

Die elektrische Zugförderung auf den deutschen Reichsbahnen.

Vortrag des Ministerialrates Dr. Gleichmann am 9. IX. 1921 in Berlin vor der 75. Versammlung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln 17 bis 20.

I. Einleitung.

Die Zugförderung auf den Haupteisenbahnen ist für den Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen keine fremde Aufgabe.

Getreu seiner Überlieferung, die technischen Hilfsmittel im Eisenbahnbetriebe durch gründliche Beurteilung auf eine solche Stufe zu heben, daß sie höchste Vollkommenheit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit des Betriebes gewähren, hat sich der Verein mit der elektrischen Zugförderung auf den Hauptbahnen befaßt, als die Elektrizität berufen schien, als Ziehkraft im Eisenbahnwesen neben der Dampfkraft eine Rolle zu spielen. So wurde in Frankfurt im April 1911 ein Unterausschuß berufen mit der Aufgabe, einheitliche Bestimmungen über die Stromart, Fahrleitungsspannung und Wechselzahl festzusetzen. Dieser Unterausschuß tagte erstmals im November 1911 in Halle und wollte seine 5. Sitzung 1914 abhalten, als er sich wegen des Krieges bis auf Weiteres vertagen mußte.

In der Sitzung zu München am 21. VI. 1921 wurde beschlossen, daß der Unterausschuß seine Arbeiten als »Unterausschuß für die Fragen des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen« wieder aufnehmen solle.

Seitens der deutschen Eisenbahnverwaltungen mußten in den letzten Jahren grundlegende Beschlüsse über die Stromart für den Vollbahnbetrieb gefaßt werden. Wird der Unterausschuß über diese Frage auch bald zu einem Abschlusse kommen, so sieht er sich vor die erweiterte Aufgabe gestellt, eine große Zahl anderer Fragen des elektrischen Betriebes zu behandeln, so die mannigfachen Beziehungen der Fahrleitung zum Oberbaue, zu den Signalen und zum Nachrichtendienste, ferner den Bau und die Erhaltung der Fahrzeuge und die wirtschaftlichen und verkehrstechnischen Aufgaben der Zugförderung.

Den Gegenstand dieser Erörterungen sollen die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der elektrischen Zugförderung und ihrer Beziehungen zum Betriebe der Hauptbahnen bilden, um zu prüfen, welche Möglichkeiten der Entwicklung für sie im Bereiche der Deutschen Reichsbahn vorhanden sind.

Wenn ein hervorragender Fachmann der Wärmetechnik in diesen Tagen ausgesprochen hat, daß die Kohle heute und in absehbarer Zeit für uns keine unerschöpfliche Ware mehr ist, sondern ein unersetzliches Gut, das wir hüten und nutzbar machen müssen, soweit uns die Technik die Mittel bietet, und soweit deren Anwendung zur Erreichung dieses Zieles wirtschaftlich gerechtfertigt werden kann, so wird damit auch der Weg gewiesen, der mehr, als vor dem Kriege auch für die Zugförderung beschritten werden muß, um den Aufwand an wertvollen Heizstoffen, auf die die Dampflokomotive angewiesen ist, einzuschränken, und wertvolle Kohle für andere Zwecke frei zu machen.

Die Dampflokomotive ist in ihrer Art an Leistung und Zuverlässigkeit eine Maschine höchster Entwicklung; anderen Kraftmaschinen muß sie nachstehen, weil es sich bisher mit vertretbaren Mitteln nicht ermöglichen läßt, die Wärme durch Niederschlagen des Dampfes so weitgehend auszunutzen, wie in ortfesten Kraftanlagen. Für das Mittel der Kraftübertragung, das sich in allen möglichen Kraftmaschinen herstellen läßt, das ebenso gestattet, die Wärme in ortfesten Kraftmaschinen höchster Leistung auf das vollkommenste auszunutzen, wobei die Wärme

aus geringwertigen Heizstoffen erzeugt werden kann, das andererseits auch ermöglicht, die Leistung des fallenden Wassers auszunutzen, und die wertvollen Wasserkräfte aus ihrer Entlegenheit in die Gebiete des gewerblichen Verbrauches und des Verkehrs zu leiten, für die Elektrizität ist es trotz der ihr eigenen Vorzüge nicht leicht, sich neben dem eingelebten einheitlichen Dampfbetriebe Eingang in den Betrieb der Eisenbahnen zu verschaffen. Wenn aber aus dem Mangel an Heizstoff die Folgerungen gezogen werden müssen, so kann die Eisenbahn an dem Kraftvermittler »Elektrizität« nicht vorbeigehen.

Wärmewirtschaft treiben heißt, die Elektrizität zur Erzeugung der Zugkraft in den Eisenbahnbetrieb einzuführen, auch wenn dabei dessen bisherige Geschlossenheit aufgegeben werden muß. Wenn, wie im Eisenbahnbetriebe, etwas Hergebrachtes, Geschlossenes, in seiner Art Vollkommenes durch etwas Neues ersetzt werden soll, so muß das Neue in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht für Betrieb und Wirtschaft Vorzüge aufweisen, die für seine Einführung durchschlagend sind.

In erster Reihe kommt es auf das technische Rüstzeug an. Da hierfür die Elektrotechnik eine reiche Auswahl bietet, so muß entschieden werden, wie die Aufgabe erfüllt werden kann; also muß die Stromart bestimmt werden, mit der der elektrische Betrieb durchzuführen ist, und zwar nicht nach allfälligen besonderen Vorteilen für einzelne Linien, sondern von Anfang an mit Rücksicht auf die Eignung für große Netze.

II. Wahl der Stromart.

So reizvoll es wäre, die Betrachtungen mit einem geschichtlichen Rückblicke über die Entwicklung der elektrischen Zugförderung einzuleiten, so verbietet das hier die Fülle des Stoffes. Jedoch sei an dieser fachtechnischen Tagung der Männer in dankbarer Anerkennung gedacht, die sich als Vorkämpfer dieses neuen Gebietes bleibende Verdienste erworben haben, und die in ihrem Amte nicht mehr tätig sein können, des Wirklichen Geheimen Oberbaurates Dr. Wittfeld der ehemals preussischen und des Oberbaurates Stahl der ehemals badischen Eisenbahnverwaltung. Die preussische, bayerische und badische Eisenbahnverwaltung hatten vor dem Kriege Probetriebe in Schlesien, Magdeburg, Halle, Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden und auf der Wiesental-Bahn eingerichtet. Diese Verwaltungen kamen dahin überein, einheitlich einfachen Wechselstrom mit 15 000 V Spannung in der Fahrleitung und 16 $\frac{2}{3}$ Doppelwechsel anzuwenden. An weitere Einführung des elektrischen Betriebes war zunächst nicht gedacht, erst sollte die Erfahrung abgewartet werden, um vor allem auch die wirtschaftlichen Verhältnisse des elektrischen Betriebes im Vergleiche mit Dampfbetrieb überblicken zu können. Maßgebend für die weitere Einführung sollte sein, daß der elektrische Betrieb mindestens nicht teurer arbeite, als der Dampfbetrieb. Durch die Gestaltung der Kohlenpreise nach dem Kriege wurde die Beurteilung der Frage erheblich beeinflusst. In Bayern wurde auf Grund schon während des Krieges vorbereiteter Verträge über Bauausführungen an den früher leider verschobenen Ausbau der tragfähigsten Wasserkräfte des Landes gegangen, um sie der allgemeinen Landesversorgung nutzbar zu machen, und da galt es, zu den früher behandelten Fragen erneut Stellung zu nehmen. Man beschloß,

den elektrischen Betrieb zunächst auf den Gebirgslinien einzurichten und im Zusammenhange mit dem Ausbaue des Walchensee-Werkes den Strom hierfür diesem Werke zu entnehmen. Dem Ausbaue des Walchensee-Werkes schloß sich ein Jahr später der der Isarkräfte nördlich von München bis Moosburg an; da wurde geprüft, ob auch diese Kräfte für Eisenbahnbetrieb nutzbar zu machen seien. Die Prüfung ergab, daß die Eisenbahnverwaltung einen Fehler begehen würde, wollte sie auf die Ausnutzung dieser mitten im Verbrauchsgebiete liegenden Kräfte verzichten. Der Bauplan wurde dementsprechend erweitert.

Als inzwischen die Eisenbahnen aller deutschen Eisenbahnverwaltungen auf das Reich übergegangen waren und beschlossen wurde, der Einführung des elektrischen Betriebes in größerm Umfange näher zu treten, war es ein glücklicher Gedanke, daß der Reichsverkehrsminister im Februar 1921 eine gründliche Aussprache herbeiführte, um im Kreise der angesehensten Fachleute aus Wissenschaft und Industrie Klarheit darüber zu schaffen, ob die Stromart, die nach dem Standpunkte der deutschen Eisenbahnverwaltung bisher angewendet war, beizubehalten sei.

Um die Stromlieferung zu klären, waren auch die Sachverständigen zugezogen, die nur vom Standpunkte der Stromerzeugung und Fernübertragung beteiligt waren. Die Frage auch in dieser Hinsicht zu prüfen war deshalb wichtig, weil in Deutschland wichtige Pläne bestehen, die allgemeine Elektrizitätsversorgung der Länder unter Zusammenfassung der Stromerzeugung in Großkraftwerken durch Hochspannungsnetze vorzunehmen, wie beispielsweise in Bayern durch das »Bayernwerk«. Das Ergebnis der Beratung war, daß für den elektrischen Betrieb der deutschen Fernbahnen der Einwellen-Wechselstrom mit 16 $\frac{2}{3}$ %, Doppelwechsel als die günstigste Stromart anzusehen ist. Aus der Fülle der Erörterungen über die Stromart sei das Wichtigste hier mitgeteilt.

Bestimmend für die Leistung des elektrischen Betriebes auf Hauptbahnen sind die Forderungen des Verkehrs.

Über elektrischen Eisenbahnbetrieb auf Fernbahnen besteht in Nichtfachkreisen die Meinung, daß man, wie bei Straßenbahnen, leichte Züge in enger Folge fahren müsse, um Fahrgelegenheit zu beliebigen Zeiten zu bieten.

Eine solche Aufteilung ist aber weder im Reisefern- noch im Güter-Verkehr möglich. Auch bei elektrischem Betriebe müssen die Züge nach Gewicht und Zahl mindestens wie bisher bei Dampftrieb gefahren werden; ein Zwang hierzu liegt auch darin, daß der Betrieb den angrenzenden, mit Dampf betriebenen Strecken angepaßt werden muß.

Der Reiseverkehr muß sich nach den Geschäftszeiten richten, daher ist zu gewissen Stunden die Zahl der Fahrgäste so groß, daß sie nur mit schweren Zügen bewältigt werden kann. Das gilt auch vom feiertäglichen Ausflugverkehre.

Für die Bemessung der Güterzüge ist in erster Reihe der Verkehr, dann die Ausnutzung der großen Verschiebehöfe maßgebend.

Die Zugfolge ist auf Strecken mit starkem Verkehre schon so dicht, daß weitere Unterteilung selten möglich, auch auf die Gleichmäßigkeit der Belastung der Unterwerke nicht von großem Einflusse wäre. Hierfür wäre es von Vorteil, wenn Güterzüge tunlich nachts laufen könnten, wenigstens solche Fernzüge, die nicht durch nächtliche Bedienung der Stationen unwirtschaftliche Kosten verursachen.

Eine Auflösung der schweren Züge in mehrere leichte würde auch wesentlich mehr Begleitmannschaft beanspruchen, was für die Zugförderkosten besonders wichtig ist.

Für die Leistung der Starkstromwerke, der Leitungen und der Lokomotiven ist daher mindestens die Leistungsfähigkeit des Dampfbetriebes maßgebend. Demnach handelt es sich um Zuggewichte von 500 t im kurzen Reise-, von 600 t im Schnell- und von 600 bis 1200 t im Güter-Verkehre, die auf der Steigung 1:100 ohne Vorspann oder Schub zu fahren sind. Die Ge-

schwindigkeit kann im Allgemeinen auf den Steigungen bei elektrischem Betriebe größer sein, als bei Dampftrieb, ebenso die Anfahrbeschleunigung, so daß die Höchstgeschwindigkeit kleiner sein könnte, ohne daß die Reisezeit vergrößert würde. Das ist insofern von Bedeutung für die Zugförderkosten, als bekanntlich sehr große Geschwindigkeiten recht teuer sind.

Die Forderungen des elektrischen Hauptbahnbetriebes an die Elektrotechnik sind schwerer, als alle ortfesten Betriebe sie stellen, denn zu den starken Schwankungen der Leistung kommt die Ortveränderlichkeit. Der Vollbahnbetrieb ist für die Stromlieferung ein unruhiger, rauher.

Die Zugförderung verlangt große, von der Geschwindigkeit abhängige, regelbare Zugkraft, mit einfacher Steuerung wirtschaftlich durchführbare feinstufige Regelung der Geschwindigkeit und Unempfindlichkeit gegen Schwankungen der Spannung.

Für die Treiber ist wegen der Haltbarkeit niedrige Spannung am besten, für die Fahrleitung und die Fernübertragung vom Starkstromwerke zur Fahrleitung dagegen hohe erforderlich, damit die großen Leistungen für einen Zug, die sich etwa zwischen 1000 und 2000 kW bewegen, sparsam mit geringem Aufwande an hochwertigen Baustoffen zugeführt werden können.

Die für die Stromzuführung zu den Lokomotiven erforderliche Fahrleitung muß mit großen Geschwindigkeiten auch in Weichen und Kreuzungen befahren werden können. Sie bildet einen unerwünschten, aber sehr wichtigen zusätzlichen Bestandteil, daher muß sie tunlich einfach und sicher in Erhaltung und Betrieb sein. Diesen Forderungen entspricht nur eine einpolige Fahrleitung. Die zwischen die Fernübertragung und die Fahrleitung einzufügenden Unterwerke sollen gering an Zahl sein, möglichst wenig Quellen von Störung haben, mit hohem Wirkgrade arbeiten und nur einfache Bedienung beanspruchen.

Die Anlagen für Stromerzeugung und Fernübertragung müssen in weitestem Maße überlastbar sein, sich den oft wechselnden Anforderungen des unruhigen Betriebes und der oft stoßweise auftretenden Belastung anpassen.

Auch der Schutz der Einrichtungen für Verständigung gegen den elektrischen Eisenbahnbetrieb und der in der Erde liegenden Gas-, Wasser- und Starkstrom-Netze gegen die in der Erde verlaufenden Schienenströme gehört zu den hauptsächlichsten Anforderungen, die von der Stromart erfüllt werden müssen.

Da die Entwicklung elektrischen Betriebes im Allgemeinen ihren Ausgang vom Gleichstrom nahm, der Gleichstromtreiber ein ausgezeichnete Bahntreiber ist, auch nur eine einpolige Fahrleitung braucht, so ist das Bestreben wohl begründlich, diese im Kleinen gewonnenen Erfahrungen ins Große zu übertragen. Aber Gleichstrom kann nur mit verhältnismäßig geringer Spannung hergestellt werden. Nun sind aber auf Hauptbahnen große Leistungen zu bewältigen, die bei geringer Spannung sehr große Stromstärken, große Querschnitte der Leitungen und enge Teilung der Speisepunkte bedingen. Gleichstrom ist im Betriebe der Vollbahnen allein nicht verwendbar, er muß sich immer auf die Erzeugung von Drehstrom stützen.

Dieser schwerfälligen Lösung erwuchs daher auch sogleich ein lebhafter Wettbewerb durch die Wechselstromarten, deren Vorzug es ist, daß man mit ihnen große Leistungen auf große Entfernungen mit dünnen Leitungen und geringen Verlusten übertragen kann. Mit Drehstrom werden die Großkraftübertragungen betrieben, die zum Zwecke der allgemeinen Stromversorgung in allen deutschen Ländern ausgeführt werden. Daher ist zu prüfen, ob die Einrichtungen der allgemeinen Großkraftübertragung auch für die schwierigen Sonderaufgaben des elektrischen Betriebes der Hauptbahnen nutzbar gemacht werden können, um höchste Sparsamkeit zu erreichen.

Lokomotivtreiber mit dreiwelligem Wechselstrom von 50 Doppelwechseln zu betreiben, ist möglich.

Ungleichläufige Drehstromtreiber, die hierfür in Betracht kämen, sind einfache, für ortfeste Betriebe vorzüglich geeignete

Kraftmaschinen, die für ihren drehenden Teil nur Schleifringe, keinen Stromwender brauchen. Sie sind aber nicht so regelbar, wie es der Bahnbetrieb erfordert, und empfindlich gegen starke Schwankungen der Spannung. Die Fahrleitung muß aus zwei von einander gesondert gelegten Leitungen bestehen. Weil die stromdichte Sonderung in Weichen und Kreuzungen sehr umständlich ist, kann die Spannung in der Fahrleitung nicht sehr hoch sein; sie beträgt in den Bahnbetrieben, die mit Drehstrom arbeiten, nur 3000 V. Daher müssen die Umformerwerke nahe an einander gelegt werden. Für das mit 100 000 V Spannung betriebene Großkraftnetz ist eine dichte Lage der Umspannwerke aber sehr unerwünscht, da die Gefahr der Störung dadurch stark wächst. Die Leistung eines Werkes ist bei der geringen Reichweite der Unterspannung von 3000 V verhältnismäßig gering, so daß die Anlage von Werken für 100 000 V sehr teuer wird. Will man die zahlreichen Werke von 100 kV vermeiden, so muß man ein besonderes Mittelspannungsnetz für die Lieferung des Bahnstromes anlegen, denn die Netze bestehender Überlandwerke sind nicht tragfähig genug, um den Bahnbedarf mit zu übernehmen; auch würde die Güte ihrer Stromlieferung unter den Schwankungen des Bahnbetriebes unerträglich leiden. Ein eigenes Netz zur Speisung der Bahn würde daher bei Verwendung von Drehstrom die erträglichste Lösung sein. Der Vorteil, den der Drehstromtreiber besitzt, daß er das Arbeitsvermögen der Talfahrten ohne Weiteres in das Netz zurückgeben kann, ist für die deutschen Bahnnetze nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Im ganzen bayerischen Netze, das von allen deutschen Bahnen die meisten und steilsten Steigungen aufweist, würden nur 2,5 % der aufgewendeten Arbeit durch Nutzbremmung zurück-erhalten werden, durch die aber die Sicherheit der Führung der Züge herabgesetzt wird; denn versagt ein selbsttätiger Ausschalter, oder leitet der Führer die Bremsung nicht bei der richtigen Geschwindigkeit ein, so geht der Zug auf dem Gefälle durch. Durch das Versagen eines solchen Schalters wurde auf der Chicago-Milwaukee-Bahn ein schwerer Unfall verursacht, allerdings bei Gleichstrombetrieb; grundsätzlich besteht aber kein Unterschied.

Um die Nachteile des unmittelbar verwendeten Drehstromes zu vermeiden, ist wiederholt, und erst kürzlich als ernstliche Beachtung verdienende Lösung von einem Fachmann der Starkstromtechnik vorgeschlagen, die verschiedenen Bahnlinien einwellig an das allgemeine Fernnetz anzuschließen, damit die Vorzüge der einpoligen Fahrleitung zur Geltung kommen. Da die Spannung der Fahrleitung bei einpoliger Anordnung 15000 V betragen könnte, wäre zwar die Zahl der Umspannwerke auf das geringste Maß gebracht, aber die allgemeine Landesversorgung wird die Aufteilung von Abnahmestellen so ungleicher Belastung namentlich im Netze für Hochspannung schwer empfinden, und für den Bahnbetrieb würde es zu unhaltbaren Zuständen führen, wenn die verschiedenen Linien auf verschiedene Wellen verteilt wären, die an den Stellen, an denen von einer Welle auf die andere übergegangen wird, von einander gesondert sein müßten. Der Bahnbetrieb kann mit solchen Verwickelungen nicht arbeiten. Außerdem kann mit Einwellenstrom von 50 Doppelwechseln nichts angefangen werden. Einen Treiber für 50 Doppelwechsel, der unter großer Last anläuft und regelbar ist, wie der Bahnbetrieb fordert, gibt es nicht. Mit der Überzeugung, wie sie von starkstrom-technischer Seite geäußert ist, daß es doch noch gelingen wird, einen solchen Treiber zu bauen, ist dem Eisenbahnbetriebe nicht gedient. Die ungleichläufigen Einwellentreiber, die nach dem Vorschlage von Wittfeld durch eine Flüssigkeit auf die Triebachsen arbeiten, sind noch nicht erprobt. Ein alter Vorschlag, die eine Welle auf der Lokomotive durch einen umlaufenden Wellenumformer in zwei Wellen zu spalten und damit Drehstromtreiber anzutreiben, ist verwickelt und nicht über einige Ausführungen hinausgekommen.

Die scheinbar einfachsten Lösungen, den Bahnbetrieb aus dem allgemeinen Netze zu versorgen, befriedigen also nicht.

Wenn das allgemeine Netz zur Lieferung von Bahnstrom herangezogen werden soll, so muß ein Umformer zwischen das Netz und die Bahnlinie geschaltet werden, der den Drehstrom für den Bahnbetrieb brauchbar macht. Das kann nur mit einem Drehstromumformer geschehen, der aus einem Drehstromtreiber und einem Stromerzeuger besteht. Brauchbare Stromarten sind Gleichstrom und einwelliger Wechselstrom mit niedriger Wechselzahl. Der für Bahnbetrieb geeignete Wechselstromtreiber sieht aus, wie ein Gleichstromtreiber. Daß ein solcher mit einem Stromwender ausgerüsteter Treiber mit Wechselstrom betrieben werden kann, erhellt schon daraus, daß ein Gleichstromtreiber, ohne seine Drehrichtung zu ändern, weiterläuft, wenn man den zugeleiteten Gleichstrom fortgesetzt und schnell mit einem Umschalter umschaltet, ihn bald in der einen, bald in der andern Richtung unterbricht, wenn man also aus dem Gleichstrom einen Wechselstrom macht. Der Bahntreiber für Wechselstrom muß in Rücksicht auf die Eigenschaft der Wechselströme nur so in seinem Magneteile hergestellt werden, daß die Sondererscheinungen des Wechselstromes unschädlich gemacht werden; er hat daher keine ausgeprägten Pole, sondern wie alle Wechselstrommaschinen ein Magnetgestell aus fein unterteilten Eisenblechen und in Nuten verteilter Wickelung. Der drehbare Teil, der Anker, gleicht dem eines Gleichstromtreibers.

Voraussetzung für einen befriedigenden Lauf des Treibers ist, daß die Wechselzahl des Wechselstromes niedrig ist, und zwar ist die Zahl $16\frac{2}{3}$ als Drittel der allgemeinen Zahl der Doppelwechsel gewählt, damit leichte Umformung von Wechselstrom mit $16\frac{2}{3}$ auf Drehstrom mit 50 Doppelwechseln und umgekehrt möglich ist.

In Wettbewerb stehen also Gleichstrom mit Umformung aus dem Drehstromnetze und einwelliger Wechselstrom mit $16\frac{2}{3}$ Doppelwechseln. Dieser kann durch Umformung aus dem Drehstromnetze gewonnen, oder auch unmittelbar in den Großkraftwerken erzeugt und in einfachen Umspannwerken im Bahnnetze von beispielweise 100 kV in der Fernleitung auf 15 kV für die Fahrleitung herabgesetzt werden, was sich in langer Betriebsdauer bewährt hat.

Die Spannung von Gleichstrom, die dieselbe Teilung der Speisepunkte zuläßt, wie der Wechselstrom von 15 kV *), beträgt 5300 V. Dabei ist angenommen, daß die Fahrleitung bei Wechselstrom 95 qmm erhält, aber bei Gleichstrom wegen der großen Stromstärke 2 . 95 qmm erhalten muß, und der Abfall der Spannung bei Gleichstrom 30, bei Wechselstrom 20 % betragen kann, weil hier der Abfall in der Fernleitung mit ungefähr 10 % dazu kommt, während die Spannung bei Gleichstrom im Umformerwerke frisch geregelt werden kann. Die hohe Spannung, von 5000 V für Gleichstrom, die nahezu gleichwertig mit 15 000 V bei Wechselstrom ist, kann weder zuverlässig in Erzeugern hergestellt werden, selbst wenn man zwei Maschinen der halben Spannung hinter einander schaltet, noch kann man sie einfach und sicher auf der Lokomotive verarbeiten. Die Spannung die in Amerika zur Ausführung vorgeschlagen und für die Bahnen teilweise angenommen ist, beträgt 3000 V. Für diese Gleichstromspannung könnte das Verhältnis der Teilungen der Speisepunkte für Wechselstrom zu Gleichstrom $53^2 : 30^2 = 3,1$ sein: Wechselstrom erfordert neue Speisung dreimal weniger, als Gleichstrom.

In Wirklichkeit sind für die Wahl der Speisepunkte die Eisenbahnknoten maßgebend, weil hier die Züge anfahren, und die nach den verschiedenen Richtungen auslaufenden Linien am besten mit frischer Spannung versorgt werden. Ihr Abstand ist meist kleiner, als für 15 000 V möglich wäre, nämlich 60

*) $\cos \varphi = 0,7$ Widerstand des Wechselstromes bei 95 qmm Kupfer, 0,209 Ohm, Abfall 20 %; des Gleichstromes bei 2 . 95 qmm Kupfer, 0,059 Ohm, Abfall 30 %, Querschnitt der Schienen 56,1 qcm.

bis 80 km: bei Gleichstrom ist er 30 bis 40 km. Bei diesem Abstände ist Gleichstrom ausgenutzt, Wechselstrom aber kann wesentlich mehr Überlastung vertragen.

Um nun die Entscheidung nicht auf allgemeine Erörterungen abzustellen, wurde ein größerer Teil des bayerischen Netzes von 1480 km für beide Fälle untersucht. Da ergibt die Einteilung bei Gleichstrom 44, bei Wechselstrom 18 Unterwerke als Speisepunkte. Für das ganze rechtsrheinische Netz würden die entsprechenden Zahlen 95 und 41 sein.

Auch hier ist es, wie oben bei der Versorgung mit Drehstrom ausgeführt wurde, unzulässig, die Umformer auf Gleichstrom unmittelbar in das Netz für Hochspannung einzufügen.

III. Das Bayernwerk. (Abb. 1, Taf. 17.)

Als das Bayernwerk, ein Drehstromnetz von 100 kV, entworfen wurde, wurde auch untersucht, ob die Lieferung von Bahnstrom mit der allgemeinen Stromleitung vereinigt werden könnte. Da zeigte sich zunächst, daß der Betrieb viel zu unübersichtlich würde, wenn die Zahl der Werke mit Hochspannung so wesentlich vermehrt würde, wie es die Lieferung von Bahnstrom erfordert: andererseits wären die Umformerwerke für die Bahn teilweise nicht groß genug, um die Spannung 100 kV zu rechtfertigen, denn bei Betrieb mit Gleichstrom würden wesentlich geringere Belastungen auf ein Werk entfallen, als bei dem weitgreifenden mit Wechselstrom. Aus betriebstechnischen Gründen würde es daher richtiger sein, die Bahnunterwerke an ein Netz für Mittelspannung zu legen, das sich von den Haupt-Umspannwerken des Netzes für Hochspannung aus entwickelt, wodurch die Speisung jedes Werkes für Mittelspannung von zwei Seiten aus ermöglicht würde. Wie die Darstellung der Netze für Drehstrom-Gleichstrom (Abb. 2, Taf. 17) und für Wechselstrom (Abb. 4, Taf. 18) erkennen läßt, ist die Anlage für Wechselstrom übersichtlicher, als die für Gleichstrom. In den 44 Unterwerken für Gleichstrom müßten für 122 umlaufende Umformer 152400 kW, in den 18 für Wechselstrom für 44 ruhende Umformer 110000 kW aufgestellt werden. Da der Gleichstrom von 3000 V nur in Maschinen hergestellt werden kann, die von ihren Treibern elektrisch getrennt sind, also in Nebenschlußmaschinen mit Wendepol- und Ausgleichwicklung, so erscheint die Maschinenleistung außer der in den Kraftwerken aufgestellten Leistung zweifach.

Die Ermittlung der Baukosten ist für diesen Vergleich auf die Kraftübertragung von den Kraftwerken bis zu den Fahrleitungen ausgedehnt, aber ohne diese. Er umfaßt die Turbinen und Erzeugermaschinen in sechs Kraftwerken, die Umspanner, die Leitungen für Hochspannung, die Anlagen für Mittelspannung und die Unterwerke. Nicht eingerechnet ist aber für die Übertragung des Drehstromes, daß das Netz für Hochspannung durch die Bahnbelastung beansprucht, für diesen Betrag an Leistung also der andern Aufgabe entzogen wäre.

Die Anschlagsumme beträgt nach den vor dem Kriege geltenden Preisen:

für Gleichstrom mit Vermehrung der			
Umformstellen des Bayernwerkes	. 55,86	Millionen	<i>M</i>
für Gleichstrom ohne solche Vermehrung			
mit einem Netze für Mittelspannung	. 58,84	«	«
für Wechselstrom	. 41,15	«	«
Die Anlage für Wechselstrom ist also um 14,7 oder			
17,7 Millionen <i>M</i> , um 35 oder 43 % billiger.			

Nach den Preisen des Frühjahres 1921 sind die entsprechenden Zahlen 899 und 661, der Vorsprung des Wechselstromes 284 Millionen *M*.

Der größere Aufwand für die Fahrleitungen bei Gleichstrom ist nicht gerechnet, er soll als Ausgleich der angeblich billigeren Lokomotiven für Gleichstrom angesehen werden. Er beträgt für die der Untersuchung unterstellte Bahnlänge nach den Preisen von 1921 etwa 111 Millionen *M*.

An Baustoffen sind für das untersuchte Netz, gerechnet von den Turbinen und Erzeugern des Kraftwerkes bis zu den Fahrleitungen und zwar einschließlich dieser, bei Anwendung von Gleichstrom mehr nötig:

20000 t Eisen	oder	25 %
10000 t Kupfer	»	80 »
100 t Öl	»	11 »
500 t Porzellan	»	25 »

Man sieht hieraus, daß die Verwendung von Gleichstrom für Bahnbetrieb mit verwickelten und die Gefahr der Störungen erhöhenden Anlagen an Unterwerken und mit großem Aufwande an wertvollen Baustoffen verbunden ist. Im Wechselstrom hat die Elektrotechnik uns ein hochwertiges Mittel an die Hand gegeben, um die schwierige Aufgabe zu lösen. Der Wechselstrom mit $16\frac{2}{3}$ Doppelwechselln nähert sich mit seiner geringen Wechselzahl hinsichtlich des Treibers dem Gleichstrom, gestattet aber andererseits, die Vorzüge des Wechselstromes für die Fernübertragung auszunutzen, die darin bestehen, daß die Umwandlung des Stromes in die für den Betrieb geeignete Spannung allein mit einfachen, betriebsicheren Umspannern hohen Wirkgrades vorgenommen werden kann.

Daß wegen der niedrigen Wechselzahl die Erzeugermaschinen und die Umspanner wesentlich schwerer werden, als bei 50 Doppelwechselln, ist ein Nachteil, der im Anschlag und in der Ermittlung der Mengen an Baustoffen berücksichtigt ist. Dem stehen folgende Vorteile des Wechselstromes und der niedrigen Wechselzahl gegenüber. Während bei niedriger Spannung und gleichem Verluste der Aufwand an Stoff der Leitung bei Drehstrom nur 75 % der Mengen beträgt, die für Gleichstrom und Wechselstrom erforderlich sind, sind bei hohen Spannungen bei gleichem Aufwande an Stoff und gleicher Beanspruchung der stromdichten Stützen der Abfall der Spannung und der Verlust an Leistung bei Wechselstrom mit $16\frac{2}{3}$ Doppelwechselln kleiner, als bei Drehstrom mit 50 Doppelwechselln (Abb. 3 und 4, Taf. 17). Diese bedeutungsvolle Tatsache ist durch die bei hohen Spannungen störend auftretenden Erscheinungen begründet, die durch die Selbstinduktion und Kapazität hervorgerufen werden und von der Wechselzahl abhängen.

Die Erhöhung der Spannung, die unter dem Einflusse der Wechselzahl bei Leerlauf der Leitungen an deren Ende auftritt, ist bei Wechselstrom so klein, daß sie nicht störend wirkt, bei Drehstrom kann sie bedenkliche Werte annehmen, wie Abb. 3, Taf. 20 zeigt. Das ist für den Betrieb wichtig, wenn Leitungen im Betriebe oder bei Störungen geöffnet und mit anderen wieder verbunden werden sollen.

Für den Betrieb ist es wichtig, daß die Zahl der Leiter, also die der stromdichten Stützen, nur 66 % gegenüber Drehstrom beträgt; das bedeutet eine Erhöhung der Betriebsicherheit um 50 %.

Die Maste (Abb. 5, Taf. 20) für die Fernleitungen werden um 3 m niedriger, da der Abstand zwischen den Leitungen bei den hohen Spannungen 3 m betragen muß; dadurch sinkt der Aufwand für die Herstellung der Fernleitungen um etwa 33 %.

Über den Betrieb und seine Wirtschaft ist Folgendes zu sagen.

Die Befürworter der Zusammenfassung des Stromes für Bahnen und für die allgemeine Landesversorgung erwarten davon günstigere Belastung der Kraftmaschinen und einen Ausgleich in der Nacht- und Tages-Belastung. Bei Wasserkraftanlagen mit Speicherbecken tritt das weniger in Erscheinung, als bei Wärmekraftmaschinen, die um so weniger Dampf brauchen, je besser sie belastet sind.

Wenn ein Ausgleich herbeigeführt werden sollte, müßte die Belastung der Bahnen nachts größer sein, als tags, da die Kraftwerke durch die allgemeine Versorgung umgekehrt belastet sind. Wie die zahlreichen Schaulinien der Belastung aber zeigen (Abb. 1 bis 3, Taf. 18), die für Strecken des bayerischen Netzes

aus den Zugbelastungen nach den Fahrplänen 1914 auf Grund der Treiberkennlinien aufgezeichnet sind, ist zwischen Tag und Nacht stets ein Unterschied der mittlern Belastung in umgekehrtem Sinne vorhanden, also würde eher eine Verschlechterung der Belastung der Kraftwerke eintreten. Damit soll aber nicht der Erzeugung des Bahnstromes in getrennten Kraftwerken das Wort geredet werden. Diese Darstellung zeigt auch, wie die Gleichmäßigkeit der Belastung zunimmt, je mehr Linien auf eine Werkgruppe vereinigt werden. Daraus folgt auch, daß die engliegenden Umformerwerke einer Drehstrom-Gleichstrom-Gruppe schlechter belastet sind, als die größere Abschnitte umfassenden Umformerwerke bei Wechselstrom. Eine wesentliche Verbilligung in der Erzeugung im Ganzen wird eintreten, wenn beide Betriebe in einem Kraftwerk vereinigt werden, der Strom aber in getrennten Maschinen erzeugt wird; denn der wirksamste Ausgleich findet bei Wärmekraftanlagen in gemeinsam benutzbaren Kesseln, Hauptrohrleitungen und Hilfsmaschinen, bei Wasserkraftanlagen in der gemeinsamen Benutzung der Wehr-, Kanal- und Speicher-Anlagen statt.

Die Bedienung wird nicht wesentlich erschwert, da die Schaltanlagen bei Wechselstrom einfacher sind, als bei Drehstrom. Wo möglich sollen beide Stromarten in den Kraftwerken gemeinsam erzeugt werden. Ein Beispiel für ein Wärmekraftwerk ist das Kraftwerk Mittelsteine, das die schlesischen Bahnen mit Wechselstrom und gewerbliche und sonstige Anlagen mit Drehstrom versorgt. Ein Beispiel für ein Wasserkraftwerk ist das Saalachkraftwerk bei Reichenhall (Abb. 1 und 2, Taf. 19), das Bahnstrom für die Strecke Salzburg—Berchtesgaden und Drehstrom für allgemeine Zwecke liefert. In beiden Werken wickelt sich der Betrieb in der einfachsten Weise ab. Wo die Beschaffung eigener Erzeuger für Bahnstrom wegen zu geringer Belastung wirtschaftlich nicht günstig ist, kann ein Umformer aufgestellt werden.

Gemäß den Schaulinien der Belastungen treten häufig stofsweise Belastungen auf. Bei Verwendung von Gleichstrom, der durch Drehumformer dem Drehstromnetze entnommen wird, sollen diese Stöße durch die als Schwungradpuffer wirkenden Drehstromumformer abgemildert, und vom allgemeinen Netze ferngehalten werden. Die Treiber dieser Umformer richten jedoch ihre Drehzahl starr nach der peinlich gleichmäßig zu haltenden Wechselzahl des Netzes, also kann die Pufferwirkung nicht beträchtlich sein; das wäre nur möglich, wenn ein größerer Abfall der Drehzahl einträte. Viele Fachleute der Überlandversorgung sind der Ansicht, daß die unruhige Lieferung von Bahnstrom nicht in Zusammenhang mit dem allgemeinen Netze gebracht werden darf. Die Stöße der Belastung werden viel wirksamer durch die großen Schwungmassen der Stromerzeuger bei Wechselstrom aufgenommen, weil für den Bahnbetrieb die Wechselzahl nicht so starr aufrecht erhalten werden muß, wie für die allgemeine Versorgung. Das allgemeine Netz wird schlecht ausgenutzt, wenn es die Belastung durch die Bahn unter den scharfen Bedingungen der Überlandversorgung übertragen muß, während für den Bahnstrom sehr viel größere Schwankungen der Spannung zugelassen werden können. Die Gründe, die vom Standpunkte des Betriebes geltend zu machen sind, führten in einer Beratung im Herbst 1919 zu dem Beschlusse, die Lieferung von Bahnstrom von der allgemeinen Versorgung durch das Bayernwerk zu trennen. Die Bedenken gegen ein eigenes Bahnnetz waren um so leichter zu zerstreuen, als die Leitungen des Bayernwerkes gleich in größerer Zahl hätten angelegt werden müssen, um den Bahnstrom zu übertragen. Was hier vom Bayernwerke gilt, hat sich auch bei den anderen Entwürfen gezeigt; die beträchtlichen Lieferungen von Bahnstrom könnten ohne beträchtliche Erweiterungen der Netze nicht übernommen werden.

Über die Bedeutung dieser Fragen hinaus geht der Wirkgrad der Stromerzeugung von den Sammelschienen des Kraftwerkes bis zu den Bahntreibern.

Der Bedarf des untersuchten Netzes ist, an den Lokomotivtreibern gemessen, auf 180 Millionen kWst im Jahre berechnet. Der Wirkgrad ist bei den zahlreichen Gliedern, die der Strom bei Umformung auf Gleichstrom aus Drehstrom durchlaufen muß, etwa 0,5. Bei Erzeugung und Übertragung von Wechselstrom sind wesentlich weniger Verlust bringende Glieder zu durchlaufen, der Wirkgrad ist daher etwa 0,7. In den Kraftwerken sind also für die erstere Übertragung 360, für die letztere 260 Millionen kWst zu erzeugen, also bei Betrieb mit Gleichstrom 100 Millionen mehr. Ist der Preis 10 Pf/kWst, so entspricht dies der jährlichen Mehrausgabe von 10 Millionen \mathcal{M} oder 200 Millionen \mathcal{M} Stammvermögen. Dieser nicht nutzbare Mehraufwand bedeutet in unserer Kraftwirtschaft einen empfindlichen Verlust, der angesichts der hohen Anlagekosten der Kraftwerke und des Wertes der elektrischen Arbeit vermieden werden muß. Zählt man dazu noch den oben berechneten Mehraufwand an Anlagekosten von 284 Millionen \mathcal{M} bei Gleichstrom, so stellt sich der Unterschied zwischen Gleichstrom und Wechselstrom für das untersuchte Netzstück auf 484 Millionen \mathcal{M} , ausschließlich der höheren Kosten der Fahrleitung von 111 Millionen \mathcal{M} .

Nun ist dieser Berechnung Gleichstrom von 3000 V, wie in Nordamerika, zu Grunde gelegt; die gleiche Stromart und Spannung beabsichtigte Frankreich anzunehmen, das sich jedoch, wie inzwischen bekannt geworden ist, für 1500 V entschieden hat. Wie der Fachpresse zu entnehmen ist, wird in Holland und England Gleichstrom mit 1500 V Spannung in der Fahrleitung für den elektrischen Betrieb der Hauptbahnen in Aussicht genommen. Es ist zu vermuten, daß die Schwierigkeiten in der Erzeugung und in der Verteilung auf die Lokomotivtreiber bei der hohen Spannung von Gleichstrom Veranlassung gaben, auf eine Spannung herunterzugehen, die in den Stromerzeugern und Bahntreibern sicher beherrscht werden kann. Während also hinsichtlich der Spannung von Wechselstrom für den Betrieb von Hauptbahnen keine verschiedene Meinungen bestehen, treten hinsichtlich der von Gleichstrom große Unterschiede hervor. Das Herabsetzen der Spannung hat zur Folge, daß der Aufwand an Baustoff für die Leitungen größer oder die Teilung der Umformerwerke enger wird; dadurch wird die Zahl dieser Werke noch größer, denn die Querschnitte der Leitungen ändern sich bei gleichem Verluste mit dem Gevierte der Spannungen. Wenn aber die Querschnitte nicht entsprechend vergrößert werden sollen, so müssen die Längen der Übertragung von einer Speisestelle zur andern entsprechend verkürzt werden. Der Aufwand an Umformerwerken wird also noch größer, als bei 3000 V, der Betrieb allerdings sicherer.

Der große Querschnitt, der bei 1500 V Spannung für die Übertragung der hier in Betracht kommenden Leistung erforderlich ist, weist auf die dritte Schiene hin; diese bildet aber bei Eis und Schnee eine Quelle unliebsamer Störungen und bedeutet in größeren Bahnhöfen eine ständige Gefahr für die Bediensteten.

Für den Vergleich der Stromarten kommt auch die Beeinflussung der Leitungen für Schwachstrom in Betracht, die in großer Zahl zu beiden Seiten der Gleise an den Bahnkörpern entlang laufen. Diese ist bei Wechselstrom wesentlich störender, als bei Gleichstrom. Die große Nähe, in der die Leitungen für Schwachstrom verlaufen, bildet auch bei Gleichstrom einen Gefährzustand, da beim Reißen einer Leitung für Schwachstrom die schlimmsten Folgen für die Schwachstromanlagen eintreten. Daher sind teure Änderungen in den Schwachstromanlagen nötig, welche Stromart man auch anwenden mag. Das gründlichste Mittel ist die Verlegung der Leitungen für Nachrichtendienst als Kabel abseits vom Bahnkörper. Es ist sehr teuer, stellt aber den Nachrichtenverkehr auf eine Stufe, die wesentlich sicherer ist, als der derzeitige Betrieb auf Freileitungen. Dies wird zur Steigerung des Nachrichtenverkehrs führen und höhere Einnahmen bringen, so daß die Kosten nicht ganz dem elektrischen Betriebe der Bahnen zur Last fallen. Bei Gleichstrom sind die

Erdströme schwer zu beherrschen, sie zerstören auf elektrolytischem Wege die in der Erde verlaufenden metallischen Kabel, Gas- und Wasser-Rohre und sonstige mit der Erde in Verbindung stehende Metallteile. Der Zustand wird um so bedenklicher je stärker der Schienenstrom ist.

Die Lokomotiven für Wechselstrom endlich haben den Vorzug, daß sie einen Treiber für niedrige Spannung erhalten, und daß diesem die Spannung der gewünschten Geschwindigkeit entsprechend zugeleitet werden kann. Der hierzu erforderliche Umspanner ist der einfache Vermittler zwischen der Spannung der Fahrleitung und dem Treiber nebst Hilfsmaschinen. Er erhöht das Gewicht der Lokomotive, jedoch ist es möglich, das Gewicht für die Ausrüstung einer Lokomotive für Wechselstrom in den Grenzen zu halten, die für die Auslastung der Triebachsen und der für ruhigen Gang in Bogen erforderlichen Laufachsen bestehen. Bei der Lokomotive für Gleichstrom wachsen die Schwierigkeiten mit der Höhe der Spannung, denen die Schalter und Treiber ausgesetzt sind. Die Regelung ist

bei Gleichstrom nicht so vollkommen, wie bei Wechselstrom die hohe Spannung bedingt Reglerwiderstände und wegen der Bildung von Lichtbogen schwere Schalter. Da das Anfahren bei Wechselstrom verlustlos ist, wird es namentlich im langsamen Reise- und Güter-Verkehre Vorteile ergeben, denn bei diesen Zügen findet häufiges Anfahren statt; im Schnell-Verkehre verschwindet dieser Unterschied. Noch wichtiger, als hoher Wirkgrad ist widerstandsfähige Bauart, die geringen Ausbesserungsstand gewährleistet. An Kosten der Anschaffung können die Lokomotiven für Wechselstrom den Betrag für sich buchen, um den die Fahrleitung billiger ist, als die für Gleichstrom; im Beispiele waren das 111 Millionen *M.* Zusammenfassend kann man sagen, daß für unsere Baustoff- und Kraft-Wirtschaft dem Wechselstrom der Vorzug zugesprochen werden muß.

Die deutschen Eisenbahnen befinden sich mit diesem Entschlusse in Übereinstimmung mit den Staatsbahnen in Deutsch-Österreich, in der Schweiz und in Schweden.

(Fortsetzung folgt.)

Aus der Praxis des Gedingeverfahrens.

Soder, Regierungs- und Baurat in Neumünster.

Seit Einführung des Gedingeverfahrens in den Eisenbahnwerkstätten sind etwa zwei Jahre verflossen. Diese Zeitspanne ist zu kurz, um sich ein abschließendes Urteil über die Wirkung des Verfahrens bilden zu können, sie ist aber lang genug, um mit dem Austausch und der Verwertung der damit gemachten Erfahrungen zu beginnen.

Zweck des Verfahrens ist die Hebung der Wirtschaft des Werkstättenbetriebes durch die Steigerung der Leistung des einzelnen Arbeiters. Ob und in welchem Umfange in dieser Richtung Fortschritte gemacht sind, entzieht sich der zahlenmäßigen Berechnung. Man kann in Eisenbahnwerkstätten nicht, wie in vielen Zweigen der Eigenbetriebe, genaue Angaben machen über die Höhe und die laufenden Veränderungen der auf den Kopf eines Arbeiters entfallenden Leistung, da es keinen wirklich zuverlässigen Maßstab für die Werkstättenleistung gibt. Man ist auf mehr oder weniger sichere Schätzungen angewiesen, und diese gehen wohl ziemlich übereinstimmend dahin, daß eine Steigerung der Leistung nach Einführung des Gedingeverfahrens zu verzeichnen ist. Über den Grad dieser Steigerung gehen allerdings die Anschauungen ziemlich weit auseinander und stimmen wohl nur darin überein, daß die Stundenleistung des einzelnen Arbeiters die Vorkriegshöhe noch nicht überall erreicht hat, obwohl das neue Verfahren bei richtiger Handhabung einen erheblich höheren Anreiz zu Mehrleistungen bietet, als das vor dem Kriege verwendete.

Dieses hatte in den für einen großen Bereich geltenden festen Stückzeiten den grundsätzlichen Fehler, daß es der Ungleichmäßigkeit der Arbeit bei Ausbesserungen nicht Rechnung trug. Es gibt hier nur wenige Arbeitsausführungen, die sich in ganz gleicher Art ständig wiederholen. Eigentliche Massenarbeit kommt also nur in verhältnismäßig geringem Umfange vor. Der Grad der Abnutzung ist bei jedem aus dem Betriebe kommenden Fahrzeuge ein anderer, er wird besonders bei Lokomotiven von einer ganzen Reihe sich ständig ändernder Umstände beeinflusst. Art und Beschaffenheit der Strecke, Zuggewichte, Pflege im Betriebe durch die häufig wechselnden Mannschaften, mehr oder weniger sorgfältige Erhaltung in den Betriebswerkstätten, Beschaffenheit der Werkstoffe, der Heizstoffe und des Speisewassers sind wesentliche Umstände, von denen der Zustand der Werkstätte zugeführten Fahrzeuge abhängt. Der Umfang der Arbeit zur Erhaltung schwankt also für viele der Abnutzung besonders unterworfenen Teile und zwar oft so stark, daß die Dauer der Wiederherstellung dadurch wesentlich beeinflusst wird. Daraus folgt, daß feste Zeiten, obwohl sie die Handhabung des Verfahrens äußerlich erleichtern, schon für eine bestimmte Werkstätte den tatsächlichen Verhältnissen nicht voll Rechnung tragen

und erst angewandt werden dürften, wenn nach längerer Beobachtung ein Mittelwert mit einiger Sicherheit festgelegt ist. Denn eine Berechtigung erhalten Festzeiten erst durch die für eine bestimmte Werkstätte wohl meist zutreffende Annahme, daß sich Mehr- und Minder-Aufwand tatsächlich ausgleichen. So als Mittelwerte anzusehende Festzeiten können als Grundlage für Schätzungen stärker als durchschnittlich abweichender Arbeiten gute Dienste tun. Ihre Festlegung ist also auf alle Fälle von Vorteil. Bei der Bequemlichkeit ihrer Anwendung besteht aber die Gefahr zu weit gehender Verwendung, die die wesentlichsten Vorzüge des neuen Verfahrens, seine Schmiegsamkeit gegenüber wechselnden Verhältnissen, und den Anreiz, zur Herabsetzung der Stückzeiten technische Verbesserungen dauernd zu verfolgen, aufheben und zu der ungerechten und die Förderung der Mehrleistung vernachlässigenden Lohnermittelung des alten, mit Recht aufgegebenen Verfahrens zurückführen könnte. Diesen festen Zeiten nun gar Gültigkeit für einen größern Bezirk zu geben, wie von mancher Seite vorgeschlagen wird, muß als verfehlt bezeichnet werden. Selbst in technisch völlig gleich eingerichteten Werken, die es übrigens nicht gibt, wäre das nicht angängig, weil die Stückzeiten, die in einer Werkstatt erreichbar sind, mindestens ebenso stark, wie von der technischen Einrichtung von den Menschen abhängen, die die Arbeit ausführen oder beeinflussen. Die Leistungsfähigkeit des Arbeiters, die in verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist, die der Beamten, der Aufbau des Werkes nach Raum und Betrieb, die darin herrschenden Gewohnheiten sind sehr wichtige Umstände, die an zwei Orten nur zufällig gleich sein könnten. Eine Werkstatt ist kein totes Getriebe, sondern eine lebendige Gliederung, deren Eigenart Rechnung getragen werden muß, wenn sie die höchste Leistung erreichen soll. Die Festsetzung von Stückzeiten für eine Werkstätte wird daher nur in dieser selbst erfolgen können; die Arbeiterschaft würde den an anderen Orten festgesetzten Stückzeiten starkes Mißtrauen entgegenbringen. Nur die Leiter der Werkstätten, die meist allein ein richtiges Urteil über die örtlichen Verhältnisse haben können, werden in der Lage sein, die Verfahren der Ermittlung so zu gestalten, daß sie wirtschaftlich vorteilhaft und zweckmäßig bleiben.

Auch der Wert der verschiedenen Verfahren, die Stückzeiten zu ermitteln, wird mit den örtlichen Verhältnissen schwanken. Die Berechnung, das wissenschaftlichste Verfahren, das vielfach in Eigenbetrieben, vor allem in Zweigen, die Massengüter neu herstellen, angewandt wird, ist bekanntlich im Wesentlichen nur bei Maschinenarbeit gut anwendbar. Der Anteil an der Leistung, der nach dem heutigen Stande der Technik

mit Maschinen ausgeführt werden kann, ist aber in Ausbesserungswerken an sich gering. Er wird etwa 10 % der ganzen Leistung nur in neuzeitlichen Ausbesserungswerken für Lokomotiven überschreiten. Von diesem Anteil ist wieder nur ein Teil der Berechnung zugänglich, da sich dieser die Bearbeitung abgenutzter Teile meist entzieht, oder für die Berechnung mehr Zeit aufgewendet werden müßte, als für die Bearbeitung selbst, die sich oft schwieriger und meist wesentlich anders gestaltet, als Neuanfertigung. Nicht selten fehlen die Voraussetzungen für die Berechnung, so die Kenntnis der Beschaffenheit der Stoffe, die auch vielfach durch die Inanspruchnahme erhebliche, seine Bearbeitung beeinflussende Veränderungen ihrer Beschaffenheit erfährt. Auch bei Neufertigungen ist die Berechnung nur sicher, wenn mit der Lieferung gleichmäßiger Stoffe gerechnet werden kann, was nach den bisherigen Erfahrungen, vor allem bei Sammelbeschaffung von einer Stelle aus oft nicht der Fall war.

Für sichere Berechnung müssen auch von vornherein die Art der zu verwendenden Bearbeitungsmaschinen und die Stückzahlen feststehen. Das trifft bei den wechselnden, nie vorher bekannten Beanspruchungen der Werke durch die Anforderungen des Betriebes heute vielfach nicht zu. Auch nach voller Durchführung der Vereinheitlichung und der Austauschbarkeit der Teile werden diese Schwierigkeiten nur teilweise verschwinden, da das Aufarbeiten und die Wiederverwendung abgenutzter Teile aus wirtschaftlichen Gründen unvermeidlich sind. Wirklich gut durchführbar ist die Berechnung der Stückzeiten nur, wo langfristige Arbeitspläne vorliegen und man die Berechnung der Bearbeitungszeiten schon beim Entwerfen der Zeichnung einleiten und so auch eine Wechselwirkung zwischen Entwurf und Kosten der Bearbeitung ermöglichen kann. Davon kann in Ausbesserungswerken kaum die Rede sein; hier kommt es oft, vor allem unter den jetzigen Verhältnissen, darauf an, die Teile nach dem Ausbauen schnellstens der Bearbeitung zuzuführen. Auch beim Verfahren der Berechnung können mehr oder weniger schwankende, die Zuverlässigkeit beeinträchtigende Zuschläge nicht ganz entbehrt werden. Alle diese Umstände führen dazu, daß in Ausbesserungswerken, auch der Eigenbetriebe, andere Arten der Ermittlung vielfach vorgezogen werden.

Für die Arbeiten des Ab- und Zusammen-Baues, mit denen bis zu 50 % der Belegschaft beschäftigt werden, wird meist mit gutem Erfolge die Schätzung angewendet werden können. Es handelt sich hier überwiegend um Arbeiten, die von Gruppen ausgeführt werden. Die tatsächlich für diese Arbeiten aufgewendete Zeit richtet sich daher nach der Zusammensetzung der Gruppe, die durch Beurlaubungen, Krankheit und sonstige Behinderungen Schwankungen unterworfen ist. Diese Umstände kann nur ein ständig mit seinen Gruppen in Fühlung stehender Beamter berücksichtigen. Sie mögen an sich von geringem Einflusse sein, sie geben aber der Arbeiterschaft Gelegenheit zu Einwänden, die nicht immer von der Hand gewiesen werden können. Hier wird das einfache und billige Verfahren der Schätzung durch erfahrene Beamte völlig ausreichen, da Fehler gegen die richtige Zeit nach oben und unten vorkommen und sich ausgleichen. Diese Abweichungen werden aber überhaupt nicht größer sein, als bei Ermittlung der Zeiten durch teure und doch ebenfalls ungenaue Zeitproben, bei denen aber einmal untergelaufene Fehler später kaum wieder auszumergen sind.

Die Durchführung und Auswertung von Zeitproben stößt auch deshalb auf Schwierigkeiten, weil die lohnvertragsmäßige Stückzeit zwei schwer feststellbare Begriffe enthält, nämlich die durchschnittliche Leistungsfähigkeit und die regelmäßige Leistung. Selbst wenn es gelingt, im Benehmen mit der Betriebsvertretung einen Mann durchschnittlicher Leistungsfähigkeit mit einiger Sicherheit zu ermitteln, wird es selbst für den Fachmann schwer sein, während der Ausführung der vielen verschiedenen Arten von Probearbeiten in jedem Augenblicke zu beurteilen, ob die Anstrengung als »regelmäßig« innerhalb

der weiten Grenzen dieses Begriffes zu erachten ist. Es handelt sich darum, die wirtschaftlich beste Stückzeit anzuwenden, also durch die Stückzeit einen Arbeitsschritt festzulegen, bei dem der Arbeiter ohne Überanstrengung die höchste Dauerleistung erzielt. Die so durch eine Probeausführung ermittelte Zeit ist durch Zuschläge den tatsächlich bei der betriebsmäßigen Ausführung vorliegenden Verhältnissen, wie Härte des Stoffes usw., anzupassen. Für die Festlegung dieser Zuschläge fehlen aber bisher alle Unterlagen.

Daher wird vielfach versucht, die kürzesten, unter den jeweiligen Verhältnissen überhaupt erreichbaren Zeiten zu ermitteln, indem man den tüchtigsten, zur Verfügung stehenden Mann zur Hergabe seiner Höchstleistung für die Dauer des Versuches veranlaßt. Diese Grenzwerte sind oft leichter festzulegen als Regelwerte. Man erhält Mindestzeiten, die durch Zuschläge auf die Zeiten für Dauerleistung ergänzt werden. Für diese Zuschläge stehen nun für viele Vorgänge schon wissenschaftliche Unterlagen zur Verfügung, so daß dies Verfahren immerhin größere Zuverlässigkeit verspricht*). In Einzelfällen hat ihm auch die Arbeiterschaft den Vorzug gegeben.

Bei der Anstellung von Zeitproben hat sich nun oft die alte Erfahrung bestätigt, daß gegen den Willen des Arbeiters ein einwandfreies Ergebnis überhaupt nicht zu erzielen ist. Der betreffende Probearbeiter wird sich bei den heutigen Verhältnissen, auch wenn er selbst guten Willens wäre, unter dem Drucke der Genossen hüten, knappe Zeiten zu erarbeiten: er würde sich dadurch bald in seinem Betriebe unmöglich machen. Also wird es nur selten möglich sein, auf diese Weise das Ziel, den höchsten wirtschaftlichen Erfolg, sicherer zu erreichen, als auf dem Wege des Schätzens. Das beim Arbeiter nun einmal vorhandene Bestreben, möglichst hohen Verdienst mit geringstem Kraftaufwande zu erreichen, wird in demselben Maße wachsen, wie die innere Anteilnahme des Einzelnen an seiner Arbeit schwindet. Nur da, wo diese Anteilnahme an der Arbeit noch lebt, wird der Arbeiter geneigt sein, seine ganze Kraft einzusetzen, ohne dabei allein an entsprechend höheres Entgelt zu denken. Wo sie fehlt, muß zur Erreichung höherer Leistung an ihre Stelle ein stärkerer Anreiz durch Steigerung der Möglichkeit des Verdienens treten. Von dem Willen zur und der Anteilnahme an der Arbeit hängt aber gerade in Werkstätten für Ausbesserungen, die bis zu 90 %, also mehr, als viele Zweige des Großgewerbes auf die vom Willen des Einzelnen stark beeinflusste Handarbeit angewiesen sind, weit mehr ab, als da, wo eine viel weiter gehende Anwendung von Maschinenarbeit möglich ist, die Wirtschaft also durch Verbesserung der technischen Einrichtung, das heißt durch einfachen Aufwand von Geldmitteln in höherem Grade verbessert werden kann. Die Erfahrung zeigt das in zahlreichen Fällen. Für Eisenbahnwerkstätten, für deren technische Verbesserung Geld nicht in unbeschränktem Maße verfügbar ist, wird die Hebung des Geistes der Belegschaft ohnehin also das wirksamere Mittel zur Verbesserung der Wirtschaft sein.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß die Ermittlung der Stückzeiten an sich ein vielseitiges Gebiet ist, dessen Schwierigkeiten durch die besonderen Verhältnisse in den Werken für Ausbesserung noch erhöht werden. Alle erwähnten Verfahren enthalten Fehlerquellen, die ständige Nachprüfung nötig machen. Daher sollte man die wirklich erarbeiteten Zeiten zeitweise für jede Art der Arbeit übersichtlich und für genügend lange Zeiträume zusammenstellen. Kennt man eine größere Zahl solcher im Gedingeschritte von verschiedenen Leuten erarbeiteter Zeiten für eine bestimmte Arbeit, so kann man aus dem Durchschnitt oder aus häufig wiederkehrenden Zeiten unter Berücksichtigung von Güte und Fleiß eines Arbeiters oder einer Gruppe Rückschlüsse auf die ermittelten Zeiten ziehen, die zu ihrer Richtigkeit führen. Einwandfreie Unterlagen sind freilich auch auf

*) Michel, „Wie macht man Zeitstudien?“

diese Weise ohne verständnisvolles Mitarbeiten der Arbeiterschaft nicht zu beschaffen. Dieser Mitwirkung hat sich die Arbeiterschaft noch vielfach entzogen. Die mit der Feststellung der Stückzeiten betrauten Beamten versuchen daher vielfach, sich durch geheime Beobachtungen sichere Unterlagen zu verschaffen, ein Verfahren, das nicht gebilligt, auf das aber wohl so lange nicht ganz verzichtet werden kann, wie in der Arbeiterschaft das Verständnis für den beiderseitigen Vorteil wirklich gerechter Stückzeiten nicht weiter verbreitet ist.

Um die Berichtigung der Stückzeiten planmäßig gestalten zu können, muß man sich zunächst über den Begriff des angemessenen Gedingeüberverdienstes verständigen. Man spricht von zu hohem oder zu niedrigem Überverdienste, bisher ist aber wohl nirgend zahlenmäßig festgestellt, was als angemessener Überverdienst anzusehen ist. Die Festsetzung dieses Begriffes stößt auf Schwierigkeiten, da die wissenschaftliche Beantwortung der grundlegenden Frage noch fehlt, um wie viel der durchschnittliche Arbeiter seine Leistung für die ganze Arbeitzeit steigern kann, ohne seine Gesundheit zu schädigen. Man mußte sich schon vorläufig mit einem geschätzten Werte behelfen. Einen Anhalt für die Höhe des regelmäßigen Überverdienstes könnte die Bewertungszulage bieten, die für bestimmte hochwertige Gruppen, die nicht im Gedinge arbeiten, auf 25% festgesetzt ist. Da nicht beabsichtigt sein kann, diese wichtigen Gruppen gegenüber den Gedingearbeitern zu benachteiligen, kann gefolgert werden, daß der Überverdienst von 25% beim Entwurf des Lohnstarifes etwa als die obere Grenze des regelmäßigen Überverdienstes gedacht ist. Eine Steigerung der Dauerleistung über diesen Wert hinaus dürfte nur von ganz besonders tüchtigen und kräftigen Arbeitern regelmäßig erreicht werden können.

Die Arbeiterschaft hat sich diese Unsicherheit zunutze gemacht; sie stellt sich teilweise auf den Standpunkt, daß ein Überverdienst von 40 bis 50% als angemessen anzusehen sei. Sie beruft sich dabei auf ähnliche, wohl aber auf anderer Grundlage beruhende Überverdienste in den Eigenbetrieben. Bestärkt wird sie durch eine Bestimmung im alten Tarife, der erst bei 60% Überverdienst eine Nachprüfung der Stückzeiten vorschrieb. Bei der außerordentlich großen wirtschaftlichen Bedeutung dieser Frage wäre die baldige einwandfreie Beseitigung dieser Unklarheit erwünscht, damit die Ämter einen sichern Rückhalt für weitere Maßnahmen gewinnen.

Bei Herabsetzung der Stückzeiten auf dem vorgeschriebenen Wege sucht die Arbeiterschaft vielfach durch Steigerung der Menge auf Kosten der Güte der Leistung einen Ausgleich zu erzielen, was nur durch sorgfältigste Durchführung der Prüfung der Fertigung verhindert werden kann, zu der daher nur ein fachkundiger und tatkräftiger Beamter geeignet ist. Erst durch die Nachprüfung und nachträgliche Verbesserung wird also bei allen Verfahren im Betriebe allmählich die richtige Stückzeit erreicht. Die Frage, welches Verfahren an sich das beste sei, tritt daher zurück. Die Schätzung wird, auch nach der Erfahrung vieler Fachmänner in Eigenbetrieben, bei geringstem Aufwande Ergebnisse liefern, die von den auf wissenschaftlicherem Wege ermittelten meist nur wenig abweichen; sie scheint daher unter Berücksichtigung aller für Ausbesserungswerke wesentlichen Verhältnisse wirtschaftlich keinem der andern Verfahren nachzustehen. Etwa doch vorhandene, auch durch selbsttätigen Ausgleich nicht beseitigte Unterschiede in den Ergebnissen dürften in der Regel kaum ausreichen, die Einrichtungen für die planmäßige Durchführung von Zeitberechnung und Zeitproben zu begründen, zumal geeignete Kräfte dafür vielfach fehlen und bei dem Streben nach Verminderung der Zahl der Bediensteten auch in Zukunft fehlen dürften. In besonders geeigneten Fällen wird auf diese Verfahren immer zurückgegriffen werden können. Als Regel wird die Schätzung im Betriebe immer ihren Platz behaupten.

Aus den vielen Umständen, die das Ergebnis des Gedingeverfahrens beeinflussen, und von denen die meisten vorstehend behandelt sind, verdient noch die Frage der Beamten besondere Beachtung. Die an sich vorhandenen Schwierigkeiten wurden in der ersten Zeit durch die überstürzte Einführung noch erhöht. Das wichtige Amt der Zeitermittler hat anfangs fast durchweg Beamten übertragen werden müssen, die, an feste Stückzeiten gewöhnt, vorher kaum je in der Lage gewesen waren, die Dauer einer Fertigung verantwortlich zu ermitteln. Daraus mußten sich besondere Übelstände ergeben. Hinzu kommt, daß ein Beamter, der auf den Verdienst des Arbeiters maßgebenden Einfluß hat, heute bei steigender Teuerung ganz besonders Anfeindungen von seiten der von etwaigem Ausfall an Verdienst Betroffenen ausgesetzt ist. Für die Ausübung dieses Dienstes ist daher besondere Spannkraft erforderlich, die dauernd nur aufgebracht werden kann, wenn der Beamte ganz sicher ist, bei seiner Verwaltung verlässlichen Rückhalt zu finden, nicht nur, wenn er einwandfrei, sondern auch, wenn er im Drange der Geschäfte einmal weniger besonnen gehandelt hat. Derselbe Schutz, den die Arbeiterschaft ihren Mitgliedern unbedingt gewährt, muß dem Beamten sicher sein, wenn er der Arbeiterschaft gegenüber die Belange der Verwaltung mit Aussicht auf Erfolg vertreten soll.

Besonders im Stückzeitausschusse, der endgültig über die Stückzeiten entscheidet, und in dem die Verwaltung und die Arbeiterschaft gleichmäßig vertreten sind, haben die Beamten oft einen schweren Stand. Die Arbeiter, die hier lediglich ihren eigenen Vorteil zu vertreten haben und um ihren Verdienst kämpfen, pflegen ihren Standpunkt mit größter Festigkeit zu verteidigen, und es stellt unter den heutigen Verhältnissen hohe Anforderungen an das Pflichtgefühl, die Spannkraft und die Geschicklichkeit der Beamten, bei der großen Dehnbarkeit der hier wesentlichsten Begriffe den Vorteil der Verwaltung voll zu wahren.

Das Gefühl, bei der Verwaltung bedingungslosen Rückhalt zu finden, hat den Beamten zum Schaden der Verwaltung, ob mit Recht oder Unrecht soll hier nicht erörtert werden, nicht selten gefehlt. Selbst ein durch Fleiß und Tüchtigkeit aus dem Arbeiterstande hervorgegangener Beamter wird selten in der Lage sein, sich bei seinen früheren Genossen als Vorgesetzter durchzusetzen. Man sollte daher in solchen Fällen mit Überführung in die Beamtentätigkeit grundsätzlich eine Versetzung in eine andere Werkstätte verbinden. Die Kenntnis der örtlichen Verhältnisse, die für sein Verbleiben am Orte sprechen könnte, erwirbt er sich überall schnell, während sein Mangel an Einfluß die Verwaltung dauernd schädigt. Das trifft besonders für die Werkführer, die Meister der Neuordnung, zu, die bei der Durchführung des Gedingeverfahrens vor allem als Zeitermittler eine wesentliche Rolle spielen.

Man kann den berechtigten Anforderungen der Zeit durchaus Rechnung tragen, wenn man zum Ausdruck bringt, daß die Anerkennung der Überordnung der Beamten die erste unerläßliche Vorbedingung für die Erzielung der bessern Wirtschaft ist. Ohne sie ist die wirksame Durchführung neuer Verfahren, wie straffe Planwirtschaft, wirtschaftlich besserer Fertigung, überhaupt die sinngemäße Verwirklichung der Gedanken Taylors unmöglich.

Den Eigenbetrieben, deren Erfolge oft zum Vergleiche mit denen der Eisenbahnverwaltung herangezogen werden, ist die Durchführung dieser Gedanken in hohem Maße gelungen, nicht zuletzt, weil sie bei der Besetzung ihrer Stellen aus einer großen Zahl Geeigneter schöpfen können und so in der Lage sind, fast überall den rechten Mann auf den rechten Platz zu stellen und ihm dort den Rückhalt zu sichern, dessen er bedarf. Es gelingt hier auch aus Gründen, deren Erörterung den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten würde, leichter, ihre Angestellten zu Höchstleistungen zu veranlassen.

Schließlich soll noch die wirtschaftliche Güte des Gedingeverfahrens im Betriebe für den ganzen Bereich seiner Geltung kurz erörtert werden. Die genaue zahlenmäßige Rechnung ist nicht durchführbar, da es nach dem oben Gesagten noch keinen Maßstab für die Werkstättenleistungen gibt. Die Höhe der Überverdienste kann als Maßstab für die Wirkung nicht dienen, da die Voraussetzung dafür, die Festsetzung richtiger Stückzeiten, ja grade den Teil des Verfahrens bildet, der die größten Schwierigkeiten bietet, wie die zwischen 20 und 50 % schwankenden Durchschnittsverdienste in den verschiedenen Werkstätten beweisen. Im Ernste wird niemand behaupten wollen, daß die hohe Überverdienste aufweisenden Werkstätten wirtschaftlich am besten arbeiten: auch die Behauptung des Gegenteiles ist schwerlich zu erweisen. Das Verfahren bietet also keine Sicherheit dagegen, daß zeitweilig zum Schaden der Verwaltung ungerechtfertigt hohe Verdienste erzielt werden.

Einen Überblick über die Höhe der Geldbeträge kann man gewinnen, wenn man für den bei Handhabung im Sinne des Tarifes zu erzielenden Überverdienst die Annahme macht, daß der Mensch durchschnittlich dauernd 25 % mehr leisten kann, als die tarifmäßige Regelleistung. Nimmt man ferner an, daß bei den Reichsbahnen 90 000 Werkstättenarbeiter im Gedinge arbeiten oder daran beteiligt sind, und daß der tatsächlich erzielte, in Wirklichkeit kaum niedrigere mittlere Überverdienst 35 % beträgt, so würde sich bei einem mittleren Tariflohne von 5 *M*₁st eine tägliche Mehrausgabe von

$0,5 \cdot 8 \cdot 90\,000 = 360\,000 \text{ M}$ ergeben, die auf die geschilderten Ursachen zurückzuführen ist, und der keine Leistung gegenüber steht. Diese Mehrausgabe besteht auch gegenüber dem alten Verfahren der festen Sätze, bei dem ein Überverdienst von etwa 25 % zugelassen war. Die Zahlen, die auf Genauigkeit keinen Anspruch machen, zeigen, daß bei dem heutigen Stande der Arbeitsforschung der Erfolg eines für die besonderen Verhältnisse nicht tatsächlich erprobten Verfahrens der Löhnung in Frage gestellt werden kann, wenn es auch an sich geeignet ist, die äußere Leistung zu steigern. Bleibt das hier besprochene Verfahren schmiegsam, so wird die Möglichkeit gewahrt, die Folgen von Fehlgriffen, die bei dem Mangel wissenschaftlicher Unterlagen unvermeidlich sind, schnell auszugleichen, und zu hohe Verdienste durch rechtzeitigen Abbau zeitlich zu beschränken. Dieser Abbau ist bei den bestehenden Vereinbarungen erfahrungsgemäß nicht leicht; er würde durch Beseitigung der oben erwähnten Unklarheiten in den Begriffen wesentlich erleichtert werden.

Man muß sich also heute damit begnügen, eine Steigerung der Leistung festzustellen, ohne die wirtschaftliche Güte maßgebend prüfen zu können. Erst wenn jahrelange Erfahrungen vorliegen, wenn Ruhe bei den Beamten und Arbeitern eingekehrt und die Klärung vieler jetzt schwebender, entscheidender Fragen erreicht ist, wird es möglich sein, ein sicheres Urteil über den Wert des Verfahrens zu gewinnen, zu dessen weiteren Ausbau die vorstehenden Betrachtungen anregen sollen.

Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.

Auszug aus der Niederschrift über die in Berlin am 7./9. September 1921 abgehaltene Vereinsversammlung*).

Im Folgenden erstatten wir einen Bericht über die die Technik des Eisenbahnwesens unmittelbar oder mittelbar berührenden Gegenstände der Tagesordnung der Vereinsversammlung.

Die Tagung war zur Gedächtnisfeier des 75jährigen Bestehens des Vereines ausgestaltet, vertreten waren 48 Verwaltungen durch 95 Abgeordnete mit 301 Stimmen, außerdem nahmen der Schriftleiter der Vereinszeitung und der Festausschuß teil.

Der Vorsitzende, Herr Eisenbahndirektionspräsident Wulff eröffnete die Tagung mit einer warm empfundenen Ansprache, in der er zunächst der schweren Schicksale gedachte, die das Vereinsgebiet seit der letzten Tagung betroffen haben und noch bedrücken. Der Umfang ist von 111 500 km und 65 Mitgliedern auf 76 500 km und 56 Mitglieder gesunken. Trotzdem zeigt der Besuch der Versammlung, daß es an innerer Kraft und festem Willen zu neuem Aufschwunge nicht fehlt.

Von den zahlreichen, freudig begrüßten Gästen sind die Herren Reichsverkehrsminister Gröner, Unterstaatssekretär Exzellenz Stieger und Wirklicher Geheimer Rat Exzellenz v. Kranold im Einzelnen zu nennen. Seit der letzten Versammlung 1912 in Stuttgart sind zahlreiche verdiente Teilnehmer an den Tagungen durch den Tod abgerufen, aus denen der Schriftleiter der Vereinszeitung, Herr Eisenbahndirektionspräsident a. D. v. Mühlentfels als besonders verdienstvoller Förderer des Vereines hervorzuheben ist; als sein Nachfolger nimmt Herr Geheimer Oberregierungsrat Dr. v. Ritter an der heutigen Tagung teil.

Herr Generalsekretär Burmeister ist den Folgen seines Dienstes im Felde erlegen, an seine Stelle ist Herr Generalsekretär Nether getreten.

Folgende Gegenstände der Tätigkeit des Vereines auf technischem Gebiete in den letzten 25 Jahren sind hervorzuheben.

Die „Technischen Vereinbarungen über den Bau und Betrieb der Haupt- und Neben-Bahnen“, und die „Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen“ sind gemäß den fortschreitenden Bedürfnissen laufend ausgebaut.

Herausgegeben und zur Beachtung empfohlen sind:

Sicherheitsvorschriften für die Einrichtung elektrischer Beleuchtung in Eisenbahnwagen.

Anleitung für Bestimmungen über die Ausführung und den Betrieb fremder elektrischer Starkstromleitungen.

Leitsätze für den Bau von Weichen und Kreuzungen in Hauptgleisen.

Einheitliche Bezeichnung von Lokomotiven. Beantwortung „allgemeiner technischer Fragen“.

Die besondere Frage der Einführung einer selbsttätigen, durchgehenden Bremse für Güterzüge.

Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit des Eisenbeton bei den Eisenbahnbauten.

Der Preisausschuß erließ in den 25 Jahren sechs Ausschreibungen, auf Grund deren 63 Preise verteilt wurden.

Hierauf folgte der mit lebhaftem Beifalle aufgenommene Vortrag des Herrn Sektionsrates Dr. Rottleuthner über „die finanziellen Wirkungen des Weltkrieges auf die Betriebsergebnisse der Eisenbahnen unter besonderer Berücksichtigung der Bahnen des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen.“**)

1. Der Geschäftsbericht der vorsitzenden Verwaltung umfaßt die Zeit vom 1. VIII. 1918 bis 31. VII. 1921.

3. Ausgestaltung des Technischen Ausschusses.

Die Anträge des gemischten Ausschusses werden in Übereinstimmung mit den Anregungen des Technischen Ausschusses genehmigt †). Danach werden

- a) im Technischen Ausschusse für die Hauptgebiete der Eisenbahntechnik „ständige Unterausschüsse“ gebildet, denen die vorsitzende Verwaltung die entsprechenden von der geschäftsführenden Verwaltung an sie eingehenden Sachen unmittelbar zur Bearbeitung überweist;
- b) dem Technischen Ausschusse auch nicht dringende Gegenstände rein technischer Art und geringerer Bedeutung öfter als bisher zur endgültigen Beschlufsfassung überwiesen. Der vorsitzenden Verwaltung steht das Recht auf Anregung zu diesem Vorgehen zu;
- c) zwei Teile A und B des Technischen Ausschusses gebildet: A bearbeitet die fachwissenschaftlichen, B die Gegenstände betreffs der technischen Vereinsbestimmungen;

**) Organ 1922, S. 142.

†) Organ 1922, S. 102, Ziffer 19.

*) Letzter Bericht Organ 1912, S. 444.

d) dem Technischen Ausschusse nicht angehörende Verwaltungen des Vereines nach Bedarf zur Mitarbeit in der Abteilung A vom Technischen Ausschusse herangezogen, fremde Verwaltungen ebenso, aber nach Einholen des Einverständnisses des Satzungsausschusses.

4. Freie Fahrt und Tagegelder für Mitglieder des Preisausschusses.

Beide sollen den während ihrer vierjährigen Mitgliedschaft aus dem Dienste scheidenden Mitgliedern während der Dauer der Mitgliedschaft weiter zustehen.

9. Vereinswagenübereinkommen*).

Das mit der zwischenstaatlichen Regelung von Riva in Übereinstimmung befindliche neue Übereinkommen wird nach der Vorlage des Ausschusses für Angelegenheiten der gegenseitigen Wagenbenutzung genehmigt; es ist mit dem 1. I. 1922 in Kraft getreten. Zwecks gegenseitiger Förderung der Vereinsverwaltungen müssen die Mieten für Wagen im Abkommen des Vereines niedriger sein, als im zwischenstaatlichen; die jetzt eingeführten Sätze sollen nach zwei Jahren nachgeprüft werden. Der Wagenausschuß wird für diese Zeit ermächtigt, in außergewöhnlichen Fällen die Sätze selbstständig anderweit zu regeln.

Die in sehr knapper Frist von den beiden zuständigen Fachausschüssen erledigte Arbeit stellt das Vereinswagenrecht auf eine neue, wesentlich vereinfachte Grundlage.

10. Zweiteilige Heizkuppelung**).

§ 82 der Technischen Vereinbarungen erhält mit Rücksicht auf die zweiteilige Heizkuppelung folgenden Wortlaut:

§ 82.

Dampfheizung Blatt XI und XIa.

1. Einteilige Heizkuppelungen für die Leitung zur Dampfheizung der Züge sind nach Blatt XI mit Kegeldichtung und Schraubenbügel oder doch so auszuführen, daß sie sich mit dem Kniestück nach Blatt XI anstandslos verbinden lassen. Bei einteiligen Heizkuppelungen wird die Ausrüstung der Kniestücke mit Absperrvorrichtungen empfohlen.

2. Zweiteilige Heizkuppelungen erhalten das auf Blatt XIa dargestellte Mundstück. Für die Anbringung der Heizkuppelung an das Kniestück der Heizleitung wird eine Verschraubung empfohlen, welche die Verbindung mit dem auf Blatt XIa abgebildeten Kniestücke zuläßt. Jedes für den Anschluß einer zweiteiligen Kuppelung bestimmte Kniestück muß für die Befestigung mit der auf dem gleichen Blatte abgebildeten Kegeldichtung mit Schraubenbügel eingerichtet sein. Die Kniestücke für die Anbringung zweiteiliger Heizkuppelungen müssen mit Absperrvorrichtungen versehen sein.

3. Werden zweiteilige Kuppelungen verwendet, so ist der lichte Querschnitt der Hauptleitung einschließlich der Absperrvorrichtungen und Kuppelungen an keiner Stelle kleiner zu bemessen, als eine Kreisfläche mit einem Durchmesser von 40 mm. Für Übergangswagen***) ist diese Bestimmung bindend.

4. Bei der einteiligen Kuppelung müssen die Mündungsmitten der Kniestücke, wenn an der Stirnseite nur ein Kniestück vorhanden ist, 200 bis 290 mm, wenn dagegen beiderseits der Zugvorrichtung je ein Kniestück vorhanden ist, 200 bis 640 mm wagerecht von der Längsachse des Fahrzeuges abstehen. Ist bei Verwendung zweiteiliger Kuppelungen an der Stirnseite des Fahrzeuges nur ein Kniestück mit Halbkuppelung vorhanden oder nur eine Halbkuppelung an eines von zwei Kniestücken angeschraubt, so muß die Mitte der Mündung des mit der Halbkuppelung versehenen Kniestückes 200 bis 290 mm (empfohlen wird 200 mm) wagerecht von der Längsachse des Fahrzeuges abstehen. Ist die Halbkuppelung mit Bügel anbringbar, und ist zugleich beiderseits der Zugvorrichtung je ein zugehöriges Kniestück vorhanden, oder ist je eine Halbkuppelung beiderseits der Zugvorrichtung angeschraubt, so hat dieser Abstand 200 bis 640 mm zu

betragen. Bei beiden Kuppelungsarten muß die Mündungsmitte der Kniestücke 330 mm + Eindrückung b (§ 77, Abs. 1) bis höchstens 490 mm hinter der Stoffsfläche der nicht eingedrückten Puffer zurückstehen und 260 bis 290 mm unter der Puffermitte liegen.

5. Ist an der Stirnseite des Fahrzeuges nur ein Kniestück mit Halbkuppelung vorhanden oder ist bei zwei Kniestücken und Verbindung von Kuppelung und Kniestück durch Verschraubung nur eine Halbkuppelung angebracht, so muß die zweiteilige Kuppelung so gebaut sein, daß ihre Verbindung sowohl gleichgerichtet mit der Längsachse des Fahrzeuges als auch über Kreuz vorgenommen werden kann.

6. Empfohlen wird die Anbringung der Dampfleitungen auch an der Vorderseite der Lokomotiven. Die Herstellung eines genügenden Gefälles bei allen Dampfleitungsrohren, die Anbringung von Entwässerungsvorrichtungen an den tiefsten Stellen der verbundenen Kuppelungen und die Anbringung von Einrichtungen, die es ermöglichen, die am Wagen befestigte, aber nicht verbundene Heizkuppelung aufzuhängen.

Die zugehörige Zeichnung (Taf. 21) ist als Blatt XIa den Technischen Vereinbarungen einzuverleiben.

Auf Blatt XI sind im Grundrisse, in der letzten Abbildung, die Maßzahlen 200 bis 270 in 200 bis 290 abzuändern.

Am 8. September hielt Herr Oberregierungsbaurat Dr.-Ing. Kommerell*) einen Vortrag über die Frage: „Welcher Lastenzug soll dem Baue neuer und der Verstärkung alter Brücken zu Grunde gelegt werden?“, der die lebhafteste Beachtung fand.

11. Güteproben.

Die Herausgabe der Sammlung der Güteproben auf alter Grundlage fällt von 1912/13 an aus.

Die Verpflichtung zur Einsendung der Meldebogen**) wird aufgehoben.

Der Technische Ausschuss wird beauftragt, neue Vordrucke zu zeitgemäßer Sammlung auszuarbeiten.

12. Fristen für die Einführung der verstärkten Zugvorrichtung***).

Die Herstellung der Zughaken nach Blatt VII, § 75, der Technischen Vereinbarungen bei Erneuerung ganzer Zugvorrichtungen wird mit dem 1. I. 1924, die Herstellung von Ersatzhaken für unverstärkte Zugvorrichtungen mit dem 1. I. 1925, die Festlegung des Durchmessers der Zugstange in § 133, 2 mit dem 1. I. 1924 befristet.

13. Durchführung der Kuppelungen der Lokomotiven nach § 83 der Technischen Vereinbarungen.

§ 83 erhält einen Absatz 8 lautend:

Den vorstehenden Bestimmungen muß bei den vorhandenen Lokomotiven, Tendern und Güterwagen spätestens bis zum 1. I. 1925, bei vorhandenen Personenzugwagen spätestens bis zum 1. I. 1928 entsprochen werden.

16. Preisausschuß †).

Gewählt sind die Herren vom Technischen Ausschusse:

Geheimer Oberbaurat Courtin, Karlsruhe,
Sektionschef Enderes, Wien,
Abteilungsdirektor Kittel, Stuttgart,
Bahndirektor Maas Geesteranus, Utrecht,
Geheimer Baurat Friefsner, Dresden,
Oberregierungsbaurat Samans, Berlin,
Ministerialrat Staby, München,
Sektionschef Rihosek, Wien.

Heute werden weiter gewählt:

Präsident Staatssekretär v. Kelety, Budapest,
Sektionschef a. D. v. Röhl, Wien,
Geheimer Oberbaurat Schmitt, Oldenburg,
Eisenbahndirektionspräsident Schultze, Stettin,
Ministerialrat Dr. Trnka, Wien,
Präsident Dr. Ritter v. Weeber, Wien,
Eisenbahndirektionspräsident Dr. Wesener, Hannover,
Abteilungsdirektor Wallbaum, Berlin.

*) Organ 1922, S. 1 und 142.

**) Organ 1912, S. 446, Ziffer 37.

***) Organ 1922, S. 103, Ziffer 27.

†) Organ 1922, S. 105, Ziffer 37.

*) Organ 1922, S. 105, Ziffer 39.

**) Organ 1922, S. 101, Ziffer 10.

***) Wagen für den Übergang von Verwaltung zu Verwaltung.

17. Ständige Ausschüsse.

Da die erheblichen Umwälzungen im Gebiete des Vereines noch nicht abgeschlossen sind, sollen bis auf Weiteres die alten Ausschüsse weiter bestehen. Den Ausschuss für technische Angelegenheiten bilden demnach:

Generaldirektion Karlsruhe,
Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern,
Direktion Oldenburg,
" Berlin,
" Kassel,
" Essen, Ruhr,
" Frankfurt, Main,
" Hannover,
" Kattowitz,

Zentralamt Berlin,
Generaldirektion Dresden.

Stuttgart,
Aufsicht Teplitzer Eisenbahngesellschaft,
Österreichisches Bundesministerium für Verkehrswesen,
Südbahngesellschaft,
Szamosthaler Eisenbahngesellschaft,
Ungarische Staatsbahnen,
Holländische Eisenbahngesellschaft,
Niederländische Staatsbahnen.

18. Wahlausschuss nach dem Übereinkommen über Aussetzung von Preisen.

Die alten Mitglieder:

Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern,
Direktion Kassel,
Österreichisches Bundesministerium für Verkehrswesen,
Ungarische Staatsbahnen,
Holländische Eisenbahngesellschaft,
Geschäftführende Verwaltung

werden wiedergewählt.

20. Neuwahl der Geschäftsführenden Verwaltung.
Als Geschäftsführende Verwaltung wird die Eisenbahndirektion Berlin wiedergewählt.

21. Nächste Vereinsversammlung.

Die nächste Vereinsversammlung soll 1923 abgehalten werden. Tag und Ort zu bestimmen wird die Geschäftsführende Verwaltung ermächtigt.

Am 9. September hielt Herr Ministerialrat Gleichmann, München, einen höchst bedeutungsvollen Vortrag über „Elektrische Zugförderung auf den Reichsbahnen“, den wir erweitert mit allen Zeichnungen an anderer Stelle veröffentlichen werden*).

Hierauf wird die Vereinsversammlung vom Vorsitzenden mit dem Wunsche geschlossen, dass diese Feier des Bestehens des Vereines durch 75 Jahre allen Beteiligten in freundlicher Erinnerung bleiben möge.

*) Organ 1922, S. 127 und 142.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Mitteldeutsche Ausstellung 1922 in Magdeburg.

Die „Miamia“ wird wochenweise den nachstehend aufgeführten Zweigen der Wissenschaft und öffentlichen Wirtschaft ihre Mittel widmen.

Abgehalten werden Wochen für Baugewerbe, Siedelung, Gesundheit, Fürsorge, Betriebstechnik, Landwirtschaft, Bergbau, Hüttenbetrieb, Gas- und Wasser-Wirtschaft, Elektrotechnik, Chemie, Verkehr mit Schiffahrt, Kunst, Anzeigenwesen, körperliche Übung und andere.

Die Messen 1922 und 1923 in Frankfurt a. M.

Das Messamt teilt mit, dass die Herbstmesse vom 8. bis 14. Oktober stattfinden wird. Für 1923 sind für die Frühjahrsmesse der

15. bis 21. April, für die Herbstmesse der 23. bis 29. September in Aussicht genommen.

Neue Eisenbahnlinie in Bolivien.

(Manchester Guardian, 19. Januar 1922.)

Die Linie von Atocha in Bolivien nach La Quiaca in Argentinien geht rasch ihrer Vollendung entgegen. Sie wird eine der reichsten Gegenden von Südamerika erschließen, besonders ist der Mineralreichtum dieses Gebietes zu erwähnen. Neben Zinn wurden zahlreiche große Lager anderer Erze gefunden. Überdies ist der Boden noch vom Pfluge unberührt, trotzdem leicht zu bearbeiten, so dass man auch auf reiche Ausbeute der Landwirtschaft hoffen darf. Die Mittel für den Bahnbau werden durch eine auswärtige bolivianische Anleihe gedeckt.

G. W. K.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Eine Brücke über die Bay von San Francisco.

(Times, 21. Januar 1922.)

Seit mehreren Jahren bearbeitet man den Plan, die Bay von San Francisco nach den drei gegenüber liegenden Städten Oakland, Alameda und Berkely in etwa 7 km Breite zu überbrücken. Der Verkehr wird jetzt von Dampfern der Süd-Pazifik, West-Pazifik und Key-Bahnen versorgt. Von 1250 000 Einwohnern dieser vier Städte wohnt ein großer Teil in den drei letzten, arbeitet aber in San Francisco, der Mangel leistungsfähiger Anlagen für den Verkehr von jetzt 40 Millionen Fahrgästen und 725 000 Fuhrwerken macht sich sehr fühlbar.

Vor etwa zehn Jahren bestand eine Eisenbahnbrücke etwas südlich von San Francisco, von der die Gründungen und einige Mittelloffnungen noch vorhanden sind. Unter Benutzung dieser will man nun eine Brücke für Eisenbahnen, Fußgänger und Wagen schaffen, deren Enden beiderseitig in Tunnel münden sollen, da die Schiffahrt längs den Landestegen und Werften nicht behindert werden darf. Aus demselben Grunde müssen auch die Öffnungen der Brücke sehr weit sein. Man schätzt die Dauer der Ausführung auf vier Jahre. Der Plan wird demnächst der gesetzgebenden Volksvertretung vorgelegt.

G. W. K.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Lokomotivkräne der Lehighal-Bahn.

(Railway Age 1922 I, Band 72, Heft 6, 11. Februar, S. 365, mit Abbildungen.)

Die Lehighal-Bahn mit 2332 km Bahnlinie verwendet 87 Lokomotivkräne. Das Verlegen von Schienen durch Lokomotivkräne wurde früher*) beschrieben. Neuer ist die Verwendung von Kränen mit Greifern zum Reinigen der Bettung. Hierbei wird ein Güterwagen mit einem großen Siebe nächst dem Krane aufgestellt. Die Bettung wird zwischen den Schwellen bis zu deren Unterkante ausgeharkt und in Gleismitte aufgehäuft, wo sie durch den Greifer aufgenommen und auf das Sieb geschüttet wird. Der Schmutz fällt durch, die gereinigte Bettung läuft das Sieb hinab und auf Rutschen

in Gleismitte oder zwischen die Gleise zurück. Die Bettung zwischen den Gleisen wird bis zu 30 bis 35 cm unter Schwellenunterkante gereinigt.

Lokomotivkräne werden ferner zum Be- und Entladen von Massengut aus offenen Wagen verwendet, gewöhnlich statt der Rahmenkräne, sie haben sich aber auch als vorteilhaft erwiesen, wo andere Einrichtungen vorhanden sind. Die stärkste Verwendung zum Verladen von Gütern finden sie an einem Landestege in Black Tom, Newjersey, wo Leichtergut verladen wird. Während der Zeit starken Verkehrs waren häufig drei oder vier Kräne in Betrieb. Um Stauungen zu beseitigen, werden Kräne zum Entladen von Gütern aus Eisenbahnwagen auf offene Lagerplätze verwendet, etwa bis die nötigen Schiffe zum Beladen verfügbar sind. Dies ermöglicht schnelle Freigabe der Wagen für andere Zwecke. Wenn dann Schiffe

*) Organ 1921, S. 266.

bereit liegen, werden die Kräne wieder eingefahren, die Güter wieder auf Wagen geladen, nach dem Landestege gefahren oder auch unmittelbar auf Leichter gebracht. Gewöhnlich verladen die Kräne die Güter nahe dem Bollwerke, wo die Schwimmkräne sie leicht erreichen können. Bei dieser und anderer Arbeit verschiebt ein Kran häufig einen oder zwei Wagen durch eigene Kraft. Schwefel und ähnliche Güter werden durch Trichter und Rohr in Kastenwagen geladen, der Kran schüttet sie in den Trichter. Außer den Kranwärtern sind fast nur Arbeiter nötig, die die Güter in dem Wagen verstauen.

Lokomotivkräne ersetzen auch oft einen Arbeitzug, so zum Räumen von Ausschufs, Altstoffen und anderen Abfällen auf Bahnhöfen. Der Kran zieht oder schiebt ein bis drei offene Wagen durch eigene Kraft, belädt diese mit einem Greifer und führt dann nach dem nächsten zu verladenden Haufen. Bei Erneuerung des Oberbaues auf Brücken nehmen Kräne die alten Schwellen auf, laden sie auf einen bordlosen Wagen hinter dem Krane, nehmen ein Bündel neuer Schwellen von diesem Wagen und lagern sie richtig zum Verlegen. Ebenso werden alte und neue Schienen gehandhabt. Die Lehighthal-Bahn lagert ihre Gleisstöße auf bestimmten Lagerbahnhöfen, von denen sie nach Bedarf auf der Strecke verteilt werden. Kleiseisenzeug wird in Haufen von solcher Grösse gelagert, daß ein Kran sie mit dem Greifer fast ganz aufnehmen kann; der kleine Rest wird von Hand in den Greifer geladen, der dann in einen Wagen entleert. Auch ein Faß mit Schwellenschrauben wird von dem Greifer ohne Beschädigung aufgenommen. Die Quelle enthält eine Liste der verschiedenen Verwendungen von Lokomotivkränen auf der Lehighthal-Bahn.

B—s.

»Gestra«-Topf für Niederschlagwasser.

Auf weitere Verminderung der Verluste an Wärme auf den Niederschlagstöpfen richten sich folgende Erwägungen. Bei höheren Spannungen des Dampfes hat das niedergeschlagene Wasser noch hohe Wärmestufen. Wenn also auch wirklich nur Wasser aus dem Topfe austritt, so verwandelt es sich im Freien sofort wieder in Dampf, man sieht kaum Wasser ausfließen. Geschieht das doch, so ist entsprechende Abkühlung schon an anderer Stelle erfolgt. In jedem Falle gehen beträchtliche Mengen Wärme mit dem Niederschlage verloren. Dazu kommt vielfach noch ein Abströmen von Frischdampf aus Undichtheiten, das man an dem höhern Drucke erkennt. Übertriebene Sparsamkeit in der Wahl und Anbringung von Niederschlagstöpfen und Abscheidern für Wasser ist daher wirtschaftlich nicht zu vertreten.

Maschinen und Wagen.

Auswuchten schnell umlaufender Massen.

Dr.-Ing. Heymann erörterte in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft das Auswuchten schnell umlaufender Massen, unter Berücksichtigung des Lokomotiv- und Wagen-Baues*).

Das Auswuchten bezweckt das Beseitigen der Schwingungen und deren Begleiterscheinungen bei rasch umlaufenden Massen, im Lokomotiv- und Wagen-Baue bei Achssätzen, Triebachsen, Laufachsen, gekuppelten Achsen, Anker von elektrischen Triebmaschinen, Kuppelungen, Zahnradern und anderen Teilen. Die Massenverlagerungen und deren Folgen werden im Betriebe mit dem Sammelworte „Unbalanz“ bezeichnet. Begrifflich wird zwischen statischer, dynamischer und allgemeiner Verlagerung unterschieden. Das Gelingen des heute noch weit verbreiteten statischen Auswuchtens mit Schneiden, Rollen, Schwerpunktwagen und ähnlichen Vorrichtungen setzt günstige Zufälle voraus. Die Folgen von Verlagerungen sind in erster Linie Schwingungen und Erschütterungen, die Lockerung von Sicherungen und Passungen, lästige Geräusche, Klemmen und Vermehrung der Lagerreibung, also Erhöhung der Triebleistung und Ungleichmäßigkeit der Drehzahl. Das dynamische Auswuchten ist in neuerer Zeit eingeführt. Vor 1915 bestanden in Deutschland und den anderen gewerblich bedeutenden Ländern von Europa nur höchst rohe, unmittelbar auf Erfahrung gegründete Verfahren, die von Werkstatt zu Werkstatt weiter gegeben wurden. Seit 1915 hat das Werk C. Schenck, G. m. b. H., in Darmstadt als einziges in Europa die Herstellung von dynamischen Auswuchtmaschinen aufgenommen. In Amerika ist in den letzten Jahren Wettbewerb entstanden, doch ist das beste amerikanische Erzeugnis noch nicht viel über den Stand einer Maschine von Schenck aus 1915 hinausgekommen.

*) Ausführlich in Glasers Annalen.

Das Überreißen von Schlamm und Wasser aus dem Kessel in die Dampfleitung muß von vorn herein verhütet werden, die Abscheider sind nur für das in der Leitung entstehende Wasser da, auch müssen die Ableiter für Schwankungen in der abzuleitenden Menge leicht einstellbar sein.

Bei hoch überhitztem Dampfe und überall, wo nur wenig Niederschlag entsteht, scheinen Töpfe mit selbstständigen Abscheidern überhaupt unzweckmäßig zu sein, da sie auf die Dauer kaum frei von Undichtheit zu halten sind; geschlossene Sammelgefäße, die nach Bedarf entleert werden, sind hier zweckmäßiger.

Die Ventile der Abscheider arbeiten mit Schwimmern oder Dehnkörpern, erstere klemmen sich oft ein, letztere versagen bei Schwankungen der Wärmeverhältnisse, außerdem schleifen Dampf und Wasser die Sitze auf die Dauer aus, auch geraten kleine Fremdkörper hinein.

Ein Maß für die eintretenden Verluste liefert die Angabe, daß bei 10 at Überdruck durch 1 qmm Undichtheit täglich 130 kg ausströmen, entsprechend der Kohlenmenge von mehr als 20 kg.

Das Werk G. F. Gerdt's in Bremen führt unter der Bezeichnung „Gestra“ einen gesetzlich geschützten Topf mit Prallplatten ein, der frei von Ventilen und beweglichen Teilen die oben angeführten Mängel beseitigen soll. In die Prallplatten ist zum Zurückhalten des Dampfes ein besonders durchdachtes Netz von düsenartigen Kanälen eingearbeitet, durch das das Wasser abfließt, der Dampf aber abgesperrt wird. Bei geringem Zutritte von Niederschlag entsteht in den Öffnungen ein dichter Wassernebel, der den Dampf nicht durchläßt. Die Platten bestehen aus biegsamem, dichtem, hitzebeständigem, säure- und laugebeständigem Stoffe, etwaigen Schlamm fängt eine Sammelkammer mit großem Siebe auf. Prallplatten und Sieb sind eingeschliften und können in kürzester Zeit aus dem Topfe genommen und ohne Packung wieder eingesetzt werden. Der Topf ist leicht auf beliebige Spannung des Dampfes und verschiedene Mengen des Niederschlages einzustellen.

Neuere Töpfe mit Abscheidung durch einfache oder gekreuzte Gewindegänge sind nicht einstellbar und lassen bei geringer Menge des Niederschlages Dampf durch.

Das Werk G. F. Gerdt's liefert auch eine Vorrichtung, die vor der Entnahmestelle im Kessel angebracht, das Mitreißen von Wasser in die Dampfleitung verhindert, und so eine Beschränkung der Zahl der Töpfe in der Leitung ermöglicht.

Die Kosten der Beschaffung der beiden beschriebenen Neuerungen sollen durch die erzielten Ersparnisse schnell überwogen werden.

Die dynamischen Verfahren zerfallen in drei Arten, in die auf Erfahrung beruhenden mit glückhaftem Versuchen, in solche der Versuchsanstalten, die den Arbeiter zum Rechnen zwingen, und in scharfe, die das richtige Auswuchten ohne Rechnen werkstattmäßig ergeben. Die Einteilung der dynamischen Vorkehrungen zum Auswuchten erfolgt nicht auf Grund der Beschaffenheit und Bauart der elastischen Lagerung, sondern gründet sich auf die Frage, ob der Schwingungsmittelpunkt des federnd aufgehängten Gegenstandes frei beweglich ist, ob nur ein oder ob zwei Schwingungsmittelpunkte vorhanden sind. Das Verfahren nach Lawaczek-Heymann, das C. Schenck, G. m. b. H. in Darmstadt vertritt, ist das einzige der dritten Art. Der Gegenstand wird abwechselnd um zwei Schwingungsmittelpunkte ausgewuchtet, die zwecks Vereinfachung in die beiden Lagerstellen verlegt werden. Durch einfache Kräftepläne wird der Beweis erbracht, daß der vollständige Ausgleich der Massen bei beliebig kleiner Drehzahl durch jeden Arbeiter in kürzester Zeit durchgeführt werden kann. Auf dem Grundgedanken des Doppelpendels bauen sich noch weitere Verfahren auf, die namentlich die Abkürzung bezwecken. Diese Kürzungen sind mehr für den Gebrauch durch Meister und Ingenieure zugeschnitten, für jede Gruppe der in den Werkstätten Tätigen können Verfahren zur Wahl gestellt werden. Die Herstellung von Maschinen zum Auswuchten nach Lawaczek-Heymann hat in den letzten Jahren erheblichen Umfang erreicht.

Bei Sondermaschinen für Drehzahlen bis 30000 in 1 min wird mit Zusatzmassen von 0,005 g gearbeitet. Gegenstücke bilden Maschinen, bei denen die Prüfkörper über 50000 kg wiegen dürfen. Die Maschinen sind leicht und schnell eingeführt und heute in nahezu allen wichtigen Staaten in Europa vielfach vertreten. Das weitere Streben geht dahin, das Auswuchten in nur einem Gange durchzu-

	I	II	III	IV	V	VI
	1 D. II. T. Γ	1 D. III. T. Γ . G	2 C 1	2 D	2 C. III. T. Γ . S	C 1. IV. T. Γ
O. Z.						
Bauart						
Durchmesser der Zylinder, Hochdruck d mm	483	470	533	559	470	406
" " " " , Niederdruck d ₁	—	—	—	—	—	—
Hub h	762	660	711	711	660	660
Überdruck p at	15,8	12,7	12,7	12,7	12,7	14,1
Durchmesser des Kessels mm	1676	1676	1492	—	1753	—
Kesselmitte über Schienenoberkante	1724	2623	2743	—	2692	—
Heizrohre, Zahl	218 16	—	—	—	203 24	—
" Durchmesser mm	51 130	—	—	—	51 127	—
" Länge	4629	4874	—	—	4877	—
Überhitzerrohre, Durchmesser	25	—	—	—	—	—
Heizfläche, Feuerbüchse qm	15,77	15,19	109,15	109,15	15,79	158,02
" Heizrohre	191,59	173,58	—	—	204,38	—
" Überhitzer	30,09	39,99	21,46	21,46	25,08	31,86
" ganze H	237,45	228,76	130,61	130,61	245,25	189,88
Rostfläche R	2,81	2,55	2,51	2,51	2,6	2,42
Durchmesser der Triebräder D mm	1727	1422	1702	1549	1854	1727
" Laufräder	965	—	1092	—	1067	—
" Tenderräder	—	1270	—	—	1219	—
Last der Triebachsen G ₁ t	74,57	—	59,94	—	—	—
" Lokomotive G	83,81	77	97,94	96,52	—	82,81
" des Eigengewichtes	76,30	—	—	—	131,1	—
" Tenders voll	40,64	43,8	—	—	—	49,28
" " " leer	18,8	—	—	—	—	—
Vorrat an Wasser	15,9	15,9	9,1	9,1	20,4	—
" Kohlen	—	6,6	3,6	3,6	5,6	—
Achsstand fester mm	6096	5639	4572	—	4572	—
" ganzer	10439	8280	11125	—	8738	—
" mit Tender	17317	15907	—	—	16472	—
Länge " "	20225	18714	14021	—	19406	—
Zugkraft $Z = a \cdot p \cdot (d_{cm})^2 \cdot h : D$ $\left\{ \begin{array}{l} a = \dots \dots \dots \\ Z = \dots \dots \dots \end{array} \right.$	0,75	1,5,0,75	0,75	0,75	1,5,0,75	2,0,75
Verhältnis H:R	84,5	89,7	52	52	94,3	78,5
" H:G ₁ qm/t	3,18	—	2,18	—	—	—
" H:G	2,83	2,97	1,33	1,35	—	2,29
" Z:H kg/qm	51,4	64,6	86,5	104,6	47,9	70,2
" Z:G ₁	163,6	—	188,6	—	—	—
" Z:G	145,5	191,7	115,4	141,5	—	160,9

Südost- und Chatham-Bahn.

Nach Maunsells Entwürfen wurden zehn weitere Lokomotiven durch Beyer, Peacock und Co. in Manchester mit Überhitzern ausgerüstet. Die Hauptteile, besonders Kessel und Zylinder, sind gegen die Teile bereits umgebaute Lokomotiven auswechselbar.

Lancashire- und Yorkshire-Bahn.

Als neu wurde die in Horwich gebaute 2 C. IV. T. Γ . S-Lokomotive*) in Dienst gestellt.

Kaledonische Bahn.

Neu ist eine nach Entwürfen von Pickersgill gebaute 2 C. III. T. Γ . S-Lokomotive. Die Kolben der beiden Außenzylinder wirken auf die vierte, der des Innenzylinders auf die dritte Achse. Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber und Walschaert-Steuerung. Der Tender hat drei Achsen. Die Hauptverhältnisse sind unter O. Z. V der Zusammenstellung I mitgeteilt.

Große Zentralbahn.

In den Werkstätten zu Gorton wurden nach Entwürfen von Robinson C 1. II. T. Γ -Tenderlokomotiven für Eilgüterzüge gebaut. Der Überhitzer ist der von Robinson. Die Hauptverhältnisse sind unter O. Z. VI der Zusammenstellung I mitgeteilt.

Englische Bauanstalten.

Kerr, Stuart und Co. lieferten für die Jodhpur-Bikaner-Eisenbahn mehrere 2 C. II. T. Γ -Lokomotiven mit 1 m Spur und vierachsigen Tendern. Die Gleitbahnen sind mit einem Schutzblech

*) Organ 1921, S. 172.

versehen, die Hauptverhältnisse unter O. Z. VII der Zusammenstellung I mitgeteilt.

Die Nordbritische Lokomotiv-Gesellschaft lieferte folgende Lokomotiven: 1. für die Nordbritische Eisenbahn-Gesellschaft zwei 2 B 1 II. T. Γ . S-Lokomotiven mit dreiachsigen Tender und den Verhältnissen nach O. Z. VIII der Zusammenstellung I; 2 für die Burma-Eisenbahnen eine C + C. IV. t. Γ . G-Lokomotive mit 1 m Spur und den Verhältnissen nach O. Z. IX der Zusammenstellung I-3. für die Staatsbahnen auf Neu-Seeland mehrere 2 C 1 II. T. Γ -Lokomotiven*) mit 1067 mm Spur.

Armstrong, Whitworth und Co. lieferten für die Mittel-land-Große Westbahn von Irland C. II. T. Γ -Lokomotiven mit Innenzylindern für gemischten Dienst, die von Morton entworfen, die ersten derartigen Lokomotiven in Irland sind. Die wichtigsten Hauptverhältnisse gibt O. Z. X der Zusammenstellung I.

Die Yorkshire Lokomotiv-Gesellschaft in Sheffield lieferte für die Maryport und Carlisle-Eisenbahn zwei C. II. t. Γ -Lokomotiven (O. Z. XI der Zusammenstellung I) mit Innenzylindern, auf diesen liegenden entlasteten Flachschiebern und Steuerung nach Allan. Der Abdampf tritt durch die Schieber unmittelbar in das Blasrohr, die Zylinder haben deshalb keinen Ausströmkanal.

Beyer, Peacock und Co. lieferten für die Große Nordbahn-Gesellschaft fünf Heißdampf-Tenderlokomotiven mit 1600 mm Spur und den Verhältnissen der O. Z. XII der Zusammenstellung I.

*) Organ 1921, S. 157.

Diese werden ebenfalls mit Kränen ausgerüstet, so daß die Behälter schnell zum Entladen abgehoben und die Kraftwagen freigegeben werden können. Auch große Gütermengen empfangende oder versendende Verfrachter werden wahrscheinlich solche Kräne auf ihren Ladeplätzen aufstellen, in anderen Fällen werden die Güter unmittelbar aus dem Behälter auf dem Kraftwagen entladen, wie jetzt. Versandgut wird ähnlich behandelt.

Die zweite Stufe des erweiterten Verfahrens besteht in der

Besondere Eisenbahntypen.

Elektrischer Ausbau der Schweizerischen Bundesbahnen.

(Commerce Reports, 30. Januar 1922.)

Für 1922 hat die Regierung 57 000 000 Fr. für die Bundesbahnen ausgeworfen. Der Umbau der Strecken Bellinzona-Lugano-Chiasso, Erstfeld-Luzern und Zug-Goldau wird in Kürze beendet. Die großen Kraftwerke für 80 000 PS in Amsteg sollten im April 1922 Strom liefern, die Linie Luzern-Zug-Zürich wird zu Ende 1922 für den elektrischen Betrieb fertig sein. Zugleich wird die Linie Sion-Lausanne für elektrischen Betrieb ausgebaut und im Sommer 1923 in Betrieb gesetzt werden. Den Strom für 60 000 PS liefert das Barberine-Kraftwerk.

G. W. K.

Elektrischer Ausbau von Eisenbahnen in Japan und Australien.

(Manchester Guardian, 5. Januar 1922.)

Bislang sind in Japan nur einige Linien in und um Tokio mit Regelspur für elektrischen Betrieb eingerichtet, größere Pläne, bei-

Verwendung von Behälterwagen für das Gebiet von Neu jersey. Diese gehen von den Mittelpunkten des Verkehrs in Neu jersey, wie Newark, Passaic, Middletown, Port Jervis, aus, so daß Wagenladungs- und Stück-Güter ohne Umladen von diesen Stellen nach New York und umgekehrt gefahren werden, nur müssen die Behälter mit Kränen auf das Fährschiff und von diesem gehoben werden. Fährschiffe mit Behältern können auch nach Bronx, Brooklyn oder Staten Island fahren.

B—s.

spielweise für die Linie Tokio-Yokohama, liegen vor. Den Strom werden eine zu bildende Gesellschaft und der Staat je zur Hälfte liefern.

Japanische Unternehmer in Tokio und Nagoya wollen eine elektrische Bahn durch die südliche Alpenkette Japans in Verbindung mit der Gesellschaft für elektrische Bahnen von Jizu ausführen. Die Strecke ist etwa 60 km lang, zweigt in Nakatsugawa von der Chuo-Linie ab und endet in Jida-Machi, im Regierungsbezirk Nagaŋo. Die Kosten sind auf 10 Millionen Yen oder rund 5 Millionen Dollar veranschlagt.

Australien besitzt derzeit fünf größere Bahnlinien mit elektrischem Betriebe. Die Arbeiten an der Untergrund- und Umgebungs-Bahn in Melbourne sind fast fertig. Die Ersparnis der fünf Linien beträgt etwa 190 000 Pfund jährlich, die Dichte des Verkehrs ist um 30% gewachsen.

G. W. K.

Bücherbesprechungen.

Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen. Drei Vorträge, gehalten gelegentlich der Vereinsversammlung am 7./9. September 1921 zu Berlin, zugleich Feier des 75jährigen Bestehens des Vereines.

Die Vorträge über:

1. Die Wirkungen des Weltkrieges auf die Betriebsergebnisse der Eisenbahnen, unter besonderer Berücksichtigung der Bahnen des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, gehalten vom Sektionsrate Dr. Rottleuthner, Budgetreferentstellvertreter im Österreichischen Bundesministerium für Verkehrswesen in Wien;

2. Den Lastenzug, der dem Baue neuer und der Verstärkung bestehender Brücken zu Grunde gelegt wird, gehalten von Dr.-Ing. Kommerell, Oberregierungsbaurat im Eisenbahn-Zentralamt in Berlin;

3. Elektrische Zugförderung auf den Reichsbahnen, gehalten von Dr. Gleichmann, Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern

sind von der Geschäftsführenden Verwaltung als Sonderheft zusammengestellt.

Rahmenformeln. Gebrauchfertige Formeln für einhäufige, zweistielige, dreieckförmige und geschlossene Rahmen aus Eisen- oder Eisenbeton-Konstruktion nebst Anhang mit Sonderfällen teilweise und ganz eingespannter Träger von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel, Privatdozent an der Technischen Hochschule Darmstadt. Dritte neubearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, 1921, W. Ernst und Sohn. Preis 48 M.

Das Bauen in bewehrtem Grobmörtel hat den früher selten vorkommenden Rahmen zu einem der gebräuchlichsten Bauglieder gemacht, und ihn nun auf sonstige Verwendung erschlossen. Seine Berechnung macht in allen Fällen einige Mühe. So wird diese Neuauflage des bewährten Buches von den Fachkreisen freudig begrüßt werden, die nun wohl alle einigermassen häufig vorkommenden Gestaltungen, und zwar mit lotrechten, wie mit wagerechten Lasten, auch mit angreifenden Momenten, deckt. Um die Benutzbarkeit äußerst zu steigern, werden die Ableitungen nicht mitgeteilt, die gemachten Voraussetzungen sind aber sorgfältig angegeben und eine bildliche Übersicht des Inhaltes erleichtert das Eindringen in das Wesen des Buches; so sind Mißgriffe bei einiger Aufmerksamkeit ausgeschlossen.

Das Buch kann allen am Bauen in Eisen und in bewehrtem Grobmörtel Beteiligten empfohlen werden.

Handbuch für Eisenbetonbau. III. neubearbeitete Auflage in 14 Bänden. Herausgegeben von Dr.-Ing. F. Emperger, Oberbaurat, Regierungsrat im Patentamt in Wien. 8. Band. Eisenbahnschwellen, Leitungen, sonstige Anwendungen des Eisenbetons im

Eisenbahnwesen (Güterwagen), Bergbau und Hüttenwesen, Tunnelbau, Stadt- und Untergrund-Bahnen, bearbeitet von R. Bastian, A. Kleinlogel, F. Kögler, A. Nowak. Berlin 1922, W. Ernst und Sohn. Preis 156 M.

Der Band bringt auf allen behandelten Gebieten aufsergewöhnlich vollständige Vorfürhungen der rechnerischen Begründungen, der bei Entwurf und Bau zu beachtenden Vorschriften und Grundregeln und an Beschreibungen neuester Ausführungen des In- und Auslandes, namentlich aus Nordamerika. Wir heben besonders hervor: Die Untersuchungen über innern Gebirgsdruck, die statische Behandlung von Röhren in festem und schwimmendem Gebirge und im Wasser unter Aufsdruck für Tunnel; Stollen und Schächte; die gradezu ein vollständiges Lehrbuch für diese Gebiete bilden, ebenso die Behandlung eckiger Rahmen für flach liegende Tunnel, ferner die Sicherung von Gründungen gegen Bodensenkungen. Mit gleicher Liebe sind die Verfahren des Vortriebes, des Ausbaues, des Versenkens und Abdichtens von Tunnelröhren behandelt. In der erschöpfend vollständigen Sammlung von Querschnitten für Gleise, die überraschend reichhaltig ist, wäre vielleicht etwas schärfere Beurteilung hinsichtlich der bislang noch sehr umstrittenen Haltbarkeit zu wünschen. Maste für Luftleitungen, Bahnsteigdächer, Gruben für Drehscheiben, Schuppen aller Art für Bahnhöfe, Ladebühnen, Behälter, Kühltürme, Sturzbahnen, Wagen, Schutzbauten gegen Lawinen und Steinschlag führen wir nur auf, um ein Bild der Reichhaltigkeit des Bandes zu geben, die hinsichtlich der Übersichtlichkeit durch ein sehr ausführliches Sachverzeichnis gemeistert wird.

Der Band bildet im neuen Gewande eine an Bedeutung noch erhöhte Bereicherung des Schrifttumes deutscher Technik.

Wir benutzen diese Gelegenheit zu der Mitteilung, daß der hervorragende Herausgeber und Schöpfer des Werkes, Oberbaurat Dr. F. v. Emperger, am 11. Januar 1922 sein 60. Lebensjahr vollendet hat, und zu der Bitte an den hochverehrten Fachmann, er möge den Zeitpunkt, zu dem er sich nach unermüdlicher und fruchtbarster Lebensarbeit die verdiente Ruhe gönnt, zum Besten der Fachwelt recht weit hinausrücken. Um ihrer Anerkennung und Verehrung Ausdruck zu geben, haben zahlreiche Fachmänner aus aller Welt dem bewährten Führer aus diesem Anlasse wissenschaftliche und bautechnische Arbeiten gewidmet, mit deren Veröffentlichung im Hefte I, 1922, der Zeitschrift „Beton und Eisen“ bereits begonnen ist.

Siemens Zeitschrift 1922, Heft 1. Das Heft bringt neben Berichten und kleineren Mitteilungen Aufsätze über Blindstrom, elektrolitische Silberscheidung, Verlegung von Seekabeln für Kraftübertragung mit Hochspannung, Richtungsrelais und Spannungen in einer aufgeschrunpften umlaufenden Platte.