

### Über die Seitenschlüpfung rollender Fahrzeuge unter der Wirkung geringer Kräfte.

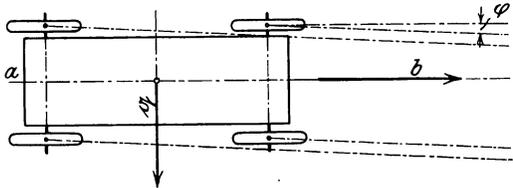
Ein Beitrag zur Reibungslehre.

Von Dr.-Ing. R. v. Helmholtz, München.

Da das hiermit angeregte Kapitel für die Bewegung von Eisenbahnfahrzeugen von größter Bedeutung ist und deshalb in den letzten Jahren erfreulicherweise steigendes Interesse erregt hat, gestattet sich der Verfasser, in folgendem seine auf Grund eingehender Versuche, zu denen ihm die Mittel seitens der Lokomotivfabrik Krauss & Comp. in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden, gewonnenen Anschauungen über die Vorgänge dabei darzulegen, ohne vorerst auf streng mathematischen Nachweis der Richtigkeit Anspruch zu erheben. Vielmehr würde er es durchaus gerne sehen, wenn dieselben einer strengen Kritik unterworfen und damit Anlaß zu einer fruchtbaren Diskussion geben würden, die geeignet wäre, die Erkenntnis dieser Dinge wiederum ein Stück näher an die Wahrheit zu bringen. Immerhin sind die nachfolgenden Betrachtungen so einfacher Art, daß sie, wenn auch nur annähernd richtig, einen willkommenen Ausblick eröffnen würden auf die Möglichkeit, Aufgaben der technischen Mechanik, denen man, als vermeintlich von sehr verwickelter Natur, ziemlich ratlos gegenüberstand, spielend mit den elementarsten mathematischen Hilfsmitteln lösen zu können.

Die einfachste typische Aufgabe, die sich in dieser Richtung bietet, ist die: Ein gleisloses Fahrzeug, etwa ein Auto, rolle, mit dem Steuer geradeaus gerichtet, im allgemeinen in der Richtung  $ab$  (Abb. 1) weiter, sei dabei aber der ständigen

Abb. 1.



Wirkung einer in seinem Schwerpunkt angreifenden Seitenkraft  $q$  ausgesetzt, die geringer ist als die gleitende Reibung des Fahrzeuges, demnach an sich nicht hinreicht, ein seitliches Rutschen zu verursachen. Diese Kraft wird am besten dadurch gegeben gedacht, daß die Ebene, auf der das Fahrzeug sich bewegt, nicht wagrecht, sondern in der Richtung von  $q$  unter dem Winkel  $\beta$  gegen die wagrechte quer geneigt liege, so daß bei dem Fahrzeuggewicht  $G$  der seitliche Abtrieb  $q = G \sin \beta$  vorhanden ist.

Frage: Welche Bahn wird das Fahrzeug beschreiben?

Mit der unmittelbaren Kräftewirkung an letzterem können wir zunächst nicht viel anfangen. Sagen wir, die Straße habe eine seitliche Neigung von 1 : 20, dann ist  $q = 0,05 G$ . Ihm entgegen steht die ganze gleitende Reibung auf der Unterlage, bei etwa  $\frac{1}{4}$  Reibung also  $0,25 G$ , es bleibt also ein Widerstand von  $0,20 G$ , womit sich das Auto gegen Abrutschen zu halten sucht. Außerdem wirkt an ihm, rechtwinklig dazu in der Fahrtrichtung, nur noch die es in Bewegung setzende Zugkraft, sagen wir vielleicht  $0,01 G$ .

Aus praktischer Anschauung weiß jedermann, daß sich das Auto durch den Seitenhang nicht viel aus der Ordnung bringen läßt, sondern scheinbar unbekümmert darum ruhig geradeaus läuft. Und zwar ist dieser Eindruck so stark, daß selbst hervorragende Beherrscher des Gebietes der technischen

Mechanik hier und da sich dazu haben verleiten lassen, einen Einfluß von  $q$  auf das frei rollende Fahrzeug ganz zu übersehen, solange nicht  $q \geq f \cdot G$ . Das ist nun, wie jedem bekannt, der damit schon experimentiert hat, grundsätzlich unrichtig. Vielmehr kommt das Gefährt, wenn auch unter den meisten sich bietenden Verhältnissen nur ganz allmählich und fast unmerklich, immer mehr die Straßenebene herab, je weiter es fährt. Und zwar geschieht dies dem Steuer folgend und sich selbst parallel bleibend, in gerader Linie unter dem seitlichen Abweichungswinkel  $\varphi$  gegen die genau horizontal verlaufende Linie  $ab$  nach Abb. 1, also streng genommen unter Einhaltung verschiedener Spuren für die Vorder- und Hinterräder. Unsere Aufgabe beschränkt sich zunächst auf rechnerische Ermittlung des Winkels  $\varphi$ .

Die Frage: Was ist überhaupt die Ursache, daß die aktive Seitenkraft  $q$ , obwohl ihr nach obigem Zahlenbeispiel in Form der Reibung das fünffache ihres eigenen Betrages passiv entgegensteht, zur Wirkung kommen kann? beantwortet sich ohne jeden Zweifel dahin: einzig und allein das Fortrollen in der Richtung  $ab$ , bzw. die diese Bewegung veranlassende Zugkraft  $0,01 G$ , die gar nur, und zwar rechtwinklig dazu, den 20ten Teil des restlichen Seitenwiderstandes ( $0,25 - 0,05$ )  $G = 0,20 G$  beträgt.

In den grundsätzlichen Zusammenhang dieser Dinge mit Hilfe möglichst elementarer Betrachtungen einzudringen, wollen wir im folgenden versuchen.

Ausgangspunkt sei dabei, als einfachster Fall, das festgebremste Fahrzeug, das nicht rollen, sondern in allen Richtungen nur auf der Unterlage rutschen kann. Von einer Unterscheidung verschiedener Reibungsziffern in der Längs- und Querrichtung sehen wir dabei vorerst ab, diese sei vielmehr durchweg  $= f$ , die Gesamtreibung auf der Unterlage also  $R = f \times G$ . Bei dieser überaus häufigen Sachlage kann keinerlei Zweifel bestehen über das, was geschieht: die Kräftezerlegung erfolgt, insoweit  $r$  groß genug ist, nach Abb. 2 in  $q$  und  $r$  und die Bewegung tritt in

Abb. 2.

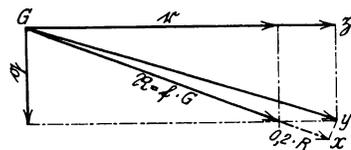
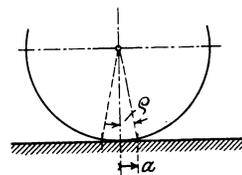


Abb. 2 a.

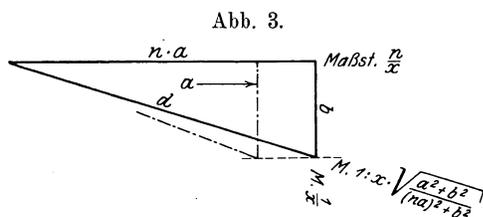


der Richtung von  $R$  ein. Lassen wir diese Zerlegung sowohl für die Kräfte als für die Wege gelten, so haben wir für die Arbeitsleistungen den Pythagoras:  $R^2 = r^2 + q^2$ . Wenn überhaupt Bewegung eintreten und  $q$  in den Stand gesetzt werden soll, seine Arbeit  $q^2$  zu leisten, ist demnach Vorbedingung, daß gleichzeitig die Hilfsarbeit  $r^2$  geleistet werde.

Auf diese Erkenntnis legen wir hauptsächlichsten Wert. Denn nur auf dem Wege über die geleistete Arbeit ist der Lösung der gestellten Aufgabe überhaupt beizukommen und diese Arbeit  $r^2$  ist für gegebenes  $G$  und  $q$  und, wie ja vorausgesetzt, lauter geradlinige Wege nach Überzeugung des Schreibers eine konstante. Nach der bereits vermerkten Geltung der Länge der Diagrammseiten für die Kräfte sowohl

als für die Wege, ist durch  $q$  die Höhenlage, bis auf welche der Körper herabsinkt, unzweideutig bestimmt, und die wagrechte Entfernung  $r$  vom Anfangspunkt des Systems ist dann gleichgültig. Zum Beweise dieser mehrfach angezweifelten Konstanz der Hilfsarbeit diene folgendes:

Damit die Endlage des Körpers weiter nach rechts rückt, müßte in der Figur der Vektor  $\mathfrak{R} = f \times G$  länger werden, nehmen wir beispielsweise an um 20%, wie in Abb. 2 beiläufig gezeichnet. Sein Endpunkt würde demgemäß nach  $x$  fallen. Um die durch  $q$  gezogene Grenze nicht zu überschreiten, müßte sodann eine Schwenkung um  $G$  erfolgen, so daß die Spitze nach  $y$  zu liegen kommt, worauf durch senkrechte Projektion noch oben die neue Spitze für die Hilfskraft  $r$  in  $z$  zu bestimmen wäre. Auf den ersten Blick scheint dies unserer Beweisführung zu widersprechen, dem ist aber nicht so, denn es ist zu beachten, daß, wenn sonst alles gleichbleibt, in Anbetracht des konstanten Wertes von  $G$  eine solche Verschiebung nur allein durch Änderung von  $f$  möglich ist und zwar müßte in diesem Falle  $f$  nicht etwa größer, sondern kleiner werden, damit dem Wert von  $f \times G$  zeichnerisch eine größere Länge entspricht. Denn  $f$  ist nur ein spezifischer Begriff, die absolute Größe der Reibung aber durch  $f \times$  (zeichnerische Länge von  $r$ ) gegeben. Um an dem Reibungswiderstand des Körpers nach unten nichts zu ändern, nehmen wir an, daß eine Verkleinerung des spezifischen Widerstandes, und zwar genau umgekehrt proportional den Längen der Abstände  $r$  bzw.  $Gz$ , nur für die wagrechte Richtung zutrefte, während senkrecht  $f$  seinen alten Wert behält. Klar ist sodann zunächst, daß die Hilfsarbeit, wohin man mit den Punkten  $y$  und  $z$  auch rücken mag, unter allen Umständen  $= r^2$  bleibt, vorausgesetzt, daß diese Punkte auf den Wagrechten liegen, die durch  $q$  bestimmt sind. Zu untersuchen wäre nur noch, ob auch die Bedingung  $Gy^2 = Gz^2 + q^2$  nicht gestört wird. Beiläufig nach dem Anblick der Figur ist dies ja von vornherein nicht der Fall; aber auch die Nachrechnung beweist, daß alles mathematisch genau in Ordnung bleibt. Zu beachten ist dabei nur, daß unter den gekennzeichneten Umständen für jede schräge Richtung, wie d



(Abb. 3), wieder ein anderer Maßstab Platz greift, nämlich

$1 : x \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{(na)^2 + b^2}}$ , wodurch die sonst ganz elementare Rechnung

etwas langwierig wird. Von ihrer Durchführung sehen wir daher hier ab und überlassen diese denen von unseren Lesern, die sich überzeugen wollen. Die ganze Gleichung  $Gy^2 = Gz^2 + q^2$  bleibt überhaupt ihren Arbeitswerten nach identisch, solange sich an den übrigen Größen nichts ändert.

Es ist somit die durch die Spitze von  $q$  gezogene Wagrechte der geometrische Ort für alle überhaupt möglichen, der Absenkung  $q$  entsprechenden Stellungen des Körpers  $G$ , welche die Hilfsarbeit  $r^2$  erfordern, und dieser Satz von der Konstanz der letzteren bildet den festen Punkt, an dem wir für die Entwicklung des weiteren den Hebel ansetzen.

Die Arbeit auf dem Wege  $r$  kann nun offenbar nicht nur durch Überwindung gleitender, sondern ebensogut rollender Reibung oder eines Mitteldinges zwischen beiden geleistet werden, wie dies bei dem betrachteten Fahrzeug der Fall ist, sobald die Bremse ganz oder teilweise gelöst wird. Die Tendenz zur Seitenabweichung im Sinne von  $q$  bleibt dann doch bestehen, wenn auch sinnfällig in oft so geringem Grade, daß

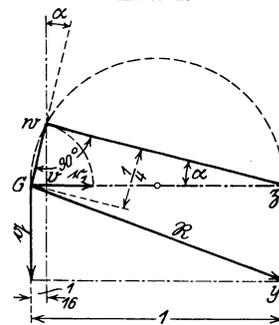
sie hier und da ganz unerkannt bleibt. Nach Empfindung des Verfassers ist die für diese Abweichung übliche Bezeichnung »Schlülpfung« oder »Schlupf« eine eigentlich zu nichtssagende und wegwerfende, da sie die Vorstellung zu erwecken geeignet ist, als ob diese Erscheinung etwas mehr oder weniger dem Zufall Überlassenes, Gesetzloses sei. Und dabei ist sie doch wohl mit genau demselben Recht eine auf unumstößlichen mechanischen Naturgesetzen beruhende resultierende Richtung, wie die Resultante des Parallelogramms der Gleitkräfte in Abb. 2. Daß sie vom Wechsel der Reibungsziffern stark beeinflusst werden kann, ist ja richtig, aber das trifft auf beide in gleichem Maße zu. Ein Kräfte-diagramm muß sich auf geeigneter Grundlage für die erstere ebensogut aufstellen lassen, wie für die zweite. Wenn das bisher noch nicht geschehen ist, so lag das wohl nur an dem früher mangelnden Bedürfnis, Aufgaben vorliegender Art zu lösen.

Dem mehrfach begegneten Einwand, gleitende und rollende Reibung seien zu wesensverschiedene Dinge, um sich in unmittelbarem Vergleich stellen zu lassen, kann der Einsender nicht beipflichten. Denn jede, praktisch verstanden, rollende Bewegung ist ja doch wohl ein Mittelding zwischen — oder eine Kombination von — Gleiten einerseits und einem Rollen vollkommen hart und unelastisch gedachter Körper aufeinander, das wir als »widerstandsloses Rollen« auffassen können, andererseits. In der mechanischen Sprache vielleicht am besten ausgedrückt als »Gleiten mit darüber gelagertem widerstandslosem Rollen«. Das liegt schon in der Definition des Rollwiderstandes als eines solchen, der durch eine vorübergehende Abflachung des Rades an der Tragstelle verursacht angenommen wird, ganz gleichbedeutend mit einer gleitenden Reibung von der Größe  $a$  (Abb. 2a) entsprechend dem Reibungswinkel  $\varrho$ . Im Winter auf hartgefrorenem Schnee z. B. kann man häufig den Fall beobachten, daß das eine für das andere eintritt, indem ein Rad mit einer flachen Stelle es vorzieht in der Lage nach Abb. 2a unbeweglich weiter zu rutschen, anstatt sich zu drehen. Dieser unter Umständen auf eine geringere Weglänge gewissermaßen verdichtet gedachte Widerstand kann sicher ohne weiteres mit anderen Gleitwiderständen zusammengenommen werden, sobald es gelingt, ihn von dem anderen, widerstandslosen, in zweckentsprechender Weise abzusondern. Und das sollte mathematisch nicht allzu schwer fallen.

Ein Gedanke, der hier naheliegt und auch sonst zur gegenseitig unterscheidenden Darstellung heterogener, z. B. reeller und imaginärer Größen benutzt wird, wäre die Anwendung der graphisch-geometrischen Addition (wie bei Vektoren) unter rechtwinkliger Stellung der beiden wesensfremden Teile zueinander. Das Bedürfnis danach tritt ein, wenn unser Diagramm eine Lücke erhält dadurch, daß an die Stelle von  $r = Gz$  eine kleinere Kraft  $r_1$  tritt, die einem gemischt gleitend-rollenden Widerstand entspricht und die, möglichst rechnerischer Einfachheit des Beispiels halber, sagen wir vielleicht  $\frac{1}{4}$  der Größe von  $r$  habe, da

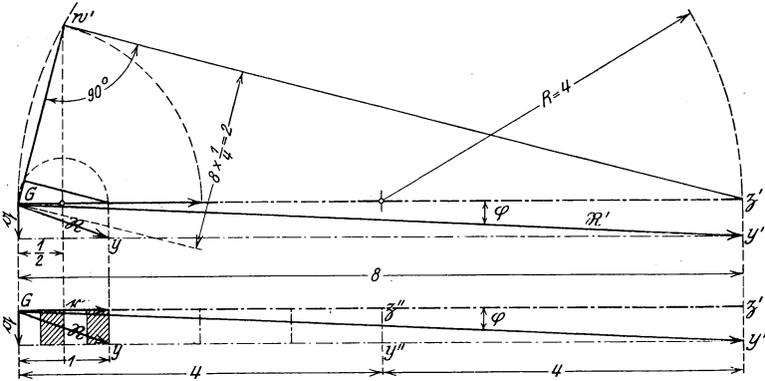
dies durchweg in bequemen Zahlen glatt aufgehende Werte ergibt. Um dann die Figur als Arbeits-Diagramm doch zu schließen, würde man nach diesem Gedankengang so verfahren:

Man errichtet (Abb. 4) über  $Gz = r$  einen Halbkreis, trägt von  $G$  aus die Länge  $r_1$  nach  $Gw$  ab und zieht  $wz$ , das so mit  $Gw$  einen rechten Winkel einschließt. Dann stellt uns  $Gw$  den Arbeit erfordernden,  $wz$  den widerstandslosen Teil der Rollbewegung dar, und errichten wir noch aus  $w$  ein Lot  $wv$  auf  $Gz$ , so geben uns  $Gv$  und  $vz$  die entsprechenden Weglängen auf dem geraden Wege  $Gvz$ . Nun ist  $Gw = Gz \cdot \sin \alpha$ ,



Gv aber = Gw . sin a = Gz . sin<sup>2</sup>a, und bei sin a = 1/4, demnach Gv = 1/16 . Gz. Den Wert von  $\mathcal{G}_3 = r = 1$  gesetzt, haben wir also an Stelle der Hilfsarbeit  $r^2 = 1$ , wie sie beim reinen Gleitdiagramm ist, jetzt nur 1/4 der Kraft und 1/16 des Weges, also 1/64 der Arbeit. Um das Arbeitsdiagramm zu schließen, brauchen wir also das 64fache und es entsteht die Frage, wie muß die Figur nunmehr aussehen, um das zu erfüllen. Zur richtigen Beantwortung müssen wir uns nochmals vergegenwärtigen, daß mit der wagrechten Verlängerung nicht nur die Hilfskraft, sondern auch die Wege wachsen, wir müssen also um das  $\sqrt{64} = 8$ fache verlängern. In Abb. 5 ist dies (wegen

Abb. 5 und 6.



des Raumbedarfs auf 1/4 verkleinert) geschehen, wobei das senkrechte Maß q seinen Wert beibehalten muß; im übrigen ist genau so vorgegangen wie in Abb. 4. An Stelle der Kraft ist 1/4  $\times$  8 = 2 getreten, an Stelle des Weges 1/16  $\times$  8 = 1/2, die Arbeit also 2  $\times$  1/2 = wiederum 1 geworden, und das Diagramm gleichwertig dem ursprünglichen Gleitdiagramm Abb. 2. Die Resultante fällt nach Gy', ihren Wert  $\mathcal{R}$  muß sie behalten, wenn wir das zu Abb. 3 hinsichtlich der Maßstäbe Gesagte berücksichtigen. Ihre Neigung hat sich jedoch auf 1/8 der ursprünglichen vermindert.

Der für unser Beispiel maßgebende Zahlenwert 8 kommt daher, daß in Abb. 4 die Kraft  $r_1 = \frac{r}{4}$  die Arbeit  $\frac{r}{4} \times \frac{r}{4^2} = \frac{r^2}{4^3} = \frac{r^2}{64}$  leistete und daß dann zur Ermittlung des neuen Maßstabes aus 64 die Wurzel zu ziehen war. Setzen wir allgemein den neuen Widerstand =  $\frac{1}{m}$  des alten, so tritt an Stelle von 4 die Zahl m und der Multiplikator für das verlängerte Bild ergibt sich mathematisch zu  $\sqrt{m^3} = m^{\frac{3}{2}}$ , womit unsere Aufgabe gelöst wäre.

Zu dem gleichen Ergebnis führt eine andere Erwägung, die vielleicht deshalb den Vorzug verdient, weil sie des obigen graphischen Kunstgriffes mit dem rechten Winkel Gwz nicht bedarf.

Diese stellt sich als Zwischenzustand zuerst das reine Gleitdiagramm nach Abb. 2 her und zwar dadurch, daß die Widerstandsanteile von 4 aufeinanderfolgenden Bewegungsperioden, deren jede die Länge r hat, alle in der ersten vereinigt gedacht werden, die jetzt durch die Kraft  $4 \times \frac{1}{4} = 1$  in ganzer Länge ausgefüllt wird und die ganze Hilfsarbeit 1 liefert. Hierzu tragen die 3 folgenden Abteile nun nichts mehr bei, bleiben also leer, verlängern jedoch den tatsächlich notwendigen Weg auf  $Gz'' = 4r$  (Abb. 6). Damit ist die Sache aber nicht fertig, denn es kommt jetzt noch dazu der darüber gelagerte widerstandslos zurückgelegte Rollweg, der nochmals 4 r beträgt und uns demgemäß von z'' nach z' weiterbringt, so daß der

Gesamtweg wie in Abb. 5, wieder der 8fache wird. Beide Wege führen also zum gleichen Ziel und da dieses mit dem Ergebnis praktischer Versuche gut übereinstimmt, mag daher nicht mit Unrecht auf ihre Richtigkeit geschlossen werden. Unser neuer Satz würde daher äußerst einfach lauten:

»Das Rolldiagramm ist gegenüber dem für reine Gleitbewegung gültigen in wagrechtem Sinne auf das  $m^{\frac{3}{2}}$ -fache zu verlängern, wenn der neue Widerstand  $\frac{1}{m}$  des rein gleitenden beträgt.« Von Rolldiagramm reden wir, sobald durch  $r_1 < r$  eine Lücke in Abb. 4 entsteht.

Bei den in erster Linie als maßgebend betrachteten Rollversuchen betrug  $q = \frac{G}{11,4}$ , die ursprüngliche Gleitneigung von  $\mathcal{R}$  etwa 1:4,25, die Widerstände beiläufig  $\frac{1}{2,55}$  und (bei 105 mm Rollkreisdurchmesser)  $\frac{1}{164}$ , m also ganz nahezu

$= 64$  und  $m^2 = 512$ . Die Endneigung von  $\mathcal{R}$  würde sich also zu  $1:4,25 \times 512 = 1:2176$  berechnen, während die Ablesungen tatsächlich zwischen rund 1:2000 und 2300 schwanken. Die schwache Neigung der resultierenden Richtung kann nach Betrachtung von Abb. 5 und 6 kaum etwas auffälliges mehr an sich haben, denn sie ist, nach der gebrochenen Linie Gyy', sehr einfach die Resultante aus der reinen Gleitrichtung und dem Bestreben, wagrecht nach yy' weiter zu rollen. Vollständig befriedigend wird die Sache allerdings erst werden können, wenn es gelingt, die Umstände, die den Rädern ihren Weg unmittelbar weisen, also die Vorgänge in den Berührungsf lächen zwischen Rädern und Fahrbahn genau klar zu legen, namentlich den örtlichen Vorgang, der dazu führt, daß die seitliche Haftung der Radumfänge durch die ja meist wesentlich kleinere Kraft q überwunden werden kann. Untersuchungen in dieser Richtung sind ja anderwärts in beste Hände gelegt. Hier werden nur noch einige Worte über die Frage zu sagen sein: Was ist in obigem unter »rollender Reibung« zu verstehen? Im allgemeinen lautet die Antwort: nur das, was von der Bahn herkommt oder zur Bahn geht, Zapfenreibung der Radachsen also jedenfalls nicht. Bremswirkungen erst dann, wenn sie genügen, um eine gemischt gleitend-rollende Bewegung zu erzeugen. Es kann sein, daß Unterschiede zu machen sind zwischen den durch eine getrennte Zugkraft bewegten Fahrzeugen und den Selbstfahrern, bei denen die Zugkraft von den eigenen Rädern ausgeht. Darüber ist sich der Einsender selbst noch nicht vollkommen klar geworden. Von dem Gesamtwiderstand, der oben am Anfang der Abhandlung zu 1/100 angesetzt wurde, wird es aber wohl immer nur ein Teil sein können.

Daß es sich in vielen Fällen vorschreiben wird, auch zwischen den rein gleitenden Widerständen in wagrechter und in senkrechter Richtung zu unterscheiden, ist im Zusammenhang mit dem zu Abb. 5 Gesagten im obigen schon berührt worden. Um in Zahlenwerten mit einiger Sicherheit rechnen zu können, wird es ja überhaupt noch der experimentellen Ermittlung einer Menge bisher nur annähernd bekannter Reibungsziffern bedürfen.

Im übrigen sei das Vorstehende einstweilen der Öffentlichkeit übergeben, um abzuwarten, ob und in welchem Sinne Äußerungen von anderer Seite dazu erfolgen. Vielleicht gibt sich später noch Gelegenheit, Ergänzungen dazu, Angaben über die Art der Versuche, sowie einige Beispiele besonders vorteilhafter Anwendung des Ermittelten zu bringen.

## Die elektrische Zugförderung in Schweden.

Nach den Ergebnissen einer Studienreise.

Von Oberregierungsbaurat Naderer, München.

(Fortsetzung von Seite 222.)

Hierzu Tafel 33 bis 35.

Die zwischen dem 65. und 66. Breitengrad beginnende, in 134 km Entfernung von Luleå und 305 m Seehöhe den Polarkreis überschreitende Bahn weist hinsichtlich des Klimas wohl die außergewöhnlichsten Verhältnisse unter den elektrisch betriebenen Bahnen auf, wenn auch die an ihr vorhandenen Kunstbauten, z. B. hinter jenen der Gotthardt- und Arlbergbahn erheblich zurückstehen; dafür fällt ihre Entlegenheit, die große Entfernung von Industrie- und Kulturgebieten ungünstig ins Gewicht. Den Höhenplan der Bahn zeigt die Abbildung 1 auf Taf. 34; ihren höchsten Punkt bildet nicht die Wasserscheide zwischen dem atlantischen Ozean und dem Bottnischen Meerbusen, die bei Riksgränsen in etwa 520 m Höhe liegt, sondern ein Höhenrücken südlich Kiruna mit rund 555 m Höhe über dem Meere; überlegt man, daß die Grenze des ewigen Schnees nördlich des Polarkreises schon bei 1100 m liegt, so können erst die klimatischen Auswirkungen dieser Höhenlagen bemessen werden. Die größte Steigung der Bahn beträgt auf der schwedischen Seite 10‰, ihr kleinster Krümmungshalbmesser 500 m; der etwa 485 m betragende Höhenunterschied zwischen der Wasserscheide bei Riksgränsen und der norwegischen Endstation Narvik wird mit Steigungen von durchschnittlich 13‰ überwunden.

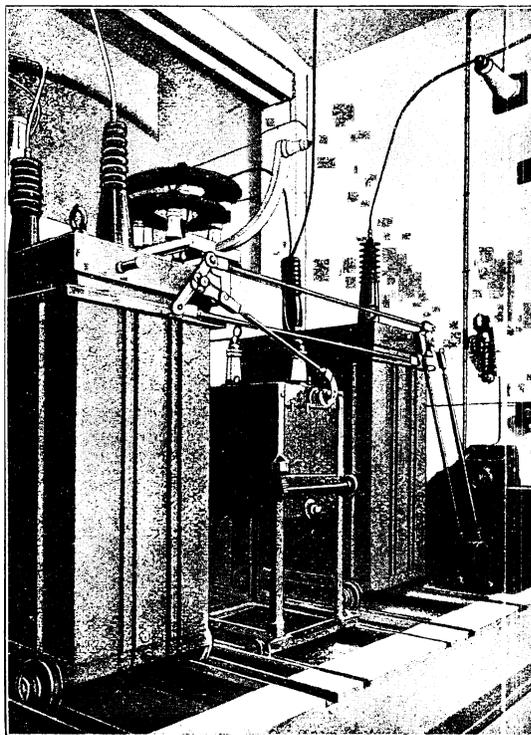
**Bahnstromfernleitungen.** Vom staatlichen Porjus-Kraftwerk, das später beschrieben wird, führen 4 Kupferleitungen mit 80 qmm Querschnitt den Bahnstrom mit 80 000 Volt zu einem 29 km nördlich Porjus gelegenen Schaltwerk Knosakabba, wo sich die Fernleitung in den nördlichen bis Narvik und in den südlichen bis Notviken längs der Bahn verlaufenden Ast gabelt. Der erstere versorgt 8 Unterwerke — davon 2 in Norwegen gelegen —, die die Spannung auf 16 000 Volt herabsetzen, der letztere 7 Unterwerke; auf 475 km Länge (ohne die Nebestrecken bei Kiruna) treffen also 15 Unterwerke, auf 31,5 km Streckenlänge ein Unterwerk. Der Querschnitt der Speiseleitungen ist abgestuft, von 80 auf 70, 60 und 50 qmm, je nach der Entfernung vom Kraftwerke (siehe Abb. 1 bis 4, Taf. 35). Die in etwa 200 m Entfernung aufgestellten, zwischen 18 und 20 m hohen Tragmaste sind dreibeinig; jeder Mastfuß hat ein eigenes Fundament; die etwa alle 2 km eingebauten Abspannmaste sind vierbeinig. Auffallend ist in dem Teilstück Porjus-Riksgränsen der geringe wagrechte Abstand der 2,35 m übereinander verlegten Leitungen, der nur 25 cm beträgt; es ist daher auch nötig geworden, nachträglich eine Schaltung einzubauen, die ermöglicht, im Winter die Leitungen so zu legen, daß die gleichen Pole untereinander liegen; im Sommer bilden die auf einer Seite befindlichen eine Schleife: »Sommer- bzw. Winterschaltung«. Beim südlichen, nach Luleå führenden Teil und auf der norwegischen Strecke ist das fragliche Maß mehr als viermal so groß genommen worden. Die gesamten Speiseleitungen auf schwedischem Teil sind durchweg doppelt verlegt; Norwegen begnügte sich mit einer Schleife, nahm aber einen Isolator in der Kette mehr, nämlich 5 statt 4; zu erwähnen ist, daß die Isolatoren nicht eiserne Kappen haben, wie bei uns, sondern solche aus Metall.

Die Hochbauten der Unterwerke sind häufig mit anderen Stationsbauten vereinigt, z. B. mit dem Betriebsgebäude selbst, wie in Torne Träsk, Abisko und Vassijaure, oder mit den Werkstätten, wie in Kiruna; dies ist nur möglich, weil der Personen- und der örtliche Güterverkehr ein sehr bescheidener ist; der Hauptverkehr besteht ja in durchgehenden Erzzügen nach Luleå oder Narvik.

**Unterwerke.** Von den Unterwerken sind zwei mit je 4 Transformatoren (Kiruna und Narvik), die älteren, nördlich von Kiruna gelegenen mit je 3, alle übrigen mit je 2 Transformatoren ausgestattet. Sie sind alle von den SSW, Berlin, geliefert und als Manteltransformatoren mit natürlicher Ölkühlung und Ölschutz gebaut; die Dauerleistung der älteren beträgt 1200 kVA, die der neuen 1500 kVA.

Die Schaltung der Unterwerke ist aus Abb. 1 bis 4, Taf. 35 ersichtlich, die gleichzeitig auch eine Übersicht über die Speisepunkte auf der 15 kV-Seite enthält. Sie zeigt, daß die Fahrleitungsabschnitte alle miteinander verbunden und durch die Speiseleitungen in den Unterwerken parallel geschaltet sind. Der Strom wird den Lokomotiven also immer von 2 Seiten zugeführt. Alle vier 80 kV-Leitungen sind mittels Abschalter so in das Unterwerk eingeführt, daß zwischen 2 Unterwerken jede Leitung für sich ausgeschaltet oder auch zum Durchspeisen benutzt oder über Kreuz mit einer abgehenden Leitung gekuppelt werden kann. Während die Stationen des älteren Teiles, wie das Schaltbild zeigt, vor jedem Transformator einen Ölschalter mit selbsttätiger Höchststromauslösung und Zeiteinstellung aufweisen, ist bei den neuen Stationen südlich Kiruna und den beiden norwegischen Unterwerken nur mehr ein Schalter dieser Art für das ganze Unterwerk vorhanden. Ein zweiter Ölschalter dient als Kuppelschalter. Letzterer ist bei den norwegischen Stationen, zu denen nur eine Schleife führt, vorerst nicht vorhanden. Je zwei der zu einem Transformator

Abb. 2. Schalterbetätigung in den Unterwerken.



gehörigen 80 kV-Schalter bilden mit einem 16 kV-Schalter eine Einheit, die in einer gemeinsamen Zelle eingebaut ist (Textabb. 2); den Grund hierfür bildet die Lösung der Aufgabe, den Schaltvorgang ohne besondere Stromquelle zu erreichen (Bauart SSW).

Zu diesem Zwecke wird ein an einem Drehhebel befestigtes Gewicht in seine Höchstlage von Hand emporgehoben und in dieser Lage durch eine Klinke festgehalten; diese kann nun durch einen Elektromagneten von der Betätigungstafel aus ausgelöst werden; durch das Herabfallen des Gewichtes werden die drei Ölschalter (2 je 80 kV und 1 zu 15 kV) gemeinsam eingeschaltet. Das Ausschalten geschieht selbsttätig durch Federkraft, entweder durch Höchststromauslösung oder in Fernbetätigung. Die übrigen Schalter, einschliesslich Trennschalter, sind alle von einer Stelle aus mit Seilübertragung zu bedienen. Bemerkenswert ist, daß die 80 kV-Einführungs-Isolatoren durchweg lotrecht angeordnet sind, nicht schräg, wie bei uns häufig zu sehen ist; sie sind fast ganz von einem steilwandigen Schutzdach bedeckt. Der Einbau der Transformatoren und der Schaltanlage ist aus Abb. 5 bis 9, Taf. 35 ersichtlich. Die Kühlluft für die Transformatoren, die in besonderen Zellen untergebracht sind, umstreicht vom Boden aus die Ölkessel, geht infolge der Erwärmung ohne besondere Führungskanäle in die oberen Stockwerke der Station und entweicht dort durch das Dach. Zum An- und Abfahren der Transformatoren ist jeweils ein besonderes Gleis in die Nähe verlegt.

Die beiden norwegischen Unterwerke sind in ihrer Ausführung noch wesentlich einfacher.

**Strecken-ausrüstung.** Sofern nicht am nördlichen Teil der Bahn Schneegalerien und Tunnel besondere Anordnungen nötig machten, sind durchweg Eisenmaste in 52 m Entfernung aufgestellt; der Fahrdrabt hat 80 qmm Querschnitt und ist 8 förmig; das 7 drähtige Trageil von 50 qmm, das zwischen 2 Masten mit je 2 Hängeseilen den Fahrdrabt hält (3 · 17,3 = 51,9 m Abstand), ist aus Kupfer. Alle 1,4 km sind Nachspanngewichte eingebaut, die am Ende jedes Abschnittes Fahrdrabt und Trageil gemeinsam nachspannen.

Abb. 2, Taf. 34 zeigt die bekannte schwedische Anordnung der Fahrleitung mit durchwegs einfacher Isolation. Auf ausladenden Böcken sind drehbar die Isolatorstützen gelagert; die Glocken tragen die Ausleger mit der Stützstrebe; bei Bruch der Leitungen drehen sich die Ausleger samt den Isolatoren und legen sich auf die Seite.

Die Innenkanten der Maste sind 2,6 m von Gleismitte entfernt, der Fahrdrabt liegt 5,65 m über S.-O., geht aber in Schneegalerien und Tunnels bis auf 4,65 m herunter.

In Bahnhöfen sind Joche verwendet. In Luleå und Svartön konnten auch Versuchsanordnungen mit Querseilen und Hängeisolatoren beobachtet werden; Federung der Querseile ist nicht angewendet; die Hängeisolatoren in Svartön (wo 10 Gleise ohne Zwischenstütze überspannt werden) sind über dem oberen Richtseile eingebaut.

Gegen Überspannungen wird die Fahrleitung durch auf Porzellanrollen gewickelte Schutzwiderstände mit Hörnerableitern, die auf den nicht mit Unterwerken ausgerüsteten Stationen in Holzhäuschen untergebracht sind, geschützt.

**Schwachstromanlagen.** Die Frage des Schutzes der Schwachstromleitungen wurde in Schweden besonders gründlich behandelt. Die Untersuchung, die — von einigen anderen Versuchen abgesehen — nur in Schweden in so grossem Umfange durchgeführt wurde, brachte eine Entscheidung, nämlich die Anwendung der Saugtransformatoren.

Die Schwachstromleitungen sind als Freileitungen belassen. Sie haben zwischen zwei Unterwerken zwei Verdrillungspunkte, von denen jeder 7,5 km vom Unterwerk entfernt liegt. Alle 1400 m sind zur Beseitigung des Spannungsabfalles in den Schienen Saugtransformatoren eingebaut (die eine Wicklung — Schienenstrom, die andere — Fahrleitungsstrom). Zur Beseitigung der Ladewirkung der Fahrleitung auf die Schwachstromleitung ist am Gestänge der Streckenausrüstung eine Kompensationsleitung verlegt. Zur Speisung dieser Leitung enthält jedes Unterwerk einen Umformer, der den 15 periodigen

Strom auf 60 periodigen von 220 Volt umwandelt (Abb. 8, Taf. 34); der 60 periodige Strom wird mit besonderen Transformatoren auf 10 000 Volt gebracht und in die Kompensationsleitung geschickt; kleinere Stationen und Bahnwärterhäuschen sind an diese Leitung zur Versorgung mit Licht und Heizung angeschlossen. Zum Ausgleich dienen die Kompensations-Transformatoren. Die Hochspannungswicklung, die Strom von 60 Perioden, 10 000 Volt führt, ist in der Mitte angezapft; diese Mitte ist an einen Transformator, 16 000 Volt, 15 Perioden, angeschlossen; hierdurch erhalten die beiden Drähte der Kompensationsleitung eine Ladung von 15 periodigem Strom von einer dem Fahrleitungsstrom entgegengesetzten Richtung übergelagert. Die aufgedrückte Ladung hebt die Einwirkung der Spannung in der Fahrleitung auf. Bei den Versuchen hat sich ergeben, dass die Verlegung der Schwachstromleitungen auf 15 m Entfernung vom Fahrdrabt ohne Störung als Freileitung statthaft ist. Die schwedische Verwaltung bezeichnet die Wirkung der Schutzmaßnahme als befriedigend.

**Betriebsmittel.** Im ganzen sind 50 elektrische Lokomotiven und ein Triebwagen vorhanden. Die Lokomotiven zerfallen in 8 Bauarten, wie die Übersicht und die Zeichnungen, Abb. 7 auf Taf. 33 zeigen; hierunter sind einige ältere Versuchsausführungen, auf welche nicht näher eingegangen zu werden braucht. Ein erheblicher Teil des elektrischen Teiles des Lokomotivparkes entstammt den deutschen Großfirmen SSW und AEG.

Bei Aufnahme des Betriebes auf dem nördlichen Teil wurden 17 Güterzuglokomotiven für den Erzverkehr, 2 Schnellzug- und Personenzuglokomotiven, sowie eine Lokalguglokomotive, die ursprünglich für 25 Perioden gebaut, später für 15 Perioden umgeändert wurde, in Dienst gestellt. Mit der Ausdehnung der Betriebsweise bis Luleå wurden neue Lokomotiven bestellt; von diesen hat die schwedische Staatsbahn 5 Stück an die norwegischen Staatsbahnen mietweise abgegeben, die noch keine Lokomotiven besitzen, jedoch eine Anzahl bereits in Auftrag gegeben haben, darunter zwei Stück bei den SSW.

Die Hauptgrößen der wichtigsten Lokomotiven sind nachstehend angegeben:

Bauart	Einheit	1 C + C1	1 C + C1	B + B	2 B 2
		1914	1922	1920	
Zahl . . . . .	—	17	16	2	2
Länge über Puffer . . .	mm	18620	20930	12900	14050
Grösster Achsstand . . .	mm	14600	16600	8300	10100
Achsstand der Triebgestelle . . . . .	mm	—	—	2900	—
Fester Achsstand . . . .	mm	4300	4900	—	2900
Treibraddurchmesser . . .	mm	1100	1530	1350	1575
Laufbraddurchmesser . . .	mm	730	850	—	970
Treibachsdruck . . . . .	kg	a) 17500 b) 16700	15800	17300	16700
Laufachsdruck . . . . .	kg	a) 16500 b) 13700	13000	—	14150
Betriebsgewicht . . . . .	t	a) 138 b) 125	126,8	68	90
Grösste Geschwindigkeit bei eingeschalteten Motoren . . . . .	km/St	50	60	60	100
Stundenzugkraft . . . . .	kg	—	19200	11500	—
Grösste Anfahrzugkraft . .	kg	—	28000	18000	—
Zahnradübersetzung . . . .	—	—	1 : 4,9	1 : 4,45	—
Zahl der Motoren . . . . .	—	2	2.2	2	1

Wie vorstehende Übersicht zeigt, ist auch Schweden im Jahre 1922 zu Zahnrad-Lokomotiven übergegangen.

An den 1920 in Schweden von der Asea gebauten D-Lokomotiven ist Stangenantrieb verwendet. Die Motoren sind

als Doppelmotoren gebaut und treiben mittels Vorgelegewelle Stütz- und Kuppelstange an; letztere ist sehr schwer, so daß sie nur mittels Kran entfernt werden kann, was namentlich beim Heißlaufen auf der Strecke von Nachteil ist; auch hat sich die Federung der Zahnräder wegen der durch das große Gewicht der Stange bedingten Resonanz schlecht bewährt. — Die bei den neuen 1 C + C 1 Lokomotiven eingebaute federnde Zahnradkuppelung entstammt der Lokomotivfabrik Winterthur und entspricht der Schweizer Ausführung. Bei diesen Doppellokomotiven erfolgt die Steuerung mit elektromagnetischen Schützen und zwei Spannungsteilern (hierdurch konnten 20 Fahrstufen mit nur 4 Anzapfungen am Transformator erzielt werden). Alle Schützen, Auslöser und sonstigen Hilfseinrichtungen sind auf einem zwischen Motoren und Transformator eingebauten Schützengerüst untergebracht. Jede Halblokomotive enthält einen besonderen Lüftersatz für die Kühlluft und einen Verdichter für die Druckluft. Zeichnung der Lokomotive ist auf Taf. 34, Abb. 5 bis 7 wiedergegeben, während Abb. 3 und 4 auf Taf. 34 eine 2 B 2-Lokomotive darstellen.

Die Ausführung der beiden B + B-Lokomotiven entspricht in den wichtigsten Abmessungen, auch hinsichtlich der Leistung den preussischen B + B-Lokomotiven.

Zur Instandsetzung der elektrischen Lokomotiven sind zwei Werkstätten vorhanden; eine Hauptwerkstätte in Notviken (die ehemalige Dampflokomotiv-Werkstätte) und eine Neben-

werkstätte in Kiruna. Die Hauptwerkstätte hat verhältnismäßig kleinen Umfang. Die 18 m langen Stände, die von einer halbversenkten Schiebebühne bestrichen werden, haben 7 m Abstand voneinander; über den Ständen läuft ein 80 t-Laufkran; auf der anderen Seite der Schiebebühne ist eine mit einem 30 t-Kran ausgerüstete Halle, in der zum Teil auch Ankerwicklungen ausgeführt werden; in einem Seitenschiff ist die Dreherei eingerichtet.

Betrieb und Betriebsziffern. Der Schwerpunkt des Betriebes liegt in der Erzbeförderung. Der Betriebsplan für die älteren 1 C + C 1 sah vor, daß zwei solcher Lokomotiven (davon eine im Schubdienst) einen Erzzug von 1850 t Gewicht (bei 40 Wagen von je 35 t Ladung) von Kiruna nach Riksgränsen befördern sollten; da die Rückfracht der leeren Erzwagen einen Leerlauf der Lokomotiven bedingte, erhöhte man 1918 die Ausnützung der Lokomotiven derart, daß Züge mit 30 Erzwagen von einer 1 C + C 1 befördert wurden. Von den neuen 1 C + C 1-Lokomotiven, bei denen die auf das Reibungsgewicht treffende elektrische Leistung durch Anwendung von zwei Doppelmotoren mit Zahnradantrieb wesentlich erhöht wurde, ist eine im Stande, 40 beladene Erzwagen mit 30 km/Std. auf 10 ‰ Steigung zu befördern.

Eine Übersicht über die Betriebsziffern gibt die von der schwedischen Staatsbahn überlassene Zusammenstellung (1922), die nachstehend wiedergegeben ist. Von besonderem Interesse sind die Verhältniszahlen der Spitzenbelastungen zu

Übersicht über den elektrischen Betrieb der Strecke Riksgränsen-Svartön im Jahre 1922.  
Arbeitsverbrauch bezogen auf die 4000 Volt-Schiene des Porjus-Kraftwerks.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Zusammen bez. Mittelwert
Lokomotivkilometer zusammen . . . . .	194 235	196 515	293 299	244 071	322 905	312 011	347 699	376 858	356 010	372 587	362 534	336 725	3 715 449
Im Mittel je Lok. u. Monat	5 395	5 614	7 927	6 779	8 072	7 256	278	8 192	7 416	7 305	6 250	6 475	7 080
Beförderte Erzmenge . t	195 720	222 670	388 745	331 690	411 320	362 915	459 165	489 580	443 695	472 255	423 820	399 385	4 605 960
Verbrauchte elektrische Arbeit . . . . . kWh	1 962 571	1 954 019	3 067 121	2 495 300	3 114 939	2 847 300	3 165 121	3 465 308	3 440 393	3 817 856	3 865 309	3 747 854	36 943 091
kWh/Lokkm . . . . .	10,1	9,9	10,5	10,2	9,6	9,1	9,1	9,2	9,7	10,2	10,6	11,1	9,94
kWh/t Erz . . . . .	10	8,8	7,9	7,5	7,6	7,8	6,9	7	7,8	8,1	9	9,4	8,02
Erz je Lokkm in t . . . .	1,01	1,13	1,33	1,36	1,27	1,16	1,32	1,30	1,25	1,27	1,18	1,19	1,24
Mittelwert der Belastung kW	2 640	2 910	4 120	3 470	4 190	3 950	4 250	4 660	4 780	5 130	5 370	5 040	4 217
Höchste Belastungswerte in 1/4 Std. . . . kW	9 120	8 400	9 700	9 300	9 840	10 100	9 700	10 180	10 270	12 400	12 870	14 100	14 100
Belastungsspitzen . kW	12 000	11 300	12 600	11 700	13 600	13 400	12 000	14 400	13 550	15 300	15 750	15 900	15 900
Verhältnis													
1. des Mittelwertes zum höchsten 1/4 Std.-Mittelwert . . . . .	0,289	0,346	0,425	0,373	0,426	0,391	0,438	0,458	0,465	0,414	0,417	0,357	0,299
2. des Mittelwertes zur höchsten Belastungsspitze . . . . .	0,220	0,258	0,327	0,297	0,308	0,295	0,354	0,324	0,352	0,335	0,341	0,317	0,265
3. des höchsten 1/4 Std.-Mittels zur mittleren Belastung (Schwankungsziffer) . . . .	3,46	2,89	2,35	2,68	2,35	2,56	2,28	2,18	2,15	2,42	2,40	2,80	3,34
4. der höchsten Belastungsspitze zur mittleren Belastung . . . . .	4,55	3,88	3,06	3,37	3,25	3,39	2,82	3,09	2,83	2,98	2,93	3,15	3,77
5. der höchsten Belastungsspitze zum 1/4 Std.-Mittel	1,32	1,35	1,30	1,26	1,38	1,33	1,24	1,41	1,32	1,23	1,22	1,13	1,13

den Mittelbelastungen, die sogenannte Schwankungsziffer; trotz der großen Länge der Strecke geht diese Ziffer nur ausnahmsweise unter 3. Über die Kosten der Unterhaltung der elektrischen Lokomotiven wurden die in der untenstehenden Zusammenstellung enthaltenen Angaben gemacht.

Nach Besichtigung der Werkstätte und des Unterwerkes in Notviken wurde am 30. Juni mit Sonderfahrt die Weiterreise ab Luleå angetreten.

In Boden wurde das Unterwerk besichtigt. Von hier an steigt die Bahn, im Anfang durch bebauten Land, wieder

aufwärts, dann vorbei an Wald- und Seelandschaften (Sandträsk, Lakaträsk). 112 km von Luleå entfernt wird die Grenze der Lappmark und der nördliche Polarkreis überschritten. Die Bahn durchzieht dann weiterhin einförmige Wald- und Sumpfbereiche, der Baumwuchs wird zusehends kümmerlicher, die Birke tritt stärker hervor; einzelne Berge erheben sich von der Hochfläche, darunter der bekannte Beobachtungspunkt der Mitternachtssonne, der 823 m über Meer aufsteigende Dundret, 4 km von Station Gällivare entfernt.

Von hier beförderte eine Dampflokomotive unsere Wagen auf der nach Süden fahrenden Nebenbahn, die auch einen Ausblick auf den höchsten Berg Skandinaviens, den firmbedeckten Kebnekaise (2100 m) bietet, zum Porjuskraftwerk, das den Strom für den ganzen Betrieb der Bahn liefert. Es liegt am Abfluß des vom Stora Lule älf, dem bedeutendsten Fluß Nordschwedens gebildeten See Stora Lulejaure, genannt Stora Porjussel. Hier ist ein Staudamm angelegt, der den Seespiegel um 10 m erhöht und unter Einrechnung des durch die bekannten Porjuswasserfälle gegebenen Gefälles eine Ausnützung von  $55 \pm 2,5$  m Höhe gestattet. Die Abflußmenge schwankt zwischen 40 cbm/Sek. bei Niederwasser (20 cbm Niedrigstwasser) und 1500 cbm bei Hochwasser. Durch Errichtung eines Staudammes an den Quellseen des Lule älf (110 km von Porjus entfernt) soll die Niedrigwassermenge auf 200 cbm/Sek. erhöht werden.

#### Zusammenstellung über die

Kosten der Unterhaltung der 2 B 2 Lokomotiven  
im Dezember 1922 nach den einzelnen Teilen.

	Löhne		Baustoffe	
	Kronen		Oere je Lokkm	
1. Mechanischer Teil . . . . .	7698	456	58,07	3,212
2. Transformatoren, Drossel- spulen und Ölshalter . . . . .	873	33	6,59	0,249
3. Triebmotoren u. Umschalter	593,6	19,94	4,477	0,150
4. Kompressor nebst Motor . . . . .	57,77	5,56	0,436	0,042
5. Ventilatoren nebst Motoren	86,60	2,02	0,653	0,015
6. Fahrschalter und Hüpfen . . . . .	2847,94	723	21,48	5,454
7. Vorrichtungen für Erwärmung und Beleuchtung . . . . .	1417,75	19,71	10,614	0,149
8. Stromabnehmer . . . . .	237,67	19,42	1,793	0,146
9. Schleifstücke u. dgl. . . . .	10,72	78,51	0,081	0,592
10. Kohlenbürsten für Trieb- motor . . . . .	1,80	—	0,014	—
11. Funkenkohle für Hüpfen . . . . .	15,38	—	0,116	—
12. Mefsinstrumente und Ge- schwindigkeitsmesser . . . . .	34,50	—	0,26	—
13. Putzen . . . . .	312,96	33,15	2,361	0,250
14. Anstrich und Waschen . . . . .	—	31,59	—	0,258
15. Lokomotivbesichtigung und Tagesrevision . . . . .	90,42	—	0,686	—
16. Schmierung . . . . .	67	82,91	0,005	0,62

Kosten der Unterhaltung elektrischer Lokomotiven  
ausschließlich Putzen und Schmierungen im Jahre  
1921 (insgesamt).

Bauart der Lokomotiven	Gesamtjahres- leistung in Lokkm	Kosten in Kronen für			
		Baustoffe		Löhne	
		im ganzen		je Lokkm	
1 C + C 1	1 358 584	45 052	491 159	3,09	36,14
B + B	77 265	7 394	15 225	9,57	19,70
2 B 2	169 319	5 098	30 348	3,01	17,92

Der im ganzen 1250 m lange Wehrbau quer durch den Fluß besteht zum größten Teil aus einer auf Fels gegründeten Kernmauer aus Eisenbeton, über welche der Erddamm geschüttet ist; auf der unteren Stromseite ist Steinschüttung zum Schutze vorhanden. Zwei Überfallwehre aus Eisenbeton (zusammen 200 m lang) führen das Hochwasser ab; ein 11 m breites Walzenwehr dient für das Flößen. Der Zuflustunnel des Kraftwerks mit 50 qm Querschnitt ist 525 m lang und mündet in ein Verteilungsbecken mit fünf durch Schützen absperrbaren Kammern, von denen fünf Druckrohrleitungen in senkrechten, 50 m tiefen Schächten zu den Turbinen führen; eine sechste ist unmittelbar an das Verteilungsbecken angeschlossen. Die Saugrohrleitung der Turbinen, mit Blech ausgekleidet, führen zum 1274 m langen Ablauftunnel, der zwei Ausgleichkammern besitzt, um Wasserstöße auszugleichen. Die unterirdische Anordnung des ganzen Zuflusses schützt das Werk vor den Nachteilen jeder Eisbildung.

Einen weiteren senkrechten Stollen sowie den Ablaufstollen konnten wir im Bau besichtigen. Die gesamte Maschinenhalle ist in Fels gesprengt 50 m unter Tage (Abb. 6, Taf. 33).

Von den sechs von Nydquist & Holm gebauten Turbinen haben drei eine Höchstleistung von 12500 PS, die anderen von 15000 PS, die ersteren für Bahnstrom (Einfach-Wechselstrom), die letzteren für Drehstrom-Erzeugung; eine von diesen Maschinen hat einen zweiten Erzeuger angekuppelt für Einfach-Wechselstrom. Das Fabrikschild der von »Asea« gelieferten Maschinen enthielt folgende Angaben:

	Einfach- Wechselstrom- maschinen für Bahnbetrieb	Drehstrom- maschinen
kVA . . . . .	6 250	11 000
Volt . . . . .	4 000	11 000
Amp. . . . .	1 560	578
n . . . . .	215	250
∞ . . . . .	15	25
Schwungmoment GD <sup>2</sup> . . . . .	3 600 000 kgm <sup>2</sup>	4 200 000 kgm <sup>2</sup>
cos φ . . . . .	0,8	0,8

Die geringe Nennleistung der Wechselstrom-Erzeuger ist auffallend; auf Befragen wurde mitgeteilt, daß die Maschinen plötzliche Belastungstöße von 13 000 kVA aushalten und 11 000 kVA während 5 Minuten abgeben können. Der Leistungsfaktor schwankt nach Angabe der Betriebsleitung zwischen 0,4 und 0,8; am Besuchstage wurde  $\cos \varphi = 0,55$  festgestellt.

Das senkrecht über dem Maschinenraum oberirdisch angeordnete Schaltheis ist mit diesem durch zwei Schächte verbunden, deren einer die Kabel- und Lüftungsleitung, deren anderer den Personen- und Lastaufzug enthält. Mit dem Schaltheis ist die Transformatorenanlage verbunden; die wassergekühlten Wechselstrom-Öltransformatoren übersetzen den Bahnstrom auf 80 000 Volt; auch die Drehstrom-Transformatoren sind Transformatoren für einfachen Wechselstrom; sie bringen den 25 periodigen Strom, der größtenteils nach den benachbarten Erzfeldern in Gällivare und Kiruna geleitet wird, auf 70 000 Volt. Die 80 000 Voltleitung Porjus—Narvik ist 290 km lang, die Leitung Porjus—Luleå 250 km.

Auf 54 km führen die 70 kV-Drehstromleitung (3 Drähte), die 80 kV-Wechselstromleitung (4 Drähte) und die Schwachstromleitungen parallel. Die Entfernung der Wechselstromleitung vom Schwachstromgestänge beträgt 42 m; dazwischen liegen in 10 m Leiterabstand vom Gestänge der Wechselstromleitungen die Drehstromleitungen.

Im Schaltheis und in der Maschinenhalle sind je 2 Mann im Dienste; das Personal des Kraftwerkes umfasst 16 Köpfe.

Einschließlich der Arbeiter für Unterhaltung und Bedienung des Stauwehres sind im ganzen 40 Mann vorhanden.

Das Kraftwerk gehört der Wasserfallverwaltung, die auch den Betrieb führt; die gesamte Wechselstromanlage (ausschl. Turbinen) wurde von der Eisenbahnverwaltung beschafft; die Ausnützung der Anlage ist beliebig. Der Preis für die kWh wird am Schlufs des Jahres festgesetzt; 1922 waren 850000 Kronen, d. i. etwa 1,9 Öre/kWh ohne Verzinsung der Anlagekosten für den Wasserbau- und den maschinentechnischen Teil zu bezahlen. Einschließlich der Verzinsung kommt die kWh auf etwa 2,5 Öre. Der auf norwegischer Seite gebrauchte Strom wird an der Landesgrenze gemessen, die Abrechnung erfolgt zwischen der norwegischen und schwedischen Eisenbahnverwaltung; der Preis ist auf Kohlengrundlage aufgebaut, und zwar kostet bei einem Preis für die Tonne englischer Kohle frei Hafen Narvik:

von über 75 norwegischen Kronen die kWh . . .	5,5 Öre
» » 50 » » » » . . .	4,0 »
» unter 50 » » » » . . .	3,5 »

Zur Zeit des Besuches kostete die Tonne 50 Kronen.

Nach der Besichtigung des Kraftwerkes setzte die Studiengesellschaft ihre Reise nach Kiruna in Schwedisch-Lappland fort, wo sie nach einer Nachtfahrt an einem Sonntag eintraf.

Der regnerische Morgen wurde zu einem Kraftwagenausflug nach dem etwa 16 km von Kiruna entfernten Jukkasjärvi benützt, das an einer seeartigen Erweiterung des Torne älf gelegen ist, die mit Motorboot überquert wurde. Das aus wenigen Häusern bestehende Dorf, dessen Einwohner ein Gemisch aus Finnen, Lappen, Norwegern und Wallonen sind, enthält auch drei Lappenhütten zur Aufnahme von Lappenkindern während der Wintermonate und eine alte, aus Holz gezimmerte Kirche, in der jährlich ein paarmal lappländischer Gottesdienst stattfindet.

Der Sonntag Nachmittag war zunächst der Besichtigung der Kraftwerksanlage der Bergwerk A. B. Kiruna gewidmet, die neben der Erzeugung der Preßluft und des elektrischen Stromes für den Bergwerksbetrieb gleichzeitig auch zur Stromversorgung der aufblühenden Ortschaft Kiruna dient.

Hierauf wurde die mit dem Unterwerk zusammengebaute Werkstätte mit Lokomotivschuppen in Kiruna besichtigt; der Vorstand der Werkstätte (Betriebsingenieur) hat die oberste Leitung in der Schaltung der Streckenausrüstung und Fernleitungen. Bemerkenswert ist, daß die Fahrplanbildung derart erfolgte, daß auf der ganzen Strecke Narvik-Luleå nachts mindestens eine Stunde Ruhepause ist; während dieser Zeit können also Leitungsabschnitte ohne Betriebsstörung ausgeschaltet und instandgesetzt werden, was bei einer eingleisigen Strecke besonders wichtig ist.

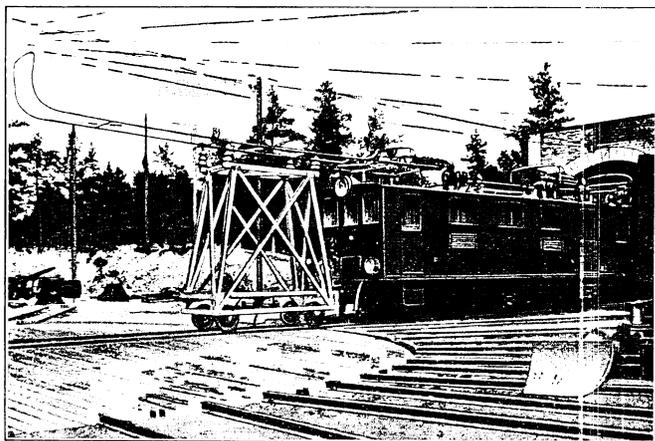
Das Verfahren der Lokomotiven in den Rundschuppen, der nicht mit Fahrdraht ausgerüstet ist, geschieht durch einen mit besonders weit ausladendem Stromabnehmer ausgestatteten Hilfswagen (Abb. 3). Die Drehscheibe wird mit Luftmotor angetrieben, der vom Luftverdichter der Lokomotive aus versorgt wird.

Am Abend erfolgte die Abreise nach Narvik (Ofotenbahn). Bei Station Rensjon wurden wir auf ein in der Nähe der Bahn befindliches Lappenlager aufmerksam gemacht. Häufiges Pfeifen der elektrischen Lokomotiven soll in der Nähe der Bahn weidende Rentiere verschrecken; man erzählte uns, daß die schwedischen Staatsbahnen für jedes Rentier, das überfahren wird, 40 Kronen bezahlen müssen.

In Narvik (46,85 m über dem Meere) kam die Gesellschaft um 8 Uhr morgens an. Die Erzverladeeinrichtungen des Hafens von Narvik, der infolge Einwirkung des Golfstromes das ganze Jahr hindurch eisfrei ist, übertreffen an Umfang wesentlich jene von Svartön (bei Luleå), das nur wenige Monate im Sommer von Schiffen angefahren werden kann.

Innerhalb 24 Stunden können hier 30 000 t Erz umgeschlagen werden (3 Ladeplätze). Die Erzwagen werden in Narvik im Winter vollständig gekippt; mit besonderen Preßluft-hämmern wird das festgefrorene Erz abgeklopft. Das Verladen des Erzes auf das Schiff geschieht sonst wie in Svartön in gleicher Weise mittels Schüttrinnen und vorgehaltener Eisenplatte. Im Bau befindet sich eine neue große Erzbrecher-Anlage, um die großen Erzbrocken zu zerkleinern.

Abb. 3. Hilfswagen zum Einbringen der elektrischen Lokomotiven in den Rundschuppen.



Nach kurzer Besichtigung der von den norwegischen Staatsbahnen als Werkstätte für elektrische Lokomotiven umgebauten ehemaligen Dampflokotiv-Werkstätte folgte die Studienkommission einer Einladung der Bergwerks A. B. zu einer dreistündigen Fahrt in den Skjomen-Fjord auf dem Dampfboot (Rettungsboot) »Styrbjøn«. Vom Schiffe aus genofs man den prächtigen Ausblick auf die hochgelegene, aufstrebende Stadt. Die Ufer der nach allen Seiten abzweigenden Fjords sind nur wenig besiedelt, diese selbst nur von vereinzelt Schiffen belebt. Die Dampferfahrt erstreckte sich 1½ Stunden in den zuerst südwestlich, dann südöstlich einschneidenden Skjomen-Fjord mit herrlichen Ausblicken auf die schnee- und firnbedeckten Bergriesen Nordskandinaviens.

Nach kurzem Besuch des zwar in Betrieb genommenen, aber noch nicht ganz fertig gestellten Unterwerkes Narvik trat man am Nachmittag mit dem fahrplanmäßigen Personenzuge die Rückreise von Narvik nach Abisko an. Während der Fahrt auf der Steilrampe bis zur Wasserscheide zwischen dem Atlantischen Ozean und dem bottnischen Meerbusen boten sich herrliche Ausblicke auf den Rombacken-Fjord, der sich viele km weit in das Innere des Landes hinein erstreckt. Wegen der schlechten Zugänglichkeit des in hohen Lagen unwirtlichen Gebietes haben die norwegischen Staatsbahnen die 80 000 Volt-Fernleitung (eine Schleife) zum Teil am Ufer des Fjords verlegen müssen. Die Leitung ist nach Weitspannart gebaut; die Tragmaste sind jedoch vierbeinig unter Benützung normaler Winkeleisen ausgeführt. Die norwegische Fahrleitung ist in gleicher Weise wie auf der schwedischen Strecke ausgebildet — drehbare Ausleger mit Rohrabstützung; auch Saugtransformatoren mit Gegenspannungsleitung sind angewendet.

Zahlreiche Schneegalerien aus Holz, in deren Innern die Fahrleitungsmaste aufgestellt sind, sowie andere Kunstbauten und deren Beschädigungen geben Zeugnis von den Naturgewalten, denen der Bahnbetrieb hier trotzen muß. Die Landschaft ist ab Station Hundalen ziemlich öde, die kümmerlich wachsenden Bäume haben anfangs Juli noch nicht umgeschlagen. Der auf schwedischem Boden liegende Grenzbahnhof Riksgränsen ist fast ganz mit Holz überdacht; ein kleines Wasserkraft-Elektrizitätswerk sorgt für Licht; Riksgränsen ist kein Ort, sondern nur Betriebsstation; die

150 Köpfe zählende Bevölkerung besteht nur aus Eisenbahnern. Wegen der großen Betriebsschwierigkeiten soll der Bahnhof nach Aufnahme des elektrischen Betriebes auf norwegischer Seite und Wegfall des Lokomotivwechsels aufgegeben werden.

In Abisko, wo unsere Schlafwagen hinterstellt waren, wurde übernachtet.

Zu einer Versuchsfahrt am andern Morgen von Abisko nach Riksgränsen hatten die schwedischen Staatsbahnen ihren Mefswagen bereitgestellt. Der wie der schweizerische Mefswagen mit Amslerschen Mefgeräten ausgerüstete Wagen wurde mit einer 1 C + C1-Lokomotive, Bauart Wasseg, einem Erzzuge vorgestellt. Das Gesamtzuggewicht betrug 2000 Tonnen. Mit dieser Last wurde auf der Steigung von 8—10 ‰ mit Geschwindigkeiten von 32—43 km/Std. gefahren; die Messer zeigten:  $J_{\max}$ : 3200 Amp., E: 14 300 Volt bei 34 km/Std. und J: 2700 Amp., E: 14 500 Volt bei 43 km Std.

Der Nachmittag war in Abiskojokk, einer bekannten Station des schwedischen Touristenvereins, dem Ausgangspunkte für Bergfahrten in das skandinavische Gebirge, der Erholung gewidmet. Abiskojokk ist malerisch am Ufer des 75 km langen und 9 km breiten Torneträsk (345 m über dem Meere) gelegen.

Von der gut besuchten Gaststätte aus, in der wir neben Schweden auch Engländer antrafen, unternahmen die Teilnehmer der Studiengesellschaft nach Aufklären des Wetters Spaziergänge in die nähere Umgebung.

Am Abend reiste die Gesellschaft nach Kiruna zurück, wo noch der berühmte Erzberg Kirunavara (Anfahrt mit Strafsenbahn, dann Seilbahn) bestiegen wurde.

Um 11 Uhr nachts wurde mit dem fahrplanmäßigen Zuge Kiruna verlassen unter den Strahlen der Mitternachtssonne, die auf der Fahrt nach dem Süden zum Abschied in voller Reinheit ihren zauberhaften Glanz schauen liess.

Soweit das suchende Auge reicht, flachwelliger Boden, auf dem zahlreiche Zwergbirken eben ihren Frühling feiern, ab und zu unterbrochen von dunklen Sumpf- und Moorflecken, von wassergefüllten Senken und einzelnen flechtenüberzogenen Felsblöcken, selten ein einsames, roh gezimmertes Holzhaus: das ist Schwedisch-Lappland, eine Landschaft von tief wirkender Einfachheit und von unermesslichem Reichtum durch sein Eisen. Nur wo dieses in Stufenflächen steil emporsteigt, zeigen sich die Spuren der menschlichen Tätigkeit.

Verschwimmend in den Strahlen der Mitternachtssonne steigen im fernen Westen die weissen Formen des skandinavischen Gebirges auf und gemahnen daran zu denken, daß diese großen, weiten Flächen mit ihrer feierlichen Einsamkeit in der Winterzeit, bedeckt von Eis und Schnee, lange Wochen hindurch des lebenspendenden Gestirnes, der Sonne, ganz entbehren müssen.

Die 28 stündige Fahrt bot den Herren der schwedischen Staatsbahnen Gelegenheit, einige Mitteilungen über die weiteren Elektrisierungspläne Schwedens zu machen. Die Einführung des elektrischen Betriebes ist auf der Strecke Stockholm-Göteborg (458 km) beschlossen, die nächste in Aussicht genommene Linie ist Stockholm-Malmö. Die Entwürfe für die erstgenannte Strecke sind fertig. Die Untersuchungen haben zu dem Ergebnis geführt, für den Betrieb dieser Strecke nicht

besondere Wechselstromerzeuger in den Wasserkraftwerken aufzustellen, sondern die vorhandenen Drehstrom-Einrichtungen zu benützen oder auszubauen und den Drehstrom auf Wechselstrom umzuformen. Der Entwurf für Stockholm-Göteborg sieht 5 solcher Umformerstationen vor, die von den staatlichen Werken in Trollhättan und Motala aus versorgt werden sollen.

Vorbei an den dunklen Wäldern Nordschwedens, über ungezähmt brausende Flüsse, die zum Teil gestaut sind und einen ungeheuren Treibholzvorrat mit sich tragen, führte uns der Zug über Boden, Brücke, Krylbo, Uppsala nach Süden in die Hauptstadt Schwedens.

Nachdem eine Abordnung der Studiengesellschaft dem Herrn Generaldirektor Granholm der schwedischen Staatsbahnen ihre Aufwartung gemacht und den Dank für die in reichem Malse gebotene Gastfreundschaft übermittelt hatte, wurde das mit einer Seite dem nördlichen Mälarstrande zugekehrte neu erbaute Stadthaus von Stockholm besichtigt, dessen prunkvoll ausgestattete Festräume zum Teil Stiftungen wohlhabender Bürger entstammen.

Eine daran anschließende zweistündige Rundfahrt mit einem Motorboote in den Schären Stockholms gab nicht nur einen Überblick über die wichtigsten öffentlichen Gebäude der Hauptstadt, sondern die Teilnehmer erhielten dabei auch einen Eindruck von der weltberühmten Lage der Stadt, die mit Recht den Beinamen des »nördlichen Venedig« führt.

Dann folgte ein Besuch auf »Skansen« (Freiluftmuseum), dem westlichen Teile des Djurgården (Tiergarten), einer hervorragenden Anlage für Landes- und Volkskunde. Hier bot sich Gelegenheit, im kleinen noch einmal Schwedens Land und Leute vor dem Auge vorbeiziehen zu lassen.

Am Nachmittag wurden noch Kraftwagenfahrten durch die Stadt, im besonderen durch die höher gelegenen Teile derselben (Mosebacke) unternommen und verschiedene Bauwerke, besonders der Neubau der technischen Hochschule besichtigt.

Als zum letzten Male um Mitternacht die im Bahnhofs Stockholm bereitgestellten Schlafwagen aufgesucht wurden, war es in den Strafsen der Stadt noch zum Lesen hell: so lange nördlich des Polarkreises (etwa 1500 km entfernt) das große Gestirn des Tages auch um die Geisterstunde seine Strahlen auf die Erde schickt, kennt Stockholm keine dunkle Nacht; monatelang bedarf diese Großstadt unter dem nordischen Himmel nichts keiner künstlichen Beleuchtung.

Am andern Morgen reiste die Kommission mit dem Abschiedsgruß des Herrn Generaldirektors, der sich persönlich zur Verabschiedung am Zuge eingefunden hatte, in Begleitung des Büroingenieurs Warodell mit dem fahrplanmäßigen Zuge von Stockholm ab und traf in Trälleborg gegen Abend ein, wo die deutschen Schlafwagen zur Überfahrt auf der Fähre und zur Weiterreise bereitstanden.

Erst als die letzten Blinklichter der schwedischen Küste am nächtlichen Horizonte versanken, wurden die Kabinen aufgesucht, denn aller Gedanken hafteten noch fest an dem an gewaltigen Naturschönheiten so reichen Lande, an der Fülle der interessanten technischen Leistungen, vor allem aber auch an der gastfreundlichen Aufnahme, die der Gesellschaft von der Generaldirektion der schwedischen Staatsbahnen, insbesondere von dem Bürochef Oefverholm, zuteil geworden.

## Leistungsmaßstab für Lokomotivausbesserungswerke.

Von Oberregierungsbaurat Weese, Magdeburg-Buckau.

(Fortsetzung von Seite 148.)

### 5. Die Aufstellung der Ausbesserungseinheiten.

Nach den vorangegangenen Ausführungen soll eine Leistungseinheit diejenige Arbeitsmenge sein, die von einem Arbeiter durchschnittlicher Leistungsfähigkeit bei normaler Anstrengung

unter günstigsten Bedingungen geleistet wird. Zur Vermeidung von Verwechslungen infolge des vieldeutigen Begriffes Leistung soll in der Folge hier, wo es sich um Ausbesserungen handelt, das Wort Ausbesserungseinheit statt Leistungseinheit gebraucht

werden. Diese Bezeichnung soll auch dann Gültigkeit haben, wenn es sich um Herstellung neuer Teile handelt, solange nur der Endzweck in der Ausbesserung von Lokomotiven besteht.

Unterlagen für die Aufstellung der Ausbesserungseinheiten gibt das Gedingeverfahren, nach welchem für jede von einem Arbeiter oder einer Arbeitergruppe auszuführende Arbeit eine bestimmte Stückzeit festgelegt wird, für deren Bemessung ebenfalls ein Arbeiter durchschnittlicher Leistungsfähigkeit, der sich normal anstrengt, zu Grunde gelegt wird. Der Unterschied besteht nur darin, daß nicht die wirtschaftlichsten, sondern die jeweilig in dem betreffenden Werk tatsächlich vorhandenen Arbeitsbedingungen vorausgesetzt werden. Vergleicht man daher die in mehreren gut eingerichteten und gut organisierten Werken für gleiche Arbeiten gewährten Stückzeiten miteinander, so kann die Aufstellung der Ausbesserungseinheiten derart erfolgen, daß bei jeder Arbeit die Stückzeiten desjenigen Werkes berücksichtigt werden, das bei dieser betreffenden Arbeit den wirtschaftlichsten Arbeitsgang durchführt. Abgesehen von Einzelfällen, in denen Maschinen verwickelter Bauart oder auch sehr teure Betriebsstoffe verwendet werden, wird das wirtschaftlichste Arbeitsverfahren mit demjenigen zusammenfallen, das die kürzesten Stückzeiten ergibt. Allerdings ist bei dem Vergleich sehr kritisch vorzugehen. Denn bei der bisher fast allgemein üblichen Schätzung sind häufig grobe Fehler in der Stückzeitfestsetzung vorgekommen. Deshalb sind nach Möglichkeit Stückzeiten zu Grunde zu legen, die durch genaue Zeitmessungen ermittelt sind.

Der Vergleich der Stückzeiten ist dabei nicht nur derart auszuführen, daß man die Gesamtzeiten für die Anfertigung oder Ausbesserung eines Gegenstandes in den einzelnen Werken miteinander vergleicht, sondern es sind die Einzelzeiten für jeden Arbeitsgang — z. B. schmieden, drehen, fräsen, bohren — einer vergleichenden Prüfung zu unterwerfen. Im allgemeinen wird man auf diese Weise zu Ausbesserungseinheiten kommen, die unter den Gesamtstückzeitstunden liegen, die in irgend einem Werke für die Anfertigung oder Ausbesserung dieses Gegenstandes gewährt werden.

Dieser Vergleich kann allerdings nur von durchaus sachverständigen Kräften der beteiligten Werke, die den Fabrikationsgang im eigenen Werk genau kennen, vorgenommen werden. Denn die Zerlegung der Arbeiten geschieht in jedem Werke in anderer Weise. Wenn daher die Stückzeiten zweier Werke miteinander verglichen werden sollen, so muß scharf geprüft werden, ob in beiden Fällen genau dieselbe Arbeit erfaßt wird, oder ob z. B. bei einem Werk das Empfangen des Werkstoffes mit zu der in der Stückzeit bewerteten Arbeit rechnet, im andern Werk dagegen diese Arbeit durch besondere, im Zeitlohn oder auch Stücklohn beschäftigte Förderrotten erledigt wird.

Wenn auch die Mehrzahl der unmittelbar für Lokomotiven geleisteten Arbeiten im Gedinge ausgeführt wird, so bleibt doch ein nicht zu vernachlässigender Anteil an Lohnarbeit übrig. Diese Lohnarbeit darf schon deshalb nicht außer Acht gelassen werden, weil in manchen Werken Arbeiten im Lohn ausgeführt werden, die in anderen im Gedinge vergeben werden. Unterlagen für die Zeiten, die für die einzelnen Arbeiten bei Lohnarbeit gebraucht werden, sind nur in wenigen Werken vorhanden, nämlich dort, wo die Fertigung nach Terminen im einzelnen unter Berücksichtigung der jeweils zur Verfügung stehenden Arbeiterzahl durchgeführt ist. Fehlen solche Unterlagen, so muß durch Beobachtung die Zeit ermittelt werden, wobei wieder ein Arbeiter durchschnittlicher Leistungsfähigkeit vorausgesetzt werden muss, der unter günstigsten Bedingungen mit normaler Anstrengung arbeitet. Bei dieser Annahme ist, wie schon früher auseinandergesetzt, die in einer Lohnstunde geleistete Arbeit gleich der Arbeitsmenge einer Stückzeitstunde. Bei Festsetzung der Ausbesserungseinheiten für eine teils im

Gedinge, teils im Zeitlohn ausgeführte Arbeit ist es also gerechtfertigt, Stückzeitstunden und Lohnstunden als vollkommen gleichwertig in einer Summe zusammenzufassen.

Nun gibt es bei der Reichsbahn außer den reinen Lohnstunden noch Lohnstunden mit Bewertungszulage und Lohnstunden mit Mehrleistungszulage.

Die Lohnstunde mit Bewertungszulage ist für die Zwecke des Leistungsmaßstabes von gleicher Bedeutung wie die reine Lohnstunde. Die Bewertungszulage stellt nur eine Lohnerhöhung dar, die Arbeitern bestimmter Tätigkeit als Entschädigung für die fehlende Möglichkeit, im Gedinge einen entsprechenden Überverdienst zu erzielen, gewährt wird. Dieser höhere Lohn hat keinen Einfluß auf die Arbeitsmenge, die geleistet wird, und bleibt daher im vorliegenden Fall ebenso außer Betracht wie der Unterschied in der Entlohnung zwischen Handwerkern und Handarbeitern. Vorausgesetzt bleibt übrigens immer, daß bei Festsetzung der Ausbesserungseinheiten ein Arbeiter derjenigen Fachrichtung angenommen wird, der im wirtschaftlichen Interesse für die betreffenden Arbeiten auszuwählen ist.

Anders steht es hinsichtlich der Lohnstunden mit Mehrleistungszulage. Die Mehrleistungszulage soll denjenigen Arbeitern gewährt werden, die in zwangsläufiger Verbindung mit Gedingearbeitern stehen, von denen daher vorausgesetzt wird, daß sie mit größerer als normaler Anstrengung arbeiten. Diese Arbeiter erhalten  $\frac{1}{5}$  des Überverdienstes derjenigen Gedingearbeiter, mit denen sie in Berührung stehen. Es ist dabei angenommen, daß sie eine dem Mehrbetrag des Verdienstes entsprechende Mehrleistung gegenüber Lohnarbeitern ausführen. Es müsste daher eigentlich bei Festsetzung der Ausbesserungseinheiten die von Zeitlöhnern mit Mehrleistungszulage gebrauchte Zeit um den Betrag des Mehrverdienstes dieser Zeitlöhner gegenüber reinen Zeitlöhnern erhöht werden. Da aber die vorausgesetzte Zwangsläufigkeit der Mehrarbeit praktisch nie vollkommen erfüllt, also auch keine Gewähr für eine tatsächliche Mehrarbeit vorhanden ist, so ist es gerechtfertigt, die von Zeitlöhnern mit Mehrleistungszulage tatsächlich gebrauchte Zeit ohne Umrechnung zu Grunde zu legen. Im übrigen kann wohl auch kaum mit einer dauernden Beibehaltung der Mehrleistungszulage gerechnet werden.

Nachdem bereits im vorhergehenden Abschnitt der Kreis der Arbeiten dahin begrenzt worden ist, daß die mittelbaren Arbeiten außer Betracht bleiben und nur die unmittelbaren Arbeiten berücksichtigt werden sollen, fehlt nun noch eine Bestimmung, zwischen welchem Anfangs- und Endzustand die Arbeiten erfaßt werden sollen. Der Endzustand ist die ausgebesserte Lokomotive, fertig zur Abgabe an den Betrieb. Der Anfangszustand ist die aus dem Betrieb ankommende ausbesserungsbedürftige Lokomotive. Um eine solche Lokomotive in den Endzustand zu überführen, werden aber nicht nur Abbauarbeiten, Zusammenbauarbeiten und Arbeiten an ausgebauten und nicht ausgebauten Teilen der Lokomotive vorgenommen, sondern es werden auch neue Teile in die Lokomotive eingebaut. Es entsteht daher die Frage, wie weit die Arbeit zur Anfertigung dieser Teile in Rechnung gestellt werden soll.

Die übersichtlichsten Zahlen werden gewonnen, wenn nur diejenigen Arbeiten berücksichtigt werden, deren Ausführung in allen Ausbesserungswerken stattfindet. Man wird daher zunächst die Anfertigung von handelsüblichem Material ausschneiden, also von Blechen, Stabeisen, normalen Schrauben, Muttern, Nieten usw. Ebenso wird die Anfertigung von Gegenständen, die in der Regel von bestimmten Firmen bezogen werden — z. B. Luftdruckbremsteile der Firma Knorr —, nicht einzubegreifen sein. Damit soll natürlich die Anfertigung von handelsüblichem Material oder von Sondergegenständen in Eisenbahnwerken nicht ausgeschlossen sein. Wo besonders geeignete Einrichtungen und sonstige günstige Fabrikations-

verhältnisse bestehen, und auch in anderen Werken zu Zeiten des Mangels auf dem Markte, wird man die genannten Gegenstände selbst herstellen; nur wird die Anfertigungsarbeit nicht mit Ausbesserungseinheiten bewertet. Bei Gegenüberstellung von Leistung und Aufwand wird daher der Aufwand für die Anfertigung solcher Gegenstände besonders berücksichtigt werden müssen.

Ähnliche Verhältnisse liegen bei der Herstellung von Eisengufswaren und Rotgufswaren vor. Giefsarbeiten scheiden zweckmäfsig gleichfalls bei der Bewertung aus, weil nur wenige Werke Eisengufs selbst herstellen und manche Eisenbahnwerke, namentlich in Süddeutschland, keine eigene Rotgufsgiefserei besitzen. Mit fortschreitender Spezialisierung der Werke und Normalisierung der Lokomotiven wird man auch in Norddeutschland mehr und mehr dazu übergehen, auch schon unter dem Gesichtspunkte der Wärmewirtschaft, mehrere Werke durch eine Rotgufsgiefserei zu beliefern.

Um einen möglichst genauen Einblick in die Werkwirtschaft zu erlangen, empfiehlt es sich, alle Arbeiten an Lokomotiven zunächst in drei Hauptgruppen zu zerlegen, nämlich solche an Gestell und Maschine, am Kessel und am Tender. Als Kesselteile sind am besten alle Teile zu betrachten, welche im allgemeinen bei der Anlieferung eines Ersatzkessels mitgeliefert werden, da auf diese Weise die Auseinanderhaltung der Arbeiten dem Gedächtnis erleichtert wird. Als Tenderarbeiten sind Arbeiten an denjenigen Teilen auszuführen, welche beim Loskuppeln des Tenders an diesem verbleiben. Es wird sich hiernach folgende Einteilung ergeben:

#### A. Arbeiten an Gestell und Maschine.

Alle zur Wiederherstellung und Inbetriebnahme der Lokomotive auszuführenden Arbeiten mit Ausnahme der unter B. und C. angegebenen Kessel- und Tenderarbeiten. Das Einbauen des Kessels in das Gestell rechnet zu den Arbeiten an Gestell und Maschine, ebenso: Kessel entleeren und füllen bei Eingang und Ausgang, bzw. Probefahrt der Lokomotive, Lokomotive bekohlen, Sandkasten füllen, Lokomotive abschmieren, an Probefahrt teilnehmen.

#### B. Arbeiten am Kessel.

1. Alle zur Wiederherstellung des Kessels auszuführenden Arbeiten einschliesslich der Arbeiten an nachfolgend angegebenen Teilen:

1. Eigentlicher Kessel mit Verankerung.	Waschluge mit Deckel, eingebauten Rieselblechen und Schlammfänger.
Heiz- und Rauchrohre.	Waschluge mit Pilzen.
Dom mit Öse zum Abheben.	Flansche am Kessel.
Wasserabscheider im Dom.	Dampfsammelrohre mit Rohralter.
Befestigungswinkel oder Platten am Kessel für Pendelbleche.	Regler, Schieber oder Ventilregler.
Im Kesselblech befestigte Stiftschrauben.	Reglerknierohr mit Reglerträger im Dom.
2. Grobausrüstung.	Reglerrohr.
Stehkesselträger.	Reglerstopfbuchse.
Schlingerstück.	Reglerwelle einschl. Handhebel oder Hebelwerk mit Lagerbock.
Feuertür und Anlageplatte.	Halter für Reglerwelle.
Feuerlochschröner.	Rohre mit Trägern und Haltern im Kessel.
Feuerschirmträger mit Stiften (ohne Schamottesteine).	Speisewasserablenkbleche.
Rostbalken mit Trägern und Roststäben.	Untersatz z. Sicherheitsventil.
Teile zum Kipprost einschl. vorderer und hinterer Welle mit Hebel und Hebelführung, sowie Spindelbock.	„ „ Wasserstandsanzeiger.
Schlammabscheider.	Untersatz z. Kesselspeiseventil.
Speisedom oder Speisemannloch mit Deckel.	„ „ Dampfentnahmestutzen.

Untersatz zum Dampfventil zur Speisepumpe.

Untersatz zur Dampfpeife.

Unterlagen, angenietet, für Speisepumpe, Luftpumpe, Steuerbock usw., Stiftschrauben für vorgenannte Teile.

#### 3. Feinausrüstung.

Dampfentnahmestutzen mit Absperrhähnen oder Ventilen ohne Leitungsrohre, einschl. Druckwasserhahn und Radnetzventil.

Strahlpumpendampfventil.

Kesselspeiseventil zum Feuerlöschstutzen.

Ablasshahn zum Kesselspeiseventil.

Kesselablasshahn.

Sicherheitsventil m. all. Teilen. Dampfpeife.

Wasserstandsanzeiger m. Ablasshahn.

Wasserstandsschutz.

Prüfhähne ohne Fangtrichter.

Eichdruckwasserhahn.

Aschkasten- und Kohlenspritzhahn.

Rauchkammerspritzhahn.

Gemeinsames Absperrventil am Dom.

Speisepumpendampfventil.

Luftpumpendampfventil.

Dampfheizventil m. Abblasrohr.

Ablasshahn für den Schlammfänger.

Düse und Düsengehäuse für den Schlammabscheider.

Reglerschmierhahn.

Hilfsbläserhahn oder -Ventil.

Bläserrohr m. Verschraubungen (ohne Ringbläser).

Stiftschrauben für vorgenannte Teile.

#### 4. Rauchkammer.

Rauchkammerträgerwinkel.

Schornstein mit Aufsatz.

Einströmzweigrohr oder

Krümmen.

Rauchkammerspritzrohr mit Anschlussflansch.

#### 2. Vornahme der Wasserdruck- und Dampfprobe.

#### C. Arbeiten am Tender.

1. Entkuppeln und Kuppeln des Tenders einschl. Verbindung der Luft-, Wasser-, Heizungs- und Gasschläuche bzw. -Rohre zwischen Tender und Maschine.

2. Alle zur Wiederherstellung des Tenders einschl. der drei Kuppelarbeiten erforderlichen Arbeiten.

Es wäre erwünscht, dass die angegebene Trennung schon jetzt von allen Werken streng beachtet würde, die Aufzeichnungen über die aufgewendeten Stunden und verbrauchten Stoffe nach Mengen oder nach Kosten für die einzelnen Lokomotive vornehmen. Ein Vergleich der in den einzelnen Werken aufgewendeten Stunden und Stoffe für die verschiedenen Arten der Ausbesserungen und die verschiedenen Lokomotivgattungen würde dadurch wesentlich erleichtert werden.

(Fortsetzung folgt im neuen Jahrgang.)

Rauchkammertür.

Verschluss z. Rauchkammertür einschl. Rauchkammerbalken mit Trägern und Vorreifern. Tritte, Handstangen- und Laternenhalter an der Rauchkammertür.

#### 5. Überhitzer.

Dampfsammelkasten mit Stiftschrauben.

Träger z. Dampfsammelkasten. Überhitzerrohre.

#### 6. Aschkasten.

Aschkasten mit Klappen und Gittern, sowie mit den unmitttelbar an diesen befestigten Hebeln, aber ohne Zug. Aschkastenträger.

Spritzrohre m. Anschlussstutzen und Überwurfmutter ohne Zuleitungsrohre.

Aschkastenstifte und -Splinte.

#### 7. Sandkasten

ohne Zug und Rohre, ohne Luftverteilungsstutzen und Düsengehäuse.

#### 8. Bekleidung.

Kesselbekleidung und Teile zur Kesselbekleidung einschl.

Einfassungen und Einpolterungen, Dom-, Sicherheitsventil-, Schlammabscheider-, Schlammfänger-, Queranker-, Luken- und Reglerbekleidung, Bekleidungsgrund- und Deckleisten, Bekleidungsstifte.

Wärmeschutzmatten für Kesselbekleidung.

9. Handstangenstützen und Handstangenuntersätze am Kessel (ohne Handstangen). Zug mit Stützen und Untersätzen für Hilfsbläserhahn oder -ventil.

#### 10. Schilder.

Kesselschild.

Untersuchungsschild.

Wasserstandsmarke mit emailliertem Schild.

## Elektrische Lichtbogenschweißung für Herstellung und Ausbesserung von Oberbauteilen.

Im Anschluß an die Veröffentlichung Apels über »Elektrische Lichtbogenschweißung für Herstellung und Ausbesserung von Oberbauteilen«\*) dürfte die Mitteilung Interesse beanspruchen, daß auch die Firma Joseph Vögele A. G., Mannheim mit dem Schweißverfahren an Weichen und Kreuzungen ausgedehnte Versuche gemacht hat. Die dabei gewonnenen Erfahrungen wurden bereits in neu aufgestellten Konstruktionsplänen niedergelegt und vor geraumer Zeit einer Eisenbahndirektion zur Begutachtung unterbreitet.

Bei den ersten Versuchen beschränkte sich die Anwendung des Schweißverfahrens auf die Befestigung der Gleitstühle und der Gelenkstücke. Schon dabei wurden die Gelenkstücke der Gelenk- oder Starkweichen der Firma J. Vögele angewendet, wie sie in ähnlicher oder gleicher Form auch in Abb. 2, Seite 187, Heft 9 des »Organs« erscheinen.

Bei den fortschreitenden Versuchen wurden die Weichenschienen auf ihre Unterlagen unter Weglassung des gebräuchlichen Kleineisenzeuges aufgeschweißt. Eine derartige geschweißte Zungenvorrichtung mit zugehörigem Herzstück hat die Firma Vögele in ihrem Werke zur Besichtigung bereitgestellt.

Die einzigen Bedenken, die man gegen diese Ausführungsart geltend machen kann, sind Zweifel an ihrer Wirtschaftlichkeit und Befürchtungen von Betriebshemmungen in gegebenen Fällen, insbesondere bei Brüchen. Doch kann darüber nur die Erfahrung entscheiden.

\*) »Organ« 1923, Heft 9.

Die Entwicklung des Schweißverfahrens ist zweifellos zu hoher Stufe gelangt. Trotzdem fehlt es für das Schweißen schadhafter Schienen noch an Beurteilungsgrundlagen\*). Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit bestimmen die Grenze für die Anwendbarkeit des Schweißverfahrens. Das Schweißverfahren bei Herstellung und Ausbesserung von Weichen und Kreuzungen wird sich jedoch in Zukunft sicherlich immer mehr durchsetzen.

Da es meines Wissens einen allgemeinen Patentschutz auf Anwendung von Schweißungen nicht gibt und sich jeder auf diesem Gebiete frei betätigen kann, so ist anzunehmen, daß sich durch die gegebenen Anregungen der Kreis der Mitarbeitenden bald vergrößern wird und in naher Zeit reichere Erfahrungen eine Erweiterung der Anwendungsgrenze des Schweißverfahrens im Weichenbau ermöglichen werden.

Georg Moeslein, Ingenieur, Mannheim.

Im Anschluß an diese Zuschrift verweisen wir auch auf die Tatsache, daß für den Straßenbahnbetrieb schon umfangreiche Erfahrungen über die Bewährung des Schweißverfahrens vorliegen, und zwar für Weichen und Kreuzungen, für Stosverbindungen und für das Auffrischen abgenutzter Schienen.

Die Schriftleitung.

\*) Vergl. auch Sonderheft »Oberbau« der Verkehrstechn. Woche S. 28.

## Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

### Abgekürzte Bezeichnungen für Lokomotiven und Triebwagen\*).

Auf der Sitzung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Dresden im Dezember 1923 wurden die in der untenstehenden Übersicht näher angegebenen Bezeichnungen für Dampflokomotiven, Tender, elektrische Lokomotiven und Triebwagen angenommen und den Vereinsverwaltungen zur allgemeinen, einheitlichen Anwendung empfohlen.

Schon im Jahre 1908 in seiner Versammlung zu Amsterdam hat sich der Verein mit der Frage einheitlicher abgekürzter Bezeichnungen für Lokomotiven beschäftigt und die in der Zwischenzeit zum Gemeingut gewordene Bezeichnungsweise des Hauptmerkmals der Bauart, der Achsfolge, durch Ziffern und Buchstaben in der Reihenfolge der Achsanordnung eingeführt\*\*). Dem Technischen Ausschuss des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, der diese Bezeichnungsweise damals vorgeschlagen hatte, war diese Darstellung ausreichend erschienen, er hatte es für wichtig gehalten, daß eine möglichst einfache Bezeichnung eingeführt werde, die auch für den mündlichen Verkehr sich eigne, daher leicht zu behalten, auszusprechen und aufzufassen sei, und es war ihm weniger wichtig erschienen, daß schon aus der Bezeichnung allein auch Aufschlüsse über die Dampfwirkung, Anzahl der Dampfzylinder usw. gewonnen werden, da die Aufnahme aller dieser Daten die Bezeichnung verwickelt und für den mündlichen Verkehr unbrauchbar gestalten würde.

Inzwischen haben sich jedoch darüber hinaus in der Literatur Zusätze entwickelt, die über weitere Elemente im Aufbau der Lokomotive Aufschluß zu geben suchen. Es hat sich dabei ein Vielerlei von Zeichen und Abkürzungen ein-

\*) Vergl. hierzu den Auszug aus der Niederschrift der Lübecker Sitzung des Technischen Ausschusses, Punkt 11, Seite 229.

\*\*\*) Diese Bezeichnungsweise ist erstmals in dem Aufsatz des Schriftleiters über die in Mailand 1906 ausgestellten Lokomotiven, Organ 1907, Seite 47, angewendet worden.

gestellt, das nicht mehr von allen verstanden wird, wenn der Schlüssel für die Deutung der Zeichen nicht zur Hand ist.

Auf eine Anregung und einen Antrag des Eisenbahnzentralamtes hin hat sich daher der Technische Ausschuss in seiner Sitzung in Lübeck am 5./7. September 1923 mit der Angelegenheit befaßt, nachdem er sie ursprünglich durch den Beirat des »Organs«, dann aber durch den Fachausschuss für Lokomotivangelegenheiten hatte vorberaten lassen. Bei diesen Vorberatungen waren zunächst die in der Aussprache aufgeworfenen Fragen in Verbindung mit dem Deutschen Normenausschuss und nach Anhören des Österreichischen Normenausschusses zu klären. Es sollte darnach gestrebt werden, eine allen Teilen genehme, einheitliche Abkürzung für Lokomotiven und Tender zu entwerfen und dabei auch Abkürzungen für elektrische Lokomotiven und Triebwagen vorzuschlagen.

Als Ergebnis der vorbereitenden Arbeiten hat der Fachausschuss für Lokomotivangelegenheiten dem Technischen Ausschuss seine Vorschläge in Form eines Merkblattes vorgelegt. Der Fachausschuss war darin den Vorschlägen des Beirates des Organs bezüglich der Bezeichnungsweise und des Umfangs der Abkürzungen beigetreten mit den Ausnahmen, daß man bei Dampflokomotiven für Trockendampf die Abkürzung t und bei elektrischen Lokomotiven für Gleichstrom g, für Drehstrom d und für Speicherstrom a (Akkumulator) statt d für Trockendampf gl, dr und sp für die elektrischen Angaben wählte in der Auffassung, für die Abkürzungen die Anfangsbuchstaben der sprachlichen Bezeichnungen selbst zu wählen, um sie schnell zum Gemeingut der Leser werden zu lassen, und Doppelbuchstaben zu vermeiden, weil sie leicht getrennt geschrieben werden können und dann unverständlich sind. Für Speicherstrom ist a statt sp gewählt worden, auch deshalb, weil der Ausdruck Akkumulator zwischenstaatlich allgemein

gebräuchlich ist und überdies der einfache Buchstabe s statt sp unter Umständen mit Schmalspur verwechselt werden könnte.

Abkürzungen für den Verwendungszweck (Schnellzug-, Personenzug- und Güterzuglokomotiven) sowie die Angabe der Geschwindigkeit hielt der Fachausschuß für unangebracht, weil weder das eine noch das andere eindeutig genug sei und weil in die abgekürzten Bezeichnungen nur diejenigen Abkürzungen aufgenommen werden sollten, die bei allen Vereinsverwaltungen verwendet werden können. Die Zweckbezeichnungen sollten vielmehr erforderlichenfalls ausgeschrieben oder durch Anfangssilben angegeben werden.

Auf Anregung des Fachausschusses hat dann der Technische Ausschuss auch erörtert, ob die neue Bezeichnungsweise auf Bauarten von Lokomotiven anwendbar ist, die im Ausland (Amerika) zahlreich vertreten sind, in erster Reihe auf die Bezeichnung von Lokomotiven, bei denen eine Laufachse zeitweise als Treibachse arbeitet, (s. nachstehende Übersicht, Abschnitt I 1, am Schlusse).

Auch solche Lokomotiven in abgekürzter Form darzustellen, bei denen sich unter der Lokomotive und unter dem Tender Triebgestelle mit getrennten Antrieben befinden oder bei denen Triebgestelle nach Bauart Shay in der Weise angetrieben werden, daß zwei Triebgestelle unter der Lokomotive und zwei Triebgestelle unter dem Tender durch drei stehende Zylinder auf der Lokomotive mittelst gemeinsamer Gelenkwelle angetrieben werden, hat der Ausschuss für nicht ratsam gehalten. Halte man an der eingelebten Bezeichnungsweise der Mallet-Lokomotiven fest, so führe ein weiteres Zeichen, etwa ein Malpunkt zur Kennzeichnung der Trennungsstelle von Lokomotive und Tender mit Triebgestellen, zu Unklarheiten, zumal wenn auch die Bauart Shay durch besonders vereinbarte Zeichen noch darzustellen wäre. Der Technische Ausschuss beschloß daher, hier wie auch bei den elektrischen Lokomotiven und den Turbinenlokomotiven die Besonderheiten solcher Lokomotiven in Worten auszudrücken, im übrigen aber die abgekürzten Bezeichnungen nach der untenstehenden Übersicht anzuwenden.

Die neue Bezeichnungsweise wird als Merkblatt im Format der Technischen Vereinbarungen als Vereinsdrucksache herausgegeben werden. Es wäre zu wünschen, daß sie möglichst rasch im technischen Schrifttum zu allgemeiner Einführung kommt. Im «Organ» wird sie künftig an Stelle der früher gebräuchlichen, zuletzt im Jahrgang 1921 Seite 251 wiedergegebenen Bezeichnung Anwendung finden.

#### Übersicht über die vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen angenommene einheitliche Bezeichnung

der

I. Dampflokomotiven, II. Tender, III. Elektrischen Lokomotiven, IV. Triebwagen.

#### Vorbemerkung.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hatte in der Vereinsversammlung in Amsterdam am 3./5. September 1908 beschlossen, die Dampflokomotiven durch Kennzeichnung ihrer Achsenzahl und Achsenanordnung einheitlich zu bezeichnen. Innerhalb des Vereins und der deutschen Fachliteratur ist diese Bezeichnungsweise Gemeingut geworden, sie soll nun auch für elektrische Lokomotiven und Triebwagen angewendet werden und durch Hinzufügen weiterer Kennzeichen wesentliche Einzelheiten der Fahrzeuge in abgekürzter Form zum Ausdruck bringen.

#### I. Dampflokomotiven.

Die Dampflokomotiven werden durch Angabe

1. der Achsfolge,
2. der Dampfart,
3. der Anzahl der Dampfzylinder und
4. bei der Verbundwirkung durch ausdrücklichen Vermerk dieser Art der Dampfdehnung in dieser Reihenfolge bezeichnet.

#### Zu I, 1 Achsfolge:

Laufachsen werden durch arabische Ziffern, gekuppelte Achsen durch große lateinische Buchstaben in der Weise bezeichnet, daß eine Laufachse durch die Ziffer 1, zwei in einem Laufachsgestell vereinigte Laufachsen durch die Ziffer 2, eine Treibachse durch A, zwei gekuppelte Achsen durch B usw. dargestellt werden. Nicht vorhandene Laufachsen werden nicht bezeichnet.

Man schreibt diese Ziffern und Buchstaben von links nach rechts in der Reihenfolge, in der die durch sie gekennzeichneten Achsen von vorn nach hinten am Fahrzeug aufeinander folgen. Eine dreiachsige Lokomotive mit 3 gekuppelten Achsen ist also durch C darzustellen; hat die dreifach gekuppelte Lokomotive eine vordere Laufachse und ein hinteres zweiachsiges Laufachsgestell, so schreibt sich die Achsfolge 1 C 2.

Sind in einem Rahmengestelle mehrere voneinander unabhängige Triebwerke vorhanden, so werden solche Triebwerke durch Nebeneinanderreihen der Buchstaben bezeichnet, die der Anzahl ihrer gekuppelten Achsen entsprechen. Der Ausdruck 1 A A soll also bedeuten, daß das Fahrzeug eine vordere Laufachse und zwei nicht gekuppelte Treibachsen hat.

Bei Lokomotiven mit Triebgestellen sind die Einzelbezeichnungen der Triebgestelle durch + Zeichen zu verbinden; so ist z. B. eine Mallet-Lokomotive mit drei gekuppelten Achsen in jedem Triebgestell mit C + C zu bezeichnen.

Kann eine Laufachse zeitweise auch als Treibachse wirken, so wird der Ausdruck für die nur zeitweise benützte Achsfolge in Klammern beigefügt. Eine 1 D 1 Lokomotive, deren hintere Laufachse vorübergehend angetrieben werden kann, wird also durch 1 D 1 (1 D A) bezeichnet.

Alle weiteren Einzelheiten und alle Sonderbauarten sind in Worten zu erläutern.

#### Zu I, 2 Dampfart:

Es bedeuten. h = Heißdampf,  
n = Nafsdampf und  
t = Trockendampf.

#### Zu I, 3 Anzahl der Dampfzylinder:

Die Anzahl der Dampfzylinder wird als Faktor, nicht als Exponent geschrieben.

#### Zu I, 4 Art der Dampfdehnung:

Einstufige Dehnung wird nicht bezeichnet, Verbundwirkung durch v.

Zwischen die Abkürzungen für die Bezeichnungen des Lauf- und Triebwerkes ist ein Bindestrich einzuschalten.

Hiernach wird eine Vierzylinder-Verbund-Heißdampf-Schnellzuglokomotive mit vorderem zweiachsigen Laufachsgestell, drei gekuppelten Achsen und hinterer Laufachse durch

2 C 1 - h 4 v Schnellzuglokomotive

bezeichnet, hat die Lokomotive einen Schlepptender, so ist beizufügen mit Schlepptender, handelt es sich um eine Tenderlokomotive, so ist zu schreiben Schnellzug-Tenderlokomotive.

#### II. Tender.

Tender werden durch T bezeichnet, ihre Achsenzahl durch eine vorzusetzende, ihr Wasserinhalt in cbm durch eine hinter T zu setzende Zahl. Der Ausdruck

4 T 31,5

stellt also einen vierachsigen Tender mit 31,5 cbm Wasserinhalt dar. Alle weiteren Einzelheiten, z. B. Mitführen eines Vorratbehälters mit Heizöl, sind in Worten auszudrücken.

#### III. Elektrische Lokomotiven.

Elektrische Lokomotiven werden durch Angabe

1. der Achsfolge,
2. der Kraftquelle (Stromart) und
3. der Anzahl der Motore

in dieser Reihenfolge bezeichnet.

## Zu III, 1 Achsfolge:

Wie bei Dampflokomotiven (I, 1). Zwischen Achsfolge und Kraftquelle ist ein Bindestrich zu setzen.

## Zu III, 2 Kraftquelle (Stromart):

Es bedeuten

g = Gleichstrom	bei Lokomotiven für Streckenleitung
w = Wechselstrom	
d = Drehstrom	
a = Akkumulatorenbetrieb.	

Eine Wechselstromlokomotive mit 2 Motoren, 4 gekuppelten Achsen, einer vorderen und einer hinteren Laufachse wird hiernach durch

1 D 1 - w 2 Lok.

abgekürzt dargestellt.

## Grundsätze für die Schaffung von Wohnungen für Eisenbahnbedienstete bei Anlage großer Bahnhöfe, Werkstätten u. s. f.

Der technische Ausschuss des V. D. E. hat in seiner Sitzung in Lübeck vom 5. bis 7. Sept. 1923 die nachfolgenden Grundsätze angenommen.\*)

1. Die Gesamtwohnfläche, d. h. die innerhalb des Wohnungsabschlusses gebotene Gesamtfläche der Wohn- und Schlafräume samt Küche, Abort und Gang soll etwa 60 qm betragen. Um den Eltern und Kindern verschiedenen Geschlechtes getrennte Schlafräume zu bieten, soll die Wohnung aufer dem Wohn- und Kochraum 3 Schlafräume umfassen. Doch ist auch die Schaffung kleinerer Wohnungen mit 2 und 1 Schlafräum für kleine und kinderlose Familien mit 50 bzw. 40 bis 35 qm Wohnfläche erforderlich.

2. Für die Grundrissanordnung, vergl. hierzu diese Textabbildung, soll festgehalten werden:

- jede Wohnung soll in sich abgeschlossen sein, eigenen Abort besitzen und dieser soll innerhalb des Wohnungsabschlusses liegen;
- die Gangflächen sind zu Gunsten der Wohn- und Schlafräume möglichst abzumindern;
- alle Wohn- und Schlafräume, sowie der Abort müssen ausreichend große, ins Freie gehende Fenster besitzen und quer durchlüftbar sein;
- der Zugang zu Schlafräumen durch eine Wohnküche erscheint zulässig, doch muß mindestens 1 Schlafräum unmittelbar zugänglich sein;
- ist der Abort einem Wohn- oder Schlafräum abgewonnen, so darf er nicht unmittelbar aus diesem zugänglich sein, sondern es muß ihm ein lüftbarer Vorplatz vorgelegt werden;
- einen einzigen Abort mehreren Wohnungen zuzuweisen, ist nur unter dem Druck besonderer Verhältnisse zulässig. Dieser Abort muß dann auferhalb eines Wohnungsabschlusses angeordnet sein;
- Wände, welche die Räume verschiedener Wohnungen, insbesondere Schlafräume trennen, sollen 1 Stein stark hergestellt werden.

3. Jede Erdgeschosswohnung ist möglichst vollständig zu unterkellern.

4. Dem Kochzweck dient am besten eine kleine Küche von 7 bis 9 qm Fläche. Sie enthält neben Wasserhahn und Ausguß einen kleinen Herd mit Wasserschiff, 2 Einsetzringen und Bratrohr.

5. Für den Aufenthalt ist am besten neben der Küche eine Wohnstube vorzusehen. Sie sollte 12 bis 16 qm Fläche und einen Kachelofen erhalten. Dieser wird vorteilhaft an die mit der Küche gemeinsame Wand gestellt und so ein-

\*) Gemäß Beschlufs der Versammlung sollen diese Grundsätze im Organ im Wortlaut veröffentlicht werden. Vergl. hierzu den an anderer Stelle wiedergegebenen Auszug aus der Niederschrift Punkt 2.

Alle weiteren Einzelheiten und alle besonderen Einrichtungen sind in Worten zu erläutern.

## IV. Triebwagen.

Man begnügt sich in der Abkürzung mit der Angabe der Achsanordnung und setzt in Worten bei, was die Bauart und die Einrichtung der Wagen kennzeichnet. Ein aus 2 kurz gekuppelten dreiachsigen Wagen zu einer Einheit zusammengefaßtes Fahrzeug, dessen Hälften je eine Treibachse haben, könnte die Achsfolge

2 A + A 2

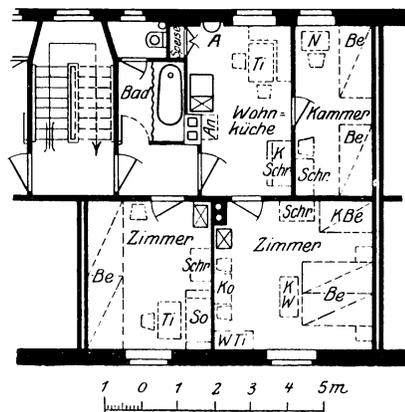
haben und wäre, wenn der Wagen durch Akkumulatoren gespeist wird, durch den Zusatz Akkumulatoren-Triebwagen näher zu erläutern.

gerichtet, daß er im Winter von dieser aus zum Kochen benützt, während die Wärme nach Bedarf durch Klappen geregelt und der Wohnstube zugeführt werden kann.

Der unter Ziffer 4 beschriebene Herd dient dann nur dem Sommerbetrieb.

6. Die Wohnküche vereinigt zu Gunsten der Wohnflächen- und Wärmewirtschaft Küche und Wohnstube, steht aber in gesundheitlicher Hinsicht der getrennten Anordnung nach. Sie erhält einen Kochofen und soll 14 bis 16 qm Fläche besitzen.

Grundrissanordnung für Kleinwohnungen.



7. Kochöfen, Kochherde mit oder ohne Gaskocheinrichtung, sowie die Öfen beschafft die Verwaltung.

8. Die Wasserausläufe und Ausgüsse sind in den Küchen, bei Wohnküchen in einem Vorraum, stets aber mit möglicher Rücksichtnahme auf sparsame Rohrführung, deshalb bei Abortspülung unter Benützung einer gemeinschaftlichen Zuleitung, anzulegen. Wasserausläufe und Wasserausgüsse auf den Stiegenvorplätzen anzuordnen, ist nicht ratsam.

9. Der Schlafräum für die Eltern muß neben deren Betten und dem Zubehör an Möbeln die Aufstellung eines Kinderbettes gestatten, sohin 14 bis 16 qm Fläche haben; die Schlafräume der Kinder müssen je 2 Betten, Tisch und Stuhl aufnehmen können, also mindestens 8 bis 10 qm Fläche besitzen.

10. Der Schlafräum der Eltern sollte einen Kachelofen erhalten, auch sollte mindestens 1 Schlafräum der Kinder heizbar sein.

11. Aufer den vorgenannten Räumen soll jede Wohnung Keller- und Speicheranteil erhalten.

12. Die Anordnung kleiner Räume zur Aufbewahrung von Speisevorräten ist erforderlich. Sie müssen lüftbar

sein. Ob unter dem Küchenfenster oder in die Wand eingebaute Schränke genügen oder eigene kleine Kammern herzustellen sind, hängt von den besonderen wirtschaftlichen Verhältnissen ab.

13. a) Wo für Beleuchtungszwecke Gas oder Elektrizität zur Verfügung stehen, sind die Stiegenhäuser in dieser Weise zu beleuchten. Dann wird für jeden Raum der Wohnung die Leitung bis zur Verbrauchsstelle verwaltungsseitig hergestellt. Die Beleuchtungskörper hat der Nutznießer zu stellen, ebenso hat er etwa weiter von ihm gewünschte Brenn- und Schaltstellen auf eigene Rechnung anbringen zu lassen. Wegen etwaiger Belassung solcher vom Nutznießer hergestellter Anlagen bei seinem Auszug sind besondere Vereinbarungen nötig. Die Beleuchtung der Stiegenhäuser mit andern Mitteln ist in der Hausordnung zu regeln. (Vergl. Ziffer 22.)

b) Die Gasleitung für Kochzwecke wird verwaltungsseitig bis zur Verwendungsstelle geführt. Die Beschaffung beweglicher Gaskocher ist Sache des Wohnungsinhabers. (Vergl. Ziffer 7.)

14. Der Einbau von Besenkammern oder sonstiger kleiner Räume erscheint wegen der Ungeziefergefahr nicht unbedenklich. Wo sich kleine Winkel aus der Grundrissgestalt ergeben, wird man sie gleichwohl zu Hinterstellungszwecken ausnützen, schrankartige Auskleidung derselben mit Holz aber vermeiden.

15. Die unmittelbare Lüftbarkeit des Ganges wäre erwünscht. Sie ist meist nur unter erheblichem Raumaufwand zu erzielen und deshalb nicht durchführbar. Sie durch Nutzteilungen zwischen Gang und Abort zu erzwingen, wird aus gesundheitlichen Rücksichten widerraten.

16. Die Ausgestaltung der Abortanlagen hängt von den besonderen Verhältnissen ab. Wo Gärten größeren Umfangs oder Felder zugeteilt sind, ist die Anlage von Gruben, Tonnen oder Trockenstreuereinrichtung behufs Verwendung der Abfallstoffe erwünscht.

17. Lauben (Loggien) bieten für die Hauswirtschaft manche Vorteile, doch beeinträchtigen sie den Lichteinfall für die dahinterliegenden Räume. Ihre Anlage ist deshalb nicht unbedingt zu empfehlen, an der Wind- und Wetterseite sollen sie unterbleiben. Selbst für eingebaute Häuser mit geringer Stockwerkszahl aber ausreichenden Hofflächen, dann aber bei Häusern in freier Lage sind sie entbehrlich und zu vermeiden.

18. Küchenbalkone sind für die Wohnungen eingebaute mehrstöckiger Häuser in mancher Hinsicht erwünscht. In den dahinterliegenden Räumen macht sich zu kalter Jahreszeit starke Abkühlung fühlbar. Sie sollen deshalb nicht an der Windseite angelegt werden. In den im Schlusssatze von Ziffer 17 genannten Fällen wird auf sie zu verzichten sein.

19. Badegelegenheit kann im Einfamilien-Reihenhaus in der Küche, oder in einem gangartigen Nebenraum oder in der Waschküche, im sogenannten Bürgerhaus in einer etwa durch Vorhang verschließbaren Erweiterung des Abortzuganges oder für alle Hausgenossen zusammen in der gemeinsamen Waschküche durch Bereitstellung von Wasser-Zu- und -Ableitung vorgesehen werden. Wanne, Badeofen und sonstige Einrichtungen sind von den Wohnungsinhabern selbst zu beschaffen.

20. Eigene Holzlegen sind neben ausreichenden Kellerräumen nicht erforderlich und werden nur dort herzustellen sein, wo sich Kellerräume nicht gewinnen lassen.

21. Für je 8 bis 10 Familien ist eine Waschküche nötig. Sie wird im Keller oder im Dachraum, im ersteren Falle mit Zugang vom Freien, angeordnet. Selbst für große, in freier Lage hergestellte Wohnsiedelungen ist die Erbauung eigener Waschküchengebäude nicht zu empfehlen.

22. Die Rechte und Pflichten der Hausinwohner gegenüber der Verwaltung als Hauseigentümerin, dann gegenseitig, weiter hinsichtlich der zum gemeinschaftlichen Gebrauche und der ihnen zur ausschließlichen Benutzung überwiesenen Räume, Anlagen und Einrichtungen sind durch Hausordnungen festzulegen. Sie sind in jedem Hause anzuschlagen und dem Nutznießer bei der Wohnungsübergabe gegen Nachweis bekannt zu geben.

23. Kleintierhaltung ist in Kellern oder auf Dachböden unzulässig. Eigene Stallanlagen sind verwaltungsseitig dort zu schaffen, wo sie in Rücksicht auf die örtliche Lage der Wohnung wirtschaftlich notwendig sind. Sie werden die Möglichkeit der Haltung von 2 bis 3 Geissen bzw. 1 Kuh, einigen Ferkeln und Hühnern zu ermöglichen haben.

Wo im Freien genügend Platz zur Anlage von Kleintierstallungen besteht, mag den Wohnungsinhabern gestattet werden, auf eigene Kosten solche Anlagen zu schaffen. Doch wird durch Abgabe von Plänen die Herstellung häßlicher und feuergefährlicher Einrichtungen zu verhindern sein. Wie weit die Anlage durch Abgabe von Abfallholz u. s. f. seitens der Verwaltung unterstützt werden kann, hängt von den besonderen Verhältnissen ab.

In größeren städtischen Wohnanlagen werden sich Kleintierstallungen aus gesundheitlichen Rücksichten und wegen des Auftretens von Ratten und sonstigem Ungeziefer ganz verbieten.

24. Die Abgabe von Gartenanteilen nächst den Wohnungen ist erwünscht. Sie wären auf 60 bis 100 qm zu bemessen. Größere zum Anbau von Kartoffeln u. s. f. verwendbare Grundstücke können weiter abseits liegen.

25. Es ist nicht wirtschaftlich, kleine Wohnungen in die durch andere Zwecke bestimmten Grundrissformen größerer Gebäude einzubauen. Die eigenartigen wirtschaftlichen Notwendigkeiten kleiner Wohnungen lassen sich restlos nur in zu diesem besonderen Zwecke geplanten Gebäuden befriedigen.

26. Kleine Wohnungen können, je ein geschlossenes Ganzes bildend, als Einfamilienhäuser aneinander gereiht werden. Diese Anlage ist teuer und hauptsächlich hinsichtlich der Wärmewirtschaft nicht zu empfehlen. Am vorteilhaftesten in jeder Hinsicht ist es, sie in mehrstöckigen sog. Bürgerhäusern, zu 2 oder höchstens 3 in jedem Stockwerk an einem Stiegenhause vereinigt, unterzubringen.

Die Zahl der Stockwerke hängt von wirtschaftlichen Erwägungen ab, die von den besonderen baupolizeilichen Vorschriften auszugehen haben. Im allgemeinen wird man nicht mehr als 2 Vollgeschosse über dem Erdgeschoß errichten.

Den in einzelnen Ländern einer wirtschaftlichen Gestaltung kleiner Wohnungen entgegenstehenden baupolizeilichen Bestimmungen sollte auf Grund der Erfahrungen und statischer Berechnungen entgegengetreten werden.

Freistehende Einfamilienhäuser können bei größerem Wohnungsbedarf der hohen Baukosten und sonstigen wirtschaftlichen Nachteile wegen nicht in Betracht kommen.

27. Eine größere Zahl von Wohnungsbauten wird vorteilhaft gemeinschaftlicher Nutzungen wegen in einer Siedelung vereinigt.

28. Für die Gestaltung der Wohnungsgrundrisse empfiehlt sich aus wirtschaftlichen und künstlerischen Rücksichten der Anschluß an die einheimischen Gepflogenheiten, die jedoch in praktischer und gesundheitlicher Hinsicht nach den vorstehenden Grundsätzen zu bessern sind. Die Gebäude werden sich unter Verwendung der einheimischen Baustoffe am vorteilhaftesten der ortsüblichen Bauweise anschließen.

29. Angesichts der großen Zahl von Sparbauweisen, die heute angepriesen wird, ihrer örtlichen Gebundenheit, sowie des Mangels an ausreichender Erprobung ist es nicht zulässig,

irgend eine derselben allgemein zu empfehlen. Zweifellos gestatten manche derselben anfängliche Ersparnisse an Baukosten bis zu 30% — wie sich aber die Dauer und die Kosten der Unterhaltung stellen, ist umso fraglicher, je weiter sie sich von den altüberlieferten Bauweisen unterscheiden.

30. Als einwandfreie Sparmaßnahmen empfehlen sich unter allen Umständen:

- a) Abminderung der Lichthöhen der Geschosse auf die bauordnungsmäßig zulässigen Mindestmaße. Eine lichte Höhe von 2,3 m bis höchstens 2,4 m wird für Häuser in freier Lage genügen, in Dachräumen 2,2 m, in Kellern 1,9 m.
- b) Sparsamste Verwendung von Eisen und Holz im Aufbau, in Gebäuden und Dachstühlen.
- c) Mindestmaße der Mauer- und Holzstärken unter Berücksichtigung ausreichenden Wärmeschutzes, Beschränkung der Gründungen auf das durch die geringe Belastung ermöglichte Mindestmaß an Breite und Tiefe.
- d) Einfachste aber solide Ausgestaltung in allen Teilen, z. B. nur einfache Bretterläden, wo Fensterläden überhaupt nötig sind.
- e) Sparsame Anlage der Treppen in Breite und Baustoff.
- f) Sparsame Rohrführungen für Gas- und Wasserleitungen. Berücksichtigung dieser schon in der Grundrisanlage.
- g) Verwendung typisierter Bauteile als Türen, Fenster, Treppen u. s. f.

Allgemein ist es angezeigt, bei allen Einzelheiten herkömmlicher Bauherstellungen zu prüfen, ob diese durchaus auch heute noch begründet sind oder in Rücksicht auf die veränderten Verhältnisse nicht eines Wandels bedürfen.

31. Die innere Ausstattung der Wohnung ist möglichst einfach und dauerhaft zu gestalten; es ist dem Umstande Rechnung zu tragen, daß der Inwohner die Unterhaltungsarbeiten möglichst selbst vornehmen kann.

32. Soweit Hausgeräte für die innere Einrichtung verwaltungsseitig beschafft werden sollte, ist auf kräftige Bauart und Anstriche mit dauerhaften waschbaren Farben zu achten.

33. Wo nicht durch die Verhältnisse ein anderes Vorgehen nahegelegt wird, empfiehlt es sich, daß die Verwaltungen die erforderlichen Wohnungen auf eigene Rechnung herstellen, weil nur dann ein unbeschränktes Verfügungsrecht für sie gesichert ist.

Genossenschaftliche Herstellung von Wohnungsanlagen seitens der Verwaltung zu fördern empfiehlt sich nur dann, wenn dieser genügender Einfluß auf Planung, Sachlichkeit der Ausführung, sachgemäße Unterhaltung und Bewirtschaftung gewährleistet, und das Ergebnis der genossenschaftlichen Bautätigkeit ganz den Angehörigen der Eisenbahnverwaltung gesichert ist.

34. Nur für ständiges Personal kann die verwaltungsseitige Förderung von Eigenheimbauten in Betracht kommen und auch dann nur, wenn für den Todesfall Sicherheit für Heimfall an die Verwaltung geschaffen wird.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

#### Vergleichende Eisenbahnverkehrsstatistik.

(„Die Lokomotive“ 1923, Nr. 11 v. November, S. 173).

In einem Vortrag über das genannte Thema hat Sir W. Acworth, der als bekannter Fachmann in Verkehrsfragen vom Völkerbund als Begutachter der österreichischen Bundesbahnen bestellt worden ist, vor einiger Zeit bemerkenswerte Vergleichszahlen aus den Eisenbahnberichten verschiedener Länder bekanntgegeben. Ein scharfer, auch den letzten Rest von Unklarheit ausschließender Vergleich ist allerdings beim Eisenbahnwesen der verschiedenen Länder selten möglich, weil neben den Umständen, die sich in Zahlen ausdrücken lassen, auch noch solche mitspielen, die sich der zahlenmäßigen Erfassung entziehen. Jedoch sollen hier einige der Angaben nach der Quelle wiedergegeben werden.

Vielfach wird angenommen, daß die englischen Eisenbahnen einen sehr dichten Verkehr haben, wohl deshalb, weil die Anzahl der auf den einzelnen Strecken verkehrenden Züge in England wesentlich größer ist als in andern Ländern. Tatsächlich rührt dies daher, daß dort die Züge viel leichter sind als anderswo. Ein englischer Zug befördert etwa 130 t, ein österreichischer 200 t, ein chinesischer 250 t. In Frankreich beträgt die Nutzlast auch nur 150 t, in Japan nur 140 t, allerdings auf Schmalspur. Die durchschnittliche Nutzlast eines deutschen Güterzugs gibt Acworth zu 225 t an, ein amerikanischer Güterzug übertrifft mit 650 t alle um ein Mehrfaches. Will man ein genaueres Bild über die Verkehrsstärke bekommen, so benützt man besser die Angabe der in den verschiedenen Ländern auf einen Streckenkilometer jährlich entfallenden Gütermengen. Diese sind in:

Frankreich . . . . .	415 000 t
Kanada . . . . .	465 000 „
Österreich . . . . .	465 000 „
Japan . . . . .	496 000 „
England . . . . .	560 000 „
Rußland . . . . .	620 000 „
Deutschland . . . . .	620 000 „
Vereinigte Staaten von Amerika . . . . .	1 030 000 „

Dazu kommen für den Personenverkehr auf 1 Streckenkilometer in:	
den Vereinigten Staaten von Amerika . . . . .	1 620 t
Frankreich . . . . .	3 400 „
Deutschland . . . . .	4 960 „
England . . . . .	6 840 „

Bei diesen Zahlen muß beachtet werden, daß England in bezug auf die Ausstattung seiner Strecken mit zweiten Gleisen an der Spitze steht; mehr als die Hälfte derselben ist zweigleisig; in Frankreich bleibt die entsprechende Zahl etwas unter der Hälfte, in Deutschland beträgt sie etwa zwei Fünftel und in allen andern Ländern etwa ein Zehntel.

Die Zahl der Wagen in einem Güterzug liegt in England, Frankreich, Deutschland und in den Vereinigten Staaten gleichmäßig zwischen 35 und 40. Das Ladegewicht der Wagen ist aber sehr verschieden. In England hält man immer noch den kleinen, leichten Wagen fest, der in den meisten andern Ländern überwunden ist. Das durchschnittliche Ladegewicht eines deutschen oder französischen Güterwagens ist etwa um 40% größer als das eines englischen, dasjenige eines amerikanischen etwa viermal so groß. Das Verhältnis der beladenen zu den leerlaufenden Wagen ist in Deutschland, England und Amerika ungefähr gleich; es beträgt etwa 1 zu 3. Dagegen zeigt der täglich zurückgelegte Weg sehr erhebliche Unterschiede. Ein englischer Güterwagen läuft in 24 Stunden etwa 13 km, ein deutscher 34 km, ein amerikanischer und französischer 39 km. Um den Betrieb wirtschaftlicher zu gestalten, ließe sich hier durch scharfe Bestimmungen über die Erhebung von Wagenstandgeld und durch mechanische Vorrichtungen zum Laden und Löschen noch viel verbessern.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Güterzüge von 70 amerikanischen Eisenbahngesellschaften betrug in der ersten Hälfte des Jahres 1922 18,8 km/Stde.; nur bei zwei kleinen Unternehmungen blieb sie unter 13 km/Stde., bei keinem andern unter 14 km/Stde. Der englische Durchschnitt dagegen beträgt nur 15 km/Stde. und bei sieben der großen Eisenbahngesellschaften bleibt er unter 14,5 km/Stde. Dabei wurde oft die große Geschwindigkeit der englischen Güterzüge

noch als ein Grund für die Beibehaltung der leichten Wagen und der kurzen Züge angeführt! Das durchschnittliche Ladegewicht der englischen Wagen war im Jahr 1921 10,24 t, das der amerikanischen 42 t. (Für die Ausnutzung des Ladegewichts der Güterwagen fehlen z. T. genaue Angaben.) Ungefähr kann man annehmen, daß die Durchschnittsladung in England etwa die Hälfte, in Amerika etwa zwei Drittel des Ladegewichts beträgt. Sieht man vom Kohlen- und Erzverkehr ab, so wird in England das Ladegewicht sogar nur mit etwa einem Drittel ausgenützt. So kommt es, daß die englischen Eisenbahnen für 32 Milliarden Tonnenkilometer 1360000 Güterwagen brauchen, während die französischen fast ebensoviel, nämlich 29 Milliarden Tonnenkilometer mit 332000 Wagen, die deutschen das doppelte, nämlich 61 Milliarden Tonnenkilometer mit nur 700000 Wagen bewältigen. Selbst wenn man berücksichtigt, daß der deutsche und der französische Güterwagen die anderthalbfache Tragfähigkeit des englischen besitzen, kommt man doch zu dem Schlusse, daß sie, bezogen auf die Einheit der Tragfähigkeit, etwa das doppelte leisten.

Alle diese Umstände beeinträchtigen die Wirtschaftlichkeit der englischen Eisenbahnen so stark, daß dadurch die Frachtkosten für eine Tonne Ladung gegenüber Deutschland und Frankreich auf das  $1\frac{1}{2}$  fache, gegenüber den Vereinigten Staaten sogar auf das  $2\frac{1}{2}$  fache hinaufgetrieben worden sind. R. D.

#### Der Lastkraftwagen im Wettbewerb mit der Eisenbahn.

(„Die Bautechnik“ 1923, Heft 34 v. 10. August, S. 335.)

Die Erhöhung der Güterfrachtsätze der Reichsbahn und die Entwicklung des Kraftwagenbaues während des Krieges haben zu einer ausgedehnten Verwendung von Kraftwagen zur Beförderung von Gütern vom Erzeuger zum Verbraucher geführt. Dieser unmittelbaren Beförderung von Gütern unter Ausschaltung der Eisenbahn, teilweise sogar im Wettbewerb damit, kommt außer der Ersparung der Kosten für An- und Abfuhr der Güter zur und von der Eisenbahn noch der Umstand zugute, daß auf diese Weise die Beförderung, insbesondere auf kurzen Strecken, erheblich rascher und zu jeder

Zeit, ohne Rücksicht auf den Zugverkehr der Eisenbahnen, erfolgen kann. Dies ist von Wichtigkeit bei Sendungen, die zu einer bestimmten Zeit am Zielort eintreffen müssen. Die wirtschaftlichen Vorteile des Kraftwagens erhöhen sich noch, wenn auch die Rückfahrt für die Güterbeförderung nutzbar gemacht werden kann.

Bei dieser Beförderungsart wurde jedoch bisher bei der Kostenfeststellung ein Umstand nicht berücksichtigt, der zweifellos von erheblichem wirtschaftlichem Einfluß ist. Der Kraftwagenverkehr beansprucht die Landstraßen in einer außerordentlichen Weise. Die Kosten für den Bau der Straßen und für deren Unterhaltung fielen aber bisher dem Staat oder der Gemeinde, also der Allgemeinheit zur Last, während der Eisenbahnverwaltung der Bau und die Unterhaltung der Schienenwege allein obliegt. Es kann daher ein Vergleich zwischen den Kosten der Güterbeförderung durch Lastkraftwagen und durch die Eisenbahn nur dann ein richtiges Bild ergeben, wenn auch die Kosten für die durch den Kraftwagenverkehr hervorgerufenen Straßenschäden berücksichtigt werden. Es handelt sich dabei um hohe Summen, die auf den ersten Blick unaufbringbar erscheinen, die aber sicherlich mit Recht den aus dem Kraftwagenverkehr Nutzen ziehenden Unternehmern anzulasten wären. Diese haben allerdings bisher mit Entrüstung eine Beisteuer zu den Straßenerhaltungskosten abgelehnt.

Vom Standpunkt der Eisenbahnverwaltung aus sollte jedoch dem Lastkraftwagenverkehr nicht nur als Wettbewerbsunternehmen Beachtung geschenkt werden. Der Verfasser des Aufsatzes weist vielmehr darauf hin, daß die Eisenbahnverwaltung im Gegenteil danach trachten sollte, sich den Lastkraftwagen als wünschenswerten Zubringer für den Güterverkehr dienstbar zu machen. Mit Hilfe des Kraftwagens können Gegenden zur Aufschließung gelangen, die bisher wegen unzulänglicher Verbindungen und Beförderungsmöglichkeiten nicht zur Entwicklung gelangen konnten. Hier bietet sich ein Arbeitsfeld, wo Kraftwagenunternehmungen und Eisenbahnen bei gegenseitigem Zusammenwirken zu beiderseitigem Vorteile sich betätigen können. Pfl.

## O b e r b a u.

#### Neue Vorschläge für die Ausbildung des Schotterbettes bei den Eisenbahnen.

(Le Génie civil 1923, Bd. 83 Nr. 22 v. 1. Dezember, S. 548.)

Seit der ersten Festsetzung der Schotterstärke von 50 cm unter Schienenauffläche sind die Verkehrslasten derart angewachsen, daß die Schotterstärke diesen Lasten nicht mehr entspricht und daß diese nicht mehr genügt, um eine gleichmäßige Lastübertragung zu ermöglichen. Auf dem Kongress zu Rom 1922 hat sich das Bestreben gezeigt, die Stärke des Schotterbettes zu vergrößern.

In den Vereinigten Staaten hat man folgende Leitsätze hierfür aufgestellt:

1. Wenn die Bahnplanie aus Stoffen, z. B. Ton, besteht, die unter dem Einfluß der dynamischen Lasten ihre Form ändern, so muß die Schotterstärke unter den Schwellen mindestens gleich dem Achsabstand der Schwellen sein.

2. Bei gutem Untergrund ist die Stärke des Schotters unter den Schwellen mindestens gleich 30 cm.

3. Bei Anwendung einer Schicht weicheren Schotters von 35–45 cm und einer Schicht härteren Schotters von 15–20 cm, im ganzen also bei 60 cm Stärke, erhält man fast die gleichen Ergebnisse, wie bei Verwendung des besseren Schotters auf die ganze Tiefe.

In Frankreich hat man auf 3 Netzen, der Staatsbahn, der Südbahn und der Ostbahn neue Anordnungen des Schotterbettes studiert. In ersterem Netz hat man in Gleisbögen an den Innenschienen eine Stärke von 25 cm unter Schwellenunterkante. Die Querneigung des Planums ist 1:40. Bei der Südbahn beträgt die Mindeststärke 53 cm unter Schwellenoberkante, und zwar ist eine obere (Kram-)schicht

von 32 cm und eine untere Schicht von 21 cm vorhanden. Letztere Schicht kann auch aus altem Schotter bestehen. Planumneigung = 1:33. Bei der Ostbahn ist die Mindeststärke unter Schwellenoberkante 50 cm, wobei gleichfalls eine Kramschicht von 30 cm und eine untere Schicht vorgesehen ist. In der unteren Schicht wird hauptsächlich feinerer Schotter verwendet.

Die französischen Chefingenieure haben folgende Leitsätze herausgegeben:

Schotterstärke: 1. Schotterstärke so groß, daß die Belastung gleichmäßig auf das Planum übertragen wird, ohne Verdrückungen hervorzurufen, die schwer zu beseitigen sind. 2. Bei Neubauten Mindeststärke 50 cm, nicht inbegriffen die Zwischenlagen bei schlechtem Untergrund; 3. Bei Umbauten auf altem Planum 40 cm.

Breite des Banketts: 1. Breite des Banketts 80 cm, gemessen in Schwellenoberfläche von Schienenaufsenite bis Bankettkante. 2. Für die Erhaltung der Schwellen müssen deren Enden mit Schotter bedeckt sein.

Beschaffenheit des Schotters, Unterscheidung nach Kramplage und unterer Lage, die auf dem Planum aufliegt. Die Kramplage in einer Stärke von 25–30 cm besteht aus einem Material, das sich gut an die Schwellen anschmiegt. Die untere Lage hat in erster Linie die Last auf das Planum zu übertragen, sie hat die Stöße abzumindern und muß aus feinem, durchlässigem Material bestehen. Der Wasserabfluß ist zu sichern. Querneigung des Planums 1:35 bis 1:20.

Um an den Außenseiten der Gleisbögen nicht zu große Schotterhöhen zu erhalten, können die Gräben in Einschnitten verschieden hoch liegen. Wa.

## B a h n h ö f e u n d d e r e n A u s s t a t t u n g.

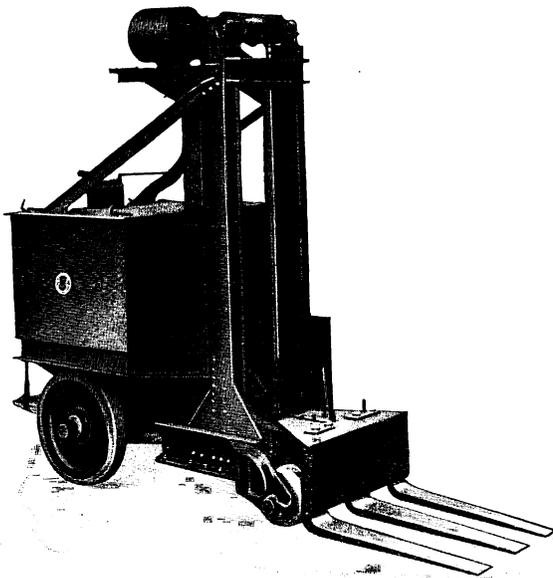
#### Elektrischer Karren mit gabelförmigem Aufnahmetisch.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 17 v. 27. Okt., S. 772 und Nr. 18 v. 3. Nov., S. 820.)

Für manche Zwecke in der Werkstätte oder in Lagerhallen erscheint ein elektrisch betriebener Karren zweckmäßig, bei dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LX. Band.

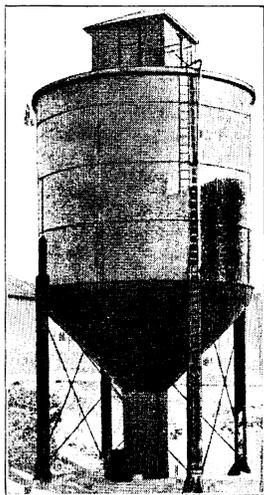
der heb- und senkbare Aufnahmetisch über die vorderen Rollen des Fahrzeugs hinausragt. Die gabelartigen Trageisen, aus denen der Tisch gebildet ist, (s. Abbildung), können bis zur Berührung mit dem Boden gesenkt und dadurch leicht unter Kisten, Ballen, Gufsstücke u. dergl. eingeführt werden. Für das Anheben ist ein eigener Hub- 12. Heft. 1923.

Elektrischer Karren mit gabelförmigem Aufnahmetisch.



motor mit Schneckengetriebe eingebaut, so daß die Last während der Fahrt oder bei Stillstand des Fahrzeugs gehoben und gesenkt werden kann. Die Tragfähigkeit ist etwa 1200 kg. Pfl.

Abb. 1. Wasserreinigungsanlagen der Illinois Zentralbahn. Wasserbehälter.



#### Wasserreinigungsanlagen der Illinois Zentralbahn.

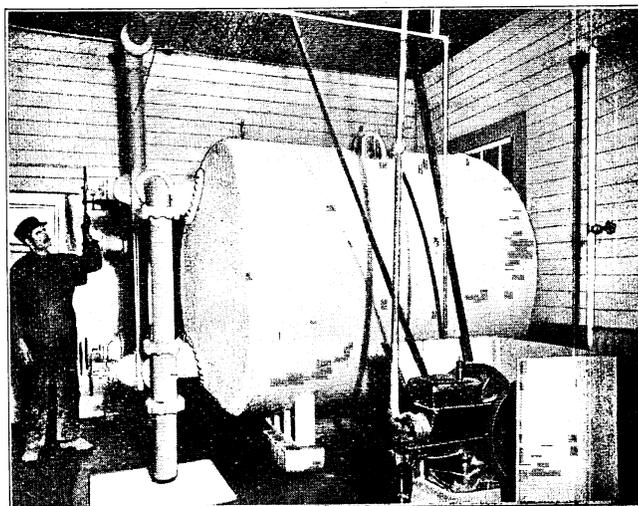
(Railway Age 1923, 2. Halbjahr Nr. 5 vom 4. August, S. 213.)

Die Illinois Zentralbahn hat kürzlich 9 neue Wasserreinigungs- und Enthärtungsanlagen errichtet und drei alte Anlagen mit unterbrochenem Betrieb für Dauerbetrieb umgebaut, wobei die Leistung um 75 % gesteigert wurde. Weitere 8 neue Anlagen sind im Bau; nach ihrer Fertigstellung besitzt diese Bahn 40 Wasserreinigungsanlagen, die das gesamte Speisewasser für den Lokomotivbetrieb auf der 960 km langen Strecke von Clinton (Ill.) über Freeport nach Omaha (Neb.) reinigen und enthärten.

Die neuen Anlagen sind für Dauerbetrieb in drei Größen für stündliche Leistungen von 45, 90 oder 135 cbm ausgeführt. Die Reaktionszeit ist zu 5 Stunden angenommen; demgemäß sind Wasserbehälter für 225, 450 oder

675 cbm Inhalt vorgesehen. Vier Anlagen haben Wasserbehälter von 10,65 m Höhe und offene Sandfilter; nach dem Durchfluß durch diese Filter wird das gereinigte Wasser den Vorratsbehältern zugepumpt. Die übrigen 8 Anlagen haben 15,24 m hohe Wasserbehälter; hier reicht der natürliche Wasserdruck aus, um das Wasser durch die Filter zu drücken und nach den Vorratsbehältern zu leiten. Von diesen 8 Anlagen sind 3 mit Holzwollfiltern und 5 mit geschlossenen Drucksandfiltern ausgerüstet. Die Filter haben sich besonders bei der Entnahme von Speisewasser aus Flüssen und bei Überanstrengung der Anlagen bewährt. Als besonderer Vorzug wird die kegelförmige Ausbildung des Bodens der Reaktions-Wasserbehälter angesehen. Diese sollen zweimal täglich vom Schlamm gereinigt werden, wobei der kegelförmige Boden das Ausspülen mit einem Wasserverbrauch von etwa 5,5 bis 6,7 cbm gegenüber 36 bis 45 cbm bei flachem Boden gestatten und eine jährliche Ersparnis von 400 Dollar ergeben soll.

Abb. 2. Wasserreinigungsanlagen der Illinois Zentralbahn. Druckfilter.



Die Gebäude für die Aufnahme der Reinigungsanlagen sind alle nach einheitlichen Plänen in zwei Größen ausgeführt. Sie sehen den erforderlichen Raum zur Aufnahme der Apparate und von 2 bis 5 Wagenladungen der zum Reinigen benötigten Stoffe vor. Das Mischen der Stoffe erfolgt in besonderen Behältern mit mechanischen Rührwerken. Die Bedienung der Anlagen erfordert wenig Aufmerksamkeit.

Besonderer Wert wird noch darauf gelegt, daß die Wasserreinigung jeweils gleichzeitig in einem ganzen Maschinenbezirk eingeführt wird, damit die Lokomotiven nicht genötigt sind, bald gereinigtes, bald ungereinigtes Wasser zu speisen.

Durch Einführung der Wasserreinigung wurde die beabsichtigte wesentliche Besserung der Kesselleistungen der Lokomotiven, sowie eine Verminderung des Brennstoffverbrauchs und der Kesselschäden erreicht. Pfl.

## Maschinen und Wagen.

### 2 C - h 2 Personenzuglokomotive der Pennsylvania-Bahn.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 19 vom 10. Nov., S. 859.)

Zur Beförderung schwerer Personenzüge auf starken Steigungen hat die Pennsylvania-Bahn 40 neue Lokomotiven beschafft, bei deren Entwurf auf hohe Zugkraft zur Erzielung leichten Anfahrens und rascher Beschleunigung Wert gelegt wurde. Obwohl nicht für besonders hohe Geschwindigkeiten bestimmt, ist doch eine Höchstgeschwindigkeit von 110 km/Std. zulässig.

Die Feuerbüchse hat keine besondere Verbrennungskammer; sie enthält eine Feuerbrücke, die auf drei Wasserrohren ruht. Die Rostfläche weist eine Neigung von 17,8 % nach vorwärts auf. Die Steuerung nach Walschaert mit Kolbenschiebern von 307 mm Durchmesser wird durch eine Preßluftumsteuerung bedient. Die Treibachsen sind zwecks besserer Wärmeableitung mit Bohrungen von 76 mm Durchmesser versehen. Die Kolbenstangen von 101,6 mm

äußerem Durchmesser sind der Länge nach durchbohrt bei einem inneren Durchmesser von 57 mm. Am Kolbensitz ist die Bohrung auf 38 mm, am Kreuzkopf auf 19 mm vermindert. Die Kolbenstange ist im Kreuzkopf durch Niederschmieden befestigt. Die Verbindung ist daher nicht ohne Abschneiden der Kolbenstange lösbar. Die Kolbenstange ist deshalb so lang gehalten, daß der Kolben zur Untersuchung und zum Auswechseln der Ringe ohne Trennung vom Kreuzkopf bis über die Vorderseite des Zylinders herausgezogen werden kann.

Die Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen:

Dampfüberdruck p . . . . .	14,6 at
Zylinderdurchmesser d . . . . .	610 mm
Kolbenhub h . . . . .	710 "
Durchmesser der Treibräder D . . . . .	1730 "
Rostfläche R . . . . .	5,12 qm

Heizfläche der Feuerbüchse, feuerberührt . . .	17,2 qm <sup>2</sup>
„ „ Heizrohre . . . . .	248 „
„ des Überhitzers . . . . .	74 „
Heizfläche im Ganzen H . . . . .	339,2 „
Fester Achsstand . . . . .	4343 mm
Ganzer „ . . . . .	8077 „
Dienstgewicht G . . . . .	107 t
Treibachslast G <sub>1</sub> . . . . .	81 „
Zugkraft Z = p · (d <sup>cm</sup> ) <sup>2</sup> · h : D . . . . .	22300 kg
Verhältnis H : R = . . . . .	66,2
„ H : G = . . . . .	3,17 qm/t
„ Z : H = . . . . .	55,8 kg/qm
„ Z : G = . . . . .	177 kg/t
Wasservorrat des Tenders . . . . .	35 cbm
Kohlenvorrat „ „ . . . . .	13,3 t
Dienstgewicht „ „ . . . . .	80 „
	Pfl.

## 2 C1-h2 Schnellzuglokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante-Bahn.

(„Die Lokomotive“ 1923, Nr. 12 v. Dezember, S 197.)

Die von der „Amerikanischen Lokomotiv Gesellschaft“ gebauten Lokomotiven stellen eine Weiterentwicklung der von Maffei kurz vor dem Krieg der Bahn gelieferten 2 C1 Vierzylinder-Verbundlokomotiven\*) dar. Wie bei der neuen 2 D-Lokomotive\*\*) dieser Bahn wurde auch bei der 2 C1 Bauart die Verbundwirkung verlassen und einfache Dampfdehnung angewendet. Infolge bedeutender Vergrößerung des Kessels ist das Gewicht trotz des Wegfalls der inneren Zylinder um etwa 1½ t gestiegen. Der Dampfdruck wurde von 16 auf 12 at herabgesetzt. Die Feuerbüchse ist aus Flußeisen. An die Stelle der Hochdruckzylinder mit 400 mm und der Niederdruckzylinder mit 620 mm Durchmesser und 650 mm Kolbenhub sind Zwillingszylinder von 583 mm Durchmesser und 600 mm Hub getreten. Als Leistungsprogramm war vorgeschrieben die Beförderung eines Zuges von 280 t auf 15 ‰ Steigung mit 50 km/Std. bei einem Krümmungshalbmesser von 400 m oder von 400 t in der Ebene mit 100 km/Std. bei 700 m Krümmungshalbmesser.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p . . . . .	12 t
Zylinderdurchmesser d . . . . .	583 mm
Kolbenhub h . . . . .	660 „
Kesseldurchmesser . . . . .	1954 „
Heizrohre, Anzahl . . . . .	148 Stck.
„ „ Durchmesser . . . . .	45/50 mm
Rauchrohre, Anzahl . . . . .	28 Stck.
„ „ Durchmesser . . . . .	129/138 mm
Rohrlänge . . . . .	5795 „
Wasserberührte Verdampfungsheizfläche . . . . .	277,5 qm
Feuerberührte Heizfläche des Überhitzers . . . . .	57,5 „
Rostfläche . . . . .	4,25 „
Reibungsgewicht . . . . .	48 t
Achsdruck des Drehgestells . . . . .	22 „
„ der hinteren Laufachse . . . . .	15,9 „
Dienstgewicht der Lokomotive G . . . . .	85,9 „

R. D.

### Lokomotiv-Regler mit Gruppen-Ventil.

(Engineering 1923, Bd. 116, Nr. 3021 vom 23. November, S. 648.)

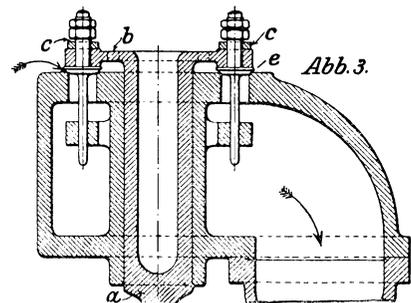
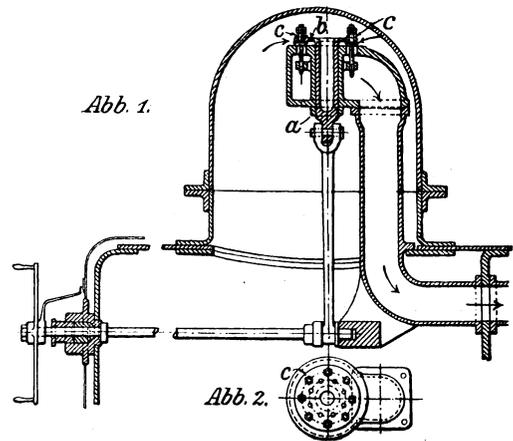
Die auf den englischen Bahnen meist verwendeten Schieber- oder Ventilregler zeigen verschiedene Nachteile. Beide sind schwer dampfdicht zu halten und bei beiden ist es schwierig, den Dampfzutritt so genau einzustellen, daß Stöße beim Anfahren vermieden werden und die Räder nicht schleudern. Der Lejeune-Regler dagegen, den die Société Franco-Belge de Matériel de Chemins de Fer in La Croyère jetzt neu auf den Markt gebracht hat, soll sich leicht öffnen und rasch schließen lassen und eine genaue Regelung der Dampfzufuhr gestatten. Als weiterer Vorzug wird noch die Möglichkeit angegeben, bei Leerlauf einen leichten Dampfschleier in die Überhitzer Elemente zu leiten und damit ein Verbrennen derselben auch ohne Überhitzerklappen zu vermeiden. Abb. 1 gibt einen Längsschnitt der ganzen Anordnung, Abb. 2 eine Draufsicht auf das Ventil und Abb. 3 einen Schnitt durch dasselbe in größerem

\*) Organ 1915, Bd. 52, Nr. 23, S. 384.

\*\*) Organ 1923, H. 11, S. 231.

Maßstab. Man sieht daraus, daß ein zylindrischer Führungskörper a, der an seinem oberen Ende einen Flansch b hat,

Abb. 1 u. 2. Lokomotiv-Regler mit Gruppen-Ventil.



in dem Reglerkopf auf- oder abgleitet, je nachdem das Gestänge betätigt wird. Oben auf dem Reglerkopf sitzen acht kleine Pilzventile e. Diese werden durch lange Schäfte geführt, die in Ansätzen des Reglerkopfes gleiten. Führungsrippen sind vermieden worden, weil sich bei ihnen öfters ein Klemmen gezeigt haben soll. Die Ventilschäfte sind nach oben verlängert und durch den Flansch des Führungskörpers hindurchgeführt. Beim Anheben desselben werden die Ventile durch die auf den Schäften sitzenden Schrauben mit angehoben und zwar nicht alle zusammen, sondern der Reihe nach, weil die Unterlagscheiben c verschieden hoch gewählt sind. Es braucht somit beim Anheben nur das erste Ventil den vollen Kesseldruck zu überwinden, wozu bei der kleinen Ventilfläche wenig Kraft erforderlich ist. Die anderen Ventile lassen sich dann immer leichter öffnen, je größer der Druck innen im Reglerrohr wird. Am Reglerhebel ist ein Zeiger angebracht, der dem Führer anzeigt, wie viele Ventile geöffnet sind.

Der Lejeune-Regler soll sich an mehreren Lokomotiven der belgischen Staatsbahnen bewährt haben. Auch für Dampfkrane und andere Dampfmaschinen, die oft angelassen und abgestellt werden, soll er geeignet sein. Das Patent geht sogar noch weiter und erstreckt sich auch auf die Regelung der Zufuhr von Flüssigkeiten jeder Art.

R. D.

### Lokomotivfeuerung mit Staubkohle.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. v. 28. Juli, S. 161.)

Auf der japanischen Insel Formosa sind große Lager von Kohle vorhanden, die sich bei mittlerer Güte nur schlecht zur Verbrennung auf dem Lokomotivrost eignen, da sie leicht zerkrümelt, stark verschlackt und Ablagerungen an der Rohrwand bildet, die den Luftzug behindern. Um die Kohle überhaupt zum Lokomotivbetrieb verwenden zu können, wird sie durch Frauen gesiebt, wobei die groben Stücke für die Lokomotivfeuerung gebraucht werden, während der Rest anderweitig verwendet wird. Trotz dieser mit hohen Kosten verbundenen Sichtung der Kohle sind die Erfolge beim Verbrennen auf dem Lokomotivrost nicht zufriedenstellend. Funkenauswurf und Rauchbildung sind sehr stark; auch sind 2 Heizer benötigt, da die Feuerung sehr sorgfältig erfolgen muß.

Die kaiserliche Taiwan-Eisenbahn hat daher versuchsweise im Jahre 1921 drei Lokomotivausrüstungen für die Verfeuerung von Staubkohle, Bauart Lopulco und eine Anlage zum Zerkleinern der

Kohle beschafft. Die Versuche waren befriedigend, so daß weitere vier Lokomotivausrüstungen bestellt wurden.

Das Netz dieser Eisenbahn hat eine Spurweite von 990 mm. Die Lokomotiven haben ein Dienstgewicht von 63 t, wovon 53,3 t auf die Treibräder entfallen. Der Dampfdruck ist 12,7 at, die gesamte Heizfläche 163 qm, die Rostfläche 3,15 qm. Die mit Staubkohle gefeuerten Lokomotiven erzielen durchschnittliche Tagesleistungen von 230 bis 290 km in Zügen, die unterwegs Wagen ein- und abstellen.

Durch die Staubfeuerung sollen neben betrieblichen Verbesserungen erhebliche Einsparungen an Brennstoffkosten erreicht worden sein. Abgesehen von der Einsparung durch den niedrigeren Preis der Staubkohle (4 Dollar für 1 t, gegen 6,65 Dollar bei der Stückkohle) sei eine Kohlensparnis von 50% beim Anheizen und eine Ersparnis von 15% im Zugdienst eingetreten. Außerdem wurde der zweite Heizer erspart. Auch die Bekohlung der Lokomotiven stelle sich billiger als bei Stückkohle, die allerdings den Lokomotiven in Körben zugeführt wurde. Pf.

#### Treibstangenbrüche bei Lokomotiven mit Joy-Steuerung.

(Engineering 1923, Band 116, Nr. 3018, vom 2. November, S. 546.)

Am 31. Mai 1923 hat sich in der Nähe von Crewe in England ein Eisenbahnunglück ereignet, als dessen Ursache der Bruch einer Treibstange festgestellt wurde. In ähnlicher Weise war schon vor Jahresfrist an einer Lokomotive der London- und Nord-West Bahn eine Treibstange gebrochen. Dabei war noch der Kessel beschädigt worden. In beiden Fällen sollen sich keinerlei Anhaltspunkte dafür ergeben haben, daß der Bruch etwa durch Wasserschlag entstanden sein könnte. Die Stangen der erstgenannten Lokomotive waren aus Nickelstahl; die Bruchstelle soll keine minderwertige Beschaffenheit gezeigt haben. Nach Angabe des Lieferwerkes war der Berechnung 5 bis 6fache Sicherheit zu Grund gelegt worden. Beide Lokomotiven hatten jedoch Joy-Steuerung und beide Male war die Stange an dem Auge gebrochen, an welchem die Lenkerstange angreift. Der Riß scheint auf der Unterseite der Stange begonnen und sich dann so lange nach oben vergrößert zu haben, bis der Querschnitt zu schwach war und, etwa beim Verstellen der Steuerung bei hoher Geschwindigkeit von 100 bis 110 km/Std. brach. Über die Zeit, die zur Entwicklung des Risses nötig war, seien keine Angaben möglich; obwohl er nämlich schon älter schien, wurde er doch bei keiner der häufigen Untersuchungen entdeckt. Es scheint demnach, daß die Berechnung des Stangenquerschnitts unter Zugrundelegen der ange-näherten, üblichen Verfahren bei der Joy-Steuerung nicht genügt, sondern daß hier noch zusätzliche Beanspruchungen durch Kräfte hinzukommen, die von der Steuerung ausgehen und rechnerisch noch nicht richtig erfaßt worden sind. Daraus würde es sich auch erklären, daß von 91 Treibstangen, welche von Mai 1922 bis Mai 1923, also im Verlauf eines Jahres, auf der London- und Nordwest-Bahn ausgemustert wurden, 80 von Lokomotiven stammten, die Joy-Steuerung hatten und von diesen war bei 77 Stück die Schadenstelle in der Nähe des Angriffspunktes der Lenkerstange. Unter diesen Umständen ist es nach Ansicht der Quelle empfehlenswert, die Joy-Steuerung fallen zu lassen, obwohl sie sich in den meisten Fällen durchaus bewährt habe, und durch eine andere Steuerungsart zu ersetzen. R. D.

#### Personenzuglokomotive mit Zusatzdampfmaschine (Booster) in England.

The Railway Gazette 1923, vom 27. Juli, S. 116.

Die London & North Eastern Eisenbahn in England hat versuchsweise an einer im Jahre 1910 erbauten Lokomotive der Bauart „Atlantic“ (2 B 1) eine Zusatzdampfmaschine (Booster\*) einbauen lassen, um die Zugkraft der Lokomotive zu erhöhen. Die Gesellschaft hat 120 Lokomotiven dieser Bauart, deren geringes Reibungsgewicht sich im Betrieb bei den gesteigerten Zuggewichten störend bemerkbar macht. Die Lokomotiven haben bei 508 mm Zylinderdurchmesser und 610 mm Hub ein Dienstgewicht von 75 t (ohne Tender) und können eine Zugkraft von 7860 kg entwickeln. Durch die Zusatzdampfmaschine wird eine weitere Zugkraft von etwa 3850 kg hinzugefügt, die das Anfahren und das Überwinden starker Steigungen erleichtert. Es wird erwartet, daß nach dem Einbau von Zusatzdampfmaschinen diese Lokomotiven noch für eine Reihe von Jahren verwendet werden können. Pf.

\*) Organ 1923, S. 123/124.

#### Untersuchungen an flusseisernen Feuerbüchsenblechen.

(Glaser's Annalen 1923, Band 93, Heft 7 vom 1. Oktober, S. 83.)

In einem Vortrag in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft behandelte Dr. Ing. R. Kühnel auf Grund eingehender Untersuchungen an flusseisernen Feuerbüchsenblechen in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt des Eisenbahnzentralamtes die Ursachen des bisherigen Misserfolges bei der Verwendung flusseiserner Feuerbüchsen in Deutschland. Wir entnehmen seinen Aufführungen und der anschließenden Aussprache, in welcher auch die Folgerungen für neue Versuche gezogen wurden, folgendes:

Die Untersuchung der Bleche im Anlieferungszustand ergab, daß im allgemeinen die vorgeschriebenen Werte für die Festigkeit von 34—41 kg/qmm und für die Dehnung von 25 v. H. (für Siemens-Martin-Flusseisen) eingehalten waren. Dagegen schwankte die Kerbzähigkeit in sehr weiten Grenzen zwischen 2 und 50 mkg/qcm, wobei festgestellt wurde, daß Proben mit guten Festigkeitseigenschaften geringe Kerbzähigkeit zeigten, daß aber auch das Umgekehrte vorkäme. Eine ausschlaggebende Bedeutung wird der Kerbprobe nicht beigemessen.

Ferner wurde auch eine große Anzahl von Blechausschnitten aus schadhafte Feuerbüchsen untersucht. Die Schäden lassen sich folgendermaßen einteilen:

1. Grobkörnige Zonen an Feuer- und Wasserseite oder nur an einer Seite
2. Dopplungen, d. h. Hohlräume im Blechinnern, auf Blasen- oder Lunkenbildung zurückzuführen
3. Stehbolzenlochrisse mit Narbenbildungen
4. Risse ohne besondere Narbenerscheinungen ausgehend von den Nietlochrändern
5. Anfressungen.

Grobkörnige Zonen auf beiden Seiten zeigten eine ganze Reihe von Blechen; würden sie nur einseitig auf der Feuerseite erscheinen, so möchte man die Ursache auf Überhitzung zurückführen, da sie aber auch auf der Wasserseite auftreten, kann es sich nur um Kornwachstum bei Temperaturen um 700° handeln, welche jedoch im Betriebe nicht erreicht werden. Sie müssen deshalb schon bei der Anlieferung vorhanden gewesen sein und auf die Behandlung beim Walzen zurückgeführt werden. Wenn auch der Einfluß des Kornes auf die mechanischen Eigenschaften noch nicht ganz geklärt ist, so nimmt der Vortragende doch an, daß Bleche mit derartigem grobem Gefüge den dauernden Zug- und Druckbeanspruchungen nicht voll gewachsen seien.

Die Dopplungen sind im Walzvorgang nicht immer zu vermeiden. Die dem Feuer zugekehrte Wandschicht, die infolge der Unterbrechung die Wärme nur ungenügend weiterleiten kann, wird bald angefrassen oder abgeschmolzen.

Die Bildung von Narben (Falten, Runzeln) ist der Hauptfehler der eisernen Feuerbüchsenbleche. Stets beginnt diese Runzelbildung auf der Feuerseite und geht erst langsam auf die Wasserseite über. In der Nähe der Stehbolzenlöcher und der Zone der Narbenbildungen zeigen sich häufig Einschnürungen des Bleches, die darauf schließen lassen, daß es weit über die Streckgrenze hinaus beansprucht wird. Die Narbenlinien erstrecken sich immer nur in einer bestimmten Richtung und bevorzugen bestimmte Lochreihen.

Die Risse ohne Narbenbildungen sind besonders deshalb gefährlich, weil sie sich nicht wie die Narbenrisse leicht erkennen lassen, sondern oft durch Rost verdeckt sind. Ihre Ursache haben sie abgesehen von Kaltbearbeitung oder von der Beanspruchung beim Umbiegen vielfach in einem zu hohen Nietdruck beim Zusammenbau der Feuerbüchse.

Dehnung und Kerbzähigkeit der ausgebauten rissigen Bleche zeigten sich erheblich verschlechtert, das Gefüge hingegen war fast immer regelmäÙig, auch sonstige Fehler, die zur RiÙbildung hätten führen können, waren nicht festzustellen. Die Untersuchung eines Blechstücles auf verborgene Risse durch Abhobeln von mm zu mm zeigte, daß ihrer viel mehr vorhanden waren, als auf der Oberfläche sichtbar waren.

Über Oberflächenzerstörungen durch Rosten ist nichts Außergewöhnliches zu berichten, doch zeigte sich immer, daß kalt gedrückte, gereckte oder gebogene Stellen verstärkte Rostneigung aufwiesen.

Als Schlufsergebnis der Untersuchungen läÙt sich folgendes sagen:

Auf Werkstofffehler lassen sich nur die Dopplungen und die Rekristallisationserscheinungen zurückführen. Als Ursache der Narben- und Narbenrißbildungen wird die übermäßige Spannung der Feuerseite des Bleches angesehen; infolge der viermal geringeren Wärmeleitfähigkeit des Eisens gegenüber dem Kupfer wird bei der nur um  $\frac{1}{4}$  verminderten Wandstärke bei gleicher Feuerbeanspruchung das Blech auf der Feuerseite bedeutend mehr Ausdehnung verlangen; diese ist aber durch die kühleren Wandschichten und die Verankerung verhindert, weshalb sich der Längenüberschuß in kleinen Wellen und Runzeln ausgleicht.

Besonders nachteilig wirkt dieser Vorgang, wenn die unsachgemäße Behandlung der Bleche bei der Herstellung der Feuerbüchsen hinzukommt. Diese tritt leicht ein, da die Kesselschmiede bisher nur das unempfindlichere Kupfer zu verarbeiten gewohnt waren. Bei der Besprechung der schädlichen Einfüsse im Betrieb wird auf die zerstörende Wirkung der Schwankungen der Wärmegrade bei voller Fahrt und beim Ausschlacken hingewiesen.

Auch die Formgebung der Feuerbüchse ist von wesentlichem Einfluß auf die Haltbarkeit; während man beim Übergang zur flufseisernen Feuerbüchse während des Krieges gezwungen war, die kupferne genau nachzubilden, ohne auf die Sondereigenschaften des Eisens Rücksicht nehmen zu können (nur die Wandstärke wurde geringer gewählt), sollen die neuerlich anzustellenden Versuche diese berücksichtigen. Die im Entwurf vorliegende eiserne Feuerbüchse für eine G10-Lokomotive hat ebenso wie die einer bereits vorhandenen G8-Lokomotive wellenförmige Seitenwände und Decke. Bttgr.

#### Trichterwagen mit Holzverkleidung der New York, Chicago und St. Louis-Bahn.

(Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 16, v. 20. Okt., S. 703).

Die New York, Chicago und St. Louis-Bahn hat in den letzten Jahren 1000 Trichterwagen von 58 cbm Fassungsraum und 50 t Tragfähigkeit beschafft, die nicht, wie sonst in Amerika üblich, ausschließlich aus Eisen gebaut sind, sondern bei denen die Seitenwände und der schräge Boden aus Holz gebildet werden. Dagegen sind die Kopfwände der Wagen, die Entleerungstrichter und Bodenklappen aus kupferhaltigem Eisenblech. Der Kupferzusatz soll die Rostbildung vermindern. (Vergl. Organ 1923 Nr. 8, S. 173). Pfl.

#### Benzolmechanische Eisenbahn-Triebwagen.

(Verkehrstechnik 1923, Heft 46/47 vom 23. Nov., S. 409.)

Auf den Haderslebener Kleinbahnen (210 km) ist durch teilweise Einführung von Triebwagenzügen eine erhebliche Kostenersparnis erzielt worden. Die Triebwagenzüge sind in der Regel aus dem Triebwagen und aus einem Post- und Gepäckwagen von 8 t Gewicht gebildet; an lebhafteren Tagen werden noch 1 bis 2 Personenwagen angehängt. Ein Vergleich der Betriebskosten (in dänischen Kronen) zwischen Dampflokomotivbetrieb und Triebwagenbetrieb ergab folgendes Bild:

	Lokomotivbetrieb	Triebwagenbetrieb
Im regelmäßigen Betrieb laufen	10 Lokomotiven	8 Triebwagen
Geleistete Zug-km monatlich . .	22690 km	24340 km
Personalkosten monatlich . . .	12445,00 Kr.	6366,50 Kr.
„ „ für 1 Zug-km . . .	0,55 Kr.	0,26 Kr.
Brennstoffverbrauch für 1 Zug-km	12 kg Kohlen	0,430 kg Benzin
Brennstoffkosten für 1 Zug-km .	0,66 Kr.	0,21 Kr.
Schmierstoffkosten für 1 Zug-km	0,016 Kr.	0,011 Kr.

Die Geländeverhältnisse der Kleinbahnstrecken sind ziemlich ungünstig, da viele Steigungen 1:60 und zahlreiche starke Krümmungen vorkommen. Betriebsstörungen traten bei den Triebwagen sehr selten auf. Die Unterhaltungskosten waren im allgemeinen mäßig, doch zeigte sich, daß der Aufwand für Ausbesserungen ebenso wie der Verbrauch an Benzin von der Geschicklichkeit und Zuverlässigkeit des Führers abhängig war.

Auf der Kehl dinger Kreisbahn ist ein Triebwagen verwendet, der für Sauggasbetrieb und Benzolbetrieb eingerichtet ist. Bei hoher Belastung, wenn der Sauggasbetrieb nicht ausreicht, kann durch einfache Umschaltung am Führerstand zum Benzolbetrieb übergegangen werden. Der Verbrauch an Anthrazitkohle bei Sauggas-

betrieb wird im Durchschnitt zu etwa 1,2 kg für 1 km angegeben was dem Benzolbetrieb gegenüber (0,4 bis 0,5 kg Benzol für 1 km) eine Ersparnis an Brennstoffkosten von etwa 70 v. H. ergeben würde. Pfl.

#### Gasanfressungen in Dampfkesseln.

(Hanomag-Nachrichten, Heft 121 v. Nov. 1923, S. 193.)

Über die Ursachen der Gasanfressungen in Dampfkesseln, deren Bekämpfung mit der Entwicklung im Dampfkesselbau zum Steilrohr- und Wasserrohrkessel erhöhte Bedeutung zukommt, hat die Hanomag reiche Erfahrungen gesammelt und die Ergebnisse in obigem Aufsatz niedergelegt.

Die Anfressungen sind auf den Gasgehalt des Speisewassers zurückzuführen. Natürliches Wasser enthält mehr oder weniger Sauerstoff und Kohlensäure, Kondenswasser, mit der Außenluft in Berührung gebracht, nimmt diese Gase gierig auf. Es ist deshalb luftdichter Abschluß der Speisewasserbehälter, etwa mit Stickstoffschutz, anzustreben. Aus Bikarbonaten im Kessel entstehende Kohlensäure läßt sich durch Kalkzusatz im allgemeinen binden doch darf nicht etwa Soda vor dem Kalk beigemischt werden.

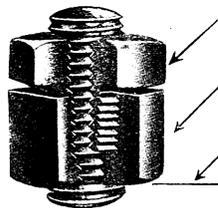
Der Zerstörungsvorgang ist physikalisch-chemischer Natur. Der physikalische Vorgang wird mit den in einem mit Selterswasser gefüllten Glase aufsteigenden Kohlensäureperlen verglichen und als Grund für die Tatsache, daß diese alle genau an derselben Stelle sich bilden, wird eine wenn auch nur mikroskopisch kleine Unebenheit angenommen, die durch Verminderung der Oberflächenkräfte des Wassers das gelöste Gas leichter austreten läßt. Man bezeichnet dies treffend mit Reizung des Wassers. Ähnlich hat man sich den Vorgang im Kessel zu denken: Kohlensäure und Sauerstoff steigen schon bei der Erwärmung, noch lebhafter beim Sieden des Kesselinhaltes auf, ihren Weg von solchen Stellen der Wandung nehmend, wo gerade die Voraussetzung für eine „Reizung“ zutrifft. Dieses örtlich bestimmte Auftreten der Gase und das Stadium der Entstehung, in dem sie sich eben befinden, begünstigt das chemische Angriffsvermögen außerordentlich. Die austretende Kohlensäure löst das Eisen zunächst zu Eisenkarbonat, das durch weitere Kohlensäure zum Bikarbonat wird. Dieses zerfällt unter Aufnahme von Sauerstoff in Rost und Kohlensäure. Ein gewisser geringer Gasgehalt ist unbedenklich.

Die wirksamste Bekämpfung der Anfressungen besteht in der hinreichenden Entgasung des Speisewassers. Die Verfahren sind mannigfaltig. Verdampfung des Wassers und Absaugen der Gase oder Filtrieren über Eisenspäne sind die bekanntesten (s. Heft 49 der Wärme v. 5. Dez. 1922). Ein neues Verfahren wendet die Stickstoffdünger A. G. in Köln an, wobei Stickstoffgas durch das Wasser geblasen und Sauerstoff und Kohlensäure rein mechanisch daraus verdrängt wird. Die beinahe verlustlose Rückgewinnung des Gases macht das Verfahren wirtschaftlich. Weitere Versuche, wie beschleunigter Wasserumlauf, so daß der aufgewirbelte Schlamm die Reizung des Wassers vorwiegend übernimmt und die zerstörende Wirkung von den Wandungen fernhält, Verdampfen des Wassers in sog. Kaskaden oder Hochspeisungen, Schutzanstrich, haben sich nicht als völlig befriedigende Mittel erwiesen. Die natürliche Ablagerung von Kesselstein schützt zwar die Wand vor dem Rosten, ist aber nach anderer Richtung nachteilig. Ro.

#### Stellmutter Titan.

(Svensk Trafiktidning 1923, Nr. 50.)

Diese von dem schwed. Eisenbahningenieur Westerberg erfundene Stellmutter mit Festklemmeinrichtung besteht aus Mutter B und Gegenmutter A (s. Abb.). Letztere hat einen zylindrischen



A Ansatz, der mit Aufsengevinde versehen ist und in eine mit entsprechendem Gewinde versehene Aussparung der Hauptmutter eingreift. Die Steigung des Gewindes, mit dem Haupt- und Gegenmutter ineinandergreifen, ist um einen geringen Betrag von dem Gewinde, mit dem beide auf dem Schraubenbolzen sitzen, verschieden. In der durch Marke kennt-

lichen gegenseitigen Stellung von Mutter und Gegenmutter lassen sich beide Muttern auf den Schraubenbolzen aufbringen. Verdreht man nun die Gegenmutter gegen die Hauptmutter, so tritt eine kräftige Keilwirkung ein, die beide Muttern auf dem Schraubenbolzen festklemmt. Dr. S

## Signalwesen.

### Selbsttätiges Anhalten der Züge vor Haltsignalen.

Railway Age 1923, 2. Halbj. Nr. 18 v. 3. Nov., S. 813.

Nach mehrjährigen Versuchen (1911—1913) hat die Chicago & Eastern Illinois Bahn im Jahre 1914 auf einer Doppelbahnstrecke von 172 km Länge die Einrichtungen zum selbsttätigen Anhalten der Züge vor Haltsignalen („Automatic train control“) eingebaut und gleichzeitig die zum Verkehr auf dieser Strecke bestimmten Lokomotiven (47 Personenzug- und 38 Güterzuglokomotiven) mit den erforderlichen Einrichtungen versehen. Es sind 175 Auflauframpen vorhanden, die mit einem an der Lokomotive angebrachten Auflaufschuh in Berührung kommen und mit Hilfe elektrischen Stromes das Anhalten des Zuges bewirken. Genauere technische Einzelheiten sind in der Quelle nicht enthalten. Es wird jedoch ausgeführt, daß die Anlage unter schwierigen Betriebsverhältnissen neun Jahre lang völlig zufriedenstellend gearbeitet habe. Die über die Strecke laufenden Züge umfassen alle Arten von Schnellzügen, Personenzügen, schweren Ferngüterzügen bis zu 110 Wagen und Unterwegsgüterzügen. Der regelmäßige Fahrplan enthält 16 Personenzüge und 11 Güterzüge in jeder Richtung täglich; hierzu kommen noch die Sonderzüge. Die Witterungsverhältnisse bringen sowohl hohe Sommerwärmen bis 49° C als auch tiefe Kältegrade bis -34° C mit Schneestürmen mit sich. Insbesondere wird bei Nebel und Sturm das Einhalten der Fahrzeiten und Beseitigen von Verspätungen erleichtert. Die selbsttätige Auslösung der Luftbremse an den langen Güterzügen hat zu keinen Beschädigungen geführt. Auch wurde nicht beobachtet, daß die Aufmerksamkeit der Lokomotivführer nachgelassen hätte, oder daß die Einrichtung sie sorglos mache oder an der Führung der Züge behindern.

Die Ausrüstung der Lokomotiven für selbsttätiges Anhalten hindert nicht deren Lauf über andere Eisenbahnstrecken. Ebenso kann die für selbsttätiges Anhalten der Züge eingerichtete Strecke

ohne weiteres von fremden, nicht ausgerüsteten Lokomotiven befahren werden. Pfl.

### Eisenbahnzugtelephonie.

(Elektrotechnische Zeitschrift 1923, Nr. 40 vom 4. Oktober, S. 916.)

Versuche, vom fahrenden Zug aus sich mit ortsfesten Stellen telephonisch zu verständigen, wurden auf der Strecke Berlin-Hamburg mit Erfolg durchgeführt. Die Drahtwellentelephonie bietet das Mittel, mit verhältnismäßig niedrigen Antennen und kleinen Sendeleistungen große Reichweiten zu erzielen. Die dem Schienenstrang entlang laufenden Telegraphenleitungen bilden den Leitweg für die elektromagnetischen Sendewellen, so daß nur der kurze 5 bis 10 m messende Abstand des fahrenden Zuges von der Telegraphenleitung als eigentliche drahtlose Strecke zu überbrücken ist. Dazu reicht die Leistung der im Zuge befindlichen Beleuchtungsbatterie aus. Die Zugantenne ist innerhalb des Lichttraumes auf zwei D-Zugwagen angebracht und besteht aus je sechs Drähten von 14 m Länge in etwa 40 cm Höhe über dem Wagendach. In der Nähe von Berlin und von Hamburg liegen die festen Streckensende- und Empfangstationen, die durch Übertrageeinrichtungen die Verbindung mit den örtlichen Netzen herstellen. Die Verständigung ist so gut wie beim gewöhnlichen Telephongespräch.

Auch in Frankreich\*) führten derartige Versuche auf den Strecken Paris-Nantes und Paris-Le Havre zu guten Ergebnissen. Nach den dort gemachten Beobachtungen wird die Verständigungsmöglichkeit von der Bodengestaltung beeinflusst. Bodeneinschnitte, die Nähe von Bergen schwächen die Aufnahmefähigkeit ab. Tunneln oder eiserne Brücken machen die Verständigung überhaupt unmöglich. Sch.

\*) Schweizer. Bauzeitung 1923, Bd. 82, Nr. 14 v. 6. Okt., S. 182.

## Besondere Eisenbahnarten.

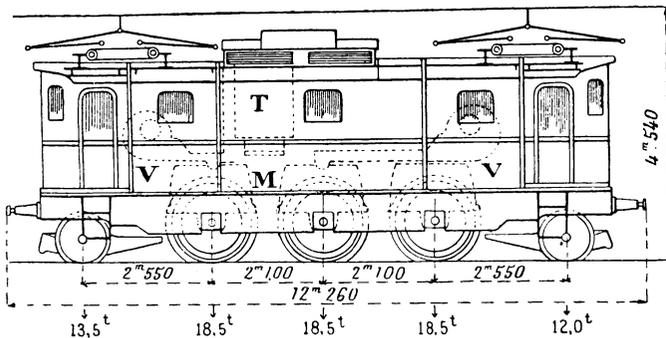
### Elektrische IAAA1-Schnellzuglokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen.

(Le Génie civil 1923, Bd. 83, Nr. 11 vom 15. Sept., S. 241.)

In vorgenannter Zeitschrift beschreibt J. Werz die von den Schweizerischen Bundesbahnen beschafften Flachland-Schnellzuglokomotiven, Bauart IAAA1, deren mechanischer Teil von der Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winthertur hergestellt wurde und zu denen die Sécheron-Gesellschaft, Genf, den elektrischen Teil lieferte.

Nach dem Pflichtenhefte sollen die Lokomotiven für 65 km/Std. Regelgeschwindigkeit, 90 km/Std. Höchstgeschwindigkeit, sowie mit einem Höchstgewicht von 7 t je lfd. Meter Länge gebaut sein. Auf 10‰ Steigung ist eine Anhängelast von 480 t mit 65 km/Std., auf 2‰ Steigung das gleiche Zuggewicht mit 90 km/Std. zu befördern; dieses ist außerdem bei der Anfahrt auf der Rampe von 10‰ in mindestens 4 Minuten auf 55 km/Std. zu beschleunigen.

Abb. 1. Elektrische IAAA1 Schnellzuglokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen. Schematischer Aufrifs.



Verlangt ist ferner: das Zuggewicht von 480 t dreimal die Strecke Brigne-Villeneuve (117 km) in 11½ Stunden oder dreimal

\*) Siehe auch E.T.Z. 1922, Heft 4.

die Strecke Zürich-Sankt Gallen (85 km) in 10 Stunden mit einem Aufenthalt von je 15 Minuten auf den Endstationen zu befördern.

In nachstehender Übersicht 1 sind die Hauptangaben zusammengestellt:

### Übersicht 1.

Länge zwischen den Puffern . . . . .	12260 mm
Größte Breite . . . . .	2950 "
Höhe des Einführungs-Isolators über S.O. . . . .	4500 "
Gesamt-Radstand . . . . .	9300 "
Fester . . . . .	4200 "
Laufkreisdurchmesser der Treibräder . . . . .	1610 "
" " Laufräder . . . . .	930 "
Übersetzungsverhältnis der Zahnräder . . . . .	1 : 5
Dienstgewicht . . . . .	81 t
Gewicht des mechanischen Teiles einschl. Brems- Ausrüstung . . . . .	38 "
Gewicht der Zahnradübersetzung des Doppelmotors einschl. Schutzkasten . . . . .	5,5 "
Gewicht der elektrischen Ausrüstung einschl. Luft- verdichter . . . . .	37 "
Reibungs-Gewicht (3. 18,5 t) . . . . .	55,5 "
Treibachsdruk . . . . .	18,5 "
Laufachsdruk . . . . .	12,0 "
Zugkraft am Radumfang bei 65 km/Std. dauernd . . . . .	7100 kg
" " " während 1 Stunde . . . . .	8300 "
Anfahr-Zugkraft . . . . .	15000 "
Leistung am Radumfang bei 65 km/Std.: dauernd . . . . .	1700 PS
" " " während 1 Stunde . . . . .	2000 "
" " " " ¼ Stunde . . . . .	2400 "
Höhenlage des Schwerpunktes über S.O. . . . .	1600 mm
Schwungmoment der beiden Läufer jedes Antriebes . . . . .	192 kg . m²
Lokomotiv-Gewicht je Einheit-Stundenleistung . . . . .	40,5 kg/PS

Zum Vergleiche sind in Übersicht 2 die Haupteigenschaften neuerer Schnellzuglokomotiven für Einfach-Wechselstrom mit künstlicher Kühlung der Antriebsmaschinen angeführt:

## Übersicht 2\*).

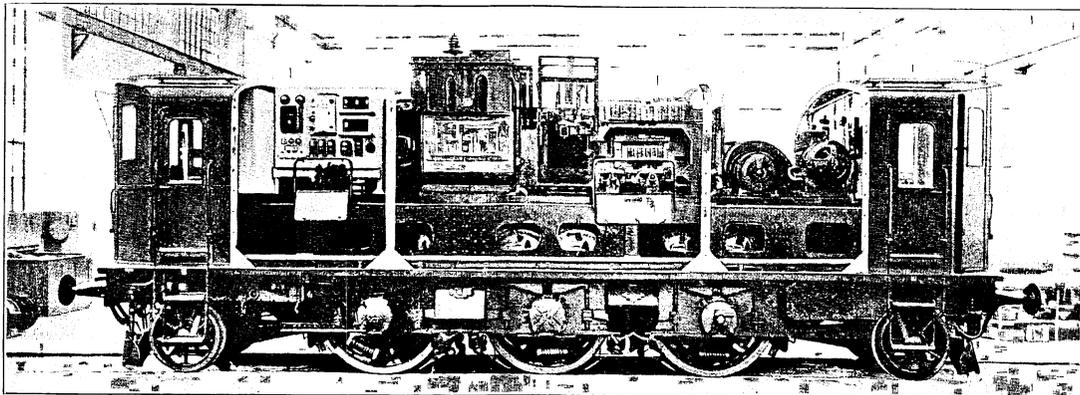
Nr.	Bauart	Lieferer des elektr. Teiles und Lieferjahr	Regel-Geschwindigkeit in km/Std.	Höchst-Höchst-	Art der Übertragung	Dauerleistung am Radumfang	Dauerdrehmoment	Gewicht des		Gesamtgewicht	Gewicht des elektr. Teils auf 1 PS Dauerleistung	Gesamtgewicht	Gesamtgewicht auf 1 mkg Drehmoment in kg
						PS	mkg	mech. Teils t	elektr. Teils t				
1	1 C 1	Oerlikon 1919	50	75	Zahnrad u. Stange	1350	5000	46,5	44,5	91	33,0	67,3	18,2
2	1 B-B 1	" 1919	50	75	" " "	1800	6550	58,5	54,5	113	30,2	62,5	17,2
3	2 C 1	" 1923	72	90	" " "	1600	4830	54	44,5	93,5	27,8	61,6	20,4
4	1 B-B 1	Brown-Boveri 1919	58	75	" " "	1880	6700	59,3	47,2	106,5	25	56,5	16,0
5	2 AAA 1	" 1922	65	90	Einzelachsen-Antrieb	1650	5500	50	42,9	92,9	26	56,2	16,9
6	1 C 1	AEW Wien 1922	42	65	Zahnrad u. Stange	800	4470	31,6	35,6	67,2	44,5	84	15
7	1 AAA 1	Sécheron 1922	65	90	Einzelachsen-Antrieb	1700	5675	44	37	81	21,8	47,6	14,3

Mechanische Anordnung der Lokomotive: Die an beiden Enden vorhandenen Laufachsen sind in Bissel-Gestellen mit kräftigen Rückstellfedern gelagert. Die mittlere Triebachse hat  $2 \times 6$  mm Seitenspiel. Der Laufkreisdurchmesser der einzelnen Triebachsen kann Unterschiede bis zu 50 mm aufweisen, ohne daß eine schädliche Rückwirkung auf den elektrischen oder mechanischen Teil zu erwarten ist. Die aus 22 mm starkem Blech hergestellten Aufsenrahmen werden von den zwei Stirnbalken und von sechs Zwischenbalken verbunden; die letzteren dienen gleichzeitig als Auflager für die Triebmaschinen. Abb. 1 zeigt die allgemeine Anordnung, Abb. 2 die elektrische Ausrüstung der Lokomotive; letztere läßt die beiderseits vom Gang aus zugängliche  $\square$ -förmig ausgebildete Brücke erkennen, auf der die Innenausrüstung erhöht untergebracht ist. Die starr mit dem Untergestell verbundene Brücke hat große Klappen, nach deren Öffnen eine Beobachtung der Triebmaschinen möglich ist.

Elektrische Ausrüstung: Die bekannten Schwierigkeiten, eine gleichmäßige Lastverteilung bei 1 A A A 1-Lokomotiven mit Einzelachs-Antrieb zu erhalten, führten hier dazu, den für 1855 kVA bemessenen 11 000 kg schweren Öl-Umspanner in einer Richtung besonders schmal zu bauen. Dadurch ist die Möglichkeit geschaffen (wie Abb. 1 zeigt), ihn zwischen der ersten und zweiten Triebachse anzuordnen, ohne den Zutritt zu den Triebmaschinen dieser Achsen zu behindern; die andernfalls nötige Anordnung eines zweiachsigen Drehgestells, über dem der Umspanner gelagert wird, ist hiermit umgangen. Stromabnehmer, Drosselspulen, Trenn- und Ölschalter sind ebenso wie die drei Zwillingsmotoren (je  $2 \times 330$  PS Stundenleistung) in gleicher Weise eingebaut, wie bei den von der Sécheron-Gesellschaft für die S B B früher gelieferten 1 B + B 1-Lokomotiven.

Die Schaltanordnung des Umspanners ermöglicht 18 Spannungsstufen. Zur Förderung der Kühlluft sind zwei Lüfter von je 200 cbm/Min.

Abb. 2. Elektrische 1 A A A 1 Schnellzuglokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen. Elektrische Ausrüstung.



Ansaugleistung aufgestellt, angetrieben von Triebmaschinen mit 220 Volt Betriebsspannung (s. Abb. 1). Der eine kühlt den Umspanner sowie den nächstgelegenen Zwillingsmotor, der zweite die beiden anderen Triebmaschinen. Auch der zum Antrieb der Druckluftverdichter, Bauart Winthertur, verwendete Motor wird mit 220 Volt betrieben. Den Steuerstrom liefert ein Umformersatz, Bauart Sécheron, in Zusammenarbeit mit einem Sammler unter Verwendung eines selbsttätigen Anlassers.

Beachtenswert sind die vom Verfasser angeführten Ergebnisse der Erwärmung\*\*) gelegentlich einer Versuchsfahrt auf der Strecke Luzern-Erstfeld-Göschenen. Die nachstehend in Übersicht 3 aufgeführten Werte wurden nach einer dreimaligen Fahrt von Luzern nach Erstfeld und zurück mit 485 t Anhängelast und einer darauf folgenden Fahrt von Erstfeld nach Göschenen mit 201 t Anhängelast gemessen, wobei auf der Steigung 26‰ eine Geschwindigkeit von 65–69 km/Std. erreicht wurde.

\*) Quelle: Zu Nr. 1: E. T. Z. 1922, Nr. 4. S. 118; zu Nr. 2: desgl.; zu Nr. 3: Revue Technique Suisse Nr. 48–50, 1922; zu Nr. 4: E. T. Z. 1922, Nr. 4, S. 118; zu Nr. 5: desgl.; zu Nr. 6: Seefehlner „Elektr. Zugförderung“; zu Nr. 7: Versuchsergebnisse.

\*\*) Die schweizerischen Bundesbahnen schreiben die amerikanischen Normalien vor.

## Übersicht 3.

Triebmaschinen				Umspanner			
mit Thermo- elementen			mit Thermo- meter	mit Thermo- elementen			
gemessene Wärme (°C)				gemessene Wärme (°C) an			
Erreger- wicklung	Kommutator- wicklung	Ständer- Bleche	Kollektor	Ober- spannungs- wicklung	Eisen	Öl	
gemessen 59	51	41	75,5	52	58	57	40,5
zulässig 80	80	80	85	60	60	60	55

Der Verfasser weist noch auf einige Vorzüge des von Sécheron vertretenen Westinghouse-Antriebs gegenüber dem Kurbelgetriebe hin: Sehr weiche Kupplung des Doppelantriebs und daher gute Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes; Möglichkeit der Anwendung schnell laufender Triebmaschinen mit geringem Gewicht; Reihenschaltung der einzelnen Teile der Zwillingsmaschinen und damit höhere Spannung für letztere; kürzere Zuleitungen und geringes Gewicht der elektrischen Einrichtungen; leichter Ausbau der Triebmaschinen. Naderer.

### Elektrischer Betrieb auf der Wiener Stadtbahn.

(Elektrotechn. Zeitschrift 1923, Nr. 46 vom 15. Nov., S. 1020.)

Die für Dampflokomotivbetrieb eingerichtete Wiener Stadtbahn steht seit 7 Jahren außer Betrieb und wird durch den Staat nicht mehr betrieben werden. Die Stadt Wien hat daher den Betrieb mit einigen Dampfzügen wieder aufgenommen. Da die Verbindungen der Stadtbahn auf die Dauer doch nicht entbehrt werden können, soll nunmehr der elektrische Betrieb eingeführt werden. Wegen der hohen Kosten einer besonderen Betriebsführung als Schnellbahn und wegen der notwendigen Beschaffung eines neuen Wagenparks hierfür hat man sich entschlossen, das Stadtbahnnetz mit dem Straßenbahnnetz zu gemeinsamer Betriebsführung zusammenzuschließen. Die Stadt Wien hat 170 Milliarden bereitgestellt, um das Stadtbahnnetz auf 30 Jahre pachtweise elektrisch zu betreiben. Die mittlere Reisegeschwindigkeit ist 22 km gegenüber 12½ km der Straßenbahn. Die Einrichtungen sollen so getroffen werden, daß später einmal unter günstigeren Verhältnissen mit geringem Kostenaufwand jederzeit die Umwandlung in eine Schnellbahn erfolgen kann. Wa.

### Stromabnehmer an der Schnüraufhängung für Gleichstrom-Vollbahnen.

Die General Electric Co, die bekannte Vorkämpferin der Verwendung des Gleichstroms für Vollbahnen hat nach einem in der E. T. Z. 1923, Heft 47/48, veröffentlichten Auszuge aus „El. Railway Journ.“, Bd. 62/1923 S. 125—127 auf ihren Versuchsgleisen Probefahrten mit einer Versuchsanordnung gemacht, um zu ermitteln, bis zu welcher Belastung eine sichere Abnahme des Stromes durch den Stromabnehmer erfolgt. Der hierbei verwendete Scherenabnehmer mit Bügel aus zwei Kupferstreifen, zwischen denen Fett eingebracht war, wurde mit einem Druck von 13,6 bis 15,9 kg an die Fahrleitung gedrückt (beim Regelstromabnehmer der Deutschen Reichsbahn wird der Bügel mit 6 kg angepreßt). Die in Abständen von 91,44 m an den Masten abgestützte, 6,71 m über S. O. liegende Fahrleitung war nach der „Schnüraufhängung“ angeordnet; diese ist dadurch gekennzeichnet, daß zwei dicht nebeneinander liegende 8förmige, kupferne Fahrdrähte (je 11,7 mm Durchmesser) mit Hilfe eines 8,3 mm starken Kupferseils in Abständen von je 6 m von einem 152,5 mm über den Fahrdrähten liegenden „Speisetragseil“ aus Kupfer in der Weise mit Klemmen befestigt sind, daß in der Mitte zwischen zwei Aufhängepunkten des einen Fahrdrahtes der Befestigungspunkt des benachbarten liegt. Dadurch, daß an dem Aufhängepunkt des einen Fahrdrahtes der zweite seinen größten Durchgang hat, sollen starre Punkte in der Fahrleitung vermieden werden.

Das „Speisetragseil“ ist an einem Stahltragseil mit Eisendrähten aufgehängt.

Diese Fahrdrahtaufhängung benötigt einen Kupferaufwand, wie er für Einfach-Wechselstrombahnen nicht in Frage kommen kann. Fahrdrähte, Speisetragseil und Hängeseil wiegen zusammen mindestens 3100 kg je km Gleis; hierzu kommt noch das Gewicht des Stahltragseiles und der Hängedrähte. Demgegenüber ist festzustellen, daß das Gewicht der deutschen Einheitsfahrleitung (Fahrdraht von 100 qmm Kupfer, Tragseil von 50 qmm Bronze, und Hängeseile von 10 qmm Bronze) rund 1360 kg je km Gleis erfordert.

Nach der Quelle wurden Belastungen bis zu 5000 Amp. bei 1500 Volt mit einem Bügel ohne Anstand abgenommen bei Geschwindigkeiten bis zu 97 km/Std., wobei ein Anheben des Fahrdrathes um 76 mm stattfand. Naderer.

### Elektrische Zugförderung in Niederländisch-Indien.

(V. d. J. Nachrichten 1923 Nr. 41 v. 10. Okt.)

Die holländische Regierung beabsichtigt, die Staatsbahnen auf Java für den elektrischen Betrieb einzurichten. Die Pläne für die Fernstrecken liegen vor, die Umstellung des Stadt- und Ringbahnbetriebes von Batavia ist bereits erfolgt. Die aus Wasserkraften gewonnene Energie wird als Drehstrom von 70000 V an die Bahnwerke geliefert und für den Betrieb in hochgespannten Gleichstrom von 1500 V umgeformt. Im Ortsverkehr laufen Motorwagen mit Anhängewagen; durchgehende Schnell-, Personen- und Güterzüge werden über die Stadt- und Ringbahn mit Gleichstromversuchslokomotiven befördert, über die in der folgenden Zusammenstellung einige Angaben gemacht sind:

Gattung	für Personen- u. Güterzüge 1 B + B1	für Schnellzüge	
		1 A—A A—A 1 Bauart Buchli	1 B + B1 Bauart der Gotthardlokom.
Spurweite mm	1000	1000	1000
Zahl der Motoren	4	4	4
Höchstgeschw. km/Std.	75 und 50	90	90
Gesamtlänge mm	14300	12600	13000
Gesamtleistung PS	1200	1510	1725
Zugkraft kg	6000	6100	8500
Gesamtgewicht t	69	65	65
Reibungsgewicht t	52	50	50
Erbauer:			
des elektr. Teils	Westinghouse- Heemat	Brown-Boveri	} A. E. G.
des mech. Teils	Werkspoor- Amsterdam	Lok.-Fabrik Winterthur	

Sch.

## Bücherbesprechungen.

**Taschenbuch** für alle Angehörigen der Werkstätten der Deutschen Reichsbahn auf das Jahr 1924. H. Apitz, Verlag technischer Zeitschriften, Berlin W. 57. Preis 1,20 Mk.

Wie für das Jahr 1923 hat auch für 1924 der Hauptschriftleiter der Zeitschrift „Das Eisenbahnwerk“ wieder ein Taschenbuch, verbunden mit Kalendarium herausgegeben, das in übersichtlicher Weise den Werkangehörigen der D. R. B. — Beamten sowohl wie Arbeitern — allerlei Wissenswertes darbietet und ihnen deshalb eine willkommene Gabe sein wird. Aus dem aus amtlichen Unterlagen zusammengestellten Stoff sei insbesondere hervorgehoben: die wohl hier erstmals veröffentlichte Übersicht über die Lokomotivgattungen der Deutschen Reichsbahn\*, die Liste über die Werkstättenleitungen, Ausbesserungswerke und Werkstättenämter der Deutschen Reichsbahn, ferner an betrieblichen und technischen Gegenständen: die Aufstellung der Werkzeugmaschinen in Eisenbahnwerken, die Hauptregeln für das Schweißen mit Azetylen und Sauerstoff u. s. w. Den letzten Abschnitt des Buches bilden nützliche Mitteilungen für das Privatleben und Zusammenstellungen von Vormerkungen, die zur Ordnung und Sorgfalt anregen.

\*) (Wünschenswert wäre noch die Ergänzung hinsichtlich der sächsischen Lokomotiven, die in der Übersicht fehlen.)

**Die Deutschen Eisenbahnen 1910 bis 1920.** Verlag von Julius Springer, Berlin

Der Reichsverkehrsminister hat vor einiger Zeit unter dem Titel „Die deutschen Eisenbahnen 1910/1920“ ein Werk veröffentlicht, in dem die Leistungen der deutschen Eisenbahnen in dem letzten Jahrzehnt des Staatsbahnsystems, das am 1. April 1920 durch das

Reichseisenbahnsystem ersetzt worden ist, dargestellt werden. Das Buch schließt an an die Berichte, die seinerzeit die preussischen Minister der öffentlichen Arbeiten über die Verwaltung der öffentlichen Arbeiten in Preußen in den Jahren 1890—1900 und 1900 bis 1910 herausgegeben haben. Während diese Berichte sich auf das ganze Gebiet der öffentlichen Arbeiten, also außer den Eisenbahnen auch auf die allgemeine Bauverwaltung erstreckten, behandelt das vorliegende Werk nur die Eisenbahnen, aber außer den preussisch-hessischen auch die Staatsbahnen der übrigen deutschen Länder, die Privatbahnen und die Kleinbahnen von ganz Deutschland. Eine kurze Geschichte der ehemaligen Reichsbahn in Elsaß-Lothringen von ihrer Übernahme durch das Reich bis zu ihrer Rückgabe an Frankreich ist als Anhang beigelegt.

In den Zeitraum, der die Darstellungen umfaßt, fallen die glänzende Entwicklung des deutschen Eisenbahnwesens vor dem Kriege, die Kriegsjahre 1914—1918 und die beiden ersten Jahre nach Friedensschluss. Den breitesten Raum nimmt die Darstellung der Leistungen der Eisenbahnen während des Krieges in Anspruch. Auf eine kurze zusammenfassende Einleitung folgen 10 Abschnitte: Bahngelände und Bahnbau, Organisation und Verwaltung, Personalwesen, Verkehr und Betrieb, Tarifwesen, Beschaffungswesen, maschinentechnisches Gebiet, Finanzwesen, Privatbahnen und Kleinbahnen. In 28 Anlagen sind die statistischen Unterlagen der Darstellung in Tabellenform zusammengefaßt. Die Darstellung ist durch eine große Anzahl von Abbildungen geschmückt. Eine Übersichtskarte der deutschen Eisenbahnen nach dem Stande vom 1. April 1920 ist beigelegt.

Einen kurzen Auszug aus dem umfassenden Werk über das technische Gebiet haben wir in Heft 8, Seite 164 veröffentlicht.