

Betrachtungen über den Brennstoffverbrauch im Lokomotivbetriebe.

Dr. techn. R. Sanzin, Wien.

Vorwort.

Von dem Brennstoffverbrauch der Eisenbahnen entfallen rund 90 % auf den Verbrauch von Lokomotiven. Alle Bestrebungen zur Verminderung des Verbrauchs haben daher in erster Linie bei der Wärmewirtschaft der Lokomotiven einzusetzen, auf welche nicht allein die Bauart und die Unterhaltung, sondern auch die Verwendung der Lokomotiven von Einfluß ist. Darauf hinzielende Versuche, welche der verstorbene Dr. Sanzin*) bei den österreichischen Bahnen angestellt hat, sind bisher in den Technischen Blättern in Teplitz veröffentlicht und nur einem kleineren Leserkreis zugänglich gemacht worden. Mit Rücksicht auf ihren Wert bringen wir mit Genehmigung des Verlages »Technischer Zeitschriften« Teplitz-Schönau nachstehend die Veröffentlichung vollständig. Die Schriftleitung.

Bei den ständig wachsenden Kohlenkosten ist eine möglichst wirtschaftliche Brennstoffgebarung im Lokomotivbetriebe großer Eisenbahnverwaltungen unentbehrlich.

Man wird mehr als bisher den Betrieb nach Grundsätzen gestalten müssen, daß die geleistete Arbeit mit dem kleinstmöglichen Brennstoffaufwand hervorgebracht wird.

Es wird dies zunächst erreicht, wenn Fahrordnungen und Zuglasten aller Züge im richtigen Einklange mit der aufgewendeten Lokomotivleistung stehen. Man hat sich in diesen Richtungen bereits vielfach bemüht, die Belastungstafeln der Lokomotiven und die Grundlagen für die Aufstellung der Fahrordnungen in technisch einwandfreier Weise von den Lokomotivleistungen abzuleiten. Die hierfür erforderlichen Vorarbeiten sind zwar schwierig und umfangreich, doch ist das Ergebnis in wirtschaftlicher Richtung jedenfalls äußerst günstig. Trotzdem hat man im Allgemeinen im Betriebe von diesen wertvollen Behelfen nicht besonders ausgiebigen Gebrauch gemacht, da man den Betrieb mehr mit Rücksicht auf andere Wünsche, als nur vom Standpunkt der Brennstoffwirtschaft gestaltete. So wurden besonders im Personen- und Schnellzugdienst oft in Bezug auf Zuggeschwindigkeit, Aufenthalte, Zuglasten usw. Zugeständnisse gemacht, die mit einer guten Brennstoffwirtschaft nicht in Einklang zu bringen waren. Im Güterzugdienste, für dessen Gestaltung den Eisenbahnverwaltungen gewöhnlich mehr Freiheit überlassen bleibt, sind wieder vielfach die hergebrachten Gebräuche ein Hindernis, den Betrieb in der wirtschaftlichsten Weise auszubilden. Unter dem Drucke der Notwendigkeit wird es aber gegenwärtig vielfach erforderlich werden, ohne andere Rücksichten die Gestaltung des Betriebes nach brennstoffwirtschaftlichen Grundsätzen durchzuführen. Für Verwaltungen, die die erforderlichen technischen Vorarbeiten schon geleistet haben, ist eine solche Neugestaltung des Betriebes ohne viel Schwierigkeiten durchzuführen. Wenn aber die erforderlichen Grundlagen fehlen, oder wenn sie unvollkommen sind, so ist eine Abhilfe nur schwer möglich, da die Ausgangsgrundlagen, die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, nur durch langjährige, eingehende Versuche sicher erhalten werden können.

Im engsten Zusammenhange mit der Berechnung der Zuglasten und Fahrzeiten und deren Anwendung auf den Betrieb steht die sachgerechte Aufteilung des Lokomotivparkes auf die vorhandenen Strecken und Dienstzweige. Der Erfolg, der in

dieser Richtung erzielt werden kann, ist ganz hervorragend, wird aber gewöhnlich nicht genügend gewürdigt. Es ist allerdings eine ganz besondere Vertrautheit mit den einzelnen Lokomotivbauarten, mit den Streckenverhältnissen und den Betriebsweisen erforderlich, um in dieser Richtung Erfolge erzielen zu können*).

Es muß noch besonders hervorgehoben werden, daß die hier angeführten Maßnahmen zur Verminderung des Brennstoffverbrauches im Lokomotivbetriebe ohne weiteres mit dem bestehenden Lokomotivpark nur durch Verbesserung der Betriebsführung und ohne weitere Kosten auf anderer Seite getroffen werden können. Umsomehr sollte man streben, diese leicht erreichbaren Erfolge voll auszunützen.

Selbstverständlich wird bei der voraussichtlichen weiteren Steigerung der Brennstoffkosten die Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades der Dampflokomotiven eine große Rolle spielen. Manche Einrichtung, die hinsichtlich der Ausnützung des Brennstoffes einen Erfolg bedeutet, hat bisher nicht Anwendung gefunden, weil man im Lokomotivbetriebe die Einfachheit liebt und weil bei den bisherigen Kohlenpreisen der Gewinn nur bescheiden sein konnte. Ohne Zweifel sind gegenwärtig die thermisch vollkommensten Lokomotiven jene mit gleichzeitiger Verwendung hoher Dampfüberhitzung und doppelter Dampfdehnung. Sie verbrauchen bei vorteilhaftester Ausbildung nur 0,8 bis 0,9 kg Kohle für eine indizierte Pferdestärke und Stunde. Sicher ein hervorragender Erfolg. Trotzdem sind in neuerer Zeit nur verhältnismäßig wenige Heißdampf-Verbund-Lokomotiven ausgeführt worden. Der Grund hierfür ist lediglich darin zu suchen, daß man bei den bisherigen Brennstoffkosten auf die erhöhte Wirtschaftlichkeit verzichtete und sich mit der Heißdampfeinrichtung begnügte, die natürlich gegenüber der Verwendung von Nafsdampf allein schon einen beträchtlichen Gewinn darstellte. Es ist daher anzunehmen, daß alle Einrichtungen, die eine Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades versprechen, nunmehr im ausgedehnteren Maße Verwendung finden werden. Neben einem Wiederaufleben der Verbundwirkung dürfte daher auch eine weitere Zunahme des Kesseldruckes zu erwarten sein. Ganz besondere Aufmerksamkeit wird aber den Speisewasservorwärmern zugewendet werden, die als Abdampf- und Rauchgas-Vorwärmer erfolgreiche Anwendungsmöglichkeiten besitzen. Daneben gibt es noch eine ganze Reihe anderer Lokomotiveinrichtungen, deren Verbesserung eine Steigerung der Brennstoffwirtschaft herbeiführen könnte.

Trotzdem darf nicht erwartet werden, daß die bauliche Vervollkommnung der Lokomotive so bald eine merkliche Verminderung der Auslagen für den Brennstoff herbeiführen kann. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß trotz reichlicher Nachbeschaffung neuer Lokomotiven bei den bedeutenden Beständen an älteren Lokomotiven der durchschnittliche Brennstoffverbrauch nur sehr langsam eine Besserung erfährt. Auf allen mitteleuropäischen Eisenbahnen ist die Lebensdauer der Lokomotiven verhältnismäßig groß und dadurch ergibt sich von selbst eine nur langsame Erneuerung des Lokomotivparkes.

*) In der Studie „Probleme im Lokomotivbau und Betrieb“, Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Verein, Jahrgang 1918, Seite 1, hat der Verfasser versucht, Grundlagen für eine Beurteilung der Lokomotivstärke zu schaffen.

*) Organ 1922, S. 260.

Vielleicht wird durch den Krieg in dieser Richtung eine Änderung der bisherigen Grundsätze eingetreten sein. Aber auch eine solche grundsätzliche Erneuerung des gesamten Lokomotivparks benötigt zur völligen Durchführung viele Jahre.

Jedenfalls muß aber wenigstens getrachtet werden, daß die großen und hauptsächlichsten Fördermassen, also der Groß- und Fern-Güterverkehr durch die vollkommensten Lokomotiven besorgt wird. Der Brennstoffaufwand für diesen Dienstzweig macht bei fast allen Eisenbahnverwaltungen weitaus den größten Teil des gesamten Brennstoffverbrauches aus. Im Schnellzugdienste sind ohnehin nahezu ausnahmslos sehr vollkommene Lokomotiven neuester Bauart in Verwendung. Die ständig wachsenden Ansprüche in diesem Dienste machen einen häufigen Neuentwurf von Schnellzuglokomotiven erforderlich, während im Güterzugdienst eher eine übertriebene Beharrlichkeit herrscht.

Noch eine Möglichkeit besteht, den Brennstoffverbrauch der Lokomotiven merklich einzuschränken. Es ist dies durch eine möglichst vollkommene, ständige Unterweisung der Maschinenmannschaften erreichbar. Besonders die Schulung der Heizer läßt weitgehende Ersparnisse im Brennstoffverbrauch mit Sicherheit erwarten. Bedingung für eine erfolgreiche Gestaltung des Unterrichtes ist, daß dieser lediglich rein fachlich betrieben wird und mit keinerlei Kontrolle verbunden ist. Die Heizer müssen den Eindruck erhalten, daß die Schulung nur geschaffen ist, um sie in ihrem schweren Handwerke erfolgreich zu unterstützen. Sie werden dann willig und vertrauensvoll allen Anleitungen folgen. Natürlich wird es nicht einfach sein, den Schulungsdienst sachgerecht zu gestalten. Namentlich die Auswahl der Lehrer wird immer eine recht schwierige sein*).

Ein hervorragender Ansporn zur Erzielung von Brennstoffersparnissen durch Geschicklichkeit der Maschinenmannschaften wird gegeben, wenn Geldanteile von den erzielten Brennstoffersparnissen den Maschinenmannschaften gewährt werden. Es sind zwar auch in den letzten Jahren die Ansichten in dieser Richtung häufigen Änderungen unterworfen gewesen. Von Seite der Verwaltungen war betont worden, daß eine gerechte Beurteilung der Ersparnisse schwer ist und einen sehr umfangreichen Rechnungsdienst erfordert, während die dabei wirklich erzielten Ersparnisse angeblich nicht bedeutend waren. Von Seite der Maschinenmannschaften wurde gegen diese Einrichtung der Vorwurf erhoben, daß die Ersparnisse von der Geschicklichkeit der Mannschaften nicht allein abhängig waren, sondern durch den Zustand der Lokomotiven und die Dienstgattung stark beeinflusst werden. Auch wurden die Geldbeträge für Brennstoffersparnisse von den Mannschaften bald als eine selbstverständliche Aufbesserung des Gehaltes angesehen und ein Mindestbetrag gefordert. Damit hatte aber diese Einrichtung ihre Wirksamkeit zum größten Teil wieder verloren.

Bei den gegenwärtigen Verhältnissen dürfte jedoch der Standpunkt der Verwaltungen wohl anders sein. Selbst wenn ein beträchtlicher Wertanteil der ersparten Brennstoffmengen den Mannschaften vergütet würde, so ist bei den jetzigen hohen Kohlenkosten ein nicht unbedeutender Gewinn zu erwarten. Bei dem genauen Einblicke, den man gegenwärtig in die Feuerungstechnik des Lokomotivbetriebes besitzt, dürfte die Lösung der Frage in einem für alle Teile günstigen Sinne sicher möglich sein. Dabei ist als besonderer Vorteil anzusehen, daß die Einführung dieser Einrichtung keine besonderen, langwierigen Vorarbeiten erfordert.

Bei dieser Gelegenheit soll bemerkt werden, wie bedauerlich es ist, daß die Eisenbahnmaschinen-Ingenieure bei der gegenwärtig in Mitteleuropa üblichen Dienstführung viel zu

*) Siehe auch die Arbeiten des Verfassers: „Die Feuerungstechnik im Lokomotivbetriebe“, Eisenbahntechnische Woche, II. Jahrgang, Seite 897 und III. Jahrg., Seite 390. „Einige Erfahrungen über Braunkohlenfeuerung im Lokomotivbetriebe.“ Verkehrstechn. Woche. XIII. Jahrg. Seite 281.

wenig Gelegenheit bekommen, im eigentlichen Lokomotivfahrdienste tätig zu sein. Sie werden gewöhnlich durch den Verwaltungsdienst viel zu stark in Anspruch genommen, so daß für den eigentlichen technischen Dienst nur ungenügende Zeit übrig bleibt. Es ist daher nicht möglich, daß sich die Ingenieure mit den einzelnen Lokomotivbauarten eingehend beschäftigen, diese im Fahrdienst gründlich studieren und die vorteilhafteste Handhabung ermitteln. Das bleibt ebenso wie die Unterweisung der Lokomotivmannschaften meist untergeordneten Angestellten überlassen. Es ist dies aus zwei Gründen nachteilig. Erstens wird dadurch die ungemein wichtige Vertrautheit mit den vorhandenen Lokomotivbauarten, die in allen leitenden Stellen des Zugförderdienstes täglich benötigt wird, ganz unmöglich gemacht und zweitens wird die Aufsicht, die im Fahrdienst ständig geübt werden soll, unwirksam, weil es eben an der notwendigen Erfahrung fehlt. Beide Umstände sind aber angetan, die Brennstoffwirtschaft schwer zu beeinträchtigen. Durch eine gute Handhabung der Lokomotiven, durch deren gewissenhafte Instandhaltung und durch eine ständige auf eine wirtschaftliche Feuerungstechnik gerichtete Aufsicht können größere Werte gewonnen werden, als durch noch so weitgehende Verbesserungen in der Verwaltung. Man sollte daher den jungen Maschinen-Ingenieuren in den ersten Jahren Gelegenheit geben, im Lokomotivfahrdienst die einzelnen Bauarten gründlichst kennen zu lernen. Es wird dabei zweckmäßig sein, nach Vollendung der ersten Einschulung die Ingenieure mit gewissen Aufgaben zu betrauen. Sie hätten z. B. Aufschreibungen über den Brennstoff- und Wasserverbrauch, über die erzielten Leistungen, usw. anzustellen oder hätten Erfahrungen über die zweckmäßigste Feuerungstechnik, über das Verhalten verschiedener Brennstoffarten usw. zu sammeln. Nur auf diese Weise ist es möglich die Erfahrungen zu erlangen, die in den leitenden Stellen des Zugförderdienstes erforderlich sind. Die ungeheuren Werte, die im Lokomotivpark einer großen Eisenbahnverwaltung angelegt sind und die täglich weiter wachsenden Aufwände für den Brennstoff verlangen gebieterisch die sorgfältigste Handhabung. Trotzdem die theoretischen Grundlagen des Lokomotivbetriebes im Allgemeinen gut ausgebildet sind, kann auf die Erfahrung doch niemals verzichtet werden, da bei der großen Zahl verschiedener Lokomotivbauarten, den wechselnden Ansprüchen des Betriebes und den veränderlichen Brennstoffen täglich neue Fragen auftauchen.

Für die Beurteilung des Brennstoffverbrauches im Vergleich zur geleisteten Arbeit wird von den Eisenbahnverwaltungen vorherrschend die Einheit Tonnenkilometer verwendet. Über den Wert dieser Maßeinheit sind bereits oft Untersuchungen angestellt worden*). Da der Tonnenkilometer mit der tatsächlich von der Lokomotive im dynamischen Sinn geleisteten Arbeit nicht im Zusammenhange steht, so darf natürlich den Berechnungen mit Zugrundelegung dieser Maßeinheit niemals dieselbe Bedeutung beigelegt werden, wie etwa für die indizierte Leistung oder die Nutzleistung der Lokomotive in Pferdestärken. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Lokomotiven untereinander darf daher die Einheit Tonnenkilometer nur in ganz bestimmten, eingeschränkten Fällen angewendet werden. Streng genommen ist ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit zweier Lokomotiven auf Grund des Brennstoffverbrauches für ein Tonnenkilometer nur zulässig, wenn es sich für dieselbe Strecke und die Führung desselben Zuges bei gleichen Fahrzeiten und Fahrgeschwindigkeiten handelt.

Dagegen ist der Brennstoffaufwand für ein Tonnenkilometer eine sehr wertvolle Ziffer, um die Wirtschaftlichkeit einer Zugsfahrt im Allgemeinen zu kennzeichnen. Wird der tatsächlich aufgewendete Brennstoffverbrauch auf ein geleistetes Nutz-Tonnenkilometer bezogen, so werden sich je nach den

*) „Brennstoffberechnung für Lokomotiven.“ Verkehrstechnische Woche. IV. Jahrgang. Seite 701.

Streckenverhältnissen, Zuglasten, Fahrgeschwindigkeiten, nach der Wirtschaftlichkeit der Lokomotive und deren Widerstandsverhältnissen, nach der Witterung usw. sehr verschiedene Werte ergeben. Da andererseits vom kaufmännischen Standpunkte betrachtet mit Rücksicht auf die Frachtsätze nur die hinter dem Tender geförderte Nutzlast und die zurückgelegte Strecke für die Einnahmen maßgebend sind, so kommt der Maßeinheit Nutz-Tonnenkilometer tatsächlich eine gewisse kaufmännische Bedeutung zu. Dabei kommt noch hinzu, daß gleichzeitig durch den Brennstoffaufwand auch die Schwierigkeit des Betriebes sehr gut gekennzeichnet ist, da bei erhöhtem Brennstoffaufwand auch stärkere Lokomotiven, größere Beanspruchung und mehr Verschleiß usw. vorliegt.

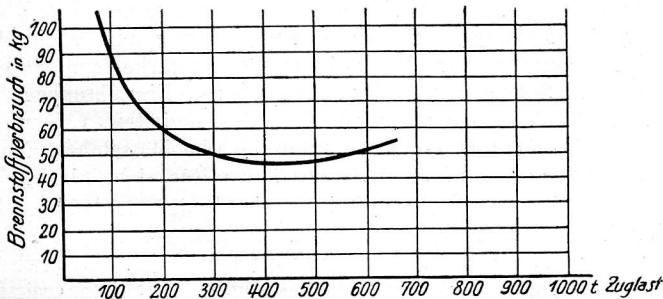
Es ist eine alte Erfahrung, daß bei zunehmender Belastung und sonst unveränderten Fahrzeiten und Streckenverhältnissen der Brennstoffverbrauch für den geförderten Nutz-Tonnenkilometer abnimmt, trotzdem hierbei die Beanspruchung der Lokomotive gesteigert wird. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß bei erhöhter Belastung die Lokomotive vorteilhafter ausgenutzt ist und der Kohlenverbrauch für die Überwindung des Eigenwiderstandes von Lokomotive und Tender mehr und mehr zurücktritt. Die Wirtschaftlichkeit der Lokomotive ist daher gewöhnlich nahe der Höchstleistung am vorteilhaftesten. Ja es kann sogar vorkommen, daß der Kohlenverbrauch für den geförderten Nutz-Tonnenkilometer noch weiter abnimmt, wenn die Lokomotive bereits schon überlastet ist. Der Kohlenverbrauch für den Tonnenkilometer des Wagenzuges ist somit kein Kennzeichen für die Anstrengung der Lokomotive, die viel besser aus dem Kohlenverbrauche für ein Lokomotiv-Kilometer zu ersehen ist.

Zusammenstellung 1.

Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer einer 2 B 1 Schnellzuglokomotive auf einer günstigen Flachlandstrecke im Schnellzugdienst.

| Zugbelastung t | Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer kg |
|-------------------|--|
| 100 | 91,1 |
| 200 | 59,7 |
| 300 | 51,0 |
| 400 | 48,6 |
| 500 | 48,0 |
| 600 | 50,6 |

Abb. 1. Schnellzugdienst im Flachland.



In Zusammenstellung 1 sind die Verbrauchsziffern für 1000 Tonnenkilometer des Wagenzuges angegeben, die sich bei Verwendung einer 2 B 1 Lokomotive auf einer sehr günstigen Flachlandstrecke im Schnellzugdienste ergeben haben.

Die mittlere fahrplanmäßige Fahrgeschwindigkeit ist nahezu 65, die Höchstgeschwindigkeit 80 km/st. Es sind nur wenige Aufenthalte im betrachteten Streckenabschnitt vorhanden. Die gewöhnliche Höchstbelastung ist 400 t. Die Lokomotive erzielt bei etwa 500 t die größte noch angemessene Höchstleistung und ist bei größeren Belastungen überbeansprucht.

Es ist aus Zusammenstellung 1 zu erkennen, daß bei Zunahme der Belastung der Brennstoffverbrauch erst rasch, später aber immer mäßiger sinkt. In der Nähe des Höchstleistung verflacht die Schaulinie des Brennstoffverbrauches auffallend und gibt bei etwa 475 t Belastung den geringsten Wert mit 47,5 kg, während bei 100 t Belastung der Verbrauch nahezu doppelt so groß ist. Bei weiterer Steigerung der Belastung ist eine Zunahme des Brennstoffverbrauches zu erkennen. Diese Zunahme ist auf die starke Überbeanspruchung der Lokomotive zurückzuführen. Der Brennstoffverbrauch für die indizierte Pferdestärke und Stunde wächst nun so sehr an, daß nun auch auf die Tonne des Wagenzuges eine größere Brennstoffmenge entfällt. Da der Verlauf des Brennstoffverbrauches für die indizierte Pferdestärke und Stunde nahe der Höchstleistung von den zufälligen Bauverhältnissen des Lokomotivkessels und der Lokomotivdampfmaschine sehr abhängig ist, so werden sich für jede Lokomotivbauart sehr abweichende Verbrauchsziffern für den Nutz-Tonnenkilometer ergeben. Es ist aber gewöhnlich in der Nähe der Höchstleistung der Lokomotive eine Verflachung, oft auch ein Wiederanstiegen des Brennstoffverbrauches für den Nutz-Tonnenkilometer zu erkennen.

Sehr bemerkenswerte Vergleiche lassen sich anstellen, wenn mehrere Lokomotivbauarten nebeneinander im gleichen Betriebe stehen und die Verbrauchsziffern für 1000 Nutz-Tonnenkilometer berechnet werden. Liegt die Höchstleistung der Lokomotiven weit auseinander, so werden sich auch sehr abweichende Verbrauchsziffern ergeben, da dann die schwächere Lokomotivbauart in einem gewissen Gebiet bereits überbeansprucht ist und einen wachsenden Kohlenverbrauch aufweist, während die stärkere Lokomotivbauart in demselben Gebiet, noch nicht genügend ausgenutzt, noch einen mit zunehmender Belastung abfallenden Brennstoffverbrauch zeigt.

Um auch hierfür ein Beispiel anzuführen, ist in Zusammenstellung 2 der Brennstoffverbrauch für 3 verschiedene Bauarten von Personen- und Schnellzuglokomotiven gegeben, die auf einer günstigen Talstrecke im Personenzugdienst bei ungefähr 50 km/st mittlerer fahrplanmäßiger Geschwindigkeit und 60 km/st Höchstgeschwindigkeit erhalten wurde. Es ist eine ältere, schwache und eine neuere, mittelstarke Lokomotive mit je 2 gekuppelten Achsen und eine starke Schnellzuglokomotive mit 3 gekuppelten Achsen verglichen. Die erstgenannte Lokomotive ist eine Naßdampf-Zwillingslokomotive, die mittelstarke ist eine Naßdampf-Zweizilinderverbundlokomotive, die letztgenannte ist eine Heißdampf-Vierzilinderverbundlokomotive. Es wäre zwar zweckmäßiger, wenn zunächst Lokomotiven gleicher Grundbauart verglichen werden könnten, da dann der Einfluß der Lokomotivstärke auf den Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer ungestört zu erkennen wäre. Da aber derartige wertvolle Vergleichswerte überhaupt nur schwer zu erlangen sind, so muß hier das benutzt werden, was eben zur Verfügung steht.

Zusammenstellung 2 läßt zunächst erkennen, daß bei der geringsten Belastung die schwächste Lokomotive am vorteilhaftesten ist. Bei wachsender Zuglast tritt an ihre Stelle die mittelstarke Lokomotive, die für ein ziemlich breites Gebiet sich als am wirtschaftlichsten erweist. Die starke Lokomotive ist erst bei Belastungen von mehr als 350 t wirtschaftlicher und beherrscht dann wegen ihrer großen Leistungsfähigkeit die größeren Belastungen allein. An allen drei Lokomotiven ist die Verflachung und das Wiederanstiegen

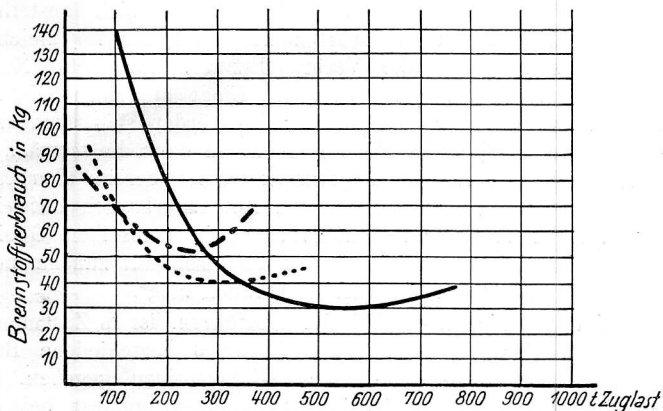
des Kohlenverbrauches zu ersehen. Die kleinsten Verbrauchsziffern der drei Lokomotiven ergeben sich bei 225, 325 und 600 t mit 54,0, 40,0 und 31,0 kg für 1000 Nutz-Tonnenkilometer. Der Verlauf dieser Verbrauchsziffern läßt zahlreiche, für den Zugförderungsdienst sehr wichtige Schlüsse zu.

Zusammenstellung 2.

Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer für drei verschiedene Lokomotivbauarten auf einer günstigen Flachlandstrecke im Personenzugdienst.

| Zugbelastung t | 2 B Nafsdampf-Zwilling-Personenzuglokomotive | 2 B Nafsdampf-Zweizylinderverbund-Schnellzuglokomotive | 1 C2 Heißdampf-Vierzylinderverbund-Schnellzuglokomotive |
|-------------------|--|--|---|
| 100 | 70,0 | 70,5 | 140,0 |
| 200 | 54,5 | 46,7 | 73,0 |
| 300 | 57,0 | 40,5 | 46,7 |
| 400 | — | 42,0 | 36,5 |
| 500 | — | — | 32,5 |
| 600 | — | — | 31,0 |
| 700 | — | — | 35,5 |

Abb. 2.



— — — 2 B Nafsdampfwilling-Personenzuglokomotive (alt).
 2 B Nafsdampfverbund-Schnellzuglokomotive.
 ——— 1 C2 Heißdampf-Vierzylinderverbund-Schnellzuglokomotive (neu).

Zunächst läßt sich feststellen, daß Lokomotiven verschiedener Stärke auch bei verschiedenen Belastungen den vorteilhaftesten Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer ergeben. Jede Lokomotivbauart hat ihr vorteilhaftestes Verwendungsgebiet, das nicht ohne Nachteil nach oben oder nach unten überschritten werden darf. Ist also auf einer bestimmten Strecke ein unveränderlich festgelegter Dienst mit einer gegebenen Zugbelastung zu leisten, so wird jene Lokomotivbauart sich am wirtschaftlichsten erweisen, die dieser Beanspruchung am besten angepaßt ist. Es kann somit unter Umständen eine schwächere Lokomotive ebenso wie eine stärkere unwirtschaftlich sein. Bei einer Belastung von 250 t ist z. B. die mittlere Lokomotive am wirtschaftlichsten. Sie verbraucht 42,5 kg, während beide übrigen Lokomotiven über 50 kg aufweisen. Die Heißdampf-Verbundlokomotive verbraucht sogar noch mehr als die Nafsdampfwilling. Die Grundbauart scheint somit gar keine Rolle zu spielen. Tatsächlich ist aber die schwache Lokomotive schon zu sehr überbeansprucht, die starke Lokomotive aber noch lange nicht ausgenutzt, während die mittlere Lokomotive in ihrem günstigsten Leistungsbereich ist. Die Wirtschaftlichkeit für die indizierte Pferdestärke und

Stunde ist natürlich imstande, die Verbrauchsziffern ebenfalls zu verschieben. Wären alle drei Lokomotiven Heißdampf-Verbundlokomotiven, so würden die Verbrauchsziffern der schwachen und der mittleren Lokomotive etwas herabrücken. Der Gesamtverlauf würde aber demnach derselbe bleiben, da die kleinste Lokomotive wegen des größeren Verbrauches für die Eigenbewegung immer am ungünstigsten abschneidet.

Wenn also im Laufe der Zeit die Belastung eine Vergrößerung erfährt, so wird im Allgemeinen bei Verwendung einer bestimmten Lokomotivbauart der Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer abnehmen. Nähert sich die Belastung der Züge der Grenzleistung der Lokomotive, so tritt eine Abnahme des Brennstoffaufwandes für 1000 Nutz-Tonnenkilometer nicht mehr ein, ja es kann sogar eine Zunahme platzgreifen. Wachsen die Zuglasten noch weiter, so ist nun die Verwendung einer stärkeren Lokomotivbauart angezeigt, die selbst dann für den Nutz-Tonnenkilometer weniger Brennstoff verbraucht, wenn sie auch thermisch nicht so vollkommen ausgebildet wäre, wie die vorher verwendete Lokomotive. Auch diese Lokomotive wird dann bei zunehmender Belastung immer weniger Brennstoff für 1000 Nutz-Tonnenkilometer verbrauchen, bis sie an ihre Leistungsgrenze angelangt ist.

Hat man mehrere verschiedene starke Lokomotiven nebeneinander im gleichen Dienste, die im Durchschnitt auch gleiche Belastungen führen, so darf man aus dem Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer nie auf die Wirtschaftlichkeit der Grundbauart schließen, sondern kann nur die Eignung der Lokomotive ihrer Stärke nach für den betreffenden Dienst beurteilen. Würden z. B. in Zusammenstellung 2 die Verbrauchsziffern bei 250 t Zuglast für einen solchen Vergleich benützt, so würde man das überraschende Ergebnis erhalten, daß die Nafsdampf-Verbundlokomotive 42,5, die Heißdampf-Verbundlokomotive 56,5 kg Kohle für 1000 Nutz-Tonnenkilometer braucht. Also letztere Lokomotive um 33 % mehr als erstere! Wie bereits dargelegt, ist diese Erscheinung nur darauf zurückzuführen, daß die mittlere Nafsdampf-Verbundlokomotive sehr günstig, die starke Heißdampf-Verbundlokomotive aber ganz unzureichend ausgenutzt ist. Würde der Vergleich für eine Belastung von 400 t vorgenommen, so erhält man für die Nafsdampf-Verbundlokomotive 42,0, für die Heißdampf-Verbundlokomotive 36,5 kg. Es wäre aber auch jetzt ganz falsch, diesen Gewinn etwa der Verwendung des Heißdampfes zuzuschreiben, wie dies oft der Fall ist. Ein Vergleich verschiedener Grundbauarten, Heißdampf und Nafsdampf, einfache und doppelte Dampfdehnung, nach den Verbrauchsziffern für 1000 Nutz-Tonnenkilometer wäre nur zulässig, wenn die Lokomotiven durchaus gleiche Stärke besitzen. In allen anderen Fällen kann nur der Verbrauch für die indizierte Pferdestärke und Stunde maßgebend sein. Ist somit die Beurteilung des Wertes besonderer Einrichtungen, wie z. B. des Überhitzers, der Verbundwirkung, der Speisewasservorwärmung usw. beabsichtigt, so kann eine sichere Entscheidung nur nach den Verbrauchsziffern für die indizierte Pferdestärke und Stunde erfolgen. Schon wegen der verschiedenen Einrichtungen der Vergleichslokomotiven werden sich die erzielten Leistungen selten gleich groß ergeben, während die Mafseinheit Nutz-Tonnenkilometer auf die Leistung keine Rücksicht nimmt.

Aus Zusammenstellung 2 ist noch abzuleiten, daß bei der Verminderung der Zuglasten unter ein gewisses Maß die Verwendung schwächerer Lokomotiven erfolgreich ist. In gewissen Dienstzweigen sind die mittleren Belastungen im Winter weit geringer als im Sommer. Die für den Sommerverkehr geschaffenen Lokomotivbauarten wurden im Winter nur mäßig ausgenutzt. Bei den bisherigen Kohlenpreisen hatte man keine Veranlassung, die starken Lokomotiven nur der Brennstoffwirtschaft wegen durch schwächere zu ersetzen. Gegenwärtig mag aber wohl

oft ein derartiger Wechsel der Lokomotivbauart eine merkliche Verminderung des Brennstoffaufwandes bringen. Jedenfalls ist eine schwächere Lokomotivreihe erfolgreich, wenn die gewöhnliche mittlere Belastung auf die Hälfte vermindert wird.

Andererseits ist aus Zusammenstellung 2 zu entnehmen, daß die Zunahme der Zugbelastung im Allgemeinen eine Besserung des Brennstoffverbrauches für den geförderten Nutz-Tonnenkilometer zur Folge hat. Die Beschaffung stärkerer Lokomotiven kann daher, falls für diese die angenehmen höheren Belastungen vorhanden sind, vom Standpunkt der Brennstoffwirtschaft nur begrüßt werden. Es ist das einfachste und sicherste Mittel, Ersparnisse an Brennstoff zu erzielen.

Die Angaben in Zusammenstellung 1 und 2 gelten für unveränderte Geschwindigkeit und Fahrzeit. Es entsteht nun die Frage, wie der Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer bei unveränderter Zuglast durch Änderung der Fahrgeschwindigkeit beeinflusst wird. Da der Fahrwiderstand teilweise im geraden Verhältnisse, teilweise sogar mit dem Quadrate der Fahrgeschwindigkeit wächst, so ist vorauszusehen, daß eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit eine übermäßige Steigerung des Brennstoffverbrauches zur Folge haben muß. Tatsächlich wird dies durch die Erfahrung bestätigt. Um hierfür zuverlässige Angaben machen zu können, müssen die Leistungs- und Wirtschaftsverhältnisse einer Lokomotive eingehend bekannt sein, da unmittelbare Erfahrungswerte kaum vorliegen. Der Verfasser hat seinerzeit die Leistung und die Brennstoffwirtschaft der Lokomotive Reihe 106 der österreichischen Südbahn möglichst eingehend ermittelt und es ist aus diesen Ergebnissen mit einiger Sicherheit abzuleiten, wie sich die Steigerung des Brennstoffverbrauches bei wachsender Fahrgeschwindigkeit und bei unveränderter Belastung ergibt*).

In Zusammenstellung 3 ist für eine gleichmäßige Steigungsstrecke von 3,4 ‰ bei 65, 70 und 75 km/st Fahrgeschwindigkeit der Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer bei 225, 250 und 275 t Zuglast enthalten. Das Anwachsen des Brennstoffverbrauches ist bei allen drei Belastungen ziemlich gleichmäßig. Bei der mittleren Belastung von 250 t sind die Verbrauchsziffern für 1000 Nutz-Tonnenkilometer 59,1, 67,3 und 77,3 kg. Wird das Verhältnis dieser drei Verbrauchsziffern gebildet, so erhält man

$$100 : 113,8 : 130,8.$$

Wird also die Fahrgeschwindigkeit von 65 auf 70 km/st, d. i. um 7,7 ‰ gesteigert, so wächst bei unveränderter Zuglast der Brennstoffverbrauch um 13,8 ‰. Bei der Steigerung von 65 auf 75 km/st, d. i. um 15,4 ‰, erhöht sich der Brennstoffverbrauch um 30,8 ‰. Es ist also die Zunahme des Brennstoffverbrauches in diesem Leistungsbereiche der Lokomotiven ungefähr im doppelten Verhältnisse der Fahrgeschwindigkeitszunahme. Hierzu wäre noch zu bemerken, daß die Lokomotive bei Ausnutzung der gewöhnlichen Höchstbeanspruchung auf der Steigung von 3,4 ‰ und bei 250 t Zuglast dauernd mit 70 km/st fahren kann. Die Lokomotive indiziert hierbei ungefähr 910 PS. Diese Untersuchungen gelten für eine Kohle von 6250 WE.

In ganz besonders erschreckendem Maße wächst aber der Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer, wenn zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit eine Verminderung der Zuglast vorgenommen wird. Hierzu ist man gezwungen, wenn die Höchstleistung der Lokomotive erreicht ist und nun darüber hinaus noch eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit gefordert wird. Diese ist dann nur durch Herabsetzen der Belastung zu erreichen. Die vorhin genannten Grundlagen geben auch hierüber Aufschluß.

Wird die Lokomotive bei der gewöhnlichen Höchstleistung bei 65, 70 und 75 km/st auf der Steigung von 3,4 ‰ richtig

*) Brennstoffberechnung für Lokomotiven. Verkehrstechnische Woche. IV. Jahrgang. Seite 701.

ausgelastet, so erhält man ein Wagenzuggewicht von 280, 245 und 210 t. Der zugehörige Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer ist jetzt 44,0, 51,5 und 61,4 kg. Das Verhältnis dieser Verbrauchsziffern ist jetzt

$$100,0 : 117,0 : 140,1.$$

Die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit um 15,4 ‰ ist durch Erhöhung des Brennstoffverbrauches um 40,1 ‰ erkauft, wobei noch eine namhafte Verminderung der Zuglast hinzukommt.

Zusammenstellung 3.

Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer der Lokomotive Reihe 106 bei wechselnder Belastung und Fahrgeschwindigkeit auf einer mittleren Steigung von 3,4 ‰.

| Zugbelastung t | Fahrgeschwindigkeit, km/st | | |
|-------------------|---|------|------|
| | 65 | 70 | 75 |
| | Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer, kg | | |
| 225 | 59,8 | 68,4 | 76,5 |
| 250 | 59,1 | 67,3 | 77,3 |
| 275 | 59,3 | 67,7 | 77,9 |

Es ist aber dennoch möglich, durch besonders zweckmäßige Auswahl der Lokomotivbauarten, durch Vervollkommnung von Kessel und Lokomotivdampfmaschine und durch gute Ausbildung der Fahrpläne auch wesentlich größere Fahrgeschwindigkeiten noch bei erträglichem Brennstoffverbrauche zu erreichen. Die erste Voraussetzung hierfür sind jedoch günstige Strecken mit geringen durchschnittlichen und größten Steigungen.

Die besten englischen Schnellzuglokomotiven verbrauchen auf den günstigsten Strecken im Durchschnitt für die Hin- und Rückfahrt etwa 45 bis 50 kg Kohle für 1000 Tonnenkilometer des Wagenzuggewichtes bei mittleren Reisegeschwindigkeiten von 80 bis 85 km/st. Die Kohle hat dabei allerdings gewöhnlich einen größeren Heizwert als 7000 WE. Dieser günstige Erfolg ist jedoch weniger auf die besonders guten thermischen Eigenschaften der Lokomotiven zurückzuführen, sondern hauptsächlich auf die gute Ausgestaltung und Anlage der englischen Hauptbahnstrecken, die im Schnellzugdienste ein gleichmäßiges Beanspruchen der Lokomotive über lange Strecken ohne Beschränkung der Fahrgeschwindigkeit gestattet. Die vorzüglichen Signalanlagen erlauben die unbeschränkte Durchfahrt durch größte Bahnhöfe ohne Geschwindigkeitsverminderung. Die Fahrordnungen sind den Lokomotivleistungen gut angepaßt und erlauben auf Steigungen mäßige Geschwindigkeiten, während auf den Gefällen bis zu den durch die Lokomotivleistung sich ergebenden Höchstgeschwindigkeiten gegangen werden kann. Aufenthalte sind möglichst vermieden. Durch diese einfachen Mittel ist es möglich, den Schnellzugdienst trotz hoher Reisegeschwindigkeiten mit einem geringen Brennstoffaufwand zu leisten.

Sind aber die Strecken ungünstig angelegt, gibt es stärkere Steigungen, häufige Gegensteigungen, zahlreiche Geschwindigkeitsbeschränkungen, die ein Wiederbeschleunigen der Züge erforderlich machen, so wird der Brennstoffaufwand für einen Nutz-Tonnenkilometer umso ungünstiger, je mehr man sich bemüht, durch Verstärken der Lokomotiven und Einschränken der Zuglasten die Reisegeschwindigkeit zu heben. Auf solchen Strecken ist allerdings jede geringfügige Steigerung der Fahrgeschwindigkeit mit großen Opfern verbunden. Es wäre aber auch wieder unrichtig, daraus folgern zu wollen, daß es für den Brennstoffaufwand für ein Nutz-Tonnenkilometer am vorteilhaftesten ist, so langsam als möglich zu fahren. Auch nach unten hin gibt es wieder eine Steigerung des Brennstoffverbrauches, sobald eine gewisse Geschwindigkeit unterschritten

wird. In diesem Gebiete ist es die Lokomotivdampfmaschine, die den Ausschlag gibt. Sobald die Umdrehungszahl unter ein bestimmtes Maß sinkt, wird der Dampfverbrauch in Folge der wachsenden Niederschlagsverluste und wohl auch durch gesteigerte Leckverluste für die indizierte Pferdestärke und Stunde rasch größer. Über diese Erscheinung soll bei der Behandlung des Brennstoffverbrauches im Güterzugdienste noch einiges mitgeteilt werden.

Es soll nun noch untersucht werden, in welcher Weise sich der Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer im Personen- und Schnellzugdienste bei zunehmender Steigerung verändert. Es soll wieder die Lokomotivreihe 106 nach vorstehenden Quellen für dieses Beispiel benützt werden.

Wieder sind zwei grundsätzlich verschiedene Fälle möglich. Man kann sich einerseits vorstellen, daß die Lokomotive mit einer unveränderten Belastung verschiedene Steigungen befährt und dabei natürlich sehr verschiedenartig beansprucht wird, bis sie endlich auf der stärksten Steigung an die Grenzleistung gelangt. Andererseits ist es möglich, daß die Lokomotive für jede Steigung völlig ausgelastet wird und immer mit der Höchstleistung arbeitet. Da in beiden Fällen auch noch verschiedene Fahrgeschwindigkeiten angewendet werden können, so ist ein Überblick nicht leicht möglich und man muß sich auf einzelne Beispiele beschränken.

Um bei Anforderungen zu bleiben, die den Abmessungen der Lokomotive durchschnittlich entsprechen, ist zunächst ein Wagenzuggewicht von 200 t angenommen. Auf wagrechter Strecke könnte bei der Höchstleistung der Lokomotive noch eine Geschwindigkeit von 93 km/st dauernd erreicht werden. Auf Steigungen müßte mit kleinerer Fahrgeschwindigkeit gefahren werden. Um aber zunächst den Einfluß der veränderlichen Fahrgeschwindigkeit auszuschalten, wird es zweckmäßig sein, eine bestimmte Geschwindigkeit z. B. 50 km/st für alle untersuchten Fälle vorauszusetzen. Die Höchstleistung der Lokomotive wird dabei erst auf der Steigung von 10,0‰ erreicht. Der Brennstoffverbrauch ist aus Zusammenstellung 4 zu entnehmen.

Der Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer steigt von 42,0 auf wagrechter Strecke bis auf 110,7 kg auf Steigungen von 10‰. Die Zunahme beträgt im Mittel für 1‰ 6,9 kg Kohle für 1000 Tonnenkilometer oder 16,4‰ des Kohlenverbrauches auf wagrechter Strecke bei der unveränderten Fahrgeschwindigkeit von 50 km/st. Dabei ist aber der Verlauf des Kohlenverbrauches nicht regelmäÙig, da die Lokomotive bei mittleren Beanspruchungen am vorteilhaftesten, bei geringen und starken Beanspruchungen aber unwirtschaftlicher arbeitet. Es ist jedoch ein bedeutender Unterschied nicht vorhanden. In Zusammenstellung 4 ist an letzter Stelle auch der Kohlenverbrauch des 200 t-Zuges auf der Steigung von 12‰ eingetragen, der bei äußerster Anstrengung der Lokomotive sich einstellen würde. Bei der Vergrößerung der Steigung von 10 auf 12‰ wächst hiernach der Kohlenverbrauch um 18,6‰ für 10‰, somit nur um wenig mehr als im Durchschnitt für 0 bis 10‰. Diese gute Eigenschaft der Dampflokomotive, auch bei Überanstrengungen nicht übermäßig unwirtschaftlich zu werden, hat leider zur Folge, daß man häufig über die Grenzen hinausgeht, die in Bezug auf die Erhaltung der Lokomotive geboten erscheinen.

Bei Vergleich der Ergebnisse in Zusammenstellung 4 mit jenen in Zusammenstellung 1 und 2 muß auffallen, daß eigentlich die Steigungen für den Brennstoffaufwand weit schädlicher sind, als hohe Fahrgeschwindigkeiten. Die an sich durchaus nicht bedeutende Steigung von 10‰ erfordert bereits einen weit größeren Brennstoffaufwand für 1000 Nutz-Tonnenkilometer als eine Fahrgeschwindigkeit von 100 km/st auf wagrechter Strecke! Diese Tatsache mahnt, Strecken mit stärkeren Steigungen hinsichtlich des Kohlenverbrauches um so strenger zu überwachen.

Zusammenstellung 4.

Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer bei der Förderung eines Wagenzuges von 200 t mit unveränderter Fahrgeschwindigkeit auf verschiedenen Steigungen.

| Steigung | Fahrgeschwindigkeit | Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer |
|--------------------------------------|---------------------|---|
| ‰ | km/st | kg |
| 0,0 | 50 | 42,0 |
| 2,5 | 50 | 55,5 |
| 5,0 | 50 | 66,0 |
| 7,5 | 50 | 81,7 |
| 10,0 (Gewöhnliche Höchstleistung) | 50 | 110,7 |
| 12,0 (Größte Anstrengung) | 50 | 147,8 |

Die Zusammenstellung 4 setzt voraus, daß auf allen Steigungen mit der gleichen Fahrgeschwindigkeit, 50 km/st, gefahren wird, damit die Einwirkung der Steigung auf den Brennstoffverbrauch unbeeinflusst beobachtet werden konnte. Man könnte aber dagegen einwenden, daß im Betriebe es wohl zweckmäßiger ist, auf minder steilen Strecken rascher, auf großen Steigungen aber langsamer zu fahren. Gleichzeitig ist es zweckmäßig, in allen Fällen die Lokomotive möglichst bis zur Grenze auszunützen. Dadurch entstehen die zusammengehörigen Werte von Fahrgeschwindigkeit und Steigung, die, mitunter einheitlich aufgestellt, die Grundlage der Fahrpläne bilden sollen.

Zusammenstellung 5.

Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer bei der Förderung eines Wagenzuges von 200 t bei Ausübung der Höchstleistung der Lokomotive.

| Steigung | Fahrgeschwindigkeit | Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer |
|----------|---------------------|---|
| ‰ | km/st | kg |
| 0,0 | 93,0 | 74,8 |
| 2,5 | 81,5 | 81,8 |
| 5,0 | 70,0 | 90,5 |
| 7,5 | 59,0 | 99,2 |
| 10,0 | 50,0 | 110,7 |

Es ist daher in Zusammenstellung 5 auch noch der Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer angegeben, wenn auf der wagrechten Strecke und den geringeren Steigungen mit dem 200 t-Zug stets so rasch gefahren wird, als die gewöhnliche Höchstleistung der Lokomotive zuläßt. Diese Verhältnisse entsprechen den Grundsätzen eines guten Zugförderungsdienstes mehr, als jene in Zusammenstellung 4.

Die Ergebnisse dieser Zusammenstellung bringen eine Überraschung. Es nehmen zwar die Verbrauchsziffern für die zunehmende Steigung, wie zu erwarten, zu, dagegen ist jetzt trotz des ziemlich bedeutenden Geschwindigkeitsunterschiedes zu ersehen, daß die größeren Geschwindigkeiten mit geringerem Brennstoffaufwande erzielt werden als die kleineren. Es ergibt

sich somit, daß es z. B. billiger ist, auf wagrechter Strecke mit 93 km/st zu fahren als auf 5⁰/₁₀₀ mit 70 oder auf 10⁰/₁₀₀ mit 50 km/st. Während gegenwärtig in der Regel die Geschwindigkeit von 93 km/st als beträchtlich eingeschätzt wird, hält man eine Geschwindigkeit von 50 km/st auf 10⁰/₁₀₀ für Schnellzüge gerade für nicht sehr hoch und verlangt oft mehr. Man erkennt hieraus, daß die hohen Fahrgeschwindigkeiten, richtig verwendet, durchaus nicht unwirtschaftlich sein müssen, daß aber auf den stärkeren Steigungen unbedingt nicht zu rasch gefahren werden darf, da die Steigungen für sich allein schon einen bedeutenden Mehraufwand an Brennstoff für ein Nutz-Tonnenkilometer verlangen. Diese Erfahrung rückt erst so recht den Wert einer richtigen Beurteilung der Lokomotiven und eine damit verbundene sachgerechte Aufstellung der Belastungstypen und Fahrzeiten ans Licht, da dann die vorteilhafteste Verwendung der Lokomotive sicher vorgezeichnet ist*).

Viele Eisenbahnverwaltungen haben versucht, im Allgemeinen Grundsätze aufzustellen, Fahrgeschwindigkeit und Steigung in eine Abhängigkeit zu bringen. Gewöhnlich ist hierbei nur die Höchstgeschwindigkeit oder Grundgeschwindigkeit nach den Steigungen und Gefällen abgestuft. Viel wichtiger ist es, die fahrplanmäßigen Geschwindigkeiten für Erstellung der regelmäßigen Fahrzeiten genau festzulegen, da von diesen die Wirtschaftlichkeit des ganzen Betriebes hauptsächlich abhängt. Aber gerade auf diesem Gebiete ist noch nicht viel geleistet worden. Wenn schon vielleicht bei einigen wenigen Verwaltungen derartige Grundlagen zu finden sind, so sind sie meist ohne Rücksicht auf die vorhandenen Lokomotivleistungen willkürlich nach einem unbekanntem Schlüssel angelegt.

Die Begriffe in dieser Richtung hat die Bezeichnung »Grundgeschwindigkeit« nicht wenig verwirrt. Da es bisher nicht gelungen ist, eine einwandfreie Erklärung der Bezeichnung Grundgeschwindigkeit zu geben, so sind schon von vorne herein alle damit im Zusammenhange stehenden Fragen zweifelhaft. Auf einer Strecke wie z. B. Berlin—Hamburg, wo die Grundgeschwindigkeit gleich der Höchstgeschwindigkeit ist und im regelmäßigen Dienste tatsächlich nahezu nur mit dieser Fahrgeschwindigkeit gefahren wird, mag die Bezeichnung Grundgeschwindigkeit vielleicht eine gute Kennzeichnung der Zuggattung geben. Sobald es sich aber um Strecken handelt, die nach Steigungs- und Richtungsverhältnissen abschnittsweise ihren Charakter völlig ändern, in welchen die mit Rücksicht auf die Bahnanlage zulässigen Höchstgeschwindigkeiten von Station zu Station wechseln, wo mit Rücksicht auf die Bremsung sehr verschiedene Beschränkungen der Höchstgeschwindigkeit nötig sind, da kann das Hinzufügen einer für die ganze Strecke vorgeschriebenen Grundgeschwindigkeit nur Verwirrung bringen. Sie bringt aber auch noch dadurch Schaden, daß man beim Befahren der langen Steigungen sich durch die Grundgeschwindigkeit oder hiernach abgestufte Geschwindigkeiten häufig beeinflussen läßt, rascher zu fahren als es zweckmäßig ist, statt die vorteilhafteste Fahrgeschwindigkeit aus der Belastungstafel der vorherrschend verwendeten Lokomotivbauart zu entnehmen. Diese aber kennt weder eine Grundgeschwindigkeit, noch eine hiernach abgestufte Geschwindigkeit, sondern ist lediglich nach den Zugkraftverhältnissen aufgebaut, die allein maßgebend sind, die Grundlagen einer zweckmäßigen Fahrzeitberechnung zu bilden.

Die Brennstoffwirtschaft im Güterzugdienste ist, wie bereits angedeutet, noch weit wichtiger als im Personen- und Schnellzugdienste, da der Güterzugdienst nicht nur den größeren Teil

des Gesamtbetriebes ausmacht, sondern da im Güterzugdienste es den Eisenbahnverwaltungen weit eher möglich ist, die vorteilhaftesten Grundsätze für die Ausbildung der Fahrpläne und der Belastungsbestimmungen anzuwenden, als im Personen- und Schnellzugdienste, wo man den öffentlichen Bedürfnissen sich vielfach unterzuordnen hat. Im Güterzugdienste wird daher die Anwendung zweckmäßiger Grundlagen immer namhafte Ersparnisse im Brennstoffverbrauche erwarten lassen.

Um über diese Grundlagen Klarheit zu erlangen, sollen auch hier einige Erfahrungswerte mitgeteilt werden.

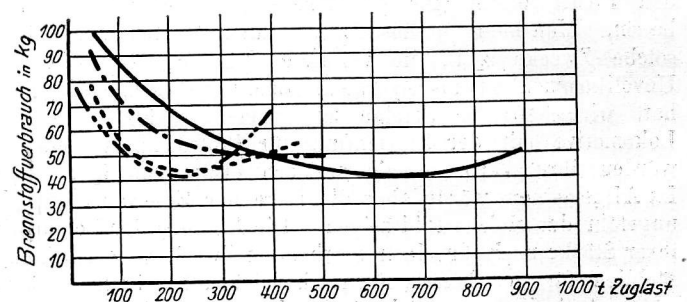
Da sich der Güterzugdienst im Allgemeinen bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten vollzieht als der Personen- und Schnellzugdienst, so ist der Fahrwiderstand etwas geringer zu erwarten. Da auch die kräftigeren Lokomotiven für die Förderung großer Zuglasten bestimmt sind, so ist der Brennstoffaufwand für 1000 Nutz-Tonnenkilometer im Güterzugdienste kleiner als im Personen- und Schnellzugdienste. Der Unterschied ist jedoch nicht so bedeutend wie er erwartet werden dürfte, da im Güterzugdienste andere ungünstige Einflüsse zur Geltung kommen. So sind z. B. die Fahrwiderstände wegen der größeren Unvollkommenheit und schlechteren Instandhaltung der Güterwagen höher, die Schwierigkeiten beim Anfahren schwerer Güterzüge beeinflussen den Kohlenverbrauch in nicht geringem Maße, wobei noch zur Geltung kommt, daß Güterzüge aufserfahrplanmäßigen Aufenthalte in viel größerem Maße ausgesetzt sind als Personen- und Schnellzüge. Aber auch die langen Aufenthalte in den Stationen tragen sehr bei, den Brennstoffverbrauch zu vergrößern.

Zusammenstellung 6.

Kohlenverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer im Güterzugdienste für eine 88,6 km lange Hauptbahnstrecke. Mittlere Steigung 3,05⁰/₁₀₀. Höchststeigung 10⁰/₁₀₀. Mittlere, fahrplanmäßige Fahrgeschwindigkeit 30,0 km/st.

| Nutzlast t | Ältere Nafsdampf- Zwillings- Güterzug- lokomotive | Nafsdampf- Verbund- Güterzug- lokomotive | Nafsdampf- Verbund- Güterzug- lokomotive | Heißdampf- Zwillings- Güterzug- lokomotive |
|---------------|---|---|---|---|
| | Achsfolge C | Achsfolge 1 C | Achsfolge 1 D | Achsfolge E |
| 300 | 51,0 | 54,5 | 71,7 | 82,7 |
| 400 | 45,4 | 46,3 | 57,2 | 63,4 |
| 500 | 47,7 | 45,5 | 52,8 | 55,6 |
| 600 | — | 49,5*) | 49,0 | 49,5 |
| 700 | — | — | 49,0 | 44,0 |
| 800 | — | — | — | 41,4 |
| 900 | — | — | — | 42,5*) |
| 1000 | — | — | — | 46,0*) |

Abb. 3.



..... 1 C Nafsdampfzwillings-Güterzuglokomotive (alt).
 1 C Nafsdampfverbund-Güterzuglokomotive.
 ——— 1 D Nafsdampfverbund-Güterzuglokomotive.
 — · — · E Heißdampfzwillings-Güterzuglokomotive.

*) Starke Überbeanspruchung der Lokomotive.

*) Über Berechnung der Fahrzeit aus der Leistungsfähigkeit der Lokomotive siehe die Arbeiten des Verfassers: „Untersuchungen an einer Lokomotive mit Feststellung der günstigsten Belastungen für dieselbe.“ Allgemeine Bauzeitung. Jahrg. 1905. Heft 3. „Bestimmung der Fahrzeiten aus der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven.“ Zeitschrift zur Beförderung des Gewerbetreibenden. Jahrg. 1906. Seite 305. „Berechnung der Fahrzeiten.“ Stockert, Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens. II. Band. Seite 39.

In Zusammenstellung 6 sind die Ergebnisse von Fahrten auf einer 88,6 km langen Hauptbahnstrecke im gewöhnlichen Güterzugdienst mit vier verschiedenen Lokomotivbauarten enthalten. Die Strecke hat zwischen den Endpunkten eine mittlere Steigung von 3,05 ‰. Es sind nahezu keine Gegensteigungen vorhanden. Die erste Hälfte der Strecke ist nahezu wagrecht, die zweite enthält maßgebende Steigungen bis 10,0 ‰. Der Versuchszug besitzt eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 30,0 km/st. Es sind fahrplanmäßig vier Zwischenaufenthalte vorgesehen. Die Ergebnisse in Zusammenstellung 6 sind für eine Kohle von 7000 WE umgerechnet.

Die vier untersuchten Lokomotiven liegen in der Leistung ziemlich weit auseinander. Die C-Lokomotive entspricht den veralteten aber noch zahlreich vorhandenen Güterzuglokomotiven. Die 1 C-Lokomotive ist bereits wesentlich stärker und war hauptsächlich als Gütereilzuglokomotive in Verwendung. Die 1 D-Lokomotive ist eine vielfach verwendete und geschätzte Gebirgslokomotive, die allerdings für größere Fahrgeschwindigkeiten bestimmt ist. Endlich ist die E-Lokomotive eine ausgesprochene Gebirgslokomotive und für die mächtige Höchststeigung eigentlich zu stark.

Leider ist auch die Bauart der Lokomotiven verschieden. Die C-Lokomotive ist Nafsdampf-Zwilling, die 1 C und 1 D Nafsdampf-Verbund, die E aber Heißdampf-Zwilling. Für einen zuverlässigen Vergleich wäre es zweckmäßig, wenn alle Versuchlokomotiven die gleiche Grundbauart besäßen.

Beim Vergleiche der Verbrauchsziffern in Zusammenstellung 6 ist zunächst zu ersehen, daß bei Belastungen von 300 bis 400 t die schwächliche C-Lokomotive mit der unvollkommensten Dampfmaschine am vorteilhaftesten ist. Die 1 C-Lokomotive kommt ihr nahe, aber die beiden kräftigen Lokomotiven sind ganz bedeutend unwirtschaftlicher. Bei 500 t Zugbelastung nimmt die 1 C-Lokomotive den günstigsten Platz ein. Die C-Lokomotive ist nun schon zu nahe der Höchstleistung und daher überbeansprucht. Bei 600 t gilt dasselbe für die 1 C-Lokomotive, nun rückt bereits die 1 D-Lokomotive in ihre günstigste Lage. Endlich zeigt die E-Lokomotive bei einer Belastung von 800 t ihren günstigsten Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer. Bei der weiteren Steigerung der Zuglast auf 900 und 1000 t, die nur durch Überbeanspruchung der Lokomotive möglich war, stellt sich eine Zunahme der Verbrauchsziffern ein. So zeigt sich hier in gleicher Weise, wie an den Personenzuglokomotiven, für jede Bauart eine vorteilhafteste Belastungszone. Der absolut kleinste Verbrauch wird von der stärksten Lokomotive bei verhältnismäßig großer Last erreicht. Eine Erfahrung, die ebenfalls stets wiederkehrt. Die hohen Verbrauchsziffern der stärksten Lokomotive bei den geringen Belastungen mahnen aber, daß diese starken Lokomotiven auch eine ausreichende Belastung verlangen um wirtschaftlich zu sein. Auch hier kann man sagen, daß es bei Verminderung der angemessenen Höchstlast auf die Hälfte zweckmäßig ist, den Dienst durch eine schwächere Lokomotive besorgen zu lassen. Man kann aus Zusammenstellung 6 erkennen, daß für solche Zwecke z. B. die veraltete C-Lokomotive trotz ihrer Unvollkommenheit als Wärmekraftmaschine noch Gelegenheit hat, wirtschaftliche Erfolge zu erzielen. Wäre auch diese Lokomotive mit der Einrichtung für Heißdampf versehen, so würden ihre Verbrauchsziffern noch etwas günstiger liegen. Im Allgemeinen würde aber die Lage der Ziffern zu einander ungefähr das gleiche Bild zeigen. Die Eignung der Lokomotive ihrer Stärke nach für einen bestimmten Zweck ist somit hauptsächlich für den brennstoffwirtschaftlichen Erfolg maßgebend, während die Wirtschaftlichkeit der Lokomotive hinsichtlich des Kohlenverbrauches für die Pferdestärke und Stunde erst in zweiter Linie zur Geltung kommt. Es kann somit durch richtige Verteilung der Lokomotiven an verschiedene Dienstzweige und Streckenabschnitte viel gewonnen werden, oft mehr als man

durch die Einführung von Verbund- und Heißdampflokomotiven zu erlangen vermag, ohne daß damit gesagt sein soll, daß man etwa auf diese Mittel verzichten soll. Bei einer großzügig geleiteten Verwaltung wird man vielmehr trachten, in beiden Richtungen soviel als möglich zu erreichen.

Um auch noch ein Beispiel über die Verhältnisse auf einer ausgesprochenen Gebirgsbahn zu bringen, sollen in Zusammenstellung 7 die Ergebnisse für die Strecke Innsbruck—Brenner der Brennerbahn für drei verschiedene Lokomotivbauarten angegeben werden*).

Zusammenstellung 7.
Brennstoffverbrauch im Güterzugdienste auf der Strecke Innsbruck—Brenner.

| Lokomotivbauart | Fahrplanmäßige Fahrgeschwindigkeit auf der Steigung von 25,0 ‰ km/st | Fahrzeit Innsbruck—Brenner Minuten | Nutzlast t | Brennstoffverbrauch Innsbruck—Brenner kg **) | Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer, kg |
|---|--|------------------------------------|------------|--|---|
| D Nafsdampf-Zwilling-Güterzuglokomotive Reihe 35 a | 12 | 190 | 200 | 1970 | 266 |
| D Nafsdampf-Zwilling-Güterzuglokomotive Reihe 35 a | 20 | 116 | 105 | 1415 | 364 |
| 1 D Nafsdampf-Zweizylinder-Verbund-Gebirgs-Lokomotive Reihe 170 | 20 | 116 | 230 | 2260 | 266 |
| E Nafsdampf-Zweizylinder-Verbund-Gebirgs-Lokomotive Reihe 180 | 20 | 116 | 260 | 2290 | 238 |

Die Nordrampe der Brennerstrecke ist wegen ihrer langen, starken Steigungen mit Gleisbögen ohne Steigungsausgleich und wegen der ungünstigen Reibungsverhältnisse eine der schwierigsten Gebirgsstrecken. Die 37,0 km lange Strecke Innsbruck—Brenner besitzt eine Hebung von 788,14 m, eine mittlere Steigung von 21,3 ‰ und eine größte Steigung von 25,0 ‰. Die Gleisbögen besitzen 285 m Halbmesser. Die in Zusammenstellung 7 an erster Stelle angeführte Lokomotivreihe 35 a ist eine D Güterzuglokomotive, die im Jahre 1871 zuerst für die Semmeringbahn gebaut wurde und im Jahre 1873 auf der Wiener Weltausstellung zu sehen war. Sie wurde später in vielen tausend Stück für zahlreiche Gebirgsbahnen der Erde nachgebaut. Bei mäßigen Fahrgeschwindigkeiten entspricht diese Lokomotivbauart recht gut und erzielt für ihr geringes Gesamtgewicht verhältnismäßig günstige Zuglasten. Sobald aber größere Fahrgeschwindigkeiten verlangt werden, ist ihre Verwendung nicht erfolgreich. Die nächste Lokomotivbauart ist die auch bei den Staatsbahnen in großer Zahl in Verwendung stehende 1 D Lokomotive Reihe 170, die zwar hauptsächlich für den Personen- und Schnellzugdienst auf Gebirgsstrecken entworfen ist. Endlich ist noch die Nafsdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotive Reihe 180 der Südbahn angeführt, die mit der Achsfolge E als zeitgemäße Güterzuglokomotive für Gebirgsstrecken gelten kann.

Zunächst läßt Zusammenstellung 7 ersehen, daß die Steigung von 25 ‰ ungefähr fünf- bis sechsmal soviel Brennstoffe für 1000 Nutz-Tonnenkilometer fordert, als die in Zusammenstellung 6

*) Altes und Neues von der Brennerbahn. Österr. Eisenbahnzeitung. Jahrg. 1919. S. 71.

**) Kohle von 6500 bis 7000 WE.

behandelte Talstrecke mit einer Höchststeigung von nur 10,0 ‰. An erster Stelle sind die Verhältnisse für die alte Lokomotivreihe 35 a eingetragen, nach einem Fahrplan, der für diese Lokomotive zugeschnitten war und der nicht mehr als 12 km/st auf den Rampen erforderte. Bei der ansehnlichen Zuglast von 200 t ist der Verbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer 266 kg. Er steigt auf 364 kg oder um 36,8 ‰, wenn die Fahrgeschwindigkeit auf den Rampen auf 20 km/st gesteigert wird, da gleichzeitig die Belastung von 200 auf 105 t herabgesetzt werden muß. Da im Laufe der Zeit eine solche Steigerung der Fahrgeschwindigkeit aus verschiedenen Gründen erforderlich wurde, so mußten auch Lokomotiven herangezogen werden, die bei rascherer Fahrt nicht nur größere Zuglasten bewältigen können, sondern auch dabei noch eine bessere Brennstoffwirtschaft ermöglichen. Wie zu ersehen, kommt diesen Bedingungen die Lokomotive Reihe 170 nach. Sie vermag trotz der größeren Zuglast und der höheren Fahrgeschwindigkeit den gleichen Brennstoffverbrauch für 1000 Nutz-Tonnenkilometer zu erreichen, wie die Lokomotive Reihe 35 a in ihrem ursprünglichen Dienst. Die Lokomotive Reihe 180, die eine weitere Erhöhung der Zuglast gestattet, ist sogar in der Lage, den Brennstoffverbrauch noch weiter auf 238 kg herabzudrücken.

Wir finden also auch hier die immerhin erfreuliche Erscheinung, daß es trotz Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und Vergrößerung der Zuglasten gelingt, die Verbrauchsziffern für 1000 Nutz-Tonnenkilometer herabzusetzen. Es ist dies hauptsächlich durch den Bau stärkerer und wirtschaftlicherer Lokomotiven möglich, die bei möglichster Einschränkung des Eigengewichtes den gegebenen Betriebsverhältnissen weitgehendst entsprechen. Das Bestreben der großen Eisenbahnverwaltungen muß daher in den nächsten Jahren wohl hauptsächlich dahin gehen, den vorhandenen Großgüterverkehr in möglichst umfangreichen Zugseinheiten durch die stärksten vorhandenen Lokomotiven befördern zu lassen, denn nur auf diese Weise wird es möglich sein, merkliche Ersparnisse im Brennstoffverbrauche zu erzielen. Sollte an die Beschaffung neuer Lokomotivbauarten geschritten werden, so ist es nach meiner Überzeugung am zweckmäßigsten, die stärksten Formen zu wählen, die überhaupt im betreffenden Dienst Verwendung finden können, wobei natürlich zu beachten ist, daß die möglichen Zuglasten durch die Beanspruchung der Zugvorrichtungen, durch die Länge der Stations- und Ausweichgleise usw. beschränkt ist. Lokomotiven mittlerer Stärke neu zu schaffen halte ich für unzweckmäßig, da solche gewöhnlich ohnehin in großer Zahl vorhanden sind und bei der allgemeinen Fortentwicklung im Lokomotivbau die vormals starken Bauarten durch die Nachschaffung stärkerer Bauarten zu mittelmäßigen Lokomotivbauarten herabsinken. Es ist eine alte Erfahrung im Lokomotivbau, daß bestimmte, beliebte und gut verwendbare Bauarten in zu großer Zahl und zu lange beschafft werden. Man beschließt sich nur schwer, eine wohlbewährte Bauart, die schon in großer Zahl vorhanden ist, für den Neubau aufzugeben. Hält man aber allzulange an einer solchen Regelbauart fest, so kann dadurch der Fortschritt im Betriebe, der sich nach einigen Jahren der Ruhe dann umso rücksichtsloser äußert, nur schwer befriedigt werden. Man muß daher den Lokomotivpark schon mit Rücksicht auf die langsame Art seiner Erneuerung rechtzeitig durch starke Lokomotiven zu ergänzen trachten. Wenn auch vielleicht diese Lokomotiven nicht sofort völlig ausgenutzt werden können, so bilden sie doch eine wichtige Reserve für die Zeiten besonderer Beanspruchung.

Eine Erscheinung, von der die meisten großen mitteleuropäischen Eisenbahnverwaltungen betroffen werden, ist die, daß auch schon in der Vorkriegszeit die Nebendienstleistungen und der damit im Zusammenhang stehende Brennstoffverbrauch erschreckend gestiegen sind. Der Hauptteil davon geht auf Vorspann- und Schiebedienst, damit zusammenhängende Leer-

fahrten und auf den Verschiebedienst. Bei Strecken mit starken Steigungen ist die regelmäßige Verwendung von zwei Lokomotiven für einen Zug nicht zu vermeiden. Man könnte in vielen Fällen die erforderlichen großen Zuglasten mit einer Lokomotive überhaupt nicht bewältigen und außerdem ist der Schiebedienst aus Sicherheitsgründen auf starken Steigungen unvermeidlich. Die damit verbundenen Leerfahrten können in den meisten Fällen auch nicht als unwirtschaftlich bezeichnet werden, da eben durch die Rückkehr der Hilfslokomotive deren Wiederverwendung eher erleichtert wird, als wenn die Züge die ganze Strecke doppelspännig zurücklegen. Andererseits muß man sich aber auch im Vorspann- und Schiebedienst einer gewissen Zurückhaltung befleißigen und nicht schon auf mäßigen Steigungen davon ausgiebig Gebrauch machen. So wird z. B. vielfach schon auf Steigungen von 10 ‰ und selbst darunter regelmäßig mit Vorspann- und Schiebedienst gearbeitet. Das scheint mir eine Quelle großer Kosten und Vergeudung von Brennstoff, denn auf so mäßigen Steigungen kann man mit den bestehenden stärksten Lokomotivbauarten sicher das Auslangen finden. Es müßten allenfalls ungewöhnliche Anforderungen hinsichtlich Zuglast und Fahrgeschwindigkeit vorliegen, die aber gewöhnlich den Grundsätzen für eine wirtschaftliche Zugförderung nicht entsprechen dürften, denn sonst würde man eben mit den stärksten vorhandenen Lokomotivbauarten das Auslangen finden. Eine besondere Zunahme des Vorspann- und Schiebedienstes ist stets ein Zeichen, daß entweder der Betrieb sich von den richtigen wirtschaftlichen Grundlagen zu sehr entfernt hat, oder daß die vorhandenen Lokomotiven sich als zu schwach erweisen.

Auch der Verschiebedienst belastet die Nebendienstleistungen gewöhnlich in großem Maße. Bis zu einem gewissen Grade steht die Zugförderung den Anforderungen des Betriebes für Bewältigung des Verschiebedienstes machtlos gegenüber. Durch die Einführung großer Verschiebebahnhöfe mit Abrollrücken usw. dürfte eine Erleichterung und Verbilligung dieses Dienstes eintreten, während ohne solche Hilfsmittel der Verschiebedienst immer kostspieliger bleiben muß. Hinsichtlich der Lokomotiven wäre zu bemerken, daß zahlreiche Verwaltungen besondere Bauarten von Verschiebelokomotiven nicht besitzen. Es ist das sicher mit ein Grund, wenn die Brennstoffkosten oft im Verschiebedienst ungewöhnlich groß ausfallen. Der Verschiebedienst stellt ganz eigenartige Anforderungen, die nur von gewissen Lokomotivbauarten erfüllt werden. Sind daher besondere Verschiebelokomotiven nicht vorhanden und wird dieser Dienst gewöhnlich durch ältere Lokomotivbauarten mittlerer Stärke geleistet, so wird nur in seltenen Fällen der Brennstoffaufwand zur geleisteten Arbeit in einem angemessenen Verhältnis stehen. Diese Lokomotiven haben für die im Verschiebedienst verlangten Leistungen meist ein viel zu großes Gesamtgewicht, viel zu große Kessel, insbesondere aber zu große Roste, dagegen ist gewöhnlich die Zugkraft zu klein. Der Bau besonderer Verschiebelokomotiven, die in den meisten Fällen Tenderlokomotiven sein könnten, würde sicher sehr dazu beitragen, die großen Kosten des Verschiebedienstes einzuschränken. Dazu kommt, daß die Lokomotiven im Verschiebedienst einen ganz besonderen Verschleiß aufweisen, so daß einmal in diesem Dienst verwendete Lokomotiven nicht mehr gerne für den Streckendienst verwendet werden. Besondere Verschiebelokomotiven könnten aber mit Rücksicht auf den erwarteten großen Verschleiß im Triebwerk kräftigere Abmessungen erhalten. Auch hier glaube ich, daß die kräftigsten Formen bei Neubestellung zu empfehlen wären, da vielfach schon die stärksten Streckenlokomotiven für den Verschiebedienst verlangt werden. Es kann hier noch bemerkt werden, daß, falls die Verwendung starker Streckenlokomotiven im Verschiebedienst unvermeidlich ist, die Abdeckung der gewöhnlich viel zu großen Roste auf die Hälfte eine bedeutende Besserung des Brennstoffaufwandes bringt. Ein

Mittel, das auch sonst, wenn die Lokomotiven ständig in einem Dienst mit sehr mäßiger Beanspruchung arbeiten, sehr erfolgreich ist.

Zusammenfassung.

Die gegenwärtigen Verhältnisse erfordern, daß der Brennstoffwirtschaft großer Eisenbahnverwaltungen größte Aufmerksamkeit zugewendet wird. Es ist notwendig, daß mehr als bisher die Grundlagen des ganzen Betriebes, hauptsächlich aber jene für die Bildung der Fahrpläne, für die Bestimmung der Zuglasten und für die Verteilung des Lokomotivparkes an die verschiedenen Dienstzweige und Streckenabschnitte auf die wirtschaftliche Ausnutzung der Lokomotiven Rücksicht nehmen. Mit einfachen Mitteln und ohne zu weitgehende Umgestaltungen können in dieser Richtung bedeutende Erfolge erzielt werden. Um jedoch diese zu erreichen, ist eine sehr genaue Kenntnis der vorhandenen Lokomotivbauarten und ihrer Eigenheiten, der vorhandenen Streckenverhältnisse und der verfeuerten Brennstoffe erforderlich. Es ist ungemein wertvoll, wenn fortlaufend Studien in dieser Richtung angestellt werden und nach wissenschaftlichen Grundlagen die günstigsten Voraussetzungen in jedem Falle ergründet werden. Es wäre das nichts anderes als die Anwendung der wissenschaftlichen Betriebsweise nach Taylor auf das Zugförderungswesen. Die notwendigen Vorarbeiten für solche Verbesserungen sind zum großen Teile sogar schon geleistet, man wird sie eigentlich nur mehr strenger zur Anwendung bringen müssen. Bisher hat man sich um die wichtigsten wirtschaftlichen Grundsätze des Zugförderungsdienstes wenig gekümmert, da bei den früheren Kohlenkosten die Ersparnisse keinen so bedeutenden Teil der Gesamtauslagen darstellten und außerdem hatte man gewöhnlich zahlreichen Wünschen zu entsprechen, die von anderen Dienstzweigen und besonders von der Öffentlichkeit erhoben wurden. Das

wird bei der jetzigen Notlage in diesem Maße nicht mehr der Fall sein können.

Für das Studium des Brennstoffverbrauches der Lokomotiven im Betriebe eignet sich am besten der Brennstoffaufwand für ein Nutz-Tonnenkilometer. Wenn dieser Wert auch mit der dynamischen Arbeit der Lokomotive nicht im Zusammenhang steht, so besitzt die Maßeinheit Nutz-Tonnenkilometer doch kaufmännisch eine große Bedeutung, da die Tarife ebenfalls auf Gewicht und Streckenlänge aufgebaut sind. Ein ständiges Studium der Verbrauchsziffern für ein Nutz-Tonnenkilometer läßt die Eigenheiten der verschiedenen Betriebsweisen, die Schwierigkeit jeder Strecke und die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Lokomotivbauarten deutlich ersehen. Dabei ergibt sich, daß die Eignung der Lokomotivbauart für den geforderten Betrieb ihrer Stärke und Anlage nach eine so bedeutende Rolle spielt, daß oft die thermisch minder vollkommene Lokomotive nur deswegen günstiger entspricht, weil sie für die gegebenen Verhältnisse zufällig am zweckmäßigsten ausgenutzt ist. Selbstverständlich ist trotzdem größter Wert darauf zu legen, daß die Lokomotiven auch thermisch so vollkommen wie nur möglich ausgebildet werden.

Die Anwendung größerer Fahrgeschwindigkeiten bringt eine Steigerung des Brennstoffaufwandes für ein Nutz-Tonnenkilometer mit sich. Man muß daher bei der Festsetzung größerer Fahrgeschwindigkeiten vorsichtig zu Werke gehen und diese auf die günstigsten Neigungsverhältnisse beschränken, wo sie verhältnismäßig weniger kostspielig sind als stärkere Steigungen, die immer ein gewaltiges Anwachsen der Brennstoffausgabe für ein Nutz-Tonnenkilometer zur Folge haben. In allen Betrieben läßt sich durch Steigerung der Zuglasten bei Verwendung stärkerer Lokomotiven und durch Verbesserung ihres thermischen Wirkungsgrades eine Einschränkung des Brennstoffverbrauches für ein Nutz-Tonnenkilometer erzielen.

Sicherheitzeuge mit schiefer Umstellachse für Weichen.

Ing. J. Brummer, Oberingenieur des Eisenwerkes Reschiza.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel 1.

Die Bauart der Sicherheitzeugen wurde früher*) beschrieben, dann**) wurde mitgeteilt, daß 1917 ein Wechsel mit Sicherheitzeugen im Bahnhofe Palota-Ujpest der ungarischen Staatsbahnen zur Probe eingebaut wurde; 1920 wurde ein Wechsel derselben Bauart im Bahnhofe Klausenburg (Cluj) der rumänischen Staatsbahnen in Probetrieb genommen.

Im Mai 1922 wurden beide Probewechsel einer eingehenden amtlichen Untersuchung unterzogen, um das Verhalten während 4,5 beziehungsweise 1,5 Jahren und den Zustand nach diesen Zeiten festzustellen.

Die Abordnungen der Direktion der ungarischen Staatsbahnen und der Kreisdirektion Klausenburg der rumänischen Staatsbahnen haben auf Grund der Meldungen der Bediensteten gefunden, daß die Wechsel während der genannten Zeiten, abgesehen von der Erhaltung der Bettung, keine Nacharbeiten erfordert haben.

Die Besichtigung und Erprobung der Wechsel ergab in beiden Fällen tadellosen Zustand und die Bestätigung der Vorteile dieser Bauart, namentlich die Sicherung der geschlossenen Zunge gegen Kippen durch das Drehmoment des Raddruckes und die leichte Aufschneidbarkeit des falsch gestellten Wechsels ohne schädliche Folgen; die Zerlegung des Wechsels ließ erkennen, daß die Auflage- und Befestigungs-Flächen der Zunge keinen wahrnehmbaren Verschleiß erlitten haben, es ergab sich sogar der für die Kosten der Herstellung der Zunge günstige Tatbestand, daß während der Umstellung nur die Wurzel-Lagerung

und die Gleitstuhl-Auflagen arbeiten, während das starke Gelenk vor der Wurzel gar nicht mitwirkt, daher überflüssig erscheint.

Auf Grund der angeführten Erfahrungen und Befunde wurde eine in Abb. 1 bis 7, Taf. 1 dargestellte neue und billigere Bauweise der Zunge entworfen, bei der die Stahlguß-Wurzelplatte mit Aussparung für die walzenförmig abgefräste Zungenwurzel und den Keil zwischen Stock- und Anschluß-Schiene versehen ist, während die Niederhaltung der Zungenwurzel durch ein in die Grundplatte eingelassenes, mit zwei Schrauben befestigtes Gelenkstück bewirkt wird, dessen walzenförmiger Teil in eine entsprechend eingefräste Nut der Zungenwurzel greift.

Die Auflagerung- und Gelenk-Walzen haben die Umstellachse als gemeinsame Achse; die Gleitflächen der Schienenstühle und der Zunge sind als Walzenflächen mit dem der Lage der Umstellachse entsprechenden Halbmesser ausgebildet. Alle arbeitenden Walzenflächen werden in Reihen mit Formfräser hergestellt, wodurch neben billigster Anarbeitung größte Genauigkeit erzielt wird, so daß die Zungen vertauschbar werden, und die Erzeugung gut sitzender Ersatz-Zungen gesichert erscheint.

Die Unzulänglichkeit der im Betriebe befindlichen Wechselungen ist bekannt; die Bahnverwaltungen suchen die daraus folgende wirtschaftliche Schädigung und die Minderung der Betriebsicherheit durch Verbesserung der Durchbildung abzuwenden. Das vorzügliche Verhalten der Wechsel mit Sicherheitzeugen im Probetriebe durch 4,5 Jahre beweist, daß die Lösung der Schwierigkeit nur durch Verlassen der bisher ausschließlich üblichen wagerechten Umstellung und Einführung der schrägen Umstellachse erreichbar ist.

*) Organ 1916, S. 394.

**) Organ 1918, S. 235.

Lokomotive mit Antrieb durch Turbine nach Ljungström*).

Nach Mitteilungen der Aktiebolaget Ljungström, Stockholm.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel 2, Abb. 1 bis 15 auf Tafel 3 und Abb. 1 bis 6 auf Tafel 4.

Die schwedischen Staatsbahnen haben seit Frühjahr 1921 eine Versuchlokomotive nach Ljungström mit Antrieb durch eine Turbine im Betriebe*). Abb. 1 bis 4, Taf. 2 und Abb. 1 bis 11, Taf. 3 zeigen das in vieler Beziehung von den üblichen Bauarten abweichende, wärmewirtschaftlich sehr sorgfältig durchgebildete Fahrzeug. Vorn läuft auf fünf Achsen der zur Erzeugung des Dampfes dienende Kessel mit dem Vorwärmer für Luft und Wasser und dem Vorratbehälter für den Heizstoff. Der tenderartige Hinterwagen trägt die Turbine mit dem Vorgelege und die Einrichtungen zum Niederschlagen des Dampfes, er ruht auf dem C-Triebgestelle und einer hintern Laufachse mit Deichselgestell. Im Ganzen ist das Fahrzeug zwischen den Stößflächen 21,915 m lang und wiegt im Dienste 126 t, die Triebachslast beträgt 48 t, die Zugkraft 12 t, die größte Geschwindigkeit 96 km/st.

Von den fünf Laufachsen unter dem Kessel sind die beiden vorderen in einem Drehgestelle, die drei hinteren in einem Aufsenrahmen aus Blech vereinigt, ihre Federn sind durch Ausgleichhebel verbunden. Der Kessel hat eine Feuerkiste üblicher Bauart mit Kipprost und Feuerschirm, verhältnismäßig kurze Heizrohre mit je einer vierschenkeligen Überhitzerschlange, und eine große quer zur Hauptachse geteilte Rauchkammer.

Seine Hauptabmessungen sind:

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Kesseldruck p | 21 at |
| Heizrohre, Anzahl | 160 |
| „ „ Länge | 3000 mm |
| Heizfläche der Feuerbüchse | 10 qm |
| „ „ Rohre | 105 „ |
| „ im Ganzen H | 115 „ |
| „ des Überhitzers | 80 „ |
| Rostfläche R | 2,6 „ |

Die mit 320° C aus den Heizrohren austretenden Abgase ziehen durch eine weite Öffnung im Boden der hintern Rauchkammerhälfte durch den darunter liegenden Lufterhitzer, geben hier etwa 150° ab und treten dann in den vordern Teil der Rauchkammer ein, die sie durch den zwar weiten, im übrigen aber äußerlich der üblichen Gestaltung entsprechenden Schornstein verlassen. Da bei diesem Kessel die Strahlwirkung des ausblasenden Dampfes für die Erzeugung wirksamen Zuges fehlt, steht in der Rauchkammer unter dem Schornsteine ein Schleuderradgebläse, das von einer kleinen durch die Rauchkammertür gehenden Dampfturbine mit wagerechter Achse angetrieben wird. Die durch die Abgabe im Lufterhitzer stark gekühlte Menge der Abgase wird von diesem Gebläse leicht bewältigt. Die Turbine hat nur eine schmale Trommel mit zwei Kränzen von Schaufeln, die bei 120 mm Durchmesser und 10000 Umläufen 40 PS leisten. Sie arbeitet mit vollem Kesseldrucke, der Abdampf hat noch 5,27 at und kann im Vorwärmer für Speisewasser arbeiten, oder durch die Hauptturbine gehen (Abb. 12, Taf. 3). Auch diese kleine Maschine ist sorgfältig durchgebildet und weist, wie die ganze Lokomotive, eine Menge neuer Gedanken auf.

Der unmittelbar unter der Rauchkammer angeordnete Lufterhitzer (Abb. 2, Taf. 2) erstreckt sich über die ganze Breite des Rahmens und besteht aus einem seitlich und unten mit Wärmeschutz bekleideten Kasten, der von vorn nach hinten von 650 kupfernen, 2724 mm langen, 33/36 mm weiten Rohren durchzogen wird. Die Heizfläche beträgt 166 qm und reicht aus, um die von vorn nach hinten durchströmende, durch einen Blechkanal

dem Aschkasten zugeführte Frischluft auf 150° C zu erwärmen. Senkrechte drehbare Klappen an der Vorderwand, die vom Führer eingestellt werden können, dienen zur Regelung der Zufuhr von Frischluft. Das Gestänge steht im Zusammenhange mit der Feuertür, die nur geöffnet werden kann, wenn die Klappen geschlossen sind; die Gefahr des Zurückschlagens der Flamme ist so vermieden. Ein Trichter mit Schraubverschluss unter dem Erhitzerkasten dient zum Auffangen und Beseitigen der Lösche.

Zum Reinigen der Heizrohre im Kessel und Lufterhitzer ist eine Anzahl senkrechter Rohre vor der Rauchkammerrohrwand angeordnet. Sie stehen je zwischen zwei senkrechten Reihen der Heizrohre und sind oben durch ein gemeinsames wagerechtes Dampfrohr verbunden. Nach unten reichen sie mit einer Anzahl dünnerer Zweigrohre zwischen die Heizrohrreihen des Lufterhitzers. Entsprechend gerichtete Bohrungen führen den Blasedampf durch die Kesselrohre und längs der Rohrreihen im Erhitzer. Um nicht durch gleichzeitiges Ausblasen aller Rohre den Zug zu stören, sind im wagerechten Hauptrohr Rohrschieber mit versetzten Schlitten vorgesehen, die durch Nasen mit einander gekuppelt sind und von einem Schneckenradgetriebe langsam in Drehung gesetzt werden. Dabei tritt ein senkrecht Blasrohr nach dem andern in Tätigkeit.

Der Vorratbehälter für 7 t Kohlen liegt sattelförmig auf dem Kessel dicht vor dem Führerhause und ist oben durch Klappen verschlossen (Abb. 1, Taf. 2). Der Boden fällt nach hinten ab, so daß die Entnahmeöffnungen zu beiden Seiten der Feuerkiste recht bequem liegen. Die Seitenwände des Behälters sind in Höhe der Stirnrandfenster des Führerstandes so eingezogen, daß der Ausblick nicht behindert ist. Der Führerstand ragt nach hinten so weit über, daß die Bedienung der dicht dahinter liegenden Hauptturbine mit den handlich vereinigten Schalteinrichtungen möglich ist.

Die Triebmaschine liegt quer vorn auf dem eigentlichen Triebwagen. Sie leistet bei 9200 Umläufen 1800 PS. Der Heißdampf wird ihr durch ein U-Rohr zugeführt, das bei Bewegungen zwischen den beiden Fahrzeughälften genügend nachgibt. Der Dampf tritt durch fünf mit Prefsöl regelbare Düsen auf zwei Hochdruckräder und durchströmt dann den Mittel- und Niederdruckteil, der als voll beaufschlagte Überdruckturbine ausgebildet ist (Abb. 1, Taf. 4).

Um die Trommel nicht zu lang zu machen, und den Austritt des Dampfes in die Mitte des Gehäuses zu verlegen, ist die letzte Stufe mit einem innern und äußern Schaufelkranz versehen. Der Dampf wird nach Austritt aus dem innern Kranz umgelenkt und arbeitet nochmals beim Durchtritt durch den äußern Kranz. Ein Regler sperrt den Dampf beim Überschreiten der höchsten zulässigen Umlaufzahl ab. Außerhalb des Turbinengehäuses, jedoch auf gemeinsamer Grundplatte, sind beiderseits zwei Pfeilradritzel auf Hohlwelle unverschiebbar gelagert und durch eine durch letztere hindurchgehende Welle und doppelte nachgiebige Kuppelung mit der Turbinenwelle verbunden. Die Ritzel greifen in die Zahnräder auf beiden Enden der unter der Turbine liegenden ersten Vorgelegewelle nach Abb. 14 und 15, Taf. 3. Auf deren Mitte sind zwei breite Ritzel befestigt, die ein geteiltes Pfeilrad auf der zweiten Vorgelegewelle, zugleich Kurbelwelle für die drei gekuppelten Triebachsen, treiben. Die Zahnradvorgelege sind einzeln in besondere Gehäuse eingeschlossen. Die Radkörper der Zahnräder auf der Blindwelle sind durch drei im Dreiecke angeordnete Blattfedern gegen die Zahnkränze abgedeutet, um zu verhindern, daß Stöße aus dem Laufwerke rückwärts in das Vorgelege gelangen. Das ganze Vorgelege übersetzt im Verhältnisse 22:1.

*) Engineering, Juli und August 1922, S. 64, 131, 163 und 198; Railway Age, September 1922, Nr. 13, S. 563; Génie civil 1922, November, Nr. 2100, S. 429. Alle Quellen mit Abbildungen.

**) Organ 1922 S. 276.

Bei 9200 : 22 \approx 420 Umläufen der Kurbelwelle legt die Lokomotive 110 km/st zurück.

Zum Umsteuern wird die Kurbelwelle soweit gesenkt, daß die Zahnräder außer Eingriff kommen. Dann wird ein Zwischenrad eingeschaltet, das die Bewegung umkehrt, und insofern eigenartig gestaltet ist, als es Pfeilzähne nach beiden Drehrichtungen trägt. Eine sinnreiche, mit Preßöl betriebene Vorrichtung schaltet das Zwischenrad ein und aus und sichert die gegenseitige Abhängigkeit der beiden Stellungen. Das Umsteuern geht ebenso leicht und rasch vor sich, wie auf einer der bisher üblichen Lokomotiven mit Kraftumsteuerung. Der Antrieb der drei Triebachsen weicht nur insofern von dem üblichen ab, als sie außenliegende Achsschenkel und Kurbelarme haben, die mit dem Gestänge vollständig eingekapselt sind.

Die Einrichtung zum Niederschlagen des Dampfes ist für jede Turbinenlokomotive von besonderer Wichtigkeit und die Aufgabe, auf dem an Raum und Tragevermögen beschränkten Fahrzeuge etwa 9000 km/st Dampf niederschlagen, ist nicht einfach. Den Hauptteil der Einrichtung bildet bei Ljungström ein langer walzenförmiger Kessel von 1676 mm Durchmesser (Abb. 2, Taf. 2), der vorn von dem die Triebachsen verbindenden Rahmen, hinten unmittelbar von einem einachsigen Deichselgestelle getragen wird und halb mit Wasser gefüllt ist. Der Abdampfstutzen der Turbine schließt unmittelbar an seine Stirnwand an. Zwei senkrechte weite Rohrstützen verbinden den Kessel mit einem darüber liegenden zweiten, nur 560 mm weiten gleicher Länge. Dazwischen liegen drei wagerechte Windräder. Sie werden mit Reibrädern auf einer in der Längsachse durchgehenden Hauptwelle, Kegelradgetriebe und Schrägwelle von der ersten Vorgelegewelle der Turbine an angetrieben. Jedes Windrad leistet 40 cbm/sek und setzt dadurch die beiden Kessel und die darüber angeordneten Kühlrohre einem starken Luftstrom aus. Durch Verschieben der Reibräder auf der gemeinsamen Triebwelle kann die Umlaufzahl der Windräder geändert werden. Hierzu dient eine vom Führerstand ausgehende Zugstange. Die Wirkung der Windräder wird unterstützt durch senkrechte Luftschaufeln, die statt der Seitenwände das Ganze umschließen. Ihre Anordnung im Grundrisse ist aus Abb. 4, Taf. 2 zu erkennen. Gestalt und Krümmung der Schaufeln wurden durch Versuche festgelegt. Über das ganze Fahrzeug spannt sich ein sattelförmiges Dach aus enggestellten Kühlrohren aus Kupfer von zusammen 1000 qm Kühlfläche, die der von den Windrädern erzeugte Luftstrom umspült. Die Rohre aus 0,75 mm dickem Bleche nach Abb. 2, Taf. 4 haben rechteckigen, sehr flachen Querschnitt und aufgewalzte Seitenrippen und sind hochkant zu Bündeln von je sechs vereinigt, die an beiden Enden in je eine Kammer eingesetzt sind. Die Rippen steifen die Rohre gegen Aufsendruck aus, sie liegen bei Nachbarrohren in rechtem Winkel zu einander und zwingen die Luft, in zahlreichen engen Kanälen dicht an den Rohren vorbeizuziehen. Zwischen den Rippen sind außerdem auf beiden Seiten zwei Reihen flacher runder Warzen eingepreßt, die das Zusammenklappen der Rohrwände verhindern. Die oberen Rohrkammern sind in zwei Reihen dicht neben einander in den obern walzenförmigen Behälter eingesetzt, die unteren in zwei wagerechte, mit dem großen Behälter verbundene Rohre. Auf dem Wege durch diese Rohre wird der stark unterteilte Dampfstrom rasch niedergeschlagen, eine kräftige Brause im großen Behälter unterstützt die reine Kühlwirkung. Hierzu ist die senkrechte Welle des mittlern Windrades nach unten verlängert und trägt ein Schaufelrad, das in einem Kessel unter dem Wasserspiegel kreist. Dadurch wird Wasser an der Wand dieses Kessels nach oben getrieben, sprüht über den Rand hinweg dem Dampfstrom entgegen, und fällt dann wieder auf ein eisernes Gitter über der Oberfläche des Wassers, das hierdurch als Kühlfläche mitwirkt.

Eine Pumpe mit Turbinenantrieb fördert das Niederschlag-

wasser zur Speisepumpe. Diese wird gleichfalls von einer Dampfturbine angetrieben und drückt das Wasser durch drei hinter einander angeordnete Röhrenvorwärmer, in denen es von 50 auf 150° C gebracht wird. Die Vorwärmer werden mit Abdampf geheizt. Abb. 12, Taf. 3 zeigt den Kreislauf von Dampf und Wasser. Auch die Hilfsmaschinen, die Kreiselpumpen und die Strahlpumpe zum Entlüften der Niederschlagbehälter sind für ihre Aufgaben sorgfältig und nach neuen Gedanken durchgebildet.

Das Wasser im Hauptbehälter hat eine dreifache Aufgabe: als Speisewasser für den Kessel, zum Berieseln des eintretenden Dampfes und als Kühltpeicher, um das Niederschlagen während kurzzeitiger Überlastung der Turbine aufrecht zu erhalten. Das Schaubild Abb. 3, Taf. 4 zeigt die Wärmeaufnahme bei gleicher Belastung mit 1,8 kg/sek niederschlagenden Dampfes, aber bei verschieden großem Inhalte an Wasser und wechselnder Menge der Kühlluft. Bei 140 kg/sek an Kühlluft und 33° C Anfangswärme werden 65° nie überschritten, bei 10 t Regelfüllung wird diese Grenze erst nach 35 min erreicht, die Lokomotive kann also weite Strecken mit voller Leistung zurücklegen, ehe der Unterdruck des Niederschlages durch das Ansteigen der Wärme beeinträchtigt wird.

Neuartig ist schließlich auch die Kuppelung zwischen den beiden Fahrzeughälften nach Abb. 4 und 5, Taf. 4. Da der vordere Kesselwagen in der Regel geschoben wird, sind am Hinterwagen zwei ungefederte Zapfen mit Spitzen vorgesehen, die in entsprechende Büchsen an der hintern Querschwelle des Vorderwagens eingreifen. Die Verbindung auf Zug geschieht durch zwei nach einem Drehpunkte eingestellte Bolzen mit Kugelköpfen, wobei Gleitschuhe mit demselben Halbmesser eine gewisse Einstellung in Bögen ermöglichen. Ein senkrechter Bolzen sichert die gleichmäßige Höhenlage von Führer- und Maschinen-Stand.

Die Ljungström-Lokomotive nimmt folgende Vorteile für sich in Anspruch: günstige Heizstoffwirtschaft, niedrige Kosten für Erhaltung, gleichförmige Geschwindigkeit am Umfange der Triebäder, Möglichkeit langer Fahrstrecken ohne Zwischenhalt. Die schwedische Regellokomotive mit etwa 10 at Kesseldruck und Heißdampf von 345° im Schieberkasten, mit Dehnung bis auf 0,42 at am Auspuffe setzt 110 WE kg des Dampfes in Nutzarbeit um, die Turbinenlokomotive 220 WE/kg, der Verbrauch an Heizstoff sinkt daher auf die Hälfte der Regellokomotive mit Kolbenmaschine. Dazu kommt aber noch die Ersparnis durch Vorwärmung der Verbrennluft und des Speisewassers. Mehrmonatige Untersuchung der Lokomotive auf eigenem Versuchstande unter Staatsaufsicht haben bemerkenswerte Ergebnisse erbracht. Abb. 6, Taf. 4 zeigt die Wärmewirtschaft. Zahlreiche Versuch- und Dienst-Fahrten auf der Strecke haben dann das Bild vervollständigt. Die Zugkraft hat 13620 kg erreicht, die Leistung 1500 PS.

Auf einer Fahrt zwischen Stockholm und Upsala vor einem Zuge aus elf Reise- und einem Mefs-Wagen von 596 t mit der Lokomotive wurden bei fünf Aufenthalten 81,6 km größte Geschwindigkeit erreicht. Der Kohlenverbrauch betrug 0,0105 kg/tkm, er stieg unter anderen Verhältnissen und bei häufigeren Aufenthalten auf 0,01901 kg/tkm. 635 bis 660 mm Unterdruck konnten bei einer nahe am Gefrierpunkte liegenden Außenwärme leicht gehalten werden. Die Lokomotive fährt leichter und rascher an, als Regellokomotiven. Der Lauf ist leicht und weich. Die Vorteile durch Ersparnisse an Zeit und Geld beim Einnehmen von Betriebsstoffen, besonders von Kohlen und Wasser, sind beträchtlich.

Dem Baue stärkster Lokomotiven, wie sie in den Vereinigten Staaten im Betriebe sind, nach diesem Vorbilde steht nichts im Wege. Die Weiterarbeit der Erbauer auf diesem Wege zeigt das englische Patent Nr. 171698 vom 17. November 1921*).

*) Engineer, September 1922, S. 342.

Hier ist nach Abb. 13, Taf. 3 der Dampf in zwei Turbinen C und D weitgehend ausgenutzt. Die Hochdruckturbinen C ist auf dem Vorderwagen A hinter dem Führerstand aufgestellt, die durch ein Gelenkrohr E mit ihr verbundene Niederdruck-

turbine D auf dem Hinterwagen B. Beide Turbinen arbeiten mit dem beschriebenen Vorgelege H auf je drei gekuppelte Achsen. Der Niederschlagbehälter G und Oberflächen-Niederschlag F haben die oben beschriebene Ausführung. A. Z.

Der Wagenantrieb auf Ablaufbergen, Darstellung und Untersuchung der Bewegung ablaufender Wagen.

Pösentrup, Regierungsbaurat in Münster i. W.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 3 auf Tafel 5.

a) Der Wagenantrieb soll dem schwer laufenden Wagen auf dem Ablaufberge eine Zusatzgeschwindigkeit erteilen, damit er weit genug in die Verteilgleise läuft und in der Weichenstrasse nicht von einem Leichtläufer eingeholt wird. Dazu ist eine verhältnismäßig große Triebarbeit erforderlich, die aus technischen Gründen an dem noch möglichst langsam laufenden Wagen, also in der Nähe des Gipfels wirken muß. Jeder hier vorgenommene Eingriff bringt aber eine Störung der Folge im ersten Teile des Laufweges mit sich*). Eine für das Ende des Bereiches der Weichen und darüber hinaus wirksame Beschleunigung hat demnach zur Folge, daß der beschleunigte Schwerläufer den Leichtläufer im ersten Teile dieses Bereiches einholt, zumal wenn dieser noch durch eine Vorbremse gebremst wird. Das wird verhindert, wenn der zu beschleunigende Schwerläufer durch eine oberhalb des Antriebes liegende Gipfelbremse verzögert wird. Sie vermindert die lebendige Kraft des Wagens nur wenig und verzögert seinen Lauf um fast gleiche Zeit an allen Stellen seines Weges. Läßt man demnach auf die Verzögerung eines Schwerläufers durch eine Gipfelbremse L-L₁ sofort eine Beschleunigung durch einen Antrieb M-M₁, Abb. 1, Taf. 5 folgen, so heben sich die beiden unerwünschten Wirkungen dieser Eingriffe für den ersten Teil des Ablaufweges auf, und die gewünschte Wirkung für den weiteren Lauf bleibt.

Die Verzögerung des Schwerläufers gegen einen ihm mit Pufferberührung folgenden Leichtläufer wird möglichst groß, wenn letzterer beim Ablaufe des ersteren von der Gipfelbremse bereits im vollen Steilgefälle steht. Da aber die Gipfelbremse recht lang und der Gefällverlust des Schwerläufers bis zum unteren Ende der Bremse schon erheblich sein würde, und weil der untere Teil der Abrundung nur noch wenig von der Neigung der Rampe abweicht, so wird eine Mittellage nach Abb. 1, Taf. 5 zu wählen sein.

Das in der Abb. 2, Taf. 5 dargestellte Profil ist dasselbe und für denselben Gleisplan wie in der Abb. 1 und 3, Taf. 15*). Auch im Übrigen sind dieselben Voraussetzungen gemacht; es ist also mit $\varphi = 3$ kg/t und 5 m/sek Windgeschwindigkeit, jedoch mit 10 statt 15 sek Ablauffolge gerechnet.

Sind beide Wagen 9 m lang, so legt der Leichtläufer den Weg von L bis zu seinem Ablaufpunkte zwischen L₁ und M (Abb. 1, Taf. 5) in 6,0 sek zurück. Der verzögerte Wagen braucht für diese Strecke 10 sek bei 10 sek Ablauffolge. Seine Verzögerung ist also gegen den Leichtläufer an dieser Stelle 4 sek. Bei 11 sek Ablauffolge ist diese Verzögerung 5,0, bei 12 sek 6,0 sek. Das Maß der Verzögerung eines Schwerläufers gegen einen vor ihm laufenden Leichtläufer hängt also von der Abdrückgeschwindigkeit ab, während sie ohne Einfluß auf die Abstände zwischen dem Schwerläufer und dem ihm folgenden Leichtläufer ist. Letztere bleiben im vorliegenden Fall 6 sek.

Die Antriebskraft sei höchstens 0,1 P bei P^t Wagengewicht, damit leicht verschiebliche Ladungen nicht rutschen. Als Höchstkraft überhaupt wird 1,5 t genügen, weil schwere unbeladene oder leicht beladene Wagen keiner vollen Beschleunigung mit 0,1 P bedürfen. Der mit 0,1 P beschleunigte bedeckte Wagen erreicht das Ende des Antriebes und zugleich die Zungen der ersten Weiche mit $v_g = 5,0$ m/sek. Seine Laufzeit von L bis N ist 13,5 sek. Der leicht laufende offene Wagen braucht für dieselbe

Strecke L bis N 10,0 sek. Die Verzögerung und die darauf folgende Beschleunigung des bedeckten Wagens hat somit noch eine Verzögerung von 3,5 sek gegen den offenen in N zur Folge. Die Geschwindigkeiten v_g und v_o sind hier aber 5,0 und 3,1 m/sek. Der bedeckte Wagen holt also auf, zumal, wenn der offene Wagen, wie angenommen, noch mit 0,75 tm auf 1 t gebremst wird. Das Ergebnis ist in Abb. 2, Taf. 5 durch Zeitwegelinien dargestellt. Danach ist der Zeitabstand 50 m hinter dem Bereiche der Weichen 2 sek. Hinter H vergrößert sich dieser Abstand wieder wegen der hier eintretenden starken Verlangsamung des bedeckten Wagens. Er kommt, wie die Zeitwegelinien zeigen, 50 m hinter H zum Stillstande und läuft 50 m weiter, als ohne Antrieb. Das Maß ist nicht größer, weil der Wagen durch die Gipfelbremse 23 cm Fallhöhe verloren hat, und besonders, weil der Laufwiderstand bei dem Gegenwinde in Folge der erhöhten Geschwindigkeit stark zunimmt. Immerhin ist diese vergrößerte Laufweite schon sehr wertvoll. Die Hauptsache aber ist, daß der bedeckte Wagen mit Sicherheit den Bereich der Weichen, selbst bei noch erheblich stärkerem Winde durchläuft, und daß bei nur 10 sek Ablauffolge keine Gefahr ist, daß er im Bereiche der Weichen von dem offenen Wagen eingeholt wird. Denn diese Stelle Q₁ in Abb. 2, Taf. 5 ist durch den Antrieb um 85 m gegen Q verschoben. Im vorliegenden Falle holt der G-Wagen den O-Wagen fast ein. Um den Abstand bei G und H zu vergrößern, darf entweder der O-Wagen nicht voll vorgebremst werden, oder die Ablauffolge ist mäßig zu verlangsamen. Geschieht dies z. B. von 10 auf 12 sek, so vergrößert sich der Abstand von 2 auf 4 sek. Der ohne Verzögerung von einem schon in L beginnenden Antrieb beschleunigte G-Wagen würde den O-Wagen bei einer Ablauffolge von 10 sek in E₁, also noch vor der Vorbremse einholen.

Die Rampe müßte unter sonst gleichen Voraussetzungen, jedoch ohne Antrieb, um 1,20 m bzw. 0,80 m erhöht und entsprechend verlängert werden, damit v_g in M₁ ebenfalls 5 m/sek würde, und zwar um 1,20 m, wenn der Berg nach rückwärts und 0,80 m, wenn er unter Beibehaltung der Lage des Gipfels nach unten verlängert würde. Von hier ab würde sein Lauf derselbe sein, wie in Abb. 2, Taf. 5. Daraus geht die große Wirkung des Antriebes hervor; ob er technisch ausführbar ist, muß die Zukunft zeigen.

b) Die zahlreichen Aufsätze der letzten Zeit über Ablaufanlagen lassen es angezeigt erscheinen, zu prüfen, welche Untersuchungen und Darstellungen der Bewegungsvorgänge ablaufender Wagen für das Entwerfen neuer und die Verbesserung bestehender Anlagen nötig sind und wie weit der zeichnerische oder rechnerische Weg zweckmäßig ist.

Werden die am Schluß des Aufsatzes in Heft 8, 1922, angegebenen Richtlinien als richtig angenommen, so beschränkt sich die rechnerische Untersuchung allein auf die Ermittlung der Höhe der Steilrampe und die Länge des anschließenden schwachen Gefälles und ferner bei der Änderung bestehender Anlagen auf den Nachweis des Erfolges einer Verbesserung. Diese Untersuchung beginnt somit erst, wenn die Gleisentwicklung nebst der Lage der Vorbremsen und die Gradienten nach den Richtlinien entworfen ist. Im Allgemeinen wird die ganze Gefällhöhe den örtlichen Verhältnissen richtig angepaßt sein. Das ist durch Beobachtung festzustellen. Wird eine schätzungs-

*) Organ 1922, S. 111.

weise etwas zu niedrige und eine etwas zu hohe Rampe auf den Ablauf bei Windstille und bei Gegenwind unter Berücksichtigung der Wirkung richtig liegender Vorbremsen*) untersucht, so ergibt sich die richtige Höhe aus dem Vergleich der Ergebnisse. Als größte zulässige Rampenhöhe ist diejenige anzusehen, bei welcher ein guter Läufer eine Geschwindigkeit von höchstens 6 m/sek erhält. Erreicht er bei dieser Höhe unter mittelgünstigen Verhältnissen nicht das Ende der Verteilungsgleise, so ist das dem Steilgefälle folgende schwache Gefälle zu vergrößern und zu verlängern. Bei Windstille ist der Laufwiderstand eines beladenen O-Wagens in der Geraden einschliesslich des Luftwiderstandes bei 6 m/sek Laufgeschwindigkeit 3 bis 4 kg/t. Auf einem Gefälle von 3⁰/₁₀₀ erhält also dieser Leichtläufer keinen Geschwindigkeitszuwachs über 6 m/sek hinaus, zumal da er noch Weichen und Gleisbögen zu durchlaufen hat. Sichert dieses so gefundene Profil nicht die für notwendig gehaltene Mindestleistung bei einem bestimmten Gegenwind, so pflegt man einen 2. Berg, den sogenannten Winterberg anzulegen. Das ist aber nur in ganz seltenen Fällen richtig. Handelt es sich nämlich um einen Berg, auf dem die beladenen O-Wagen die größte zulässige Geschwindigkeit bei mittelgünstigem Wetter erhalten, so wird diese auf einem noch höheren Winterberg überschritten, weil ihre Geschwindigkeit am Fusse der Rampe durch den Gegenwind nur sehr wenig herabgesetzt wird. Ferner wird die Gleisentwicklung durch Hinzufügen des Winterberges länger. Diese Verlängerung sei z. B. 30 m und der Sommerberg habe das als zulässig angesehene stärkste Gefälle. Dann kann die grössere Höhe des Winterberges nur durch eine Verlängerung der Steilrampe nach rückwärts hergestellt werden. Diese Erhöhung sei 1,20 m. Dann ist die Verlängerung bei einem Gefälle 40⁰/₁₀₀ = 30 m. Leere G-Wagen, für welche der Berg in erster Linie erhöht ist, verbrauchen für diese Verlängerung bei 5 m Gegenwind 0,20 m Gefälle. Von dem nutzbaren Gefälle von 1,20 bis 0,2 = 1,0 m wird ²/₃ durch den erhöhten Luftwiderstand infolge der grösseren relativen Luftgeschwindigkeit aufgezehrt. Es bleiben somit von der Erhöhung nur 0,30 bis 0,40 m übrig. Dem entspricht eine Vergrößerung der Laufweite um etwa 70 m. Hiervon sind 30 m abzuziehen, um welche die Gleisentwicklung verlängert wurde. Der Erfolg ist also der, daß leere G-Wagen nur eine um rund 40 m grössere nutzbare Länge zurücklegen. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die Leistung des Sommerberges durch die Verlängerung der Gleisentwicklung leidet. Letzteres Bedenken fällt zwar fort, wenn das Rampengleis für den Winter höher angestopft würde. Im Übrigen ist der Erfolg ebensowenig befriedigend, wie bei der Anlage eines Winterberges. Dazu kommt noch, daß das Gleis, und besonders die Gipfelausrundung, welcher besondere Sorgfalt zu widmen ist, nie zur Ruhe kommen würde. Wo der Gipfel durch Stützmauern eingefasst wird, empfiehlt es sich, diesen die Höhe der Schienenoberkante in der Ausrundungslänge zu geben, damit von hier aus jederzeit die Ausrundung nachgeprüft werden kann.

Zur Durchführung der rechnerischen oder graphischen Untersuchung sind die Luftwiderstände eines beladenen offenen und eines leeren bedeckten Wagens für die verschiedenen Luftgeschwindigkeiten von m zu m zu berechnen und unter Zuzählung der unverändert angenommenen reinen Laufwiderstände im geraden Gleis tabellarisch oder graphisch darzustellen. Die Drehung der Räder läßt sich in der Arbeitsformel Organ 1922, Seite 111 **) leicht berücksichtigen. Nimmt man den Laufkreis halbmesser als Schwerpunktsabstand des 250 kg schweren Radreifens von der Radmitte, also etwas zu groß an, so wird hierdurch die Nichtberücksichtigung der übrigen Radmasse ausgeglichen. Die Schwerpunktsgeschwindigkeit ist dann gleich der Wangengeschwindigkeit v . Bei einem 2achsigen 8 t schweren

Wagen ist das Gewicht der Radreifen $4 \cdot 0,25 = 1$ t, also $\frac{1}{8}$ des Wagengewichts. Die Arbeitsformel ändert sich dann:

$$\left[\frac{m v_2^2 + \frac{m}{8} v_2^2 - (m v_1^2 + \frac{m}{8} v_1^2)}{8} \right] : 2 = Ph \dots \dots$$

$$v_2 = 4,5 \sqrt{h + \dots - 0,051 v_1^2}$$

Ist der Wagen 25 t schwer, so ändern sich die Zahlen in 4,4 bzw. 0,053. Die Drehbewegung der gebremsten Achse wird durch das Gleiten des sich drehenden Radreifens auf dem Hemmschuh gebremst. Diese Reibarbeit ist ohne Einfluß auf die Wangengeschwindigkeit. Nur die Drehbewegung der nicht gebremsten Achse darf in Rechnung gesetzt werden. Dann ergeben sich die Zahlen 4,3 und 0,054 bei einem 8 t und 4,4 und 0,052 bei einem 25 t schweren Wagen. Da der Bremsweg im Vergleich zur Laufweite sehr kurz ist, kann die Änderung als ganz unwirksam vernachlässigt werden. Die Mittelwerte 4,4 und 0,052 aus diesen Zahlen ergeben für alle Wagen eine mehr wie ausreichende Genauigkeit.

Bei der Berechnung der Bewegung auf der Gipfelausrundung ist zu beachten, daß die Fallhöhen auf ihr fast verhältnismäßig dem Quadrat der Entfernung vom Ablaufpunkt sind. Da die Lebendige des Wagens mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, so verläuft die Geschwindigkeitslinie auf der Abrundung fast genau geradlinig. Es genügt also, für das Ende der Ausrundung die Geschwindigkeit zu berechnen. Bei dieser am Anfang der Bewegung starken Geschwindigkeitszunahme empfiehlt es sich, aus dem geradlinigen Geschwindigkeitsverlauf noch einen Zwischenpunkt zu nehmen und für die Teilstrecken die Laufzeiten zu berechnen. Hier am Gipfel ist eine möglichste Genauigkeit erforderlich, weil kleine Einflüsse den ganzen Verlauf der Bewegung fühlbar ändern. Daher würde ein Abgreifen der w -Linien*) zu ungenau sein, selbst wenn der Maßstab der Ausrundung sehr groß wäre. Die Ausrundung am Fuß der Steilrampe darf für die Berechnung durch eine angepaßte Gerade ersetzt werden. Sodann werden die Geschwindigkeiten für die Brechpunkte, für den Anfangs- und Endpunkt der Vorbremsen und für den weiteren Verlauf für Strecken von 50 zu 50 berechnet nach Abb. 2, Taf. 5, und zwar viel genauer als sie aus w -Linien und Geschwindigkeitsparabeln ermittelt werden können. Ferner ist die Verbesserung der w -Linien*) für die Berücksichtigung der Luftwiderstände ungenau; diese Widerstände werden dabei zu groß angenommen. Die verbesserte w -Linie müßte noch einmal verbessert werden. Wenn auch die Widerstände die großen Geschwindigkeiten wenig verringern, so verkleinern sie die lebendige Kraft des Wagens und ändern die Lage der Endparabel der Zeitwegelinien doch ebenso stark wie die Widerstände während der kleinen Geschwindigkeiten am Anfang und Ende des Laufes. Vollends unzulässig würde die Nichtberücksichtigung der veränderten Widerstände für die Berechnung der Veränderung der Ablaufhöhen sein, denn die Vergrößerung des Luftwiderstandes auf einen leeren bedeckten Wagen zehrt allein mehr als die Hälfte der Wirkung der Rampenerhöhung auf.

Für die Laufzeitberechnung in den Teilstrecken genügt durchaus die Annahme einer Mittel- aus der Anfangs- und Endgeschwindigkeit. Nur für die Laufzeit am Ende des Laufweges würde man einiger Zwischenpunkte bedürfen. Hier ist aber eine grössere Genauigkeit nutzlos, weil die Gestalt und Lage des Endes der Zeitwegelinien von kleinen Zufälligkeiten der Widerstände und Ungenauigkeiten der Berechnungen zu stark abhängig ist. Nur der Punkt, in dem der Wagen zum Stillstand kommt, ist zu berechnen. Trägt man die Laufzeiten unter dem Profil auf und verbindet die Punkte unter freihändiger Ausrundung des Endes zu einer Parabel, so erhält man genaue Zeitwegelinien, die einer Nachprüfung durch rechnerische Feststellung einfacher

*) Vergl. Organ 1922, S. 111.

**) Die Widerstandsziffer der Weiche 0,04 ist in 0,1 zu ändern.

*) Vergl. Verkehrstechnische Woche 1922, Heft 36.

Ansätze zugänglich sind. Außer den so gewonnenen Zeitwegelinien sind keine Darstellungen nötig.

Teile einer ermittelten Zeitwegelinie lassen sich oft für weitere Zeitwegelinien verwenden, durch die vergleichend nachgewiesen wird, wie die Änderung oder Verschiebung der Steilrampe auf den Ablauf wirkt.

Das Profil $N-O-R$, Abb. 3, Taf. 5, für welches eine Zeitwegelinie aufgetragen sein möge, werde über N unter Beibehaltung der Neigung der Steilrampe und der Lage des Fußpunktes O zum Gleisplan bis N_1 verlängert. Dann ist die Zeitwegelinie für N_1-O_1 die gleiche, wie für $N-O$. Die Geschwindigkeit auf dem Profil $N-O-R$ bzw. N_1-O_1-R sei in Brechpunkt P v bzw. v_1 . Dann berechnet man ohne Berücksichtigung etwaiger Gleisbögen und Weichen den Punkt Q auf dem Profil N_1-O_1-R , in welchem sich die Geschwindigkeit v_1 auf v verringert hat. Dieser Punkt ist leicht aus dem fast

genau geradlinigen Verlauf der Geschwindigkeitslinie an diesen Stellen zu bestimmen. Darauf wird die Zeitwegelinie von O_1-Q ermittelt. Über Q hinaus ist sie dieselbe wie die des Profils $N-O-R$ von P ab. Voraussetzung ist jedoch, daß zwischen P und dem Ende der Zeitwegelinie kein Brechpunkt des Profils liegt. Die einzige Ungenauigkeit liegt darin, daß die Wirkung der Gleisbögen und Weichen um das Stück $P-Q$ gegen die Wirklichkeit verschoben ist. Dieser Fehler ist aber sehr gering.

In gleicher Weise kann verfahren werden, wenn die Steilrampe $N-O$ in N_2-O verändert wird; nur muß dann die Zeitwegelinie für die ganze Strecke N_2-Q berechnet werden. Ist v_1 endlich auf dem Profil N_3-O-R in P kleiner als v , so ist auf dem zuerst untersuchten Profil $N-O-R$ der Punkt Q zu ermitteln, in welchem $v=v_1$ ist. Dann ist die erste Zeitwegelinie von Q ab an die neue vergleichende in P anzuschließen.

Gedenktag zum 75jährigen Bestehen der Siemenswerke.

Ohne äußeren Glanz, dem Ernst der Zeit entsprechend, wurde vor Kurzem im Hause Siemens der 75. Gedenktag der Geschäftsgründung gefeiert.

Am 12. Oktober 1847 hat der mittellose Werner Siemens mit dem jungen Mechaniker J. G. Halske in der Schöneberger Straße 19 zu Berlin eine kleine Mechaniker-Werkstätte errichtet. Zur Deckung der ersten Geschäftsausgaben und zur Anschaffung von 3 Drehbänken und einigen Schraubstöcken hat der Vetter Justizrat Georg Siemens der jungen Firma 6000 Taler vorgeschossen.

An diesem Gedenktage der Gründung wendet sich der Blick zurück auf die Entwicklung dieser Fabrikationsstätten, und es erhebt sich unwillkürlich die Frage: wie es kam, daß die im Jahre 1847 mit so bescheidenen Mitteln gegründete Firma sich zu einem die Welt umspannenden, alle Zweige der Elektrotechnik umfassenden Unternehmen gestaltete.

Diese Frage wäre allerdings nur durch eine genaue Darstellung der Geschichte der Siemens-Firmen zu beantworten, und dies hieße eine Geschichte der Elektrotechnik schreiben oder Vieles wiederholen, was Prof. Conrad Matschoss in dem Buche »Werner Siemens«*) bereits geschrieben hat. In der gesamten Starkstrom- und Schwachstromtechnik gibt es kaum ein Gebiet, das in den Siemenswerken nicht bearbeitet oder durch wissenschaftliche Untersuchungen und durch Arbeiten in ihren Laboratorien und Versuchsfeldern gefördert wurde.

Nur ein wesentlicher Punkt soll aber hier erörtert werden, der in erster Linie für das Wachsen der Siemens-Firmen bestimmend war. Dies ist der Einfluß den Werner Siemens und seine Brüder Wilhelm und Karl auf die Entwicklung der Siemens-Häuser ausgeübt haben, und der von ihnen seit Anbeginn bekundete feste Wille, das durch sie ins Leben gerufene Unternehmen zu einem Welthause auszubauen. Werner Siemens schrieb ja im Jahre 1863 in diesem Sinne an seinen Bruder Karl in Petersburg, als er daran ging, für die verschiedenen in Berlin, London und St. Petersburg bestehenden Siemenshäuser eine gemeinsame Organisation zu schaffen:

»Mein leitender Gedanke zu diesen Vorschlägen war der, eine dauernde Firma zu stiften, welche vielleicht mal später unter der Leitung unserer Jungen eine Weltfirma werden könnte, und unsere Namen in der Welt zu Ansehen bringt.«

Das ist eingetroffen, denn heute nach 75 Jahren stehen Nachkommen des Gründers an der Spitze der Siemens-Werke, deren Ausmaß aber wohl die kühnsten Erwartungen des Begründers überflügelt hat.

*) »Werner Siemens«, ein kurzgefaßtes Lebensbild in 2 Bänden, nebst einer Auswahl seiner Briefe. Herausgegeben von Conrad Matschoss aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages. Erschienen 1916 bei Julius Springer, Berlin.

Werner Siemens verband also mit der Liebe zur angewandten Wissenschaft, mit der Freude am Erfinden und Konstruieren auch das Bestreben, die Größe und das Ansehen des von ihm gegründeten Hauses auf das Beste zu heben und sicher zu stellen. Auch Wilhelm Siemens wirkte in England wie Werner in Deutschland, für die Gesamtfirma. Seine einflußreiche Tätigkeit in den wissenschaftlichen und technischen Gesellschaften Großbritanniens, seine großen Erfindungsleistungen in der Fabrikation und Verlegung von Unterseekabeln begründeten die Stellung des Hauses Siemens in allen Ländern englischer Zunge.

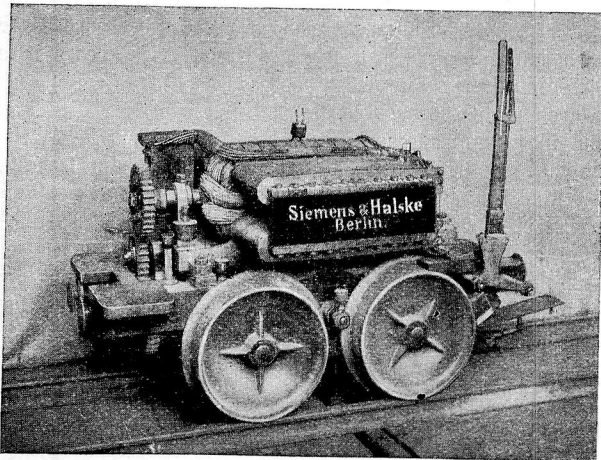
Durch nichts läßt sich die Stellung, die sich die Siemens-Firmen in gemeinsamer Arbeit der 3 Brüder Siemens erworben hatten, treffender kennzeichnen, als durch folgende Worte, die Du Bois Reymond im Jahre 1874 Werner Siemens bei dessen Aufnahme in die Kgl. Akademie der Wissenschaften zurief:

»Hellen Blickes und kühnen Sinnes ergriffst Du früh die großen praktischen Aufgaben der Elektrotelegraphie und sichertest Deutschland darin einen Vorsprung, den nicht Gauss und Wilhelm Weber und nicht Steinheil ihm hatte verschaffen können. Lange ehe der wiedererwachte deutsche Genius auf dem Schlachtfeld und im Parlament das höhnische Vorurteil zerstreute »wir seien ein Volk von Träumern«, zwangen Deine und unseres Halske's Apparate auf jeder der großen Weltausstellungen das mißgünstigste Ausland zur bewundernden Anerkennung dessen, was deutsches Wissen und deutscher Kunstfleiß zu leisten im Stande sind. Deine Werkstätten wurden für Elektrizität, was einst die Frauenhofer'sche für Licht, und Du selber wurdest der James Watt des Elektromagnetismus. Nun gebietest Du einer Welt, die Du schufst, Deine Telegraphendrähte umstricken den Erdball, Deine Kabeldampfer befahren den Ozean. Unter den Zelten Bogen und Pfeil führender Nomaden, deren Weidegründe Deine Botschaften durchfliegen, wird Dein Name mit abergläubischer Scheu genannt.«

Diese Worte wurden gesprochen, als die Starkstromtechnik sich noch kaum zu entwickeln begonnen hatte. Wie zu Beginn seiner Tätigkeit Siemens durch seine grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiete der Telegraphie, so übernahm er jetzt auch die Führung in der Starkstromtechnik, für die er im Jahre 1866 durch die Erfindung der Dynamomaschine die Grundlage schuf. Die Teilung des elektrischen Bogenlichtes, die Errichtung der ersten elektrischen Bahn, die Einführung der Starkstrom-Bleikabel und der Bau von Dynamomaschinen für größere Leistungen bildeten weitere Entwicklungsstufen, die von den Siemens'schen Werkstätten ihren Ausgang nahmen. Allen voran sollen die Erfolge auf dem Gebiete der elektrischen Bahnen hier etwas eingehender behandelt werden.

Schon vor Siemens haben sich Physiker mit der Idee beschäftigt, Fahrzeuge elektrisch zu betreiben. Soweit aus der Literatur zu entnehmen ist, sollen diese Erfinder versucht haben, galvanische Elemente auf das Fahrzeug selbst zu stellen oder die Batterien neben der Bahn anzubringen und den Strom mittels Leitungen zu den Fahrzeugen zu leiten. Aber alle diese Versuche können zu keinem Erfolge geführt haben, da nur der schwache, leicht erschöpfte Batteriestrom des galvanischen Elementes zur Verfügung stand. Trotz aller Bemühungen, welche noch besonders dadurch gefördert wurden, daß der deutsche Bund im Jahre 1841 ein Preisausschreiben für den Entwurf einer elektrischen Lokomotive veranstaltete, gelang es auch in den nächsten Jahren noch nicht, ein für den Bahnbetrieb brauchbares elektrisches Fahrzeug zu bauen. Erst im Jahre 1866, nachdem es Siemens durch die Erfindung der dynamo-elektrischen Maschine gelungen war, Starkstrom in größeren Mengen herzustellen, auf gewisse Entfernungen zu übertragen und zum Antrieb von Motoren zu verwenden, wurde der Gedanke der elektrischen Eisenbahn neuerdings aufgegriffen, und im Jahre 1879 konnte Werner von Siemens auf der Berliner Gewerbeausstellung die erste mit Starkstrom elektrisch betriebene Lokomotive der Welt im Betriebe vorführen. (Textabb. 1.) Die Eröffnung der 300 m langen

Abb. 1. Erstes mit Starkstrom betriebenes Fahrzeug der Gewerbeausstellung Berlin 1879.



Rundbahn erfolgte am 31. Mai 1879, welcher auch als der Geburtstag des elektrischen Bahnbetriebes anzusehen ist. Die kleine Ausstellungsbahn, die in mancher Beziehung noch nicht sehr vollkommen war, bestärkte Werner Siemens in seinem schon früher gefaßten Gedanken, zur Bewältigung des gewaltigen Verkehrs eine Hochbahn in der Friedrichstraße und dann ein Netz von elektrischen Hochbahnen in den belebtesten Straßens Berlins zu schaffen. Dieser Plan wurde von den Behörden der Stadt Berlin abgelehnt. Siemens liefs sich aber nicht entmutigen und entschlofs sich, eine dem Personenverkehre dienende elektrisch betriebene Bahn in Lichterfelde bei Berlin zu bauen. Diese Bahn wurde am 16. Mai 1881 dem Betriebe übergeben und sollte gewissermaßen als »Probe einer noch nicht auf Säulen stehenden Hochbahn« dienen. Wir finden bei ihr zum ersten Male einen elektrisch angetriebenen Motorwagen angewendet, welcher nach beiden Richtungen betrieben und dessen Geschwindigkeit innerhalb enger Grenzen geregelt werden konnte. Die Stromzu- und ableitung wurde in der für Hochbahnzwecke geplanten Weise durch die beiden Fahrschienen besorgt. Diese Bahn hat zur allgemeinen Zufriedenheit ihren Dienst getan.

Die kleine Ausstellungsbahn vom Jahre 1879 und die Lichterfelder Bahn vom Jahre 1881 haben die Aufmerksamkeit

der ganzen technischen Welt auf elektrischen Bahnbetrieb gelenkt und führten zur Erkenntnis, daß der elektrische Betrieb auch vorwiegend zur Überwindung großer Steigungen verwendbar sein muß, da es möglich erscheint, die Zugkraft auf mehrere Triebachsen zu verteilen und dadurch die Adhäsion zwischen Schiene und Rad erheblich zu verbessern. Im Jahre 1881 wurde dann die 2 km lange Pferdebahn von Charlottenburg nach dem Spandauer Bock mit einer Steigung von 1:30, also eine »Bergbahn«, auf elektrischen Betrieb umgewandelt. Bei dieser Bahn gelangte auch das erste Mal eine hoch über Gleismitte verlegte Fahrleitung zur Anwendung. Im selben Jahre noch wurde auch in der internationalen Ausstellung in Paris eine Strafsenbahn mit oberirdischer Stromzuführung durch geschlitzte Rohre vorgeführt, der dann 1883 die Bahn Mödling-Brühl und 1884 Frankfurt-Offenbach ebenfalls mit Schlitzrohrleitungen folgten.

Während diese Bahnen durchweg nur dem Personenverkehre dienten, wurde in der Grube des Bergwerks Zauckerode von Siemens und Halske im Jahre 1882 die erste elektrische Grubenbahn der Welt vorgeführt, um den für Tiere und Menschen gesundheitsschädlichen Pferdebetrieb bei den Schlepplbahnen in Bergwerken zu beseitigen.

Diese ersten Personen- und Güterbahnen haben das Interesse weitester Kreise erregt, und aus allen Kulturländern der Erde gingen Anfragen bei den Siemenswerken ein, die den Bau elektrischer Bahnen bezweckten. Trotzdem trat dann in Europa wegen der Schwierigkeiten, die seitens der Behörden gemacht wurden, ein mehrjähriger Stillstand im Bau der elektrischen Bahnen ein. In Amerika bestanden solche Hemmungen nicht, und es konnte sich dort, auch wohl wegen der geradlinigen Führung langer Strafsenzüge, die Entwicklung schneller vollziehen. Erst im Jahre 1891 wurde in Deutschland der Bau elektrischer Bahnen fortgesetzt und der Beweis erbracht, daß oberirdische Fahrdrahlleitungen auch ohne allzustarke Beeinträchtigung des Strafsenbildes ausführbar sind. Man hat ferner immer mehr erkannt, daß der elektrische Betrieb auch die Möglichkeit bietet, Steigungen zu befahren, die mit Pferdebetrieb kaum überwindbar sind. Die gesundheitsschädlichen Übelstände anderer Betriebsarten, wie: Rauch, Dampf und schlechte Gerüche, konnten bei elektrischem Betriebe vermieden werden und außerdem durch Erhöhung der Reisegeschwindigkeit sowie Verdichtung der Zugfolge wirtschaftliche Vorteile erreicht werden. In der Erkenntnis dieser Vorteile des elektrischen Betriebes wurde im Verlauf der Entwicklung der Umbau fast aller Pferde- und Dampf-Strafsenbahnen auf elektrischen Betrieb ausgeführt und in Orten mit steigerungsfähigem Verkehrsbedürfnis und wo neue Wohngebiete aufgeschlossen werden sollten, wurden Erweiterungen vorhandener sowie neue Strafsenbahnen und diesen ähnliche Industriebahnen nur noch mit elektrischem Betriebe ausgerüstet. Die Umwälzungen im städtischen Verkehrsleben in Folge des Überganges der Strafsenbahnen vom tierischen zum elektrischen Betrieb haben auch den überraschenden Aufschwung auf anderen städtischen Verkehrsmitteln gebracht, der weiterhin die Einführung des elektrischen Betriebes auf Hoch- und Untergrundbahnen sowie Vorortbahnen wesentlich beschleunigte.

Heute gehört ebenso wie der Strafsenbahnverkehr, der städtische Schnellbahnverkehr unumstritten der Elektrotechnik. Die stärkere Ausbreitung des elektrischen Betriebes im Personen-, Ort-, Überland- und Fernverkehr hat auch ein wachsendes Reisebedürfnis und zunehmende Reiselust gezeitigt. Das Bestreben an Zeit soviel als möglich zu sparen und die Mittel zu ihrer Ausnutzung zu verbessern gilt in erster Linie für die Schnelligkeit der Fortbewegung. Die Erreichung höherer Geschwindigkeiten war aber am besten mittels elektrischen Betriebes erreichbar. Wie hoch diese Geschwindigkeit bei elektrischen Bahnen sein kann und welche technischen Schwierigkeiten zu

überwinden sind, wurde zum erstenmal im Jahre 1892 auf einer besonderen mit Drehstrom betriebenen Versuchsbahn im Charlottenburger Werk der Firma Siemens und Halske versucht. Einem Antrage, »eine grössere Eisenbahnstrecke nach dieser Anordnung auf elektrischen Betrieb umzubauen und in dauernden Betrieb nehmen zu dürfen«, wurde von der Eisenbahnbehörde nicht entsprochen.

Diese ersten Schnellbahn-Versuche wurden auf Veranlassung Wilhelm von Siemens' im Jahre 1897 mit Drehstrom in grösserem Masse fortgesetzt und dabei eine Geschwindigkeit von 60 km/st erreicht. In den Jahren 1899 und 1900 fanden weitere Versuchsfahrten statt, und es wurde hierbei, da man bereits ausgedehnte Schnellbahnstrecken im Auge hatte, zum erstenmale Drehstrom von 10 000 V Spannung angewendet. Viele auf dieser Versuchsbahn gesammelten Erfahrungen bildeten eine wichtige Grundlage für die Versuche der »Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen« in den Jahren 1901 bis 1903. Auf der Strecke Marienfelde—Zossen wurde der Beweis erbracht, daß Fahrgeschwindigkeiten von 200 km/st u. m. bei Verwendung eines genügend starken Oberbaues erreichbar sind. Aus den wertvollen Ergebnissen der Schnellbahnversuche hat die gesamte Eisenbahntechnik praktischen und wissenschaftlichen Nutzen gezogen. Die Erkenntnis, hochgespannten Strom in Fahrleitungen fortzuleiten und in die Fahrzeuge einzuführen, ferner große elektrische Motorleistungen in den Fahrzeugen unterzubringen und in mechanische Arbeit zu verwandeln, die Fahrzeuge in mechanischer Beziehung gut kurvengängig zu bauen, ohne gefährliches Pendeln bei hohen Geschwindigkeiten befürchten zu müssen, machte aber den Weg frei zur praktischen Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen. Dieses Verwendungsgebiet war aber noch schwieriger zu erobern als das der Straßen- und Vorortbahnen, denn die Dampflokomotive hatte schon damals nicht nur einen sehr hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, sondern der Wettbewerb der elektrischen Lokomotive spannte die Konstrukteure der Dampflokomotive zu erhöhter Tätigkeit an. Trotzdem konnte auch hier der elektrische Betrieb Fuß fassen, denn der Dampflokomotivbetrieb ist auf den großen Vollbahnen nur mit hochwertigen Brennstoffen wirtschaftlich möglich, während für den elektrischen Betrieb auch die Wasserkraft und minderwertige Energiequellen wie: Braunkohle und Torf verwertet werden können.

Die in derselben Entwicklungszeit erreichte hohe Vollkommenheit der elektrischen Kraftübertragung für andere Zwecke machte es auch möglich und zweckmäßig, die Kraftwerke auf oder in unmittelbarer Nähe der Energiequellen zu errichten und die langen Beförderungswege des Brennstoffes von der Grube bis zur Dampflokomotive zu ersparen.

Auf dem Gebiete der elektrischen Stromerzeugungsanlagen, Eisenbahnen und Kraftübertragungen hat Siemens und sein Stab selbsterzogener Ingenieure kraftvoll vorgearbeitet und glänzende Erfolge erzielt.

Halske war im Jahre 1849 aus der Firma geschieden. Der steigende Umfang der Geschäfte, das laute Getriebe der Weltfirma hatten ihn verdrängt, und nur als besorgter Freund, stets voll Anteil für den Gang der Geschäfte, folgte er noch weiter dem Ergehen der Firma.

Werner von Siemens starb im Jahre 1892. Am Abend seines taten- und erfolgreichen Lebens schrieb er folgende Worte nieder:

»So wie die großen Handelshäuser des Mittelalters nicht nur Geldgewinnungsanstalten waren, sondern sich für berufen und verpflichtet hielten, durch Aufsuchung neuer Verkehrsobjekte und neuer Handelswege ihren Mitbürgern und ihrem Staate zu dienen, und wie dies Pflichtgefühl sich als Familientradition durch viele Generationen fortpflanzte, so sind heutigen Tages im angebrochenen naturwissenschaftlichen Zeitalter die großen technischen Geschäftshäuser berufen, ihre ganze Kraft dafür einzusetzen, daß die Industrie ihres Landes im großen Wettkampfe der zivilisierten Welt die leitende Spitze oder wenigstens den ihr nach Natur und Lage ihres Landes zustehenden Platz einnimmt.«

Die zunehmende Entwicklung im Bau von großen elektrischen Kraftwerken, Kraftübertragungsanlagen, elektrischen Bahnen usw. brachte es mit sich, daß die anfangs so kleine Firma Siemens und Halske mit den maßgebenden Finanz- und Unternehmerkreisen in engere Beziehungen trat, die eine Änderung in der Organisation angezeigt erscheinen ließen. Im Jahre 1897 wurde das Unternehmen in eine Aktiengesellschaft verwandelt und im Jahre 1903 die Vereinigung der Starkstromabteilungen der Firma mit den fabrizierenden Abteilungen der E. A. vormals Schuckert und Co., Nürnberg, unter Bildung der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. durchgeführt. Sie hat der Firma eine Reihe von Persönlichkeiten angegliedert, die unter anderen Bedingungen entwickelt, in der vollzogenen Verbindung von norddeutscher und süddeutscher Art neue Anschauungen und Anregungen brachten. Im Jahre 1921 fand dann eine weitere Verbreiterung des Unternehmens durch Angliederung an die Bergwerks- und Hüttenunternehmungen der Rhein-Elbe-Union statt, die eine große Sicherheit und Stetigkeit in der gegenseitigen Versorgung der Werke mit Rohmaterialien, Halb- und Ganzerzeugnissen mit sich brachte.

Die Gesamtzahl der in allen Kulturländern der Erde bestehenden Geschäftsstellen der Siemens-Gesellschaften beträgt zur Zeit etwa 300. In diesen sowie in den Werken sind rund 96000 Angestellte und Arbeiter beschäftigt. Eine große Zahl befreundeter Gesellschaften arbeitet heute mit den Siemensfirmen Hand in Hand, um der vielseitigen Verwendung der Elektrizität die Bahn zu ebnen oder die Ausnutzung besonderer Fabrikationsverfahren oder Erfindungen in die Wege zu leiten.

Die weitere rege Entwicklung nimmt ihren Fortgang. Stillstand darf und wird es nicht geben. Winkler.

Nachruf

Robert Winkler †.

Am 25. August 1922 starb der Direktor der Technischen Abteilung des Schweizerischen Eisenbahn-Departements Robert Winkler*) nach längerem Leiden.

Geboren am 12. September 1861 als Sohn des Stadt- und Kantonsrates Dr. Winkler in Luzern besuchte Winkler die Stadtschulen und die kantonale Oberrealschule, die er 1879 mit dem Zeugnisse der Reife verließ. Nach dem Besuche der Technischen Hochschule in Zürich bis zum März 1883, war er zunächst als Bauingenieur mit dem I. Diplom bei den Quai-bauten in Zürich, dann im Dienste bei Ing. H. Gruner sen. in Basel bei Wasserwerkbauten im Elsaß tätig. Nach einer

*) Schweizerische Bauzeitung vom 9. September 1922.

Tätigkeit 1884/85 an der Gotthardbahn unter A. Schrafl sen. in Bellinzona und Luzern kam Winkler zum Obergeringenieur Smreker nach Mannheim, um in dessen Auftrage Wasserversorgungsbauten in Mailand, Laibach und Belgrad auszuführen. Am 1. Januar 1889 trat er als Betriebsdirektor der eben vollendeten Pilatusbahn endgültig zum Eisenbahnwesen über, während zwölf Jahren hatte er die technische und die kaufmännische Leitung dieser Zahnbahn. Einem an ihn ergangenen Rufe folgend, übernahm Winkler im Juni 1901 die Leitung der Technischen Abteilung des Schweizerischen Eisenbahn-Departements, wo seiner Aufgaben bau- und betriebstechnischer Art, und zwar sowohl im Erlassen von Gesetzesverordnungen, wie in deren Handhabung als Aufsichtsorgan des Bundes harrten.

Auf zwischenstaatlichem Gebiete vertrat Winkler den Bundesrat bei den jährlichen Fahrplan-Konferenzen von 1902 und 1916, sowie bei den europäischen Fahrplan-Konferenzen 1920 bis 1921 in Bern. 1907 führte er den Vorsitz bei der Internationalen Konferenz für Technische Einheit im Eisenbahnwesen, 1909 bei der Internationalen Kommission für eine durchgehende selbsttätige Güterzugbremse, 1912 bei den bezüglichen Versuchen mit der österreichischen Hardy-Bremse und 1913 mit der ungarischen Westinghouse-Güterzugbremse. 1910 hatte er als Vorsitzender des Engern Ansschusses die Durchführung des VIII. internationalen Eisenbahnkongresses in Bern einzurichten. Bei internationalen Sekundärbahn-Kongressen ver-

trat er den Bundesrat 1910 in Brüssel und 1912 in Christiania, 1910/12 war er Vorsitzender der Internationalen Kommission für die Aufstellung einer allgemeinen Begrenzungslinie und von Bestimmungen über die Querschnittmaße von Wagen und Ladungen, von 1904 bis 1916 vertrat er das Eisenbahndepartement in der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, am 31. Mai vorigen Jahres trat er in den Ruhestand.

Mit Winkler ist ein Mann heimgegangen, der als höchster technischer Eisenbahnbeamter der Schweiz sich allgemeiner Anerkennung erfreute und als Vertreter des schweizerischen Eisenbahnwesens seinem Lande weit über dessen Grenzen hinaus Ehre machte und europäischen Ruf genofs. —k.

Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft.

Am 5. Dezember 1922 hielt Geheimer Baurat Kühne, Ministerialrat im Reichsverkehrsministerium, einen Vortrag über die „Neuordnung des Werkstättenwesens der Deutschen Reichsbahn“, die durch die Großbetriebe, zu denen sich die Reichsbahnwerkstätten entwickelt haben, eine Staatsnotwendigkeit geworden ist. Der dreigliedrige Aufbau des Werkdienstes, ein verantwortlicher Direktor mit einem Stabe erfahrener Abteilungsleiter, denen wieder in höheren Fachschulen vorgebildete Ingenieure zur Seite stehen und denen die Werkmeister unmittelbar unterstellt sind, hat sich bewährt. Neben der verwaltungstechnischen Ausgestaltung hat auch die notwendige innere Umstellung stattgefunden. An die Stelle der mehr rechtlich ordnenden Verwaltungsart ist wirtschaftlich schaffende Arbeit getreten. Sorgfältige Statistik und Betriebskontrolle zeigen der Werkleitung alle Schwankungen des Betriebes. Gleich-

zeitig werden Versuche durchgeführt, um die bisherige auf einen Jahreshaushaltsplan zugeschnittene Wirtschaftsabrechnung durch ein technisch wirtschaftliches Abrechnungswesen zu ersetzen mit dem Zweck, durch sorgfältige Kostengliederung und Abrechnung nach Einzelaufträgen zu einer Wirtschaftsergebnisabrechnung zu kommen, die die Vollständigkeit der abgerechneten Kosten verbürgt.

Die Sonderung der Fahrzeuge auf bestimmte Werkstätten, der Vorrats- und Austauschbau, die geschlossene wissenschaftliche Betriebsführung und die Einführung eines zuverlässigen Leistungsmaßstabes lassen bei erhöhter Verantwortlichkeit der Leiter der Ausbesserungswerke die Einrichtung besonderer geschäftsführender Reichsbahndirektionen wirtschaftlich erscheinen, um die oberste Betriebsführung im Reichsverkehrsministerium zu vereinfachen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Molybdänstahl.

(Engineering 1921 II, Band 112, 2. September, S. 350.)

Molybdänstahl ist weiter verbreitet als alle anderen Mischstähle. Molybdän-Baustahl wurde während des Krieges gewerblich für viele Zwecke hergestellt, so für französische Panzerwagen, bei denen eine 16 mm dicke Platte ebenso großen Widerstand gegen Kugeldurchschlag zeigte, wie 76 mm dicker Manganstahl. Beim Baue von Heeres-Flugzeugen fand Molybdänstahl zahlreiche Anwendungen, namentlich wegen seiner ausnehmenden Zähigkeit. Früher wurde Molybdänstahl als Werkzeug- und Magnet-Stahl verwendet. Zu jener Zeit wurden die Molybdänerze als seltener angesehen, als sie jetzt bekannt sind, genügende Erzeugung von Molybdänstahl für Bauzwecke wurde nicht für möglich gehalten. Funde von Molybdänerzen in Kanada und den Vereinigten Staaten haben aber vorläufig genügende Vorräte gesichert. Der Hauptwert des Molybdän besteht darin, daß es in Bruchteilen eines Hundertstels die Eigenschaften anderer wichtiger Mischstähle verstärkt, also das Gebiet ihrer Verwendbarkeit erweitert. Sonderstähle mit Chrom, Nickel und Vanadium sind durch die engen Grenzen beeinträchtigt, innerhalb deren Wärmebehandlung wirksam ist, außerhalb dieses engen Gebietes sinken ihre guten Eigenschaften stark. Alle diese verbessert Molybdän und macht sie für Wärmebehandlung in weitem Bereiche geeignet. Durch Molybdän wird Seigerung verhütet, Gleichförmigkeit des Gefüges und Zähigkeit gefördert. Die vorteilhaften Wirkungen geringer Zusätze von Molybdän sind augenscheinlich bei hoch gekohlten, Chrom-, Nickel-, Chrom-Nickel- und Vanadium-Stählen. Es erhöht beträchtlich die Zugfestigkeit von Kohlen- und Nickel-Stählen. Den Chrom-Nickel-Stählen werden, wahrscheinlich durch die Bildung von Doppelkarbiden, erhöhte Zugfestigkeit, Härte und andere vorteilhafte Eigenschaften verliehen. Die durchdringende Wirkung der Wärmebehandlung bei großen Stücken wird erheblich verbessert. Zu Treibern für Luftschiffe verwendeter Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl

zeigt bessere physikalische Eigenschaften, als alle anderen hierzu verwendeten Stahlarten. Für die allgemeine Herstellung von Kraftwagen oder Maschinen werden gewöhnlich die Chrom-Molybdän-Stähle empfohlen, aber für besondere Anforderungen müssen die verwickelteren Arten, wie Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl verwendet werden. Chromerze sind in den meisten Teilen der Welt genügend vorhanden.

Zur Herstellung dieser Stähle wird hauptsächlich der elektrische Ofen verwendet. Die „United Steel Alloy Corporation“ in den Vereinigten Staaten begann die Herstellung von Molybdänstahl im Mai 1918, seitdem hat diese Gesellschaft annähernd 25 000 t dieser Stahlart erzeugt. Molybdän wird dem Stahle als Eisenmolybdän oder als Kalziummolybdat zugefügt, das erstere ist zu bevorzugen. Das Zusetzen zu der Beschickung im Schmelzpunkte ergibt das gleichförmigste Erzeugnis. Durch Verbindung mit Sauerstoff und Verflüchtigung geht Molybdän verloren, jedoch nur unerheblich. Alter Molybdänstahl kann als Zusatz mit Vorteil verwendet werden. Molybdän erhöht den Wärmebereich für Walzen und Schmieden. Molybdänstähle können großen Wärmeänderungen bei der Bearbeitung unterworfen werden. Dies gilt besonders für die gewöhnlich verwendeten Chrom-Molybdän-Arten, besonders für die Wärmegrenzen des Abschreckens beim Härten, des Ziehens und für die Tiefe der Wirkung der Behandlung. Die wichtigsten Arten der Verarbeitung des Stahles für Fertigung sind kaltes Pressen, Formen, Hobeln und Schneiden. Bei kalter Bearbeitung werden Unkosten durch Verminderung der Zurückweisungen halbfertiger und fertiger Teile und Erhaltungskosten der Preßformen und Werkzeuge erspart; alles das erleichtert Molybdänstahl. In einem Falle wurde festgestellt, daß die Kosten für Schleifen der Werkzeuge bei Molybdän-Mischstahl nur ein Drittel so hoch waren, wie die bei 3% Nickel enthaltendem Stahle derselben Härte und bei entsprechender Werkstatterzeugung. Vorderachsen mit einer Härte nach Brinell bis 340 wurden ebenso gut bearbeitet, wie Chrom-Nickel-Stahl der Härte 302. B—s.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Prefluffkrankheit.

(Engineering 1922 II, Band 114, 3. November, S. 558.)

Das Bergamt der Vereinigten Staaten von Nordamerika hat die von Dr. E. Levy angestellten Beobachtungen über Prefluff-

krankheit beim Baue der vier Tunnelpaare unter dem Ostflusse in Neuyork 1914 bis 1919 veröffentlicht. Das Wesentliche sind nach Levy Gesundheit der Lungen, der Nieren und des Herzens, bei älteren Leuten darf der Blutdruck nicht zu hoch sein; Jugend ist

weniger wichtig. Unter 87 Arbeitern über 50 Jahre wurden nur drei krank. Ziemlich starke Leute sind nicht empfindlicher, als solche durchschnittlicher Beschaffenheit. Bei Überdruck bis 1 at entstanden bei achtstündigen Schichten keine, bis 1,5 at nur 16 unbedeutende Fälle. Für höhern Überdruck bis 2,1 at wurde in zwei dreistündigen Schichten mit dreistündiger Ruhe dazwischen gearbeitet. Wenn der Druck stieg, wuchs die Zahl der Anfälle, sehr schnell, wenn die höhere Grenze erreicht war; bei 2 at war sie 139 gegen 29 bei 1,9 at. Bei 2,1 bis 2,5 at waren zwei zweistündige Schichten mit zweistündiger Ruhezeit dazwischen angeordnet. Bei 2,1 at traten 14 Fälle unter

28538 Ausschleusungen, 139 unter 56 092 Ausschleusungen bei 2 at und 50% längern Schichten auf, bei 2,4 at 113 Fälle unter 75111 Ausschleusungen. Bei 2,5 bis 2,8 at war die Arbeit auf zweimal 1,5 st mit 3 st Ruhe dazwischen vermindert. Bei 2,5 at traten 16 Fälle unter 20816, bei 2,7 at 11 unter 13253 Ausschleusungen auf. Unter allen 1361461 Ausschleusungen entstanden 680 Fälle von Preßluftkrankheit, aber nur zwei Todesfälle. Wenn die Arbeitszeit richtig bemessen, namentlich eine angemessene Zeit für Ausschleusungen gewährt wird, können die Störungen auf örtliche Schmerzen mit völliger Genesung beschränkt werden. B-s.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Hauptbahnhof in Chicago.

(Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 14, 30. September, S. 599, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 6 auf Tafel 5.

Das Sockelgeschloß des durch Kanal-, Adams-, Clinton-Straße und Jackson-Boulevard begrenzten Hauptgebäudes (Abb. 4 und 5, Taf. 5) des Hauptbahnhofes*) in Chicago mißt nordsüdlich 113,4 m, ostwestlich 97,5 m. Der Teil des Gebäudes über dem Sockelgeschosse ist an der Kanalstraße 9,25 m, an der Clinton-Straße 11,9 m, am Jackson-Boulevard und an der Adams-Straße um ähnliche Beträge zurück gesetzt. An der Kanalstraße ist der fast bis zum vierten Geschosse reichende Sockel als 11,9 m hohe Säulenhalle ausgebildet, ähnlich an der Clinton-Straße, nur ist hier die Gebäudewand bündig mit der hintern Kante der Säulen. Am Jackson-Boulevard und an der Adams-Straße werden die Vorsprünge des Sockelgeschosses durch zwei Fahrstraßen für Droschken und Gepäckwagen eingenommen, die von den beiden westlichen Ecken des Gebäudes nach Osten hinab führen, die äußeren Mauern haben große Öffnungen für Lüftung und Beleuchtung. Die Anlage dieser geeigneten Fahrstraßen wurde dadurch begünstigt, daß die Clinton-Straße 3,4 m tiefer liegt, als die Kanalstraße, die annähernd auf die Höhe der Brücken gehoben ist, die über die Gleise zwischen ihr und dem Chicago-Flusse und über diesen hinweg führen. Die 4,9 m unter der Kanalstraße liegende Haupt-Wartehalle ist 30,5 m breit, 66,5 m lang und 34,75 m hoch. Sie hat gefälzte Wände mit großen Öffnungen an jedem Ende und an drei Stellen in gleicher Teilung an jeder Seite, marmorne Säulen, über denen ein Gebälk 14,33 m über dem Fußboden um die Halle läuft. Darüber liegt ein Fenstergeschoß mit flachem Tonnengewölbe, die Mauern haben Fenster an jedem Ende und an drei Stellen an jeder Seite, die Tageslicht geben, weil die Mauern des Fenstergeschosses 4,9 m von den inneren Mauern des obern, als Dienstgebäude dienenden Teiles des Gebäudes entfernt sind. Die Decke der Wartehalle besteht ganz aus Oberlichtern mit Ausnahme einer Reihe von Feldern an die Seiten und Enden. Der Haupteingang zur Wartehalle von der Straße besteht aus zwei 12,2 m breiten, 25,9 m langen Eingangshallen an der Kanalstraße je 21,6 m von der Mitte des Gebäudes. Diese Hallen enthalten Treppen nach der Wartehalle, dienen aber auch als Bogenhallen für den Zugang zu Läden an jeder Seite, für solche ist auch ein Teil der Gebäudeseite an der Kanalstraße bestimmt. Zwei andere Eingänge nach der Wartehalle liegen am nördlichen und südlichen Ende, wo drei Türen nach 5,5×13,1 m großen, unmittelbar mit den Fahrstraßen für Droschken und Gepäckwagen verbundenen Eingangshallen führen und als Eingänge für mit Droschken ankommende Fahrgäste dienen. Diese Eingangshallen sind westlich mit einer nach der Clinton-Straße führenden, 3,6 m breiten, 40,8 m langen Bogenhalle für Fußgänger verbunden. Der südliche der drei großen Durchgänge an der Westseite der Wartehalle ist mit dem Rauchzimmer und einer Treppe nach Aborten im Keller verbunden, der mittlere führt nach einem 14,6×33,5 m großen, 12,2 m hohen und durch eine Halle und Gang nach einem kleineren, 12,2×18,3 m großen, 9,1 m hohen Speisezimmer, der nördliche nach dem Wartezimmer für Frauen und über eine Treppe nach Aborten im Keller. Der mittlere Durchgang an der Ostseite der Wartehalle zwischen den beiden Haupttreppen führt nach der Schalterhalle mit unmittelbarem Zugange weiter östlich nach der Zugangshalle unter der Kanalstraße, und über diese hinaus nach dem Zugangsteige zwischen den beiden Gruppen-stumpfer Reisezweiggleise. Dieser mittlere Durchgang wird durch kleinere Türen auf jeder Seite der beiden Treppen ergänzt, so daß man auf deren ganzer Erstreckung von 58,5 m der Ostseite fast an jeder Stelle von der Wartehalle nach dem Zugangsraum gehen kann. Unmittelbar unter der südlichen Treppe liegt ein 19,5×14,9 m großer eingegitterter Raum für die Fahrkartenausgabe mit Schaltern

an allen vier Seiten, unter der nördlichen ein ähnlicher für die Gepäckabfertigung mit Aufzug, Rutsche und Treppe nach dem Gepäckräume im Keller. Unmittelbaren Eingang in die Zugangshalle bieten auch die mit den beiden Droschkenständen unter den beiden Ecken des Gebäudes an der Kanalstraße am untern Ende der Fahrstraßen von der Clinton-Straße verbundenen Vorhallen. An diese grenzen außer geeigneten Anfahrsteigen ein Raum für den Dienst von Droschken mit Wegmesser, Handgepäckabfertigung und Aborte für Droschkenführer.

Eingänge für das Dienstgebäude liegen in den Mitten der Gebäudeseiten am Jackson-Boulevard und der Adams-Straße. Sechs Treppenstufen führen vom Fußwege nach einer die geeignete Fahrstraße von der Clinton-Straße überbrückenden offenen Halle, die mit einer an das Ende der Wartehalle grenzenden, 4,2 m über dieser liegenden, einen Überblick über sie gewährenden Eingangshalle verbunden ist. Im Westen dieser Halle führt ein Gang nach zwei Reihen von je fünf Aufzügen. Diese laufen nicht unter die Höhe der Eingangshalle, um die Diensträume vom Abfertigungsgeschosse zu trennen; für Beamte, die nach diesem Geschosse gehen, ist im Osten der Eingangshalle zum Dienstgebäude eine Treppe nach dem Abfertigungsgeschosse in der Eingangshalle am Ende der Wartehalle vorgesehen. Für den Verkehr von Zugmannschaften mit Beamten in den oberen Geschossen ist ferner ein besonderer Aufzug nach den obern Geschossen mit Eingang in Höhe des Abfertigungsgeschosses vorgesehen, der sich nach der Fahrstraße für Droschken nicht weit vom Zugangsteige öffnet. Weitere Verbindungen zwischen Dienstgeschossen und Straßenhöhe bieten vier Treppen in Brandmauern in den vier Ecken des Gebäudes.

Die Fahrstraßen von der Clinton-Straße nach den Droschkenständen dienen auch als Zugang nach dem Gepäckräume im Keller. Von den Droschkenständen führt eine Verlängerung der Rampe westlich außerhalb des ersten Laufes der Fahrstraße nach der Ecke der Clinton-Straße, von dort nach der Mitte des Blockes an dieser und von dort östlich in der Mittellinie des Gebäudes nach einer Ladestraße unter der Kanalstraße (Abb. 6, Taf. 5). Diese 14,3 m breite Ladestraße hat 116,4 m lange Anfahr für Kopfstellung der Wagen an der Ostseite, jenseit deren die ganze Fläche unter dem Zugangsteige vom Gepäckräume eingenommen wird. Im übrigen Teile des Kellers unmittelbar unter dem Hauptgebäude liegt nahe dessen südlicher Mauer eine mit der Haupt-Wartehalle durch eine Treppe von der südlichen Eingangshalle verbundene Speisewirtschaft mit Selbstbedienung. Diese umfaßt ein 11,6×43,9 m großes Speisezimmer, eine 15,2×16,8 m große Anrichte und eine 12,2×23,2 m große Küche. In der nördlichen Hälfte des Kellers liegt ein 16,5×27,4 m großer Raum für Einwanderer, der durch einen Gang mit Treppe mit dem Zugangsteige verbunden ist. Der Keller enthält ferner die Haupt-Aborte, Lagerraum für die Speisewirtschaften, die Anlage für Lüftung und Räume für Beamte. B-s.

Lokomotiv-Hebebock für 100 t von Perbal.

(Revue générale des Chemins de fer 1922 I, Mai; Génie civil 1922 II, Band 81, Heft 7, 12. August, S. 162, beide mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 17 bis 19 auf Tafel 3.

Der von L. Perbal für die französischen Staatsbahnen entworfene Hebebock für Lokomotiven hat vier durch Streben versteifte Pfosten aus Walzeisen mit je einer innern, genau geschnittenen, lotrechten Schraube, auf deren Muttern zwei Querbalken aus Blech und Winkeln ruhen. An jedem Ende des Querbalkens (Abb. 17 bis 19, Taf. 3) ist ein C-förmiges Stück a mit durchgesteckter Drehachse b befestigt, auf der an beiden Seiten des Balkens zwei Schwinghebel c sitzen, deren äußeres Ende auf der Hubmutter ruht und die Last auf diese überträgt; das innere hängt mit zwei Kettenringen an einem Lenker d, der quer durch einen Ausschnitt des Stehbleches des Querbalkens geht, an dem er befestigt ist. Zwei seitliche Stangen e dienen als

*) Organ 1922, S. 226.

Führung und verhindern seitliche Verschiebung der Schwinghebel beim Versetzen der Vorrichtung, oder bei Bruch der Ketten. Wenn sich so die beiden Schwinghebel zusammen um ihre Achse drehen, kann sich der Querbalken in der Längsrichtung neigen, wenn sie sich unabhängig drehen, mit einem Ende aufwärts, mit dem andern abwärts, neigt sich der Querbalken nach der einen oder andern Seite. Schwinghebel c und Lenker d wirken zusammen wie ein Kreuzgelenk.

Die Hubvorrichtung des Hebebockes besteht für jeden Pfosten aus einem großen, auf den Fuß der Schraube gekeilten Zahnrad, das seine Bewegung von einem Triebzahn erhält, auf dessen Achse durch Vermittelung zweier Kegelräder eine Verbrennmaschine oder elektrischer Treiber arbeitet. Um den Gleichgang der vier Schrauben zu sichern, werden sie durch einen Treiber in der Längenmitte der Vorrichtung gedreht, der eine auf wechselnde Längenstellung ausziehende Längswelle treibt. Der größte Abstand der Böcke ist 13,5 m; die Welle hat eine Zwischenstütze mit einem für Richtungsfehler der Welle heweglichen Lager.

Zwecks Versetzung der je 1600 kg schweren Hebebocke ruhen sie auf vier Rädern, die vor der Belastung mit sie tragenden Schwinghebeln in den Fuß des Pfostens gehoben werden.

Einfachere Böcke sind nach denselben Grundsätzen zum Heben von Wagen entworfen. B—s.

Bahnhofgebäude der schweizerischen Bundesbahnen in Brugg und Augst.

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

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel 5.

In den Grundrissen der Bahnhofgebäude in Augst und Brugg (Organ 1922, Abb. 14 und 15, Taf. 42) sind einige Räume nicht oder unrichtig benannt. Abb. 7, Taf. 5 zeigt den Grundriß des Bahnhofgebäudes in Augst mit den richtigen Benennungen. Im Bahnhofgebäude in Brugg (Organ 1922, Abb. 15, Taf. 42) ist in dem unrichtig mit Fernsprecher bezeichneten Raume der Bahn-Fernschreiber untergebracht. B—s.

Maschinen und Wagen.

Durchgehende Güterzugbremse in Frankreich.

(Engineer, September 1922, S. 336.)

Im Sommer 1922 wurden in Frankreich Versuche mit durchgehenden Bremsen der Bauarten Clayton-Hardy, Westinghouse und Lipkowski an Güterzügen vorgenommen. Die Versuche wurden so geheim gehalten, daß nur von Zeit zu Zeit irreführende Angaben über die Ergebnisse mit der einen oder andern Bauart an die Öffentlichkeit drangen. Erst am 26. September wurde ein amtlicher Bericht vom Versuchsausschusse ausgegeben, der sich einstimmig für Annahme der Bremse nach Westinghouse aussprach. Die Saugebremse nach Clayton-Hardy war auflangen und steilen Neigungen am wirkungsvollsten, die beiden anderen jedoch noch völlig ausreichend. In der Wagerechten brachten alle drei Bauarten die Züge annähernd innerhalb derselben Strecke zum Stillstande. Die Saugebremse war etwas im Vorsprunge. Die Westinghouse-Bremse war dagegen den anderen im stoßfreien Arbeiten entschieden überlegen und empfahl sich besonders dadurch, daß die langjährigen Erfahrungen auf amerikanischen Bahnen spätere unvorhergesehene Schwierigkeiten ausschlossen. Zu Ungunsten der Hardy-Bremse sprachen die hohen Kosten und die lange Dauer des Ersatzes der an den Personenzügen bereits vorhandenen Druckbremsen. Außerdem waren das hohe Gewicht und die großen Abmessungen der Saugebremsausrüstung Nachteile, über die man nur bei ganz bedeutender Überlegenheit dieser Bauart hinwegsehen hätte. Die Bremse nach Lipkowski schien noch nicht genügend durchgebildet und erprobt.

Die Wahl der Westinghouse-Bremse schließt nicht in sich, daß andere Druckbremsen künftig mit zur Einführung kommen werden, wenn sie mit der ersteren zusammenarbeiten können. Der Bericht hat zweifellos die Kunze-Knorr-Bremse im Auge, die in Deutschland und Schweden schon eingeführt wird. Mit Rücksicht auf die durch die „Konvention von Bern“ festgelegte Austauschbarkeit der Fahrzeuge auf den europäischen Bahnen wird erhofft, daß die Westinghouse-Bremse schließlich in Verbindung mit der deutschen Bauart verwendet wird.

Der Bericht des Ausschusses stellt nur eine Empfehlung an den obersten Eisenbahnrat dar, der erst entscheiden kann, nachdem die Bedingungen für die Herstellung der Bremsausrüstungen in

Elektrische Sicherung langer Überholungsgleise der Paris-Orleans-Bahn.

(Revue générale des Chemins de fer 1920, Band 39, S. 263; Reuleaux, Elektrotechnische Zeitschrift 1921, Heft 5, 3. Februar, S. 112, beide mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 11 auf Tafel 5.

Zur Sicherung der langen Überholungsgleise für zwei bis drei Güterzüge der Paris-Orleans-Bahn dienen besondere, durch Gleisströme gesteuerte elektrische Verschlüsse von Weichen- und Signal-Hebeln, die deren Bedienbarkeit von dem Freisein bestimmter durch stromdichte Stöße getrennter Gleisabschnitte und der richtigen Stellung anderer für die betreffende Fahrt in Frage kommender Hebel abhängig machen. Abb. 11, Taf. 5 zeigt die Schaltübersicht für einen Gleisabschnitt. Gleis-Stromkreis A hält bei freiem Gleisabschnitte durch den Strecken-Magnetschalter R den Zwischenstromkreis B und dieser durch den Magnetschalter R₁ den Ort-Stromkreis C im Stellwerke mit dem elektrischen Verschlusse V des betreffenden Hebels geschlossen. V gibt diesen nur bei erregten Magnetschaltern R und R₁ frei. Befindet sich eine Achse auf dem Gleisabschnitte, so wird Stromkreis A kurz geschlossen, die Magnetschalter R und R₁ lassen ihre Anker los, Stromkreis C kann nicht geschlossen werden. Dieser wird abgesehen von R und R₁ nur geschlossen, wenn ein besonderer Fußschalter F betätigt wird und die Stromschliesser S etwa in Frage kommender anderer Hebel geschlossen sind. Der elektrische Verschluss besteht aus einem Elektromagneten, dessen Anker in stromlosem Zustande in einen Schlitz der Handfalle greift und so die Hebelbedienung verhindert. Bei Störungen kann der Verschluss durch eine mit Bleisiegel geschützte Hilfsvorrichtung von Hand gelöst werden. Das durchgehende Hauptgleis und das Überholungsgleis sind in eine Anzahl stromdicht getrennter Abschnitte geteilt, deren Gleisströme entsprechend zusammenwirken; an der Spaltungs- und Vereinigungs-Weiche und bei Anlagen zur Überholung dreier Züge auch in der Mitte des Überholungsgleises befindet sich je eine Wärterstelle. B—s.

Frankreich und ihre Kosten geprüft sind. Im Falle der Annahme wird die französische Regierung eingeladen, die Einführung der Westinghouse-Bremse für Güterzüge allen Ländern förmlich vorzuschlagen, die das Schlufsprotokoll der III. internationalen Konferenz für technische Einheit im Eisenbahnwesen im Jahre 1907 in Bern unterschrieben haben. A. Z.

Der neue Schlafwagen der internationalen Schlafwagen-Gesellschaft.

(Génie civil 1922, September, Band LXXXI, Nr. 12, Seite 249.)

Mit Abbildungen.)

Die Quelle bringt eine ausführliche Beschreibung des Wagens für 16 Plätze, über den, besonders sein Drehgestell P, bereits berichtet wurde*). —k.

Elektrische C + C-Lokomotive der Rhätischen Bahn.

(W. Dürler, Schweizerische Bauzeitung 1922 I, Band 79, Heft 20, 20. Mai, S. 249, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 und 10 auf Tafel 5.

Die Hauptverhältnisse der C + C-Lokomotive der Rhätischen Bahn sind:

| | |
|---|---------------------------------|
| Spur | 1 m |
| Größte Steigung | 45 ⁰ / ₀₀ |
| Größte Fahrgeschwindigkeit | 45 km/st |
| Fahrdrachtspannung: höchste | 11500 V |
| niedrigste | 8500 " |
| Schwingungszahl für 1 sek | 15 bis 18 |
| Höhe des Fahrdrachtes über Schienenoberkante: | |
| mindestens | 4100 mm |
| höchstens | 6400 " |
| Größte Höhe der Schleifstückoberkante: | |
| bei niedergelegtem Stromabnehmer | 3970 " |
| bei stehendem Stromabnehmer | 6450 " |
| Größte Breite der Schleifstücke | 1340 " |
| Länge zwischen der Stoßflächen | 13300 " |
| Größte Breite | 2700 " |

*) Organ 1922, S. 55.

| | |
|--|----------|
| Durchmesser der Triebräder | 1070 mm |
| Gewicht des mechanischen Teiles mit Bremse, ohne Schneepflug | 37950 kg |
| Gewicht des elektrischen Teiles | 27750 „ |
| Ganzes Gewicht mit Mannschaft und Sand, ohne Schneepflug | 66150 „ |
| Gewicht für 1 m Länge höchstens | 5,7 t. |

Der kleinste Bogenhalbmesser ist auf offener Bahn 100 m, in Weichen 80 m, das Gewicht der Schienen 23,5 bis 27 kg/m. Die Lokomotive befördert bei Bergfahrt auf der 21 km langen, 35°_{00} geneigten Rampe der Albulalinie 200 t Anhängelast mit 30 km/st. Die beiden Drehgestelle haben Außenrahmen erhalten, um möglichst viel Platz für den Treiber zu gewinnen. Die erste und letzte Triebachse jedes Drehgestelles sind im Rahmen fest gelagert, die mittlere hat 2×20 mm Seitenspiel. Die Vorgelegewelle ist im Rahmen mit 215 mm Überhöhung gegen diesen zwischen der äußersten und mittlern Triebachse gelagert. Über der Vorgelegewelle ruht der mit geschlossenem Lagerschilde ausgebildete Treiber in niedrigen Lagerböcken aus Stahlguss am Rahmen. Er arbeitet mit beiderseitiger Zahnradübersetzung 1:4,134 mit gegenständig schräg stehenden Zähnen auf die Vorgelegewelle; das Ritzel ist gegen die Vorgelegewelle abgedeutet. Die Zahnräder werden mit Öl geschmiert, in das das große Zahnrad eintaucht. Das Drehmoment wird vom Kurbelzapfen der Vorgelegewelle durch eine schräge Triebstange auf die hinterste der drei gekuppelten Triebachsen übertragen. Die Lokomotivbrücke stützt sich durch die Drehzapfen zwischen den beiden inneren Triebachsen auf die \perp -Querträger der Drehgestellrahmen. Zu seitlicher Abstützung dienen Stützen auf Federn. Außerdem ist die Brücke am hintern Ende jedes Drehgestelles durch eine federnde Pendelstütze abgestützt; an dieser Stelle ist auch ein Fangbügel zur Sicherung gegen Herausspringen des Drehzapfens aus der Pfanne angeordnet. Die beiden Drehgestelle sind nicht gekuppelt, die halbe Zugkraft wird daher durch die beiden Drehzapfen und die Lokomotivbrücke übertragen. Die Kastenvorbauten über den Drehgestellen haben aufstellbare Klappdeckel zur Untersuchung der Stromsammeler und Lager. Sie sind schmäler, als der Lokomotivkasten, der seitliche Gang ermöglicht einen Übergang vom Zuge auf die Lokomotive. Der Lokomotivkasten hat einen mittlern Raum für den Abspanner, Schaltvorrichtungen, Lüfter, Luft- und Preß-Pumpe, mit Längsgang auf einer Seite, und einen Führerstand an jedem Ende. Jeder Führerstand hat rechts eine Tür an der Längsseite der Lokomotive, links eine solche in der abgeschrägten Stirnwand für den Übergang vom Zuge. An Bremsen ist eine Luftsaugbremse der Bauart Hardy vorhanden, die beide Drehgestelle mit je sechs Bremsklötzen abbremst und einen Bremsdruck von 60% des Reibgewichtes erzeugt, ferner eine auf dasselbe Gestänge wirkende Handbremse, mit der das zu dem betreffenden Führerstande gehörende Drehgestell mit einem Bremsdrucke von 50% des ganzen Reibgewichtes abgebremst werden kann. Die Luftsaugbremse betätigt regelrecht während der Fahrt nur die Bremsen der Anhängewagen, so daß die Radreifen der Lokomotive vor zu starker Erwärmung, die elektrischen Einrichtungen vor Bremsstaub geschützt sind. Erst bei stärkerer Bremsung tritt die Lokomotivbremse selbsttätig in Tätigkeit. Der Bremsschieber erlaubt dem Führer aber auch, durch Drehen in der andern Richtung die Lokomotive abzubremsen.

Die Schaltvorrichtungen werden rein von Hand gesteuert und durch Preßluft betätigt. Der Hochspannung-Stromkreis umfaßt auf dem Dache die beiden Scheren-Stromabnehmer, von denen jeder für Preßluft und elektrisch mit einem den Luffhahn und Trennschalter betätigenden Griffe vom Innern der Lokomotive aus abgetrennt werden kann. Eine Drosselspule auf dem Dache dient als Schutz gegen Überspannung. Von dieser führt die Leitung zu dem Ölschalter im Dache, dann durch dieses zum Abspanner. Der Einbau des Hochspannungsschalters in das Dach erspart einen besondern Raum für Hochspannung. Der Schalter wird durch Preßluft von beiden Führerständen aus mit einem Ventile betätigt, das in der ersten Stellung den Stromabnehmer anlegt. Er wird elektrisch mit Stromschliesern an demselben Ventile oder durch Betätigen der Notauslösung mit einem Gestänge ausgeschaltet. Selbsttätig kann die Auslösung durch drei Höchststrom-Magnetschalter, einen im Stromkreise des Abspanners und je einen in den beiden Stromkreisen der Treiber, und durch einen Nullspannungs-Magnetschalter erfolgen.

Der Abspanner mit 940 kVA Dauerleistung ist als Luft-Abspanner

mit künstlicher Lüftung gebaut. Die Niederspannungs-Wicklung in der Hochspannungs-Wicklung hat 18 Anzapfungen zur Speisung der Treiber, deren oberste 610 V gibt. Sie besteht aus zwei nebengeschalteten, auf beide Säulen verteilten Hälften aus einer Flachkupferwicklung und einer mit dieser in Reihe geschalteten, darüber angeordneten Rundkupferwicklung zur Erreichung der für später vorgesehenen Heizspannung von 1200 V. Zur Kühlung des Abspanners dient ein Lüfter für 300 cbm/min bei 60 mm Wassersäule.

Im Stromkreise des Fahrtreibers liegt unmittelbar neben dem Abspanner der Stufenschalter für 18 Fahrstufen mit Haupt- und Hilfs-Bürste, zwischen die ein Widerstand beim Übergange von einer Stufe zur folgenden eingeschaltet wird. Haupt- und Hilfs-Bürste werden durch Drehen einer Leitspindel bewegt; diese betätigt durch eine unmittige Scheibe die auf einer Seite des Stufenschalters angeordneten Funkschalter mit Blasspulen, an denen die Unterbrechungen im Stromkreise der Haupt- und Hilfs-Bürste stattfinden. Der Stufenschalter wird durch Drehen der Handräder am Steuertische mit Kettenübertragung und einer unter der Lokomotivbrücke durchgehenden, in Kugellagern laufenden Welle betätigt. Vom Stufenschalter führen die Kabel nach den in den Kastenvorbauten unmittelbar vor den Fahrtreibern angeordneten, ebenfalls rein durch Preßluft betätigten Wendeschaltern mit je einer Stellung für Vor- und Rückwärts-Fahrt und einer solchen für elektrische Bremsung. Die Wendeschalter werden durch ein Ventil betätigt, das neben dem für den Stromabnehmer und Hochspannungsschalter auf dem Steuertische angeordnet, und mit letzterm Ventile und der Betätigung des Stufenschalters verriegelt ist.

Die Fahrtreiber sind zwölfpolig als reine Reihentreiber mit Ausgleich- und nebengeschalteter Wendepol-Wicklung ausgeführt. Sie haben Widerstandsverbindungen zwischen Ankerwicklung und Stromsammeler nach der Brown, Boveri u. G. geschützten Bauart aus Bändern aus einem stromdicht zwischen Metallplatten eingebetteten Stoffe hohen Widerstandes. Der Stromsammeler hat 120 mm breite Schleiffläche und läßt rund 15 mm Abnutzung zu. Die zwölf Bürstenhalter mit je zwei schräg stehenden Kohlenbürsten mit 20×56 mm Schleiffläche sind mit stromdichten Porzellanhaltern an einem zur Untersuchung mit Schneckentrieb drehbaren Bürstenjoche befestigt. Oben und unten am Lagerschilde angebrachte Klappen erleichtern die Untersuchung der Bürsten. Zur Kühlung des Treibers ist unmittelbar neben ihm ein durch kurzen Anschlußstutzen mit ihm verbundener, durch einen Einwellen-Reihentreiber getriebener Lüfter für 120 cbm/min bei 100 mm Wassersäule und 1700 Umläufen in 1 min angeordnet. Der ohne Zahnräder und Lüfter 5750 kg schwere Fahrtreiber hat 500 PS Dauer- und 600 PS Stunden-Leistung bei je 615 Umläufen in 1 min, entsprechend 30 km/st Fahrgeschwindigkeit.

Für die durch Widerstände wirkende elektrische Bremsung werden die Felder der beiden Fahrtreiber in Reihe geschaltet und durch eine besondere, mit dem Treiber des Lüfters für den Abspanner gekuppelte Erregermaschine erregt; diese wird von dem Lichtspeicher mit 18 V erregt. Durch einen Nebenschluß-Regler im Führerstande wird die Spannung der Erregermaschine und damit die Erregung der als Gleichstrom-Nebenschluß-Stromerzeuger auf zwei Bremswiderstände arbeitenden Fahrtreiber verändert. Diese äußerst feinstufige Regelung ermöglicht stoffsreies Bremsen. Das Umschalten der Treiber auf Bremsung geschieht mit den eine Bremsstellung aufweisenden Wendeschaltern durch Umstellen des Preßluftventiles auf dem Steuertische. Die Bremswiderstände aus Chromnickeldraht-Spulen sind seitlich neben dem Abspanner in einem besondern Raume untergebracht. Sie werden durch den Lüfter des Abspanners gekühlt, der die durch diesen angesaugte Luft nachher durch die Bremswiderstände drückt. Diese Bremsung bremst bei der Talfahrt bis 50% des Zuggewichtes ab, das übrige Gewicht wird durch die Luftsaugbremse abgebremst. So muß sich der Führer stets von der Bereitschaft beider Bremsen überzeugen. Auch wäre es bedenklich gewesen, in den scharfen Bogen bei der in der Mitte angeordneten Stofsvorrichtung das ganze Zuggewicht auf die Lokomotive abzustützen.

Die Heizung des Zuges geschieht zur Zeit noch mit 300 V aus der 7. Stufe des Haupt-Abspanners. Die Leistung ist durch die zulässige Höchst-Stromstärke von rund 600 A der Heizkuppelungen der Wagen beschränkt. Für später, wenn sehr lange, größere Leistung der Heizung erfordernde Reisezüge gefahren werden sollten, ist am Abspanner die Heizungsanzapfung für 1200 V_z vorgesehen, bei der 240 kW zum Anheizen während zwei Stunden bei weniger

als 0° Wärme und 125 kW zum dauernden Heizen bei weniger als +10° C entnommen werden können. Das Aus- und Einschalten des Heizstromes in der Lokomotive geschieht durch einen Ölschalter mit selbsttätiger Höchst-Auslösung, der von beiden Führerständen aus durch Prefsluft betätigt wird.

Die Nebenbetriebe liegen alle an der Spannungstufe von 220 V. Dies sind die Treiber des Lüfters für den Abspanner und der Lüfter für die Fahrtreiber, der Treiber der Prefschleibe, der Treiber der Luftpumpe und der Treiber der Umformergruppe für die Beleuchtung. Alle Treiber der Lüfter werden zusammen mit einem Schalter in den Führerständen ein- und ausgeschaltet; Signallampen zeigen an, ob die beiden Treiber der Lüfter für die Fahrtreiber eingeschaltet sind. Für die Beleuchtung der Lokomotive ist eine Einwellen-Gleichstrom-Umformergruppe für 0,75 kW Gleichstromleistung bei 18 bis 25 V mit selbsttätiger Anlaufs- und Nebenschalt-Vorrichtung vorhanden, die neben einen Stromspeicher mit neuen Zellen von 60 Ast geschaltet ist. Die Heizung der Lokomotive liegt ebenfalls am Stromkreise von 220 V, jeder Führerstand hat zwei Fußwärmeplatten mit 150 W und zwei Heizkörper mit 600 W. Außerdem wird noch eine Wärmeplatte für Öl eingebaut.

Der mechanische Teil der 1921 gelieferten sechs Lokomotiven dieser Bauart stammt von der Maschinenbauanstalt Winterthur, der elektrische von Brown, Boveri u. G. und der Maschinenbauanstalt Örlikon.

B - s.

Versetzbarer Kessel zur Versendung von Flüssigkeiten.

(F. S. Gallagher, Railway Age 1922 II, Band 73, Heft 19, 4. November, S. 833, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel 5.

Die Newyork-Zentralbahn verwendet versetzbare Kessel zur Beförderung von Milch in großen Mengen. Der mit Glas verkleidete Kessel ist in einen Kasten mit Wärmeschutz eingeschlossen, so daß kein Eis verwendet zu werden braucht. Wasser kann nicht in den Kasten gelangen, weil der Deckel des Kessels versiegelt und verriegelt wird und außerdem vor dem Schließen des Deckels ein Stöpsel zur Wärmedichtung in die Öffnung gesenkt wird. Abb. 8, Taf. 5 zeigt einen Kesselkasten für 2970 l. Die Kesselkästen werden wie Sammelkästen für Stückgut*) und Postsachen**) gehandhabt und befördert.

B - s.

Lokomotiven der elektrischen Bahn von Turin nach Ceres.

(Bulletin des zwischenstaatlichen Eisenbahnverbandes 1922, August; Génie civil 1922 II, Band 81, Heft 12, 16. September, S. 261.)

Die 42 t schweren Lokomotiven der elektrischen Bahn von Turin nach Ceres***) haben zwei Drehgestelle mit je zwei unabhängigen Triebachsen, also die Anordnung AA + AA. Jede Achse trägt einen Treiber für 140 PS mit 660 Umläufen in 1 min bei 1800 V, die Vorgelege vermindern die Geschwindigkeit ungefähr im Verhältnisse 1:4. Die Treiber sind ständig zu zweien in Reihe geschaltet, die beiden Gruppen werden durch einen Steuerschalter hinter oder neben einander geschaltet. Durch Anfahrwiderstände verfügt man über sieben Geschwindigkeiten in Reihen- und fünf in Neben-Schaltung; elektrische Bremsung durch Kurzschluß der Treiber über diese Widerstände ist vorgesehen. Die Zugkraft am Radumfang ist 4650 kg, beim Anfahren bis 9300 kg. Das Gewicht der Reisezüge der 31 km langen Strecke Turin-Lanzo ist ungefähr 150 t, der 12 km langen Lanzo-Ceres 85 t, ihre Geschwindigkeit 65 und 45 km/st. Jede Lokomotive hat zwei Stromabnehmer mit Bügeln aus Aluminium; der Kasten hat zwei Führergelasse und ein verriegeltes Gelass für Hochspannung; der mittlere Teil des Kastens bildet den Gepäckraum. In jedem Endgelasse steuert der Führer von ferne von Hand oder mit Prefsluft die Vorrichtungen des Hochspannungsgelasses von einem Stande aus, ferner die Hand-, Luftdruck-Bremse und Sandstreuer. Die Hauptvorrichtungen in dem Hochspannungsgelasse sind der Steuer- und der Aus-Schalter, in einer Vorrichtung vereinigt. Den Steuerschalter betätigt der Führer mit einem den ganzen Kasten der Lokomotive durchsetzenden Gestänge. Der Steuerschalter schaltet das eine oder andere Treiberpaar aus, kehrt die Fahrriehtung um und bewirkt die Schaltungen für die verschiedenen Geschwindigkeiten oder die Bremsung. Der Ausschalter erspart den Schaltungen

*) Organ 1921, S. 139; 1922, S. 119.

**) Organ 1921, S. 269.

***) Organ 1922, S. 126 und 343.

des Steuerschalters die Stromöffnungen, deren Wirkung und Abnutzung auf die starken, mit kräftigen magnetischen Ausbläsern versehenen besonderen Teile des Ausschalters übertragen werden. Die Lokomotive hat außerdem einen Hauptschalter mit vielfachen, auf einander folgenden Öffnungen des Stromkreises, um Funkenbildung zu verhüten; er wird mit Prefsluft gesteuert und hat Handsteuerung für Notfälle. Endlich liefert eine kleine Gruppe von Spannungswandlern in dem Hochspannungsgelasse Strom von 110 V für Beleuchtung, Heizung und Luftpumpe; sie besteht aus zwei in Reihe geschalteten Gleichstromtreibern für 1800 V, deren gemeinsame Achse einen Stromerzeuger für 110 V trägt. Die in einem Kasten vereinigten gußeisernen Anfahrwiderstände werden durch einen Lüfter auf der Achse der kleinen Gruppe der Spannungswandler gelüftet.

Die Reisewagen mit 70 bis 80 Plätzen haben unabhängige Beleuchtung von Brown-Boveri mit Stromerzeuger an einer Achse.

B - s.

Verwendung von Holz für Güterwagen.

(H. S. Sackett, Railway Age 1921 II, Band 71, Heft 22, 26. November, S. 1037, mit Abbildungen.)

Der während des Krieges in Amerika entworfene Kastenwagen für 90 t hat doppelte Bekleidung auf eisernem Untergestelle. Die ganz aus Eisen bestehenden Wagen erfordern übermäßig teure Erhaltung gegen solche gemischter Bauart. Auch die Pullman-Gesellschaft kehrt zu Schlafwagen mit eisernem Untergestelle und Kasten aus Eisengerüst mit Holzverkleidung zurück. Diese Verbindung gibt einen sichern, starken, behaglichen Wagen, der dem ganz eisernen in jeder Hinsicht überlegen ist. Solche Wagen können schneller und in mehr Werken ausgebessert werden, als ganz eiserne; der Preis ist geringer; die Kosten der Erhaltung betragen weniger, als die Hälfte der für ganz eiserne; die Seiten beulen nicht, wie bei eisernen.

B - s.

Öltriebwagen.

(Engineering 1922 II, Band 114, 8. September, S. 308, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 21 bis 23 auf Tafel 3.

Die von Leduc und Jennings in Montreal gebauten Wagen für Ölbetrieb haben bis jetzt zwei Größen von 9 und 10 t mit 80 km/st möglicher, 64 km/st zugelassener Geschwindigkeit. Bei 32 km/st haben sie einen Bremsweg von drei Wagenlängen. Die Handbremse wird mit einem Handrade durch Kegelräder und Kettenwelle betätigt. Der kleinere Wagen für 20 Fahrgäste verbraucht 0,2 l/km Öl, der größere besteht in zwei Bauarten für 32 und 30 Fahrgäste. Der Wagen der letztern Bauart (Abb. 21 bis 23, Taf. 3) hat einen vordern Raum mit losen Bänken, in dem Gepäck oder Güter befördert werden können, dann faßt er 22 Fahrgäste im hintern Raume. Der Wagen läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen in 5,8 m Mittenabstand. Die hinteren Räder sind gekuppelt, der Antrieb wird durch eine lange Welle von der Maschine unter der vordern Haube nach dem hintern Drehgestelle übertragen. Elektrische Anfahr- und Licht-Ausrüstung sind vorgesehen. Im Winter werden die Abgase des Treibers zur Heizung des Wagens hinter Doppelfenstern verwendet.

Die Hauptverhältnisse sind:

| | |
|--|---------|
| Länge des Wagenkastens | 7925 mm |
| Breite " " " " " " | 2286 " |
| Höhe " " " " " " " " | 3099 " |
| Durchmesser der Laufräder | 508 " |
| " " " " " " " " " " " " | 838 " |
| Ganzer Achsstand | 6858 " |
| Fester " " " " " " " " " " " " | 1219 " |
| Vorräte: Öl | 135 l |
| Wasser | 15 " |
| Schmieröl | 8 " |

B - s.

Elektrische Zugbeleuchtung nach Dick.

(H. Guérin, Génie civil 1922 II, Band 81, Heft 1, 1. Juli, S. 14, mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 16 auf Tafel 3.

Die elektrische Zugbeleuchtung nach Dick enthält einen Stromerzeuger, einen Stromspeicher und einen Regler. Der Stromerzeuger hat gewöhnliche Nebenschluß-Erregung; sein Bürstenhalterkranz ist zwischen zwei Widerlagern beweglich. Getrieben durch den Druck der

vier Bürsten auf den Stromsammeler, bewirkt er bei jedem Wechsel der Drehrichtung eine Winkelveränderung von etwas mehr, als 90° , um die Stromrichtung zu erhalten. Der Stromspeicher hat eine Zelle für je 2 V an den Polen der Lampen. Der Regler hält Stromstärke und Spannung des Stromerzeugers in solchen Grenzen, wie ein Regler an den Polen der Lampen, selbst die Einschaltung fester oder veränderlicher Widerstände in den Stromkreis der durch den Stromerzeuger erleuchteten Lampen konnte wegfallen. Von einer bestimmten Geschwindigkeit an wird der Stromerzeuger während der Auslöschung neben den Stromspeicher, während der Erleuchtung neben Stromspeicher und Lampen geschaltet. In beiden Fällen vollzieht sich das Verfahren regelrecht, wenn der Stromspeicher nicht zu weit entladen ist. Im andern Falle ist die elektromotorische Gegenkraft schwach, der Stromerzeuger erzeugt zu starken Strom, so daß der Riemen zerstört, Anker, Stromsammeler, Bürsten und alle von diesem Strome durchflossenen Vorrichtungen übermäßig erhitzt werden. Der Stromerzeuger muß also im Augenblicke der Schaltung neben den Stromspeicher in seiner Stromstärke beschränkt werden. Während der Auslöschung muß der Strom des dann nur zum Laden des Stromspeichers verwendeten Stromerzeugers auf einen zu vernachlässigenden Wert fallen, wenn die Zellen die ganze Arbeit empfangen haben, die sie aufspeichern können, damit nicht der auf der Achse genommene Strom verschleudert, die Platten des Stromspeichers abgenutzt und die Flüssigkeit schnell zersetzt wird. Daher wird die Ladung zweckmäßig bei beschränkter Spannung bewirkt. Die höchste Ladespannung sollte 2,45 V je Zelle nicht überschreiten. Für Spannungen zwischen 2,1 und 2,45 V an den Polen der Zellen zeigt so die anfängliche Stärke des Ladestromes schwache Unterschiede. Während der Erleuchtung kann die Spannung an den Polen der dann vom Stromspeicher gespeisten Lampen 2 V je Zelle, also 24 V für zwölf Zellen sein. Wenn der Stromerzeuger neben Lampen und Stromspeicher geschaltet ist, wächst die Spannung an den Polen der Lampen. Aber der Widerstand der Lampen mit Metallfäden wächst mit der Wärme, die Stromstärke erhöht sich also sehr wenig, wenn die Spannung in den festgesetzten Grenzen wächst, die Helligkeit der Lampen bleibt dieselbe. Diese Lampen können mit 8 bis 10% Schwankung der Regelspannung nach unten und oben ohne Nachteil für ihre Dauer und Leuchtstärke arbeiten, wenn diese Veränderungen langsam und stetig sind, die Spannung für 26 V bemessener Lampen darf also zwischen 24 und 28 V schwanken. 28 V entsprechen 2,3 V je Zelle. Lampen mit Kohlendraht haben negativen Wärme-Beiwert, ihr Widerstand sinkt daher mit wachsender Wärme. Man mußte daher Regler verwenden, die das Netz der Lampen gegen diese Veränderungen der Spannung schützen; bei Lampen mit Metallfäden konnten sie wegfallen.

Diese Arbeitsweise ist durch einen Erregungsregler und den Hauptschalter der Beleuchtung verwirklicht, die durch einen Verbinder vervollständigt sind. Der Verbinder Q (Abb. 16, Taf. 3) besteht aus einem Elektromagneten und einem Hebel mit Stromschliefern an den Enden. Der Elektromagnet trägt zwei Wickelungen: eine aus dünnem, mit den Polen des Stromerzeugers M verbundenem Drahte, die den Hebel anzieht, wenn die Spannung des Stromerzeugers einen bestimmten Wert erreicht hat; die andere aus dickem, von dem ganzen Strome des Stromerzeugers durchflossenem Drahte verstärkt die Anziehung der ersten Wickelung. Eine besondere Ausgleichvorrichtung gestattet dem Ausschalter die Öffnung des Stromkreises für eine Spannung gleich der, für die er ihn geschlossen hat. Da der die Stromschliefer durchfließende Strom fast null ist, treten keine Öffnungsfunken auf, die die Stromschliefer zerstören könnten. Der Regler R enthält ein Solenoid aus einer Stufenwicklung T aus dünnem, mit den Polen des Stromerzeugers verbundenem Drahte und einer Wickelung D aus dickem Drahte in Reihenschaltung mit dem ganzen Strome. Der Kern P aus weichem Eisen im Solenoid trägt unten eine Stange aus stromdichtem Stoffe, die in eine kleine Menge Quecksilber in einem besondern Behälter taucht. Dieser besteht aus sehr dünnen auf einander gelegten, durch stromdichte Platten getrennten eisernen Scheiben in einem Stahlstücke, die durch eine Druckschraube gepreßt gehalten und mit verschiedenen Stellen des Erregungswiderstandes N verbunden sind. In der Ruhe taucht der Kern gründlich in das Quecksilber und schließt die Scheiben und daher den Widerstand N kurz. Der die Wickelung S der Feldmagnete durchfließende Strom hat dann seine größte Stärke. Wenn der Kern durch das Solenoid angezogen wird, sinkt der Spiegel des Quecksilbers und entblößt eine gewisse Anzahl von Scheiben, die

aufhören, kurz geschlossen zu sein; die entsprechenden Teile des Widerstandes N finden sich mit der Nebenschlußwicklung des Stromerzeugers in Reihe geschaltet, die Stärke des Erregerstromes vermindert sich. In Reihe mit der Wickelung aus dünnem Drahte ist ein Eichwiderstand L geschaltet, dessen einer Teil die Vorrichtung für die gewünschte Spannung regelt und die Wärme der Wickelung T hindert, die Spannung des Stromerzeugers zu beeinflussen; der andere Teil wird durch den Hauptschalter V kurz geschlossen, wenn dieser für die Erleuchtung geschlossen wird.

Während der Auslöschung verändert die Spule aus dünnem Drahte den Widerstand des kurz geschlossenen Erreger-Stromkreises, indem sie in die Feldmagnete einen solchen Strom gehen läßt, daß die Spannung an den Polen des Stromerzeugers trotz der Schwankungen der Geschwindigkeit des Zuges unverändert bleibt, nämlich 2,45 V je Zelle. Die Spule aus dickem Drahte regelt die Spannung des Stromerzeugers nach dessen Stromstärke. Unter ihrer Wirkung schaltet der Regler Widerstände in den Erreger-Stromkreis ein, wenn die Stromstärke wächst. Die Spannung ändert sich also in umgekehrtem Verhältnisse der Stromstärke. Während der Erleuchtung hat der geschlossene Hauptschalter eine doppelte Wirkung. Er gestattet dann den Durchgang des Stromes durch den Stromkreis der Lampen und schließt gleichzeitig einen Teil des mit der Spule aus dünnem Drahte in Reihe geschalteten Widerstandes kurz. Leer hält die Spule aus dünnem Drahte an den Polen des Stromerzeugers 29,5 V Spannung mit, 28 V ohne den in Reihe geschalteten Widerstand, der also 1,5 V verzehren muß. Wenn alle Lampen brennen, erzeugt die Spule aus dickem Drahte eine Senkung der Spannung des Stromerzeugers, dessen Spannung dann 27 V, oder 2,25 V je Zelle ist, völlig genügend, um den Stromspeicher B zu laden, oder dessen Ladung zu erhalten. Nach Maßgabe der Verminderung der Zahl der brennenden Lampen wächst die Spannung, aber ändert die Leuchtstärke nur unmerklich. Wenn alle Lampen ausgelöscht sind, erreicht die Spannung von Neuem 2,33 V je Zelle, wenn der Stromspeicher voll geladen ist. Der Regler verändert also die Spannung an den Polen des Stromerzeugers stetig, und ohne daß die Stromstärke jemals einen für den Stromspeicher, die Lampen oder den Stromerzeuger gefährlichen Wert erreicht. Er wirkt schnell, da die Schwingungen des Kernes durch das Luftkissen und die Schwankungen des Quecksilberspiegels geschwächt werden und die Vorrichtung keine Feder enthält. Wenn der Stromspeicher beispielweise durch eine gebrochene Verbindung ausgeschaltet wird, ist die Beleuchtung während der Fahrt doch gesichert. Wenn er durch völlige Entladung und längere Auserbetriebsetzung schwefelgesäuert ist, kann man ihn durch eine einfache, bei den ersten Fahrten des Wagens selbsttätig gesicherte Ladung mit schwacher Spannung wieder in Stand setzen.

B—s.

Ölfeuerung für Lokomotiven von Scarab.

(Engineering 1920 II, Band 110, 3. September, S. 324, mit Abbildungen; Le Génie civil 1921, Januar, Nr. 4, S. 90, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel 4.

Die schon für andere Zwecke angewendete Ölfeuerung von Scarab wird seit einiger Zeit auf einer Lokomotive der London- und Nordwest-Bahn erfolgreich verwendet. Abb. 7, Taf. 4 zeigt die allgemeine Anordnung. A ist der Ölbehälter auf dem Tender, B der nicht immer nötige, aber für kaltes Wetter vorzusehende Dampfwärmer, unter dem ein Dampffang zur Entwässerung angebracht wird. Das Rohr C führt Dampf nach dem Wärmer, durch das Zweigrohr D können die Ölrohre durchblasen werden. Öl- und Dampf-Steuerungen für den Brenner liegen neben einander bei E und F im Führerstande. Dampf wird aus dem Kessel durch ein Abspannventil G nach einem Aufnehmer J gebracht, der die Stöße des Ventiles dämpfen soll. Ein Sicherheitsventil H an der Dampfzufuhr soll verhindern, daß der Druck über das gewünschte Maß steigt. Der Brenner selbst ist unter dem vordern Ende der Feuerkiste bei K angeordnet. Der Kohlenrost ist abgeschafft, der übliche Aschkasten durch einen mit feuerfesten Steinen ausgekleideten Kasten mit einem flachen Gewölbe darüber und einer Scheidewand aus feuerfesten Steinen zum Zerteilen der Flamme auf dem Wege nach der Rohrwand ersetzt. Luft wird durch die Brennermuffe, Erregungsluft durch einen einstellbaren Dämpfer L darunter zugeführt, der Luft unmittelbar und mittelbar durch Löcher in dem Boden aus feuerfesten Steinen in die Verbrennkammer führt. Weitere Luft

wird durch einen Gang unter dem Boden nach dem hintern Ende der Feuerkiste geführt.

Der Brenner besteht aus einem Mantel mit zwei Rohren. Das obere, 1:8,15 geneigte für die Ölzufuhr speist durch Schwerkraft einen geneigten Trog mit einer Anzahl kleiner Rippen an der Kante, so daß das Öl möglichst gleichmäßig über den Rand läuft. Das untere Rohr für Dampfzufuhr endigt in einen Teil, dessen Rand sich nach der Unterseite des Öltroges erhebt und eine ungefähr 1 mm hohe, 6 cm breite Öffnung für den Dampfaustritt frei läßt. Der Dampf fängt das Öl, wenn es über den Rand des Troges fällt, und zerstäubt es in einen leicht entzündlichen Zustand.

Die Lokomotive hat alle Dienste im Leerlaufe und vor langsamen und schnellen Reisezügen versehen; für das Dampfhalten haben sich keine Schwierigkeiten ergeben. Der Ölverbrauch beträgt ungefähr 3 kg/km für 100 t, wegen Dampfverluste wurde bis jetzt keine Zeit verloren.

B.—s.

Geschwindigkeitmesser der Deutawerke.

(Génie civil, April 1922, Nr. 14, S. 330. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 20 auf Tafel 3.

Die Anordnung ist folgende. Auf der senkrechten in Kugeln gelagerten Welle C nach Abb. 20, Taf. 3 ist drehbar ein Dauermagnet A befestigt, dessen Schenkel einen kleinen Zylinder B mit einem Luftspalte von 1 mm umschließen. Die Welle C wird von einer Lokomotivachse angetrieben. Die vom Magneten A erregten Ströme suchen den leichten, glockenförmigen Anker E zu drehen, der auf einer senkrechten Welle in B drehbar gelagert ist. Der Drehung wirkt eine Feder G entgegen. Der Zeiger H stellt sich daher so ein, daß sich das Drehmoment des Ankers E und die Spannung der Feder G ausgleichen. Das entsprechend geeichte Zifferblatt reicht für den Vorwärtsgang von 0 bis 120 km, für Rückwärtsgang von 0 bis 60 km.

A. Z.

Bücherbesprechungen.

Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe von Dr.-Ing. W. Cauer, Geh. Baurat, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin, mit einem Anhang Fernmeldeanlagen und Schranken von Dr.-Ing. F. Gerstenberg, Regierungsbaurat, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin, mit 484 Abb. im Texte und auf 4 Tafeln. Berlin, J. Springer, 1922.

Ein Lehrbuch zur Einführung in das schwierige Gebiet des Sicherungswesens nennt mit Recht der Verfasser selbst das vorliegende Werk, das einen Band des zweiten Teiles der von R. Otzen in Hannover herausgegebenen Handbibliothek für Bauingenieure bildet.

Wir begrüßen es als einen Fortschritt, daß als Grundlage der Darstellung nicht die Bauweisen der verschiedenen Sicherungsanlagen, sondern die Forderungen des Eisenbahnbetriebes angenommen sind. Bei der Behandlung der verschiedenen Bauarten wurden die maßgebenden Grundgedanken herausgeschält und einander gegenübergestellt. Die Bearbeitung erstreckt sich nicht nur auf das Gebiet der deutschen Reichsbahn mit ihren teilweise nicht unerheblich verschiedenen Einrichtungen, sondern auch auf das Ausland. Die Darstellung beruht auf einer sorgfältigen Benutzung des einschlägigen Schrifttumes, aber auch in erheblichem Umfange auf bereitwilligst erteilten Auskünften des Reichsverkehrsministeriums und dessen Zweigverwaltungen und der verschiedenen Bauanstalten. Daß die durch den Übergang der Eisenbahnen auf das Reich eingeführten neuen Benennungen nicht verwendet sind, kann in einer spätern Auflage nachgeholt werden. Wir teilen allerdings die Befürchtung des Verfassers nicht, daß der Ansporn zu einer fortschrittlichen Weiterbildung durch eine fortschreitende Vereinheitlichung bei einer größeren Verwaltung unbedingt geschädigt werden muß; das hat grade die Preussisch-Hessische Eisenbahnverwaltung auf vielen Gebieten bewiesen. Es kommt u. E. nur darauf an, daß selbstständig arbeitende Kräfte gefördert werden, und daß Verbindung mit der Wissenschaft gepflegt wird.

Gegenstand des 1. Kapitels bilden die Wege der Züge und Verschiebefahrten und ihre Signalisierung, das 2. behandelt die Stellwerksanlagen im Allgemeinen, das 3. und 4. die mechanischen Stellwerke

und die Blockanlagen, sowie ihre Verbindung einschließlic der Sperren.

Von besonderem Werte ist das 5. Kapitel mit einer Anleitung zum Entwerfen der Stellwerke und der Verschlusstafeln und der Besprechung der Einteilung in Bezirke und der Regelung des Betriebes bei verschiedener Lage und Anordnung der Befehlstelle und der Stellwerke für Durchgang- und Kopf-Bahnhöfe. Eine Erweiterung dieses Kapitels in einer weiteren Auflage erscheint erwünscht. Das 6. Kapitel enthält eine Darstellung der Kraftstellwerke, das 7. eine solche der ausländischen Einrichtungen, wobei wir namentlich die Sicherung der Verschiebefahrten hervorheben.

Wohlthuend berührt die ehrende Erwähnung des Anteiles des verstorbenen Professors M. Oder in Danzig an den gemeinsamen Vorarbeiten für das Buch.

Im Anhang werden von Dr.-Ing. F. Gerstenberg die Fernmeldeanlagen, der Telegraph, der Fernsprecher, die Läutwerke, die wichtigen Einrichtungen zur Überwachung der Fahrgeschwindigkeit, die Zählwecker und Gleismelder, zum Schlusse die Wegeschränken unter Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf diesem Gebiete besprochen.

Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich, die Abbildungen sind durchweg klar. Ein sorgfältig bearbeitetes Sachverzeichnis erhöht den Gebrauchswert.

In seiner eigenartigen Bearbeitung auf dem Standpunkte der neuesten Entwicklung stehend, kann das Buch älteren und jüngeren Fachgenossen dringend zur Benutzung empfohlen werden. W—e.

Neue Postkarten mit Abbildungen von Schnellzuglokomotiven.

Im Hanomag-Nachrichten-Verlage G. m. b. H., Hannover-Linden, erschien die Hanomag-Lokomotivpostkarten-Reihe Nr. 11. Die Postkarten zeigen die mit Hauptabmessungen versehenen beachtenswertesten Schnellzuglokomotiven, die von der Hanomag für alle Teile der Erde gebaut wurden. Die Reihe enthält 19 sauber in Lichtdruck hergestellte Bildkarten und kostet 19,0 M., zuzüglich 10,0 M. für Porto.

—k.

Für die Leser des „Organ“ zur Nachricht.

Ich teile hierdurch mit, daß ich meine Tätigkeit in der Schriftleitung des „Organ“ mit dem Schlusse des Jahrganges 1922 niedergelegt habe. Alle das „Organ“ betreffenden Schriften und Sendungen sind bis auf weiteres an Herrn Wirklichen Geheimen Oberbaurat, Präsidenten a. D. Dr.-Ing. Rimrott in Wernigerode, Wilhelm-Str. 18 zu richten.

Dr.-Ing. G. Barkhausen,
Geheimer Regierungsrat, Professor.