac{[p]}{\beta} \cdot \frac{[l]}{\gamma} \text{ oder } [V]^2 = [p][l] \cdot \frac{0,24 a^2}{\beta \gamma}$$

Wählt man jetzt die Mafszahl für γ so,

$$\text{daß } \frac{0,24 a^2}{\gamma \beta} = 1 \text{ wird,}$$

$$\text{also } \gamma = \frac{0,24 \cdot a^2}{\beta} = \frac{0,24 \cdot 1}{0,02} = 12,$$

so erhält der Wert für $[V]^2$ die einfache Form

$$[V]^2 = [p][l].$$

Wenn das s/V-Diagramm mit den angegebenen Mafsstäben für V und p aufgetragen wird, braucht also nur jedesmal $[V]$ als Höhe und $[p]$ als Höhenabschnitt aufgetragen zu werden, um den in 0 beginnenden Weg l als den andern Höhenabschnitt zu ermitteln. Den dem Geschwindigkeitszuwachs $V_e - V_a$ entsprechenden Wegzuwachs findet man dann als Differenz der beiden der End- und der Anfangsgeschwindigkeit entsprechenden Wegstrecken.

Anweisung.

Bei dem Verfahren wird nur eine Zeitweglinie aufgezeichnet.

Das s/V-Diagramm (Tafel 13, Abb. 1) ist aufzuzeichnen im Mafsstab

für s 1% = 12 mm

für V 1 km/Std. = 1 mm

Bei der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. wird eine senkrechte Grenzlinie gezogen. Unterhalb der 0-Linie wird der Widerstand für die Tonne Zuggewicht in der Wagrechten nach der Formel $W = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$ für die

verschiedenen Geschwindigkeiten aufgetragen. Für die Herstellung der Zeitweglinie (Abb. 2) sind am zweckmäßigsten auf Millimeterpapier die Streckenlängen im Maßstab 1 km = 20 mm auf der Abszissenachse aufzutragen, die Neigungsverhältnisse darunter anzudeuten und in den Neigungswechseln, Stationen, Blockstellen usw. Ordinaten zu errichten. Auf der Ordinatenachse sind die Zeiten im Maßstab 1 Minute = ϵ = 10 mm aufzutragen.

Als erste Geschwindigkeitsstufe wird der Geschwindigkeitszuwachs von 0 bis 20 km/Std. angenommen, dessen mittlere Geschwindigkeit 10 km/Std. ist. Die mittlere Beschleunigungskraft p_1 für diesen Abschnitt, welche durch die Ordinate 10 B_1 dargestellt wird, trägt man in der Hilfszeichnung (Abb. 3) auf der Abszissenachse von 0 nach links ab bis Punkt 1, die Endgeschwindigkeit 20 km/Std. auf der Ordinatenachse von 0 bis 20. Der freie Schenkel eines durch die Punkte 1 und 20 gelegten rechtwinkligen Dreiecks, dessen rechter Winkel im Punkt 20 liegt, schneidet dann auf der Abszissenachse rechts von 0 das Wegstück l_1 ab, welches zur Erreichung der Endgeschwindigkeit 20 km/Std. zurückgelegt werden muß. Dies wird in Abb. 2 auf die Abszissenachse übertragen. Zur Ermittlung der dazu erforderlichen Zeit wird ein Pol P in Abb. 3 auf der Abszissenachse links von 0 in der Entfernung von 60 mm angenommen. Der gestrichelte Strahl parallel zur Linie 1 bis 20 schneidet auf der Ordinatenachse die Strecke T_1 ab, welche die zu dem Wege l_1 gehörige Zeit darstellt. Diese wird am Ende der Wegstrecke l_1 in Abb. 2 senkrecht nach oben aufgetragen und so a_1 als erster Punkt der Zeitweglinie gefunden.

Für die zweite Geschwindigkeitsstufe von 20 bis 40 km/Std., für welche die mittlere Geschwindigkeit 30 km/Std. ist, stellt die Strecke 30 bis B_2 die mittlere Beschleunigungskraft p_2 dar. Sie wird in Abb. 3 vom Koordinatenanfangspunkt 0 nach links aufgetragen (bis Punkt 2). Die Anfangs- und Endgeschwindigkeit für die zweite Geschwindigkeitsstufe entsprechen den Strecken 0 bis 20 und 0 bis 40 auf der Ordinatenachse. Die freien Schenkel zweier durch die Punkte 2 und 20 bzw. 2 und 40 gelegten rechtwinkligen Dreiecke, deren rechte Winkel in den Punkten 20 und 40 liegen, schneiden auf der Abszissenachse rechts von 0 das Wegstück l_2 ab, welches zur Steigerung der Geschwindigkeit von 20 bis 40 km/Std. zurückgelegt werden muß. Die der dafür erforderlichen Zeit entsprechende Strecke T_2 wird auf der Abszissenachse in Abb. 3 durch die vom Pol P parallel zu den Linien 2—20 und 2—40 als gestrichelte Linien angedeutete Strahlen abgeschnitten. Der Wegzuwachs l_2 und der Zeitzuwachs T_2 werden in Abb. 2 übertragen und dadurch der Punkt a_2 der Zeitweglinie gefunden. In derselben Weise findet man auch die Punkte a_3 und a_4 der Zeitweglinie, doch ist bei Ermittlung des Wegzuwachses 4 nur eine Geschwindigkeitsstufe von 10 km/Std. (nämlich von 60 auf 70 km Std.) angenommen, weil bei Wahl einer größeren Geschwindigkeitszunahme die Wegstrecke 4 zu groß ausfallen und über den Neigungswechsel erheblich hinausreichen würde. Der Zusammenfall des Endes der Wegstrecke l_4 mit dem Neigungswechsel ist zufällig.

Die Einfahrt in die Steigung von 8‰ erfolgt mit 70 km Anfangsgeschwindigkeit, sie ist größer als die Geschwindigkeit, welche die Lokomotive mit der angenommenen Zuglast dauernd auf der Steigung 8‰ innehalten kann; es tritt also Verzögerung ein. Als Geschwindigkeitsstufe wird 70 bis 50 km/Std. angenommen, mittlere Geschwindigkeit ist 60 km/Std. Die Verzögerungskraft wird durch die in Abb. 1 als p_5 bezeichnete Strecke dargestellt, welche vom Kurvenpunkt B_5 senkrecht nach oben bis zur Wagrechten für 8‰ Steigung gezogen ist. Die Ermittlung des Wegzuwachses l_5 und des Zeitzuwachses T_5 erfolgt für Verzögerung genau in derselben Weise wie für Beschleunigung. Bei Übertragung des dabei gefundenen Weg-

zuwachses l_5 in Abb. 2 würde sich aber zeigen, daß dieser über den nächsten Neigungswechsel hinübergreifen würde. Will man dies zur Erzielung größerer Genauigkeit vermeiden, so überträgt man, wie in dem Beispiel geschehen, die bis zum Neigungswechsel noch verfügbare Strecke aus Abb. 2 in Abb. 3 und legt die Schenkel des rechtwinkligen Dreiecks durch den linken Endpunkt der Wegstrecke l_5 und den Endpunkt 5 der Kraft p_5 ; die Spitze des rechten Winkels ergibt dann auf der Ordinatenachse die Endgeschwindigkeit, welche nach Durchfahren des Weges l_5 erreicht wird, im vorliegenden Fall 51 km/Std.

Von jetzt ab tritt wieder Beschleunigung ein. Mit Rücksicht auf die geringe Länge der zu durchfahrenden Wagrechten wird nur ein kleiner Geschwindigkeitszuwachs (von 51 auf 59 km/Std.) angenommen, es ergeben sich der Wegzuwachs l_6 und der Zeitzuwachs T_6 , der Punkt a_6 der Zeitweglinie fällt dann mit dem Neigungswechsel zusammen. Die nächste Geschwindigkeitsstufe geht von 59 bis 75 km/Std., mittlere Geschwindigkeit 67 km/Std. Die Fahrt findet im Gefälle von 3‰ statt, die Beschleunigung durch das Gefälle soll berücksichtigt werden; als Beschleunigungskraft p_7 wird daher der senkrechte Abstand des Kurvenpunktes B_7 von der Wagrechten durch — 3‰ genommen. Es wird der Wegzuwachs l_7 und der Zeitzuwachs T_7 in Abb. 3 ermittelt, beide werden in Abb. 2 übertragen, wodurch Punkt a_7 der Zeitweglinie gefunden wird. In Punkt a_7 wird die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 75 km/Std. erreicht. Vom Punkt a_7 verläuft die Zeitweglinie in einer solchen Steigung zur Abszissenachse, daß entsprechend der Geschwindigkeit von 75 km/Std. in der Minute $\frac{75}{60} = 1,25$ km

zurückgelegt werden. Man findet also den Punkt a_8 , wenn man am Ende des Wegstückes von 1,25 km = 25 mm, eine Senkrechte von 1 Minute = 10 mm errichtet. Die Zeitweglinie verläuft in der Richtung $a_7 a_8$ weiter und würde, wenn Station B durchfahren würde, deren Ordinate in a_{11} schneiden, entsprechend einer Fahrzeit von etwa 12 Minuten. In a_9 soll der Dampf abgestellt werden; zur Ermittlung des Weges und der Zeit für den Auslauf wird eine Geschwindigkeitsabnahme von 75 auf 65 km mit einer mittleren Geschwindigkeit von 70 km angenommen. Die verzögernde Kraft p_{10} ergibt sich als senkrechte Entfernung des Kurvenpunktes B_{10} der Widerstandskurve von der Abszissenachse des s/V-Diagramms (Abb. 1). In üblicher Weise werden der Wegzuwachs l_{10} und der Zeitzuwachs T_{10} ermittelt und der Punkt a_{10} gefunden.

Die Bremsung soll in a_{10} eingeleitet werden, der zur Verfügung stehende Bremsweg von ~ 540 m würde eine Verzögerung ergeben

$$b = \frac{v^2}{21} = \frac{v^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot 1} = \frac{65 \cdot 65}{2 \cdot 3,6^2 \cdot 540} \sim 0,3 \text{ m/Sek.}^2$$

Die Bremszeit dafür beträgt

$$t = \frac{21}{v} = \frac{2 \cdot 540}{65/3,6} = 60 \text{ Sek. } T \text{ also} = 1 \text{ Minute.}$$

Der Punkt a_{12} der Zeitweglinie liegt also um 1 Minute = 10 mm höher als Punkt a_{10} . Die Gesamtfahrzeit einschließlich der Auslauf- und Bremszeit beträgt also ~ 12 Minuten 30 Sek.

Beweis.

Die richtige Ermittlung des Wegzuwachses im Verhältnis zu den in den einzelnen Geschwindigkeitsstufen zur Verfügung stehenden mittleren Beschleunigungskräften geht bereits aus der Einleitung hervor und braucht daher hier nicht noch besonders bewiesen zu werden. Es erübrigt sich nur noch, den Nachweis zu führen, daß auch das zur Ermittlung der Zeiten angewandte Verfahren zutreffende Ergebnisse liefert.

In der vorstehenden Skizze ist als 1 der Weg ermittelt, der bei Vorhandensein einer Beschleunigungskraft p zurückgelegt werden muß, um die Geschwindigkeit von 0 auf die Geschwindigkeit V zu steigern. Die Zeit T wird gefunden,

indem man von einem 60 mm links vom Koordinatenanfangspunkt auf der Abszissenachse liegenden Pol P eine Parallele zur Seite FG zieht; diese schneidet auf der Ordinatenachse die der Zeit entsprechende Strecke OK ab.

$\angle POK \sim \angle GOH$, da die Seiten aufeinander senkrecht stehen,

$$\text{also } \frac{OH}{OG} = \frac{OK}{OP}$$

$$\text{oder } \frac{[I]}{[V]} = \frac{[T]}{60}$$

$$\text{also } \frac{l \cdot \beta}{\sqrt{a}} = \frac{T \varepsilon}{60} \text{ oder } l = \frac{TV \alpha \varepsilon}{60 \cdot \beta}$$

Werden für α , β und ε die Zahlenwerte 1, 0,02 und 10 eingesetzt, so ergibt sich

$$l = \frac{TV \cdot 1 \cdot 10}{60 \cdot 0,02} = \frac{TV}{0,12} \text{ also } T = \frac{0,12 l}{V}$$

Da der Weg der zur Erreichung der Endgeschwindigkeit V zurückgelegt werden muß unter Annahme einer gleichbleibenden Beschleunigungskraft ermittelt ist, so erfolgt die Geschwindigkeitszunahme als eine gleichförmig beschleunigte Bewegung.

Bei V km/Std. Endgeschwindigkeit wird in einer Minute ein Weg von $\frac{V}{2 \cdot 60}$ km oder von $\frac{V \cdot 1000}{2 \cdot 60}$ m zurückgelegt, also in T Minuten ein Weg

$$l = \frac{V \cdot T \cdot 1000}{2 \cdot 60} = \frac{VT}{0,12} \text{ m.}$$

Es ist also wie oben

$$T = \frac{0,12 l}{V}$$

die durch das zeichnerische Verfahren ermittelte Zeit stimmt also mit dem Ergebnis der Rechnung überein.

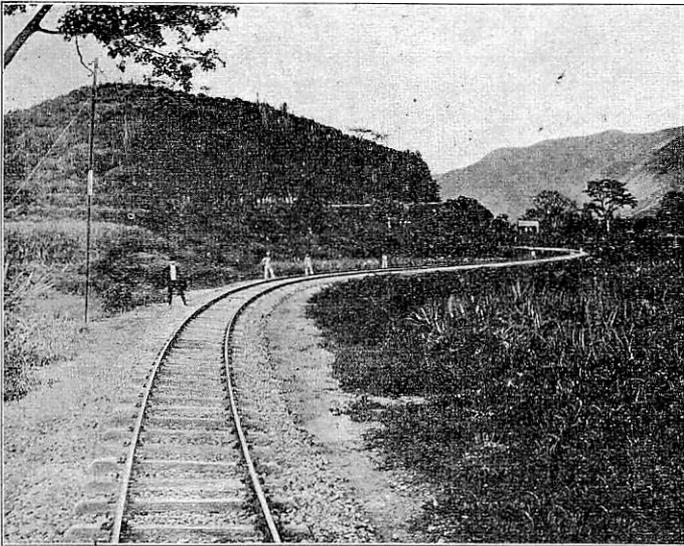
Die Lokomotiven der Großen Venezuela-Eisenbahn (Südamerika).

Von E. Neuhaus, Oberingenieur der Sächs. Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann.

Wohl die einzige deutsche Eisenbahn im Auslande ist die Große Venezuela-Eisenbahn. Sie wurde von einer deutschen Gesellschaft in den Jahren 1888 bis 1894 erbaut und wird auch heute noch von ihr verwaltet. Der Sitz dieser Gesellschaft ist Berlin.

Die Eisenbahn verbindet die Städte Caracas-Valenzia und berührt in der Station Caracas die englische Linie La Guayra-Caracas, mit welcher sie gleiche Spur hat. Diese ist 1067 mm = 3' 6" engl. Die ganze Länge der Bahn beträgt 178,9 km, davon entfallen auf die Bergstrecke Caracas-Lastyrias 73,6 und auf die Talstrecke Lastyrias-Valenzia 105,3 km. Das ganze Gelände ist gebirgig und kurvenreich; es sind 86 Tunneln mit einer Gesamtlänge von 6,259 km

Abb. 1. Eisenbetonschwellen in Kurven von 80 m.



und 212 Brücken mit einer Gesamtlänge von 4,475 km vorhanden.

Die Textabb. 1—4 zeigen das zerklüftete Gelände, in dem sich die Bahn an den Bergen hinzieht. Es veranschaulicht Abb. 1 Eisenbetonschwellen in Kurven von 80 und 140 m, Abb. 2 Brücke Nr. 31 »Carbonero«, 61,3 m lang, Abb. 3 Strecke bis Quebrada Honda mit den Brücken Los Nidros de las Colondras, Abb. 4 Gelände von km 43,7 mit Brücke »Schachert«, »Vuelta Larga« und »Los Quelbras«.

Die Bahn wurde im Anfang mit 1 C 1-Tenderlokomotiven englischer Herstellung betrieben, die dann durch stärkere, von der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Rich. Hartmann,

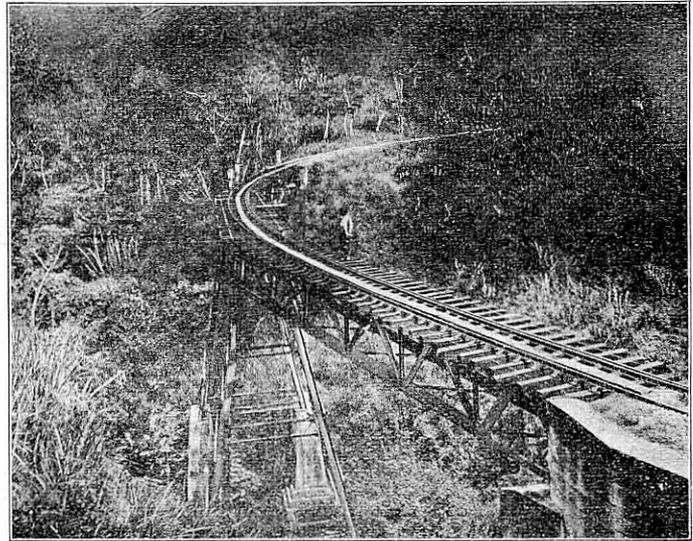
Chemnitz, in den Jahren 1891 und 1892 gelieferten 10 Stück 1 C 1-Tenderlokomotiven, Abb. 5, ersetzt wurden.

Die Lokomotiven sind besonders kräftig gebaut, haben 3 gekuppelte Achsen und 2 in Bisselgestellen gelagerte Laufachsen. Der feste Radstand beträgt 2200 mm, wobei die zweite Kuppelachse ohne Spurkranz ist. Der Kessel hat einen Stehkessel von halbrunder Form und einen zwischen den Rahmen liegenden Rost von 1,7 m Länge und 0,734 m Breite.

Die Steuerung zeigt die Ausführung nach Allan, hat Flachschieber und ist durch eine Schraube verstellbar.

Zur Bremsung dient außer einer Handbremse eine Luftdruckbremse, Bauart Schleifer, welche einklotzig auf die Treib- und erste Kuppelachse wirkt.

Abb. 2. Brücke Carbonero.



Die Hauptverhältnisse sind folgende:

Zylinderdurchmesser	410	mm
Kolbenhub	520	»
Treibraddurchmesser	1000	»
Laufraddurchmesser	700	»
Fester Radstand	2200	»
Gesamt- »	5900	»
Dampfüberdruck	10	at
Rostfläche	1,25	qm
Heizfläche der Feuerbüchse	7,27	»
» » Rohre	73,58	»
Gesamt-Heizfläche	80,85	»

Wasservorrat	3 500	kg
Kohlenvorrat	1 000	>
Leergewicht	32 500	>
Reibungsgewicht	30 000	>
Dienstgewicht	40 500	>
Zugkraft	5 240	>

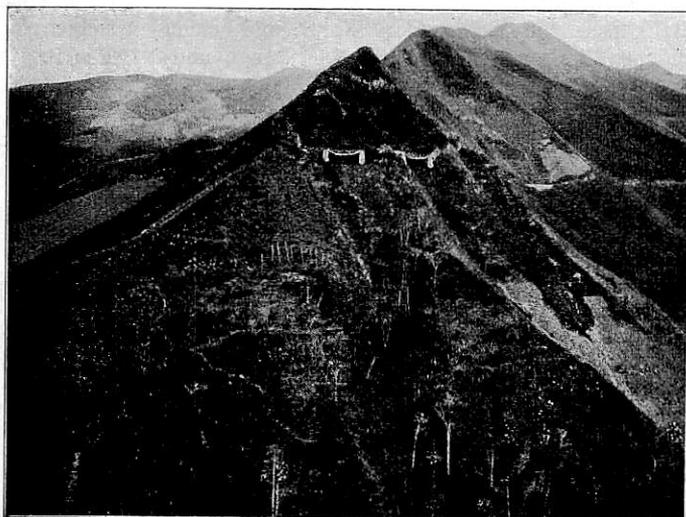
Im Lauf der Zeit haben sich auch diese Lokomotiven als zu schwach erwiesen und die Sächsische Maschinenfabrik wurde mit dem Entwurf einer neuen stärkeren Lokomotive, Abb. 6, für die Bergstrecke betraut, wofür folgendes Programm aufgestellt wurde:

Leistung I: (ohne Lokomotive), Zuggewicht 140 t, auf Steigung 1:45 (mit Kurven von 65 m Halbmesser) mit 20 km/St. Geschwindigkeit.

Leistung II: (ohne Lokomotive), Zuggewicht 162 t, auf Steigung 1:50 (mit Kurven von 75 m Halbmesser mit 25 km/St. Geschwindigkeit).

Der Raddruck darf 5 t nicht überschreiten. Beide Leistungen erfordern eine Zugkraft von 7160 kg, wobei man noch mit 4 gekuppelten Achsen, d. i. 40 t Reibungsgewicht oder 180 kg Zugkraft für 1 t Reibungsgewicht auskommt. Die Leistung in PS. zu I ergibt sich zu 530 und zu II mit

Abb. 3. Strecke bis Quebrada Honda mit den Brücken Los Nidros de la Colondrinas.



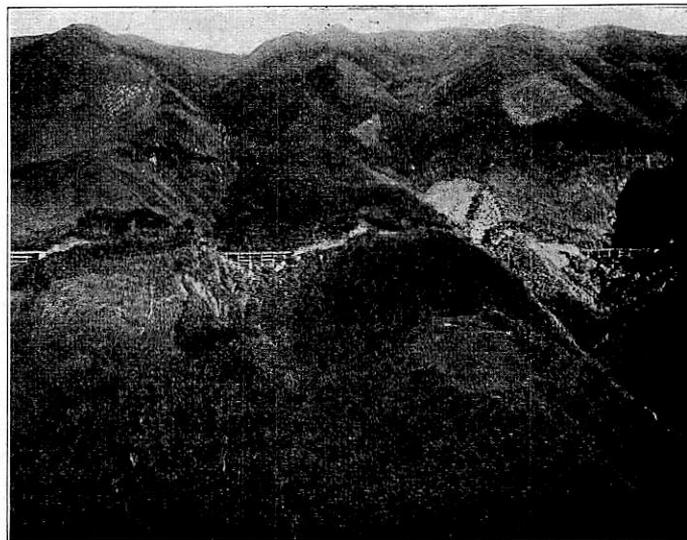
663 PS. Damit die Lokomotiven möglichst wirtschaftlich arbeiten, wurde die Anwendung von Heißdampf vorgesehen und ein Schmidtscher Kleinrohrüberhitzer verwendet. Um die erforderliche Heizfläche, sowie die nötigen Wasser- und Kohlenvorräte unterzubringen, mußte mit einem Dienstgewicht von 66 t gerechnet werden, so daß außer den 4 gekuppelten Achsen noch 3 Laufachsen vorgesehen werden mußten.

Man wählte die 1 D 2-Anordnung mit Rücksicht auf ein bequemes Unterbringen der Kohlenvorräte hinter dem Kessel. Damit die vorgeschriebenen Kurven von 65 m Halbmesser leicht durchfahren werden können, erhielt die vordere in einem Bisselgestell gelagerte Laufachse 95 mm, das hintere Drehgestell 110 mm Seitenspiel. Der feste Radstand wurde mit 2320 mm bemessen, wobei der Spurkranz an der zweiten Kuppelachse weggelassen ist. Die vierte Kuppelachse erhielt 13 mm Verschiebbarkeit nach Gölsdorf. Der Gesamttrastand beträgt 8150 mm. Der Rahmen ist als Blechrahmen mit zahlreichen Versteifungen unter der Rauchkammer, dem Langkessel, über der Laufachse und dem Drehgestell ausgebildet. Den Abschluß des Rahmens bilden hinten und vorn sehr kräftig gehaltene Pufferträger, an denen die bei der Eisenbahnverwaltung eingeführte Zug- und Stofsvorrichtung, sowie Kuhfänger befestigt sind.

Der Ausgleich der Belastungen der Tragfedern, welche letztere bei den beiden ersten 2 Kuppelachsen, sowie der Laufachse oberhalb, und bei den letzten 2 Kuppelachsen unterhalb der Achsbüchsen angeordnet sind, findet in 2 Gruppen statt, derart, daß die Tragfedern der ersten Kuppelachse mit denjenigen der Laufachse einerseits und diejenigen der beiden letzten Kuppelachsen andererseits durch Ausgleichhebel verbunden sind. Die Tragfedern der hinteren Drehgestellachsen sind in einem Träger, der sich auf die Achsbüchsen stützt, gelagert.

Die Lokomotive besitzt zwei Bremsrichtungen und zwar eine Luftdruckbremse, Bauart Schleifer, und eine von Hand zu betätigende Wurfhebelbremse. Die Luftdruckbremse gestattet bei 4 at Druck im Bremszylinder 68% des Reibungsgewichtes und 40% des Gesamtgewichtes bei vollen Vorräten abzubremsen, sie wirkt mittelst zweier aufsen am Rahmen unter dem Führerstand befestigter Bremszylinder einseitig auf die 3 vorderen Kuppelachsen. Das Bremsgestänge ist mit Ausgleichhebeln versehen und kann durch Spannschlösser in den Hauptzugstangen nachgestellt werden. Die zum Bremsen nötige Prefsluft wird durch eine Luftpumpe, Bauart Schleifer,

Abb. 4. Gelände mit Brücken, Schachert, Vuelta Larga und Los Quelbras.

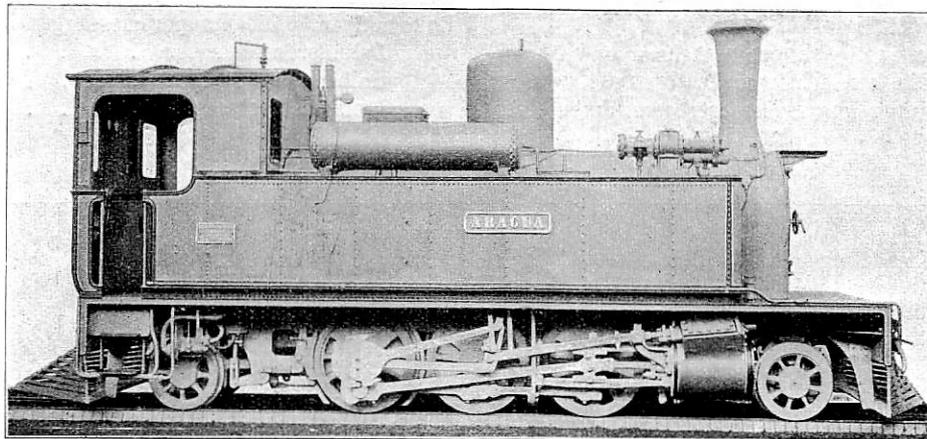


erzeugt und in einem zwischen den Rahmen liegenden Hauptluftbehälter aufgespeichert.

Die Wasservorräte von 7,5 cbm werden in zwei seitlichen Kästen, sowie in einem im Kohlenkasten eingebauten Raum, der mit den seitlichen Kästen durch große Rohre verbunden ist, mitgeführt. Der Kohlenbehälter von 2500 kg Inhalt ist hinter dem Führerstand untergebracht und durch besondere Leitern und Tritte leicht besteigbar.

Der Kessel hat die normale Bauart mit einem Stehkessel von halbrunder Form, der seitlich den Rahmen überragt, auf den er sich durch starke Gleitlager und Schlingerstücke stützt. Die Feuerbüchse ist von unten eingebracht und mit dem Stehkessel durch einen starken Bodenring doppelreihig vernietet, so daß große Wasserräume zwischen Feuerbüchse und Stehkessel gebildet werden. Der Stehkessel ist mit den erforderlichen Quer- und Längsankern versteift und mit zahlreichen Auswaschöffnungen versehen. Seine Rückwand ist bis auf den oberen Teil geneigt ausgeführt. Der Langkessel enthält 104 Rauchröhre von 64/70 mm Durchmesser zur Aufnahme des Kleinrohrüberhitzers, 48 Heizröhre von 41/46 und 10 Ankerrohre von 35/45 mm Durchmesser bei 3400 mm Länge zwischen den Rohrwänden.

Abb. 5. 1 C 1 Tenderlokomotive.



Der Dampfdom zur Aufnahme des Reglers ist in der Mitte des Wasserspiegels angebracht, damit ein Ansaugen des Wassers beim Befahren von Steigungen möglichst vermieden wird. Als Sicherheitsventile sind Hochhubventile Bauart Pop vorgesehen, die vom Führerstand durch einen Zug betätigt werden können. Die Speisung des Kessels erfolgt durch 2 nichtsaugende Injektoren, Bauart Friedmann, von je 120 Liter Wasserlieferung in der Minute.

Die Dampfzylinder sind für rechte und linke Seite nach einem Modell angefertigt. Die Kolben haben 3 Ringe, die Stopfbüchsen sind nach Bauart Schmidt ausgeführt. An jedem Zylinderdeckel ist ein Sicherheitsventil und auf jedem Schieberkasten ein Luftsaugeventil vorgesehen. Eine Leerlauf-einrichtung, die vom Führerstand aus bewegt wird, ist an jedem Zylinder angebracht. Die Treib-, Kuppel- und Exzenterstangen sind für Fettschmierung eingerichtet, die Zapfen haben große Abmessungen erhalten, damit ihre Abnutzung auf ein Mindestmaß beschränkt wird. Der Kreuzkopf ist einschienig geführt und mit nachstellbaren Futter versehen.

Die Steuerung, die durch eine Schraube verstellt wird, ist die Heusingersche. Die Steuerwelle liegt in der Richtung der Schieberschubstange, letztere wird mittelst einer Schleife am Steuerwellenhebel geführt. Eine Rückziehfeder erleichtert das Umlegen der Steuerung. Die Lokomotiven sind weiter ausgerüstet mit Preßluftsandstreuer, Patent Suckow, durch welchen die erste und dritte Kuppelachse einseitig, die zweite Kuppelachse doppelseitig gesandt wird.

Für die Beleuchtung ist eine elektrische Anlage vorgesehen, deren Strom durch eine Turbodynamo erzeugt wird, die eine Leistung von etwa 290 Watt bei 24 Volt Spannung hat. Der Abdampf vereinigt mit dem der Luftpumpe wird in einen

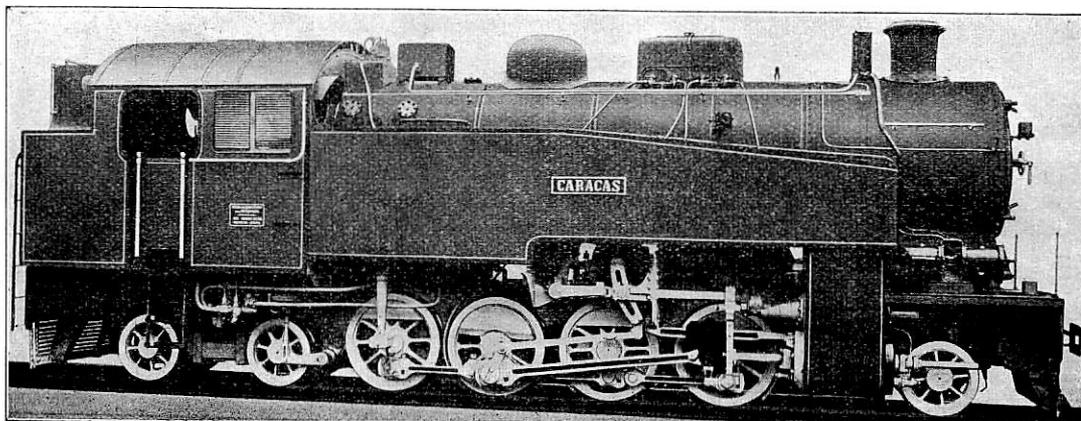
hinter dem Schornstein befindlichen Schalldämpfer geleitet. Die Ölung der Kolben und Schieber erfolgt durch 2 Drillingsölpumpen, Bauart Michalk, und 6 Rohrleitungen. Diese Pumpen sind im Führerhaus leicht übersichtlich aufgestellt und werden von der hinteren Kuppelachse aus angetrieben. Zur Überwachung der Fahrgeschwindigkeit dient ein Haushälterscher Geschwindigkeitsmesser mit Glockenzeichen bei 40 km Geschwindigkeit.

Die Lokomotiven sind bereits 7 Monate ohne jeden Anstand in Betrieb, sind leicht kurvenbeweglich und haben alle in sie gesetzte Erwartungen erfüllt. Ihre Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser	450	mm
Kolbenhub	510	»
Treibraddurchmesser	1 020	»
Lauferraddurchmesser	720	»
fester Radstand	2 320	»
Gesamt-Radstand	8 150	»
Dampfüberdruck	13	at
Rostfläche	2,52	qm
Heizfläche der Feuerbüchse	9,72	»
» » Rohre	95,86	»
» des Überhitzers	41,0	»
gesamte Heizfläche	146,58	»
Wasservorrat	7 500	kg
Kohlenvorrat	2 500	»
Leergewicht	51 400	»
Reibungsgewicht	40 000	»
Dienstgewicht	66 000	»
Zugkraft	7 900	»

Für die Flachlandstrecken wurden besondere, für größere Geschwindigkeiten geeignete Lokomotiven beschafft, die in Abb. 7

Abb. 6. 1 D 2 Tenderlokomotive.



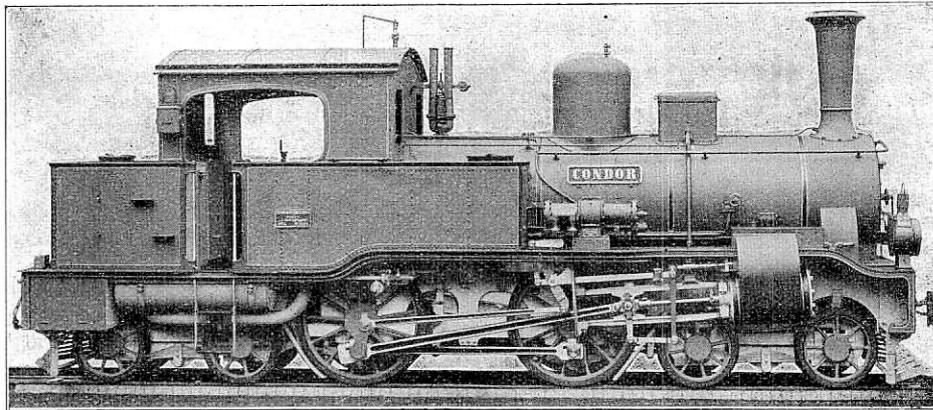
dargestellt sind. Sie sind ebenfalls von der Sächsischen Maschinenfabrik vormals Rich. Hartmann, Aktiengesellschaft, entworfen und im Jahre 1894 ausgeführt.

Die Lokomotiven haben 2 gekuppelte Achsen und 2 zweiachsige Drehgestelle. Die zweiachsigen Drehgestelle wurden von der Eisenbahnverwaltung gewünscht, weil man ihnen einen

ruhigeren Gang als dem einachsigen Bisselgestell zuschreibt. Die Ausrüstung der Lokomotiven ist dieselbe wie die der 1 C 1-Lokomotiven. Die Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser	350	mm
Kolbenhub	580	>
Treibraddurchmesser	1 330	>

Abb. 7. 2 B 2 Tenderlokomotive.



Lauferraddurchmesser	1 180	mm
Dampfdruck	10	at
Verdampfungsheizfläche	65,8	qm
Rostfläche	1,1	>
fester Radstand	2 200	mm
Gesamt-Radstand	7 550	>

Wasservorrat	4 000	kg
Kohlevorrat	1 000	>
Leergewicht	31 700	>
Dienstgewicht	39 500	>
Reibungsgewicht	17 000	>
Zugkraft	3 200	>

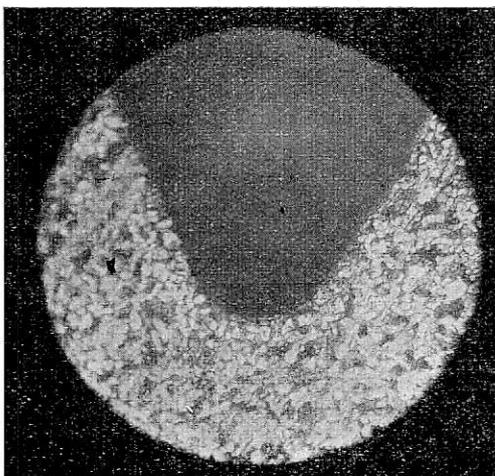
Über gerollte Schrauben.

Von Oberregierungsbaurat Heinig, Dresden.

Seit einigen Jahren sind Schraubenfabriken dazu übergegangen, das Gewinde durch »Roll« herzustellen. Hierbei werden die Gewindegänge nicht auf einer Schraubenschneidmaschine durch Zerspanen des Werkstoffes erzeugt, sondern durch Verdrängen desselben beim Durchrollen der Bolzen zwischen zwei Stahlbacken mit einer Riffelung, die dem ab-

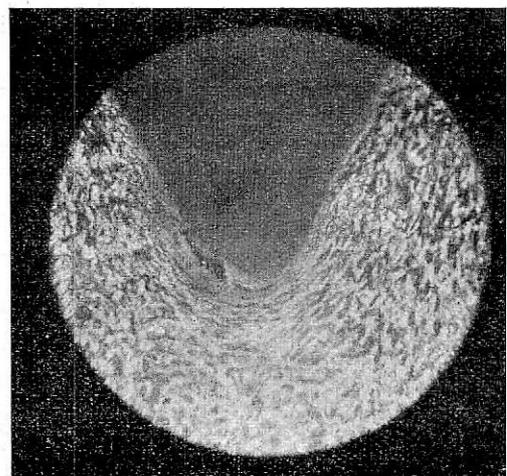
ein, den Werkstoff vom Gewindegrund hinweg nach den Spitzen verdrängend. Der Arbeitsvorgang erfolgt am kalten Bolzen, der genau zylindrisch sein muß und dessen Durchmesser der Mittelwert zwischen Spitzen und Kerndurchmesser ist. Da gewalzte Stäbe diesen Bedingungen nicht entsprechen, muß gezogenes oder gefrästes Eisen verarbeitet werden.

Abb. 1. Kleingefüge eines geschnittenen Schraubengewindes. Gewindegrund. 50fache Vergrößerung.



gewickelten Schraubengewinde entspricht. Die Stahlbacken stehen sich gegenüber, einer ist fest im Bett der Rollbank gelagert, der andere ist zwangsläufig parallel zum ersteren geführt. Die Backen sind auswechselbar. Beim Arbeitsgang preßt sich die Riffelung der Backen in den als Werkstück zwischen sie eingeführten Bolzen während des Hindurchrollens

Abb. 2. Kleingefüge eines gerollten Schraubengewindes. Gewindegrund. 50fache Vergrößerung.



Aus der Herstellungsweise ist ohne weiteres zu erkennen, daß nur Flußeisen verarbeitet werden kann, Schweißeisen eignet sich seiner sehnigen Struktur wegen nicht, sondern spaltet in den gerollten Gewindegängen auf. Aus Flußeisen hergestellte gerollte Schrauben haben dagegen glatte Gewindegänge, die den geschnittenen in bezug auf Sauberkeit

in keiner Weise nachstehen. Ob die Form der Gewindespitzen allenthalben mathematisch genau eingehalten wird, mag dahingestellt bleiben, fällt aber bei gewöhnlichen Befestigungsschrauben auch nicht ins Gewicht, wohl aber der Preis, der zu gunsten der gerollten Schrauben ausfällt.

Vor allem ist wichtig zu prüfen, ob bei der Eigenart ihrer Herstellung die gerollten Schrauben geringere Festigkeitswerte haben, als geschnittene. Um hierüber Erörterungen anstellen zu können, habe ich $\frac{1}{2}$ " Schrauben nach beiden genannten Arten herstellen lassen. Hierzu wurde gewalztes Flulseisen verwendet, für das eine Festigkeit von $37 \div 44$ kg und 20 v. H. Dehnung vorgeschrieben war. Die Zerreißprobe ergab 45,3 kg und 24,75 v. H. Dehnung, also 70,05 Gütezah. Hieraus wurden 24 Schraubenbolzen mit warm angestauchten Köpfen hergestellt, aus denen 12 Stück halbzöllige Schraubenbolzen geschnitten und 12 Stück gerollt wurden. Die Zerreißproben der Schrauben ergaben folgende Zahlen:

	Festigkeit kg/qmm	Dehnung v. H.	Gütezahl
a) Geschnittene Schrauben .	45,9—46,5	9 : 10	54,9—56,5
b) Gerollte Schrauben . . .	49,4—49,1	7 : 6	56,4—55,1

Der Kaltbiegeprobe genügte die geschnittene Schraube, während die gerollte brüchig wurde. Günstige Werte ergaben dagegen die Belastungsproben einzelner Gewindgänge, wie aus folgender Übersicht hervorgeht:

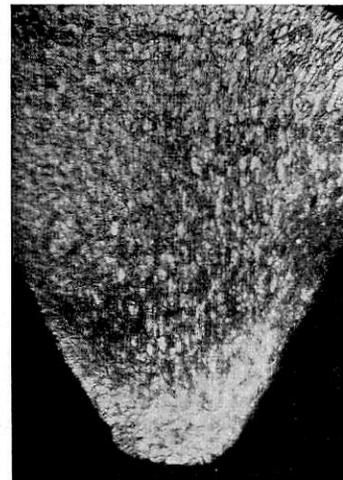
	a) Geschnittene Schrauben	b) Gerollte Schrauben
Bruchlast bei 1 Gang	1600 kg durchschnittl.	1875 kg durchschnittl.
" " 2 Gängen	2800 " "	3350 " "
" " 3 " "	3600 " "	3650 " "
" " $2\frac{1}{2}$ " "	3500 " "	3700 " "

Besonders bemerkenswert ist das Kleingefüge des gerollten Schraubenbolzens. Um dieses im Vergleich mit geschnittenen Schrauben erkennen zu können, sind von den Versuchsbolzen Längsschnitte geätzt und im Lichtbilde dargestellt worden. Die Schiffe gerollter Bolzen zeigen ganz erheblich verschiedene Lagerung der Körnung von der geschnittener Schrauben.

Bei letzteren ist das Gefüge vollständig gleichmäßig und gleichartig. Die Form und Dichte der Körner ist überall, an den Spitzen wie im Grunde des Gewindes die gleiche

(Textabb. 1). Wesentlich anders ist die Lagerung bei der gerollten Schraube (Textabb. 2). Die ursprünglich vieleckigen Körner haben hier besonders im Gewindegrunde eine längliche Form angenommen und sind so gelagert, daß ihre Längsachsen der äußeren Gewindeform gleichgerichtet sind. Besonders dicht liegen die Teilchen in den Gewindespitzen. Sie haben hier die langgestreckte Form wieder verloren und bilden ein sehr dicht gelagertes Gefüge (Textabb. 3). Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, daß die nach außen verdrängten langgestreckten Körner in dem Grunde der Riffelung an der Roll-

Abb. 3. Kleingefüge eines gerollten Schraubengewindes. Gewindespitzen. 50fache Vergrößerung.



platte starken Gegendruck fanden und an weiterer Ausweitung verhindert wurden. Die eigentümliche Lagerung tritt besonders im Gewindegrunde hervor, so daß man von einer Lagerung nach Art der Kraftlinien sprechen kann. Die Teilchen sind bis zu einer Tiefe von etwa 0,5 mm umgelagert. Abb. 2 läßt deutlich erkennen, daß im Kerne des Schraubenbolzens die Lagerung der Körner unverändert geblieben ist. Aus dieser Erscheinung, d. h. aus der größeren Dichte, die das Rollverfahren erzeugt, sind die größeren Festigkeiten gerollter Schrauben gegenüber geschnittenen zu erklären, wobei allerdings eine größere Sprödigkeit in Kauf genommen werden muß.

Persönliches.

Ministerialdirektor Krause †.

Am 12. April d. J., kurz nach seinem Übertritt in den Ruhestand auf Grund des allgemeinen Personalabbaues, ist der Ministerialdirektor der Eisenbahn-Bauabteilung des Reichsverkehrsministeriums Friedrich Krause unerwartet verstorben.

Nach erfolgreichem Besuch der Realschule I. Ordnung in Harburg und nach vierjährigem Studium auf den technischen Hochschulen in München und Berlin bestand Krause 1886 die erste Staatsprüfung für den Staatsdienst im Ingenieurbaufache und 1889 nach Ausbildung als Regierungsbauführer im Bezirk der damaligen preussischen Eisenbahndirektion Köln linksrheinisch die zweite Staatsprüfung. Als Regierungsbaumeister war er dann bei den Eisenbahndirektionen Berlin und Breslau beschäftigt. Er zeichnete sich hierbei so aus, daß er 1902 als Hilfsarbeiter in das Ministerium der öffentlichen Arbeiten berufen wurde. 1906 wurde er Vorstand des Betriebsamtes in Kottbus, 1909 unter Ernennung zum Regierungs- und Baurat Mitglied der Eisenbahndirektion Frankfurt (Main). Anfang 1912 erfolgte seine Berufung nach Berlin als vortragender Rat in die Eisenbahnabteilungen des

Ministeriums. Bei Ausbruch des Weltkrieges wurde er dem Chef des Feldeisenbahnwesens Ost als eisenbahntechnischer Berater zugeteilt. Während der ganzen Dauer des Krieges war er auf dem Kriegsschauplatz in Rußland im Militäreisenbahndienste tätig, seit Oktober 1915 in hervorragender Stellung als Leiter des deutschen Verwaltungsrates in Warschau zur Nutzbarmachung der russischen Eisenbahnen für den allgemeinen öffentlichen Verkehr. 1916 wurde er zum Geheimen Oberbaurat ernannt. Nach Rückkehr in das Ministerium nach Beendigung des Krieges wurde ihm 1919 die Leitung der Bauabteilung unter Ernennung zum Oberbau- und Ministerialdirektor übertragen. Dieses Amt hat er auch nach dem Übergang der preussischen Staatsbahnen auf das Reich im neugeschaffenen Reichsverkehrsministerium wahrgenommen.

Krause hatte alle den deutschen Beamten nachgerühmten Eigenschaften: Lauterkeit des Charakters, unabirrbare Pflichterfüllung, Fleiß und Zuverlässigkeit und äußerste Bescheidenheit. Dabei war er ein gründlicher Kenner des Eisenbahnwesens, in allen seinen Arbeitsgebieten zeigte er besonders tüchtige Leistungen. Sein Andenken wird in der Eisenbahnverwaltung fortleben.

—t.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Untergrundbahn von Madrid.

(Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1923, Heft 48/49.)

Bei dem Bau der Untergrundbahn in Madrid hatte man sich im Jahre 1914 zu entscheiden zwischen einer reinen Stadtbahn für den Innenverkehr und einer quer durch die Stadt führenden Verbindungsbahn zwischen den in Madrid einmündenden Hauptbahnen. Man entschied sich für erstere, da die zweite Lösung eine wesentliche Erweiterung des Tunnelquerschnittes erfordert hätte, die zu verbindenden Bahnhöfe zu tief liegen und das Zusammenarbeiten mit den bestehenden Eisenbahngesellschaften Schwierigkeiten gemacht hätte. Weiter dachte man damit eine Schnellbahn zu den nahen Kurorten zu verbinden. Die Konzession von insgesamt sechs Linien wurde an zwei Gesellschaften vergeben. Die beiden Hauptlinien

mit zusammen 13,8 km bei einer Spurweite von 1,445 m, einer Höchststeigung von 4⁰/₀ und einem Mindesthalbmesser von 90 m ziehen von Süd nach Nord und von Ost nach West durch die Stadt. Die Tiefenstrecken wurden im Tunnelbetrieb gebaut, die Tunnel der Tagbaustrecken nur soweit ausgeschachtet, um das Tunnelmauerwerk ausführen zu können, damit die Strafsen möglichst bald wieder hergestellt waren. Erst dann wurde das Erdmaterial im Tunnelinnern weggeschafft. Die Bahn wird elektrisch betrieben. Die Freileitungen liegen in der Gleisachse; als Speiseleitungen dienen sechs Kupferkabel mit je 200 qmm. Jede der vier Achsen der Motorwagen wird von einem Motor mit 110 PS getrieben. Die Signaleinrichtung ist vorbildlich. Die Linien sind in Teilstrecken eingeteilt; der Zug verläßt eine Teilstrecke erst dann, wenn der vorhergehende Zug bereits die übernächste Teilstrecke verlassen hat. Der gelieferte Strom wird von 15000 V auf 600 V transformiert. Wa.

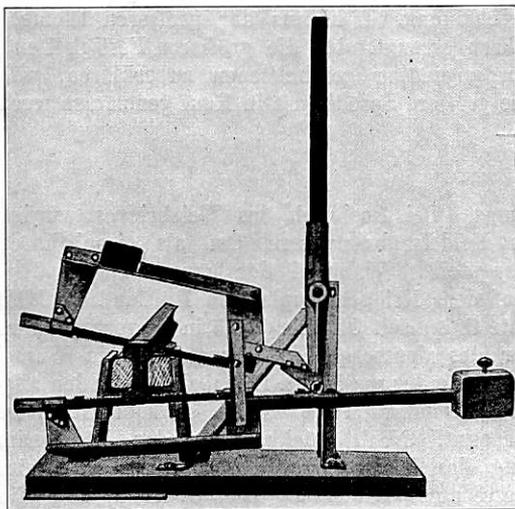
Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

Neuere Oberbaugeräte und Gleisarbeiten in England und Amerika.

Die Form der Oberbaugeräte für Handarbeit hat sich im Laufe der Zeit nur wenig verändert. Nachstehend sollen nach Angaben in einer englischen Fachzeitschrift einige solche Geräte beschrieben werden, die sich von den bei uns üblichen wesentlich unterscheiden. Solche Vergleiche können wertvoll sein, da die Oberbaugeräte für die Kosten wie für die rasche und sichere Durchführung von Gleisumbauten große Wichtigkeit haben.

Recht praktisch erscheint eine in England empfohlene doppeltwirkende, zweischnittige Schienensäge (Textabb. 1). Sie schneidet die Schiene gleichzeitig von oben und von unten, so daß der Schnitt gegenüber der einfachen Säge nur die halbe Zeit dauert. Allerdings muß dabei die doppelte Kraft aufgewendet werden, aber bei Arbeiten im Betriebe kommt es häufig weniger auf den Kraftverbrauch als auf die Zeit an. Die obere Säge ist in der üblichen Art in einen unmittelbar belasteten Bügel eingespannt; das Gewicht, das die untere Säge an die Schiene anpreßt, ist an einem Ausleger angebracht.

Abb. 1.



Wird die Verbindung zwischen der oberen und der unteren Säge lösbar gemacht, so kann der obere Teil der Vorrichtung soweit zurückgeklappt werden, daß kein Stück in den frei zu haltenden Lichtraum hineinragt. Man kann also die Säge schon vor der Vorbeifahrt des letzten Zuges anlegen und dann unmittelbar darauf mit dem Sägen beginnen.

Zur vorläufigen Deckung einer Sägefuge eignet sich die Vorrichtung nach Textabb. 2, die zunächst als Handverschluß für Weichenzungen gedacht ist, mit untergelegten Laschen aber, paarweise verwendet, auch als Schienennotverband dienen kann. Diese „Schnell-

klemme“ besitzt keine losen Teile, ist also stets verwendungsbereit. Ihre Druckschraube ist in einem drehbaren Kopf gelagert, sie braucht also zum Lösen der Vorrichtung nur soweit zurückgedreht zu werden, daß der Kopf angehoben und seitlich ausgeschwenkt werden kann. Der Bügel am Fusse der Vorrichtung kann hochgeklappt werden und verhindert dann, daß sich die Schraube durch Erschütterungen lockert; er ermöglicht aber auch das Anlegen eines Schlosses, um zu verhüten, daß die Schraube durch unbefugte Hände gelöst wird.

Eine handliche Maschine zum Bohren der Laschenlöcher zeigt Textabb. 3. Sie kann zurückgeklappt werden, so daß ihre Teile außerhalb des Lichtraums kommen. Die Kurbel ist verstellbar, um den Bohrdruck dem Widerstand anpassen zu können.

Abb. 2.

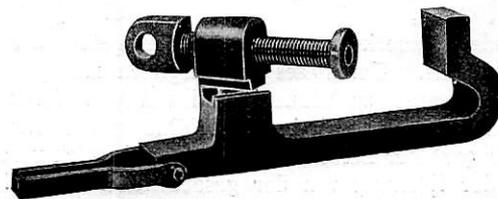
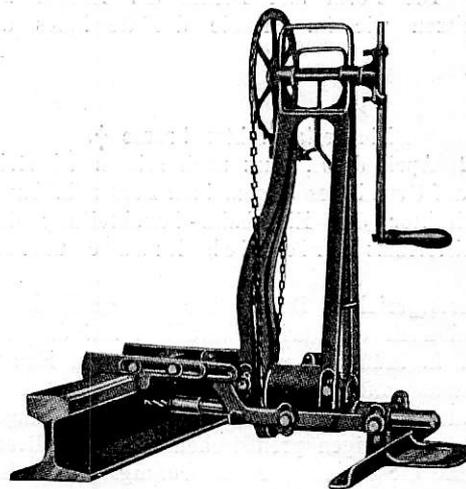


Abb. 3.

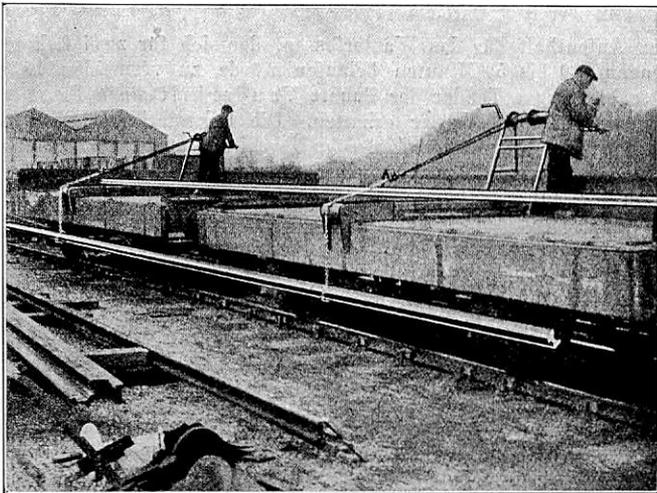


Für das Auswechseln von Schienen hat man auf einer kanadischen Eisenbahn Geräte und Arbeitsweisen eingeführt, bei denen es sozusagen exerziermäßig zugeht, was ja einerseits Taylorschen Grundsätzen entspricht, während andererseits nicht verkannt werden darf, daß im Heere der Wert genau vorgeschriebener Bewegungen schon längst erkannt war, ehe der Name Taylor in diesem Zusammenhang ein Schlagwort wurde. Bei diesem Verfahren wurde nach einem englischen Bericht mit 257 Mann eine Strecke von mehr

als einer Meile (1,6 km) Länge mit 50 kg/m schweren Schienen in einer Stunde umgelegt. Die Schienen werden auf Plattformwagen angeliefert, mit besonderen Vorrichtungen an den Rand der Plattform geschoben und dann, genau gleichgerichtet zum Gleis, auf den Schwellköpfen fortlaufend niedergelegt. Nachdem dann die alten Schienen gelöst und nach der Gleismitte zu verschoben sind, werden die neuen Schienen eingerückt, genagelt und verlascht. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, immer zwei Schienen zu verlaschen und gleichzeitig einzuheben. Von 36 Mann wurden mit 18 Schienenzangen bis zu 90 solcher Doppellängen von je 20 m in der Stunde eingelegt; die gemeinschaftliche Bewegung zweier Schienelängen hat die Zeit auf die Hälfte vermindert. Die Enden der alten Schienenstränge wurden dann auf die nunmehr befahrbaren neuen Schienen gehoben; ein Wagen, der durch schwere Beladung gegen Entgleisen gesichert war, wurde nunmehr von einer Lokomotive mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 bis 6 km in der Stunde über die Umlegungsstrecke gedrückt. Die Flanschen der Räder schoben dabei, keil- oder pflugartig wirkend, die alten Schienen nach außen. Sie fielen neben den Fahrschienen nieder und wurden von hier durch einen Bauzug abgeholt.

Um das Auf- und Abladen der Schienen auf der Strecke, namentlich für die beschriebene Umlegungsart, zu erleichtern, können die Plattformwagen des Bauzugs mit Hebezeugen nach Textabb. 4 ausgestattet werden. Sie bestehen aus einfachen Winden mit Ketten, die paarweise je eine Schiene erfassen und sie hochheben oder niederlegen. Um die Schienen sicher über den Rand der Plattform zu leiten, sind hier besondere Führungskloben vorgesehen, die zusammen mit entsprechenden Stücken an der gegenüberliegenden Seite des Wagens zugleich die Winden gegen Verschieben quer zur Gleisrichtung sichern. Es wird behauptet, daß das Abladen einer Schiene mit dieser Vorrichtung noch nicht eine Minute dauert, wobei 16 Mann soviel leisten wie 25 bis 30 Mann in reiner Handarbeit. Dabei ist die Unfallgefahr stark verringert, die Schienen werden sanft und ohne Beschädigung abgesetzt, das Nachbargleis wird nicht versperrt und kann ungehindert befahren werden.

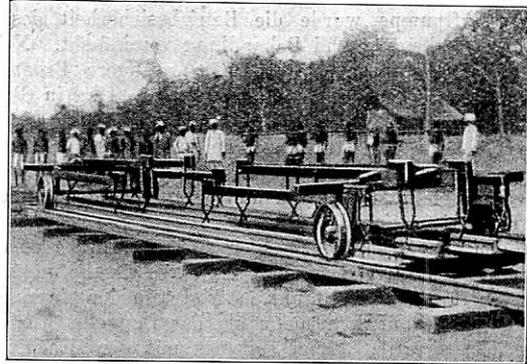
Abb. 4.



Zum Vorbringen von Schienen über die Vorbauspitze hinaus wird auf einer indischen Eisenbahn eine Vorrichtung benutzt, die von den Behinderungen, die das frische Schotterbett und die ausgelegten Schwellen dem Vorstrecken bereiten, frei ist. Sie besteht (Textabb. 5) aus zwei Radsätzen, die durch die zu befördernden Schienen zu einer Art Plattformwagen gekuppelt werden. Auf den Achsen sind zweiarmige Hebel von etwa 3,5 bis 4 m Länge mit untergelegten Böcken nahe an den Rädern befestigt, so daß keine Verbiegung der Achse eintreten kann. An den beiden Enden der Hebel sind Schienenzangen angebracht. Soll eine Schiene an die Gleisspitze gefahren werden, so wird zunächst das lange Ende des Hebels hochgehoben und die Schiene, die im Gleis bereitgelegt sein muß, an die Zange des kurzen Endes angehängt. Durch Niederdrücken des langen Endes wird dann die Schiene angehoben, um dann auch noch von der Zange an diesem Ende erfaßt zu werden. Die Schiene schwebt nun wagrecht in solcher Höhe, daß mit dem Fahrzeug

auch Weichen und Kreuzungen befahren werden können. Man kann bis vier Hebel nebeneinander anordnen. Hierauf wird das Fahrzeug auf zwei leichten Winkeleisen, die von vier Mann bequem getragen werden können, noch um eine Schienenlänge über die Gleisspitze hinaus vorgefahren. Die Winkeleisen werden als Verlängerung der Fahrschienen auf den Schwellen ausgelegt und auf ihnen leicht angeheftet; sie genügen, um das leichte Fahrzeug zu tragen. Nach dem Niederlegen, das umgekehrt wie das Aufheben vor sich geht, brauchen die Schienen nur noch zur Seite geschoben und vernagelt zu werden. Durch Einführung dieser Fördervorrichtung wurde es möglich gemacht, mit einem Trupp von 85 Mann einen täglichen Fortschritt von 800 m zu erzielen, während vorher allein 24 bis 32 Mann zum Tragen der Schienen nötig waren und täglich nur 200 m geleistet wurden.

Abb. 5.



Zum Schluß sei noch eine fahrbare Werkstatt erwähnt, die eine amerikanische Eisenbahngesellschaft eingerichtet hat, um abgenutzte Schienen wieder verwendbar zu machen. Von den Schienen werden zu diesem Zwecke die stark abgenutzten Enden auf 30 oder 45 cm Länge abgeschnitten, worauf der besser erhaltene Mittelteil unter entsprechenden Zubußen wieder in das Gleis verlegt wird. Die fahrbare Werkstatt enthält Sägen und Bohrmaschinen, die von einer Dampfmaschine angetrieben werden. Außerdem sind die nötigen Hebezeuge vorgesehen, um die Schienen vom Stapel aufzuheben, sie zur Bearbeitung zurechtzulegen und dann wieder neben dem Gleis zu stapeln. Mit 21 Mann können täglich 1800 m Schienen bearbeitet werden. Beim Wiederverlegen der Schienen wird darauf geachtet, daß Schienen, die früher im Gleis nebeneinander lagen, auch wieder einen fortlaufenden Strang bilden.

Wernekke.

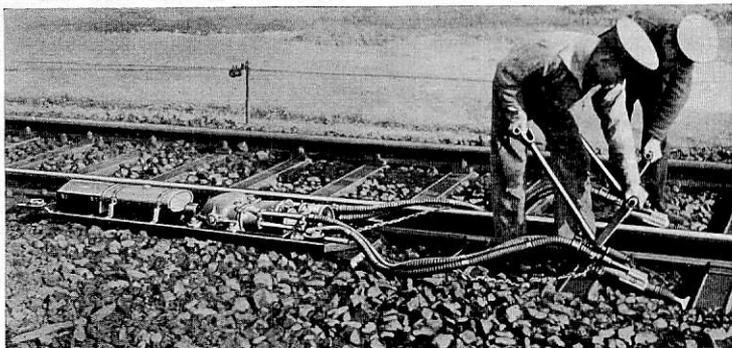
Die Gleisstopfmaschine Muster 1924 der Friedr. Krupp A.-G.

Regierungsbaurat H a m p k e, Altona, der Erfinder der deutschen Schwellenstopfmaschine*) ersucht mich, meinen Ausführungen im Organ 1924, Heft 1, S. 16/17 über eine neue schwedische Schwellenstopfmaschine anzufügen, daß sich die neue schwedische Gleisstopfmaschine von der deutschen Maschine, die von Krupp in Essen gebaut wird, im wesentlichen durch ihr höheres Gewicht und dadurch unterscheidet, daß sie mit Wasser statt mit Luft gekühlt wird, wodurch sich das Betriebsgewicht noch weiter erhöht und die Anwendungsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Die deutsche Maschine könne ebensogut wie die schwedische auf ein fahrbares Untergestell gesetzt werden; dann sei sie aber auf Strecken mit starkem Verkehr nicht anwendbar, da sie nach § 103 (11 a) der Fahrdienstvorschriften 15 Minuten vor der fahrplanmäßigen Durchfahrt eines Zuges aus dem Gleis entfernt werden muß. Die deutsche Maschine ist auf einem Schlitten untergebracht, der auf den Schwellenköpfen gleitet, damit ebenso wie bei der Handstopfung jede auch die kleinste Zugpause ausgenützt werden kann. Die schwedische Maschine ist der deutschen Maschine nachgebildet. Die Rechtmäßigkeit der Patente ist angefochten. Das Verfahren steht vor dem Abschluß.

In ihrer ersten Bauart hatte die Gleisstopfmaschine von H a m p k e eine besondere Kraftquelle und elektrischen Antrieb. Inzwischen hat sich die Bauart ganz wesentlich entwickelt und es sind sehr erhebliche Abweichungen gegenüber der ersten Ausführung eingetreten. Durch Anwendung der ventillosen, luftgekühlten Zweitaktbauart der

*) Organ 1915, Seite 389.

Abb. 1.



Zwillingsmotorluftpumpe wurde die Betriebssicherheit des Motors erhöht und die Bedienung und Behandlung vereinfacht. Neben der Verbesserung einiger Einzelteile tritt der geringere Brennstoffverbrauch gegenüber der ersten Ausführung (etwa 14 kg in 8 Stunden) besonders hervor.

Die verbesserte Gleisstopfmaschine soll schon 56 Stunden ununterbrochen bei 1400 Umlauf in der Minute gleichmäßig bei normalem Brennstoffverbrauch gelaufen sein und damit ein bisher noch nicht erreichtes Ergebnis erzielt haben.

Nach den Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Firma Krupp betragen die Kosten für Maschinenarbeit der Gleisstopfung nur etwa 73 v. H. derer für Handarbeit und es leistet in der Maschinenrotte ein Arbeiter durchschnittlich mehr als das Doppelte wie in einer reinen Handarbeiterrotte. Dabei soll das mit der Maschine unterstopfte Gleis eine wesentlich längere Liegezeit haben, was ebenso wie der nicht geringe Nutzen der Schonung der Schienen, Schwellen und Fahrzeuge infolge der besseren Gleislagerung in der Wirtschaftlichkeitsberechnung noch gar nicht berücksichtigt ist.

Die Textabbildung 1 zeigt die Gleisstopfmaschine bei der Arbeit,

Abb. 2.



Abbildung 2 das Ergebnis des Maschinenstopfens im Vergleich mit Handstopfen. Aus diesem Bild ist deutlich zu erkennen, wie bei der einseitig von der Maschine gestopften Schwelle der Schotter nach Art von Bruchsteinmauerwerk sich fest ineinanderfügt, während bei der zweiseitig von Hand gestopften Schwelle große Lücken bestehen bleiben.

Zum gleichmäßig fortschreitenden Stopfen sind zwei Maschinen erforderlich und zwar stopft je ein Rottenarbeiter stets innerhalb, der andere außerhalb der Schienen. Die Gleisstopfmaschine ist für jeden Bettungsstoff, sei es Sand, Kies oder Steinschlag geeignet. — Das eigentliche Arbeitsmittel ist der Stopfer. Da jeder Kurbelumdrehung immer ein Schlag des Stopfers entspricht, wird bei etwa 1400 Umdrehungen in der Minute der Schotter in eine fortlaufende Bewegung versetzt und fast lückenlos ineinander geschoben. Eine mit der Maschine unterstopfte Schwelle soll daher fester liegen als eine von Hand gestopfte. Aus der schiebenden Bewegung des Schotters ergibt sich, daß die Schwellen mit der Maschine nur einseitig gestopft zu werden brauchen und daß hierbei doch alle Hohlräume ausgefüllt werden.

Dr. Saller.

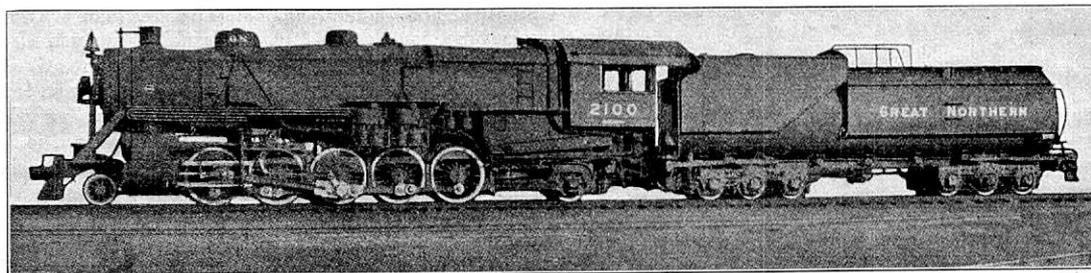
Lokomotiven und Wagen.

1E1-h2 Güterzuglokomotive der amerikanischen Great Northern-Bahn.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 8.)

Zwecks Erhöhung der Schleplasten und Fahrgeschwindigkeiten im Gebiet der Rocky Mountains hat die genannte Bahngesellschaft 30 Lokomotiven der angegebenen Bauart von Baldwin beschafft. Sie sollen mit einem gesamten Dienstgewicht von 312,2 t die bisher verwendeten 291 t schweren Gelenklokomotiven ersetzen. Auf Steilrampen mit 18⁰/₁₀₀ Steigung befördern zwei der neuen Lokomotiven Züge von 2700 t Gewicht. Dabei sind die im Vorspanndienst verwendeten Lokomotiven mit einer Zusatzdampfmaschine („Booster“) ausgerüstet, der ihre Zugkraft um etwa 4500 kg vergrößert. Um

einen Aufenthalt für das Wasserfassen, der sich für zwei Lokomotiven auf 40 bis 50 Minuten belaufen würde, zu vermeiden, haben die sechsachsigen Tender der Bauart Vanderbilt einen Fassungsraum von 57 cbm Wasser erhalten. Die Lokomotiven haben Ölfederung; der Kessel hat Großrohr-Überhitzer und Belpaire-Feuerbüchse mit einer 1372 mm langen Verbrennungskammer, der Feuerschirm liegt auf fünf Rohren. An Einzelheiten sind noch zu erwähnen die Heusinger-Steuerung mit Kraftumstellung nach Ragonnet, eine Radreifenschmiervorrichtung, die Luftdruckbremse mit zwei 8¹/₂“ Kreuzverbund-Luftpumpen, die King-Packungen, sowie die Zylinder- und Schieberbüchsen aus Hunt-Spiller-Eisen. Die Textabb. zeigt den allgemeinen Aufbau der Lokomotive.



Die Hauptabmessungen sind:

Zylinderdurchmesser d	787 mm
Kolbenhub h	813 "
Kesseldurchmesser außen (vorn)	2286 "
Feuerbüchse, Länge	3353 "
" " " " Weite	2438 "
Heizrohre, Anzahl	270
" " " " Durchmesser	57 mm
Rauchrohre, Anzahl	60
" " " " Durchmesser	140 mm
Rohrlänge	6401 "

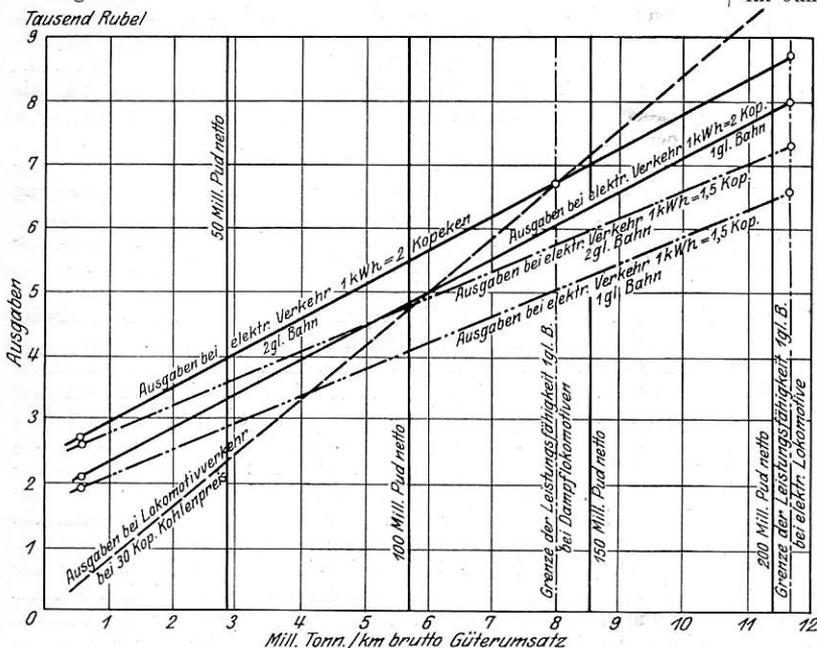
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungsdauer und Wasserrohren	44,3 qm
Heizfläche der Rohre	478,0 "
" " des Überhitzers	141,0 "
" " im Ganzen H	663,3 "
Rostfläche R	8,2 "
Durchmesser der Treibräder D	1600 mm
" " " " Laufräder, vorn	851 "
" " " " hinten	1080 "
Achsstand der Kuppelachsen	6706 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12979 "

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebs von Eisenbahnen mittlerer Betriebsstärke, die sich im Bereich von Kraftwerken befinden.

Technika i. Ekonomika 1923, Nr. 11, S. 565.

Im Bereiche vorhandener oder im Bau befindlicher großer elektrischer Werke, die den Eisenbahnen die erforderliche Energie zu verhältnismäßig niedrigem Preise ablassen können, wird die Einführung elektrischer Zugförderung dadurch besonders begünstigt, daß eine der wesentlichsten Ausgaben, der Bau der Kraftwerke, der in manchen Fällen die Hälfte der Gesamtausgaben verschlingt, hierbei wegfällt.



In der Quelle werden Berechnungen angestellt zu dem Zwecke, das Anwachsen der Ausgaben mit der Zunahme des Betriebes bei Dampf- und elektrischer Zugkraft zu bestimmen für eine Strecke, die mittleren Betrieb mit einem Güterumsatz von 100—150 Millionen

Pudwerst auf die Werst (1,64—2,46 Millionen tkm auf 1 km) besitzt. Der Berechnung liegt eine eingleisige Strecke mit ziemlich beträchtlichen Steigungen zu Grunde, die bei der gegenwärtigen Schraubekupplung nicht mehr erlaubten das Zuggewicht wesentlich zu erhöhen, und mit Ausweichgleisen beiläufig alle 10 km. Die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit wird bei Dampftrieb zu 20 und bei elektrischem Betrieb zu 30 Zugpaaren täglich angenommen. Nebenher sind auch für zweigleisige Bahn Berechnungen angestellt. Die Ungleichmäßigkeit des Betriebes ist zu 1,5 angenommen, das Höchstgewicht eines Zuges zu 820 t. Bei den angenommenen Zahlen können im Jahr bei Dampftrieb 8 Millionen und bei elektrischem Betrieb 11,7 Millionen tkm geleistet werden. Es ist angenommen, daß der Wert der angeschafften elektrischen Lokomotiven durch den Wert der freigewordenen Dampflokomotiven ausgeglichen wird, wobei jede elektrische zwei Dampflokomotiven ablösen soll. Der Kapitalwert der elektrischen Lokomotiven wird daher nicht in Rechnung gestellt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Schaubild (Textabb.) dargestellt. Das Schaubild zeigt, daß der elektrische Betrieb günstig wird bei einem Preise von etwa 3 Pfg. für die kWh, für einen Güterumsatz von etwa 4 Millionen tkm/km brutto bei eingleisiger Bahn und von etwa 4 Millionen tkm/km bei zweigleisiger Bahn.

Bei diesen Berechnungen sind außer acht gelassen: Die Verminderung der Kosten für Lokomotiv- und Zugpersonal infolge besserer Ausnutzung der elektrischen Lokomotiven im Vergleich zu Dampflokomotiven und der Erhöhung der Geschwindigkeit bei elektrischem Betrieb, die Abminderung der Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven im Vergleich zu denen der Dampflokomotiven, endlich die Abminderung der Kosten für Wasserversorgung bei Übergang zum elektrischen Betrieb.

Außerdem ist nicht in Rechnung gezogen die Vergrößerung der Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen um beiläufig 50 v. H., wodurch bei eingleisigen Bahnen der Bau des zweiten Gleises und bei zweigleisigen der Bau von Entlastungsstrecken hinausgeschoben werden kann.

Alle Berechnungen sind zu Vorkriegspreisen und Vorkriegsrubeln erstellt.

Dr. S.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Die längste Lokomotivfahrt in Amerika.

(Railway Age 1924, 1. Halbj., Nr. 10.)

Die Missouri-Kansas-Texas-Eisenbahn, die auf dem Gebiete der Durchführung langer Lokomotivfahrten bahnbrechend vorangegangen ist, führt neuerdings zwischen Franklin (Mo) und San Antonio (Tex.) im regelmäßigen Dienst Fahrten über eine Strecke von 1403 km ohne Lokomotivwechsel aus. Die hierfür verwendete Lokomotive der Bauart Pacific (2 C1-h2) besitzt nach den Angaben der Quelle eine Zugkraft von 18500 kg. Der Tender faßt 45,4 cbm Wasser und 18,2 cbm Heizöl. Der Brennstoff wird unterwegs zweimal ergänzt. An jeder Fahrt sind 4 Personale beteiligt, die sich auf bestimmten Stationen ablösen und dabei jedesmal die Schmierapparate, Triebstangenköpfe usw. nachfüllen. Die mittlere Geschwindigkeit des aus 15 Wagen bestehenden Zuges beträgt zwischen 57 und 70 km/Std., wobei Steigungen von 10‰, teilweise sogar von 13‰ zu befahren sind. Auf den Endstationen ist genügend Aufenthalt zur Instandsetzung der Lokomotive und zur Ausführung kleiner Ausbesserungen vorgesehen. Die monatliche Leistung der Lokomotiven beträgt 16684 km.

Nebelsignal mit Aga-Blinklicht.

(Railway Gazette Bd. 40, Nr. 10.)

Bei dem in England häufig vorkommenden starken Nebel verdoppeln die englischen Eisenbahnen ihre Signale durch eine Art Vor- oder Wiederholungssignal. Bei elektrischen Bahnen, bei denen auch die Signale elektrisch erleuchtet sind, macht die Beleuchtung

dieser Wiederholungssignale keine Schwierigkeiten, bei Dampf bahnen müssen dagegen zu diesem Zweck besondere Vorkehrungen getroffen werden. Neuerdings wird für solche Signale ein Azetylen-Blinklicht erprobt, das nach dem Muster von Leuchtturmlichtern gebaut ist. Zu der Vorrichtung gehört ein Behälter, in dem sich aufgelöstes Azetylen unter Druck befindet und der in einem Schrank am Fuße des Mastsignals untergebracht wird. Eine Zündflamme brennt dauernd; der Druck des Gases im Behälter betätigt die Vorrichtung, die das Blinken hervorruft, nachdem sie durch einen elektrischen Fernschalter in Tätigkeit gesetzt ist. Das Licht mit etwa 4000 Kerzenstärken blinkt 200 mal in der Minute; Dunkelheit und Licht sind so verteilt, daß das Blinklicht erheblich kürzere Zeit leuchtet, als die Dunkelheit dauert, die Nachwirkung im Auge läßt aber die Zeitverteilung umgekehrt erscheinen. Der Behälter wird in zwei Größen geliefert: für eine Brenndauer von 30 mal 24 Stunden und von 33 mal 24 Stunden. Da aber die volle Flamme nur bei Bedarf eingeschaltet wird, während sonst nur die Zündflamme brennt, reicht eine solche Füllung für einen weit längeren Zeitraum. Es ist nur nötig, von Zeit zu Zeit zu prüfen, ob noch der nötige Druck im Behälter vorhanden ist. Sonst ist eine Überwachung kaum nötig. Das Blinken geht, wenn die Vorrichtung einmal eingeschaltet ist, natürlich selbsttätig vor sich. Die rot und grüne Blende, die vor dem Licht angebracht ist, wird ebenfalls selbsttätig von dem Signal gesteuert, das durch das Blinklicht angekündigt wird. Die Kosten für den Betrieb sollen unbedeutend sein. Als Vorteil gegenüber den elektrisch beleuchteten Nebelsignalen wird hervorgehoben, daß die Lichtquelle von Zuleitungen unabhängig ist. Wernecke.

V e r s c h i e d e n e s.

Eisenbahntechnische Tagung und Ausstellung in Berlin.

Über die Tagung, die von dem Verein Deutscher Ingenieure in Verbindung mit der Reichsbahn in der Zeit vom 22. bis 27. September d. J. in Berlin veranstaltet wird, sprach kürzlich Prof. Matschofs vor Vertretern der Presse. Wir geben die Ausführungen im Nachgang zu unserer kurzen Ankündigung der Tagung im vorigen Hefte nach der Z. V. D. E. nachfolgend wieder.

Mit der Eisenbahn geht es so wie mit vielen Dingen, die funktionieren; solange man nichts von ihnen hört, glaubt man, daß alles in schönster Ordnung ist. Wir haben alles das, was die Eisenbahn geleistet hat, bis zum Kriege und auch noch nachher als so selbstverständlich angesehen, daß man oft auch in Ingenieurkreisen die Meinung hörte, die Eisenbahn wäre eine so fertige Sache, daß bei ihr eigentlich nicht allzuviel noch zu verbessern wäre, sie wäre eigentlich mehr ein Objekt der Verwaltung, als ein Gegenstand des technischen Fortschrittes. Dringt man aber tiefer in die Materie ein, so sieht man, daß die Eisenbahn als eines der wichtigsten Glieder des ganzen technischen Wirtschaftslebens von der allgemeinen Regel keine Ausnahme macht, daß nichts, was die Technik schafft, fertig ist, sondern alles noch einer großen Entwicklung entgegengeht. Wir Ingenieure sind der Meinung, daß die Entwicklung noch nicht auf der Höhe angelangt ist, viel weniger etwa schon am Ende steht, sondern, daß wir gerade auf diesem Gebiete noch am Anfange stehen, und daß noch sehr große Aufgaben auf dem Gebiete des Verkehrs zu bewältigen sind.

Aus diesen Gedanken heraus entstand die Absicht, einmal in Deutschland einem Kreise von Fachmännern und darüber hinaus zu zeigen, welche Aufgaben technischer Art auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens heute vorherrschend sind. Wir müssen uns bei diesen Aufgaben selbstverständlich beschränken, und da liegt es für uns Deutsche sehr nahe, uns auf die technischen Aufgaben und Fortschritte zu beschränken, die geeignet sind, das Aufbringen der Eisenbahn in wirtschaftlicher Beziehung zu erhöhen. Oder anders ausgedrückt: An sich wäre es technisch sehr interessant, sich einmal den Kopf zu zerbrechen, wie wir unsere Schlafwagen, unsere Speisewagen usw. noch viel schöner einrichten können, wie wir uns vielleicht wunderbare Personenbahnhöfe erbauen könnten usw. Das bringt aber alles nichts ein, kostet vielmehr Geld; durch die schweren Belastungen, die auf uns ruben und die in noch höherem Maße uns ja bevorstehen, sind wir gezwungen, in erster Linie auf den Wirkungsgrad zu achten. Wir müssen uns heute namentlich für alle technischen Fortschritte interessieren, die geeignet sind, die wirtschaftlichen Ergebnisse zu erhöhen. Das ist an sich eine Selbstverständlichkeit, und doch kann man das nicht oft wiederholen auch gerade den Ingenieuren gegenüber, die natürlich aus Liebe zu ihrem Beruf manchmal auch gern Projekten und Problemen nachhängen, aus denen in absehbarer Zeit große wirtschaftliche Ergebnisse sich vielleicht noch nicht erzielen lassen.

Auch das Ausland wird dann Gelegenheit haben, zu sehen, wie die deutschen Eisenbahningenieure und die deutschen Ingenieure überhaupt gewillt sind, ihre ganze Kraft an den technischen Fortschritt zu setzen. Heute ist im Auslande vielfach der Glaube verbreitet, die Deutschen hätten nur noch für rein wirtschaftliche Fragen, Lohnfragen, Gehaltsfragen u. dgl. mehr Interesse. Nichts ist unrichtiger als das. Der Idealismus, den man immer wieder als Erbgut der Deutschen so gern bezeichnet, ist heute ebenso wach wie früher, und auf Grund dieser ganzen Auffassung arbeiten die Ingenieure auch heute mit besonderer Begeisterung an Problemen, die in die Zukunft weisen. Unter diesem Gesichtspunkt soll die ganze Tagung abgehalten werden, und wir hoffen auch zahlreiche Teilnehmer aus dem Auslande hierbei begrüßen zu können.

Für die Tagung ist die letzte Woche des September, die Zeit vom 22. bis 27. September in Aussicht genommen. Die Tagung wird in Berlin stattfinden. Sechs Tage sind vorgesehen, die wissenschaftlicher Arbeit gewidmet sind. Von den großen Gebieten, die bearbeitet werden sollen, wird zunächst der Gütermassenverkehr behandelt werden. Von ihm hängt ja auch für die Gestaltung in Deutschland sehr viel ab. Unserer Auffassung nach ist es unrichtig, immer wieder zu betonen, einen solchen Gütermassenverkehr kann man wohl in Amerika durchführen, Deutschland wäre dazu aber nicht geeignet. Ich kann als Historiker der Technik sagen, daß diese Behauptung immer wiedergekehrt ist: auch als in Deutschland die erste Eisenbahn gebaut werden sollte, haben die klugen Leute behauptet, in

England könne man wohl Eisenbahnen bauen, aber sonst wohl nirgends auf der Welt. Diese ganze Frage wird am ersten Tage behandelt werden.

Wenn man nun so riesenhafte Gütermassen versenden will unter Verwendung großer Güterwagen von 50 t mit Schnellentladung, so muß man diese Wagen auch gut in der Hand haben. Ohne gute Bremsen kann man einen solchen Verkehr nicht bewältigen. Das zweite Hauptthema ist daher das Gebiet der Eisenbahnbremsen. Wenn ich nun diese 50 t-Wagen einführen will, so dünkt uns das in Deutschland eine schwere Belastung des Oberbaus und der Brücken. — In Amerika geht man schon in vollen Schritten dem 100 t-Wagen entgegen, und man muß den Oberbau und die Brücken wesentlich verstärken. So ist auch dieses Thema der Verstärkung des Oberbaus und der Brücken organisch mit den beiden vorhergehenden Themata verbunden. Wir hoffen, an diesem Tage auch einen guten Besuch zu bekommen aus den Kreisen, in denen ein wirtschaftliches Interesse an der Bewältigung großer Gütermassen herrscht, wie bei dem Kohlenbergbau, bei der Landwirtschaft u. a. m.

Der zweite Tag wird für den Ingenieur ganz besonderes Interesse haben. Handelt es sich doch hier um die Verbesserung von Lokomotiven. Im vorigen Jahre konnten wir das hundertjährige Jubiläum der ersten Lokomotivfabrik der Welt, von Stephenson in Newcastle, feiern. So jung ist also die ganze Entwicklung! Unter uns leben noch Menschen, die älter sind als die älteste deutsche Eisenbahn; alles das spielt sich also noch im Laufe eines allerdings recht langen Menschenlebens ab. Wir haben bisher immer die Lokomotive verwandt, die Stephenson geschaffen hat. In der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure erschien vor einiger Zeit ein Aufsatz über die „Erste nicht Stephenson'sche Lokomotive“. Das sind die Maschinen, die Turbinen mit Oberflächenkondensator verwenden, ganz neue Konstruktionsideen, hier ist der hin- und hergehende Kolben verschwunden. Hier wird es besonders interessant sein, von ersten Fachmännern des In- und Auslandes hierüber berichten zu hören, und es wird auch interessieren, daß die erste Turbolokomotive, von Krupp gebaut, fahrtbereit in dem Ausstellungspark stehen wird.

Nicht minder interessant ist die Frage, ob man die Explosionsmotoren, die Verbrennungskraftmaschinen, die Dieselmotoren für den Lokomotivbetrieb verwenden kann. Man arbeitet schon seit Jahren hieran. Die Vorträge über die Diesellokomotive, die ein ganz besonderes Interesse für ein Land wie Rußland mit seinen großen Ölvorräten hat, werden im Vordergrund des Interesses stehen, zumal auch der bekannte Professor Lomanossow in Moskau den Hauptvortrag über die Diesellokomotive, die er in Deutschland bestellt hat, und die auch auf der Ausstellung fahrtbereit zu sehen sein wird, halten wird. Nicht weniger als 6 Diesellokomotiven werden dort ausgestellt sein. An diesem Tage wird auch über die Normung, Typung und Spezialisierung im Lokomotivbau gesprochen werden, ein Gebiet, auf dem wir dem Auslande voran sind.

Am dritten Tage findet ein Besuch der Ausstellung statt, über die ich nachher noch sprechen werde.

Der vierte Tag, Donnerstag, wird die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung behandeln. Hier werden besonders bemerkenswerte Anregungen des Auslandes zum Vortrag kommen. Auch die elektrischen Stellwerks- und Signalanlagen werden hier eingehend behandelt. Das furchtbare Eisenbahnglück in der Schweiz hat Veranlassung zu einer besonders regen technischen Tätigkeit gegeben, und so wird dieses Unglück mit seinen Folgen und Lehren bei der Eisenbahntagung auch wohl eine Rolle spielen.

Der fünfte Tag behandelt die Eisenbahnwerkstätten, auch ein sehr wichtiges Thema. Auf dem Gebiete der Werkstätten ist Muster-gültiges geleistet worden. Wir hoffen auch vom Auslande, insbesondere von Schweden, einiges Interessantes zu hören.

Am sechsten Tage wird die sehr wichtige Frage der Verschiebe- und Personenbahnhöfe, die Frage der Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes und besonders des Rangierwesens behandelt werden. Hier liegen sehr interessante Probleme vor, die die uralte Methode des Rangierens, wie wir sie alle kennen, etwas umzugestalten suchen, weil wir mit der Leistungsfähigkeit auch unserer größten Güterbahnhöfe am Ende sind, und wenn wir das Geld nicht haben, um riesige neue Bahnhöfe zu bauen, so wird sich die Tätigkeit der Ingenieure in erster Linie darauf richten, ohne zu große Geldaufwendungen die Leistungen der vorhandenen Bahnhöfe wesentlich zu steigern.

Für diese Tagung haben wir die Räume der Kroll'schen Oper am Königsplatz gewonnen, die ja bei der Sitzung des Reichsverbandes der Deutschen Industrie gezeigt haben, wie ausgezeichnet sie als Versammlungslokal wirken können. Ausser diesen Hauptvorträgen werden am Abend noch Sondervorträge stattfinden, für die in der Technischen Hochschule eine ganze Reihe von Sälen zur Verfügung gestellt sind.

Als sehr wichtiger Teil der ganzen Veranstaltung kommen zwei Ausstellungen hinzu, die nur durch das weitsichtige Entgegenkommen der Eisenbahnverwaltung möglich geworden sind. Die eine Ausstellung wird auf den neu entstehenden Rangierbahnhof in Seddin bei Kaputh, nicht weit von Ferch aufgebaut werden. Dieser noch nicht vollendete Rangierbahnhof bietet Platz für diese Ausstellung. Auf dieser Ausstellung soll nicht das behandelt und gezeigt werden, was jeder kennt, sondern das, was für die Zukunft wegweisend ist. Schon heute sind über 40 Dampflokomotiven, die die neueste Entwicklung zeigen werden, von den verschiedenen Firmen fest angemeldet worden. Dort werden feuerlose und Druckluftlokomotiven zu sehen sein. Zehn verschiedene elektrische Lokomotiven und sechs Diesellokomotiven. Dazu kommen Motorlokomotiven, besondere Antriebsfahrzeuge für Rangierzwecke und die schon mehrfach erwähnte Turbolokomotive. Dort werden auch die Großgüterwagen, die am ersten Tage eingehend behandelt werden, ausgestellt werden, ferner die Schnellentlader, neueste Personen-, D-Zug-, Schlaf- und Speisewagen, soweit man zeigen kann, daß durch wesentliche konstruktive Verbesserungen, Normalisierungen usw. die Wagen wesentlich wirtschaftlicher gemacht werden können. Die Reichsbahn wird ihre Sonderwagen für den inneren Betrieb (Gießereiversuchs-, Unterrichts-, Lokomotivmels-, Bremsversuchs- und Tunneluntersuchungswagen) den Besuchern zeigen.

Die wichtige Frage des Rangierens wird auf der Ausstellung gut vertreten sein. Man wird dort eine ganze Reihe neuzeitliche Einrichtungen sehen. Auch die Thyssensche Gleisbremse sowie die maschinelle Gleisverlegung wird im Betriebe vorgeführt werden; man hat Maschinen entworfen und betriebsfertig hergestellt, die auf mechanischem Wege Gleise verlegen.

Bei der Industrie ist ein großes Interesse dafür vorhanden, Spezialwerkzeugmaschinen für Sonderzwecke des Eisenbahnwesens, Schweißmaschinen usw. dort auszustellen.

Die Ausstellung wird am Sonntag, den 21. September, vorm. 10 Uhr, der Besichtigung freigegeben werden. Gegen ein mäßiges Eintrittsgeld wird jedem die Möglichkeit gegeben werden, auch den Nichtfachkreisen, die Ausstellung zu besichtigen. Die Verkehrs-

möglichkeiten werden von der Reichsbahnverwaltung zur Verfügung gestellt werden, insbesondere werden von Wannsee nach Seddin Motorwagen fahren, so daß man mit der Stadtbahn nach Wannsee fährt und von dort weiter nach Seddin.

Der Hauptbesuch von der Tagung aus wird am Mittwoch erfolgen. An diesem Tage wird die Reichsbahn Züge zur Verfügung stellen, wie sie größer und schwerer bisher noch nicht gefahren sind, 90 Achsenzüge, die Tausende von Reisenden fassen können. Diese Züge werden mit den neuesten Bremsen versehen sein, die Teilnehmer der Fahrt werden an sich selber feststellen können, wie ausgezeichnet die Bremsen wirken, denn es wird eine Bremsversuchsfahrt nach Belzig vorgenommen werden, und auf der Rückfahrt steigen dann die Teilnehmer in Seddin aus, um die Ausstellung zu besichtigen. Man rechnet damit, die Ausstellung mindestens 10 Tage offenzuhalten, wir vermuten aber, daß die Ausstellung so interessant sein wird, daß wir gern zugeben werden, sie auf 14 Tage auszudehnen.

Welches Interesse man für diese Ausstellung erwartet, ergibt sich daraus, daß schon die Anregung vorliegt, man möchte die interessantesten Gegenstände in einem Zuge zusammenstellen und sie in allen Teilen Deutschlands zeigen. Dieser Vorschlag hat etwas Amerikanisches, in Amerika macht man heute schon solche Propagandafahrten, um technische Fortschritte zu zeigen.

Die zweite Ausstellung soll in der Technischen Hochschule stattfinden. Sie soll zeigen, um welche Probleme der technischen Entwicklung es sich hier in erster Linie handelt. Der Lichthof der Technischen Hochschule, die Säle und die breiten Gänge bieten genügend Platz, um in Form von Zeichnungen, Bildern und Modellen einer größeren Öffentlichkeit vieles von den Gedanken zu zeigen, die heute auf das Intensivste die Technik und die eisenbahntechnischen Kreise beschäftigen. Auf dieser Ausstellung werden auch Filme in sehr großem Umfange vorgeführt werden. Diese Filme sollen in mehreren Sälen laufen, ihre Programme sollen vorher veröffentlicht werden, so daß jeder in der Lage ist, sich diese technischen Spezialfilme zu bestimmter Zeit anzusehen. Dort werden Filme zu sehen sein über neue Rangiermethoden, Eisenbahnbremsen, Entlade- und Beladevorrichtungen, neueste Kuppelungen u. dgl. mehr. Die Anmeldungen hierfür liegen schon so reichlich vor, daß wir eher die Schwierigkeit haben werden, die richtige Auswahl zu treffen, als uns Sorge zu machen, daß zu wenig zu sehen sein wird.

Außerdem haben sich schon eine Anzahl namhafter Firmen in Berlin sehr gern bereit erklärt, den Teilnehmern an der Versammlung ihre Werke und ihre neuesten Einrichtungen zu zeigen, so daß also auch da ein reichhaltiges Programm vorliegen wird.

Bücherbesprechungen.

Eisen im Hochbau. Ein Taschenbuch über die Verwendung von Eisen im Hochbau, herausgegeben vom Stahlwerks-Verband, Düsseldorf. Sechste Auflage. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1924. Preis geb. 12.— G.-M.

Von der Beliebtheit des Taschenbuches zeugt schon der schnelle Absatz, den die erst 1920 erschienene fünfte Auflage gefunden hat. Die neue Auflage zeichnet sich durch wertvolle Erweiterungen aus; zugewachsen sind zahlreiche neue Zahlentafeln und Abhandlungen, die neueren amtlichen technischen Bestimmungen und Vorschriften, die bisher vom Normenausschuß der deutschen Industrie veröffentlichten Dinormen und die „Einheitlichen Bezeichnungen für die Entwürfe von Ingenieurbauten“. Im Zusammenhang damit sind zahlreiche Tafeln der 5. Auflage für die neue vollständig umgerechnet worden.

Das Ziel des Taschenbuches ist, den Entwerfenden bei der Verwendung des Eisens, namentlich für Zwecke des Hochbaues, weitgehend zu unterstützen und zur Hebung der Wettbewerbsfähigkeit der Eisenbauweise für die einzelnen Bauteile neue Normalprofile und Regelabmessungen herauszustellen, die größtenteils auf Lager gehalten werden können. Dieses Ziel ist mit der Neuauflage voll erreicht: einmal durch die zahlreichen und vielseitigen Zahlentafeln auch für zusammengesetzte Querschnitte, Regelverbindungen und „Anschlüsse“, die dem entwerfenden Ingenieur an die Hand gegeben werden und weiter dadurch, daß er alle wünschenswerten, allgemeinen und besonderen Angaben über Baustoffe und Konstruktionsteile, über die Berechnungs-Grundlagen und die dafür in den einzelnen Bundesstaaten geltenden Sonderbestimmungen, sowie die wesentlichsten

Regeln aus der Festigkeitslehre sehr übersichtlich zusammengestellt findet. Zum Schluß ist noch eine große Anzahl allgemeine Zahlentafeln, namentlich mathematische Formeln, sowie Angaben über Eisenbahnfahrzeuge, insbesondere über deren Beladung und über Lichtraumprofile beigelegt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das vorliegende Hilfsbuch in vollem Maße die Erwartungen erfüllt, die man an ein vom Stahlwerksverband herausgegebenes Taschenbuch zu stellen berechtigt ist. Es kann sowohl für Lehr- und Lernzwecke als auch ganz besonders den ausübenden Ingenieuren wärmstens empfohlen werden. Zosel.

Hebezeuge. Von Richard Vater, „Aus Natur und Geisteswelt“, 196. Band, Verlag Teubner. Preis geb. 1,60 M.

Das rühmlichst bekannte Büchlein ist nach dem Tode Vaters von Dr. Fritz Schmidt in 3. Auflage herausgegeben. Es behandelt die Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper, vorzugsweise also die Hebel, Flaschenzüge und Krane, die Pumpen und Pulsometer, die Gebläse und Ventilatoren. Die lichtvolle, leicht faßliche Darstellung Vaters ist dem Büchlein erhalten geblieben. Die einfachen, klaren Berechnungen von Arbeitsbedarf und Wirkungsgrad machen das vorliegende Büchlein wie alle ähnlichen Leitfäden Vaters zu einem praktisch brauchbaren Hilfsmittel für den, der es mehr mit der Handhabung als mit dem Entwurf solcher Hilfsmittel zu tun hat. Zumal dem Bauingenieur kann also das neu herausgegebene Werkchen warm empfohlen werden. Dr. Bl.