

#### Die neue Lokomotivwerkstätte Nied.

Soder, Regierungs- und Baurat in Neumünster, Holstein.

(Schluß von Seite 90.)

##### XIX. Die Koch- und Heiz-Vorrichtungen.

Elektrischer Strom ist in Nied billig und bei der Größe des Kraftwerkes vorläufig beliebig verfügbar. Die Erzeugung beruht hauptsächlich auf einem Abfallstoffe; an Kohle sind nur 0,27 gegen mindestens 1,1 kg/KWst bei gewöhnlicher Kohlenfeuerung aufzuwenden. Die Betrachtung der Wärmewirtschaft der Werkstatt\*) hat daher gezeigt, daß seine Verwendung für Kochen und Heizen hier wirtschaftlich richtig ist. Da die Stromerzeuger für absehbare Zeit nicht voll ausgenutzt werden, braucht kein Anteil an den Zinsen dieser Anlagen auf diese, ja mit zum Zwecke der Erhöhung der Ausnutzung angeschlossenen Belastungen verrechnet zu werden. Nur die Verzinsung und Tilgung der etwa um 33 % größer bemessenen Wandler kommt mit 0,06 Pf/KWst in Betracht, sonst sind für Kochen und Heizen nur die Kosten des Heizstoffes einzusetzen, die dann 0,96 Pf/KWst an der Verbrauchsstelle betragen. Diese Art der Berechnung ist da nicht zulässig, wo die Anlage für Stromerzeugung mit Rücksicht auf die elektrische Heizung größer bemessen werden muß, als sonst der Fall wäre. Verwendung von Strom kam in erster Linie da in Frage, wo der Anschluß an die Dampfleitung ungünstig war, so für das abseits liegende Speisehaus, dessen Räume auch meist nur für kurze Zeit mittags warm zu halten sind und allein das Anheizen verhältnismäßig viel Heizstoff erfordert hätte. Die elektrischen Heizkörper geben bei ihrer geringen Aufnahme an Wärme fast sofort ihre volle Wirkung her. Sonst konnte wegen des Wasserbedarfes der Küche nur eine Warmwasserheizung in Frage kommen, die für das Speisehaus etwa 8000 M gekostet hätte. Ihr Betrieb hätte für 3 st an 200 Tagen ohne die Mittel zum Anheizen nach Überschlag 310 Pf/100 000 WE erfordert; dagegen sind die Kosten der gewählten Lösung einschließlich der Zinsen von 83 Pf/100 000 WE rechnermäßig 214 Pf/100 000 WE\*\*). Für nutzbar abgegebene Wärme verschieben sich diese Werte noch stark zu Gunsten der elektrischen Heizung.

Für die Lehrlingswerkstatt lagen die Verhältnisse, abgesehen von der Dauer des Betriebes ähnlich.

Der Bedarf der elektrischen Heizung war mit 40 bis 50 W/cbm errechnet. Gewählt wurden Öfen der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft mit Heizwiderständen aus schraubenförmig zu einem Rohre gewickeltem schmalem Bande, die lebhaften Umlauf der Luft bewirken. Zunächst sind 21 Öfen mit zusammen 104 KW in der Lehrlingswerkstatt und 18 mit je 6 KW im Speisehaus aufgestellt.

Da die ausreichende Belieferung mit Heizgas, das für das Kochen neben dem Strome in Frage kam, nicht sichergestellt

war, da ferner festgestellt war, daß elektrisch gekochte Fleischspeisen erheblich geringere Einbuße an Gewicht erleiden, als auf Gas bereitete, da schließlich die wirtschaftliche Gleichberechtigung der elektrischen Wärmeerzeugung für Nied feststand, wurde die Versorgung der Küche mit Elektrizität auch für Kochzwecke gewählt.

Verwendet wurden unmittelbar beheizte Gefäße und Platten zum Aufstellen beliebiger Gefäße. Die erste Einrichtung umfaßte Kochgeräte für zusammen 30 KW von »Prometheus« in Frankfurt a. M. Die Gefäße mit unmittelbarer Heizung arbeiten sparsamer als Platten, sie sollen ausschließlich verwendet werden. Die Bedienung der Küche ist einfach und angenehm, da keine Dünste von Feuerungen auftreten, daher auch die Speisen keinen unangenehmen Geschmack annehmen.

Elektrische Wärmeschränke für je etwa 50 Speisenbehälter dienen zum Wärmen des mitgebrachten Essens. Ihre Benutzung überstieg die Erwartungen so weit, daß die nötigen Schränke nicht Platz fanden. Daher wurden besondere Kochkisten aufgestellt, in denen die in den Schränken gruppenweise gewärmten Speisen bis Mittag aufbewahrt wurden; so wurde gute Ausnutzung der Schränke erreicht. Der Verbrauch eines Schrankes beträgt etwa 7,5 KW.

Im Badehaus befindet sich die oben\*) besprochene elektrische Anlage zum Bereiten von warmem Wasser, eine kleinere in der Lehrlingswerkstätte. Die Lokomotivhalle und Kesselschmiede sind mit elektrisch geheizten Kochkesseln ausgestattet, um auch im Sommer bei Aussetzen der Dampfversorgung Wasser zum Kaffeekochen bieten zu können.

Auf die elektrischen Leimkocher, LötKolben und die Dörranlage sei hier nur kurz hingewiesen. Die besonderen Zwecken dienenden Vorrichtungen mit elektrischer Erzeugung von Wärme sind mit den einzelnen Gebäuden beschrieben worden. Ihre Eigenschaften, wie stete Bereitschaft, größte Sauberkeit, Ersparung an Bedienung sind für den Betrieb der Werkstätte höchst vorteilhaft, ohne daß sich das immer zahlenmäßig im Einzelnen nachweisen ließe. In Nied bringt die über das gewöhnliche Maß hinaus gehende Verwendung elektrischen Stromes außerdem Verbesserung der Ausnutzung des Kraftwerkes, also Ersparung an Kohlen.

Die nicht vorherzusehende Steigerung der Preise hat das wirtschaftliche Bild der elektrischen Erzeugung von Wärme erheblich verschoben. Die bei der Umwandlung der Wärme in Elektrizität entstehenden Verluste können durch die hohen Preise der Heizstoffe, in Geldwert ausgedrückt, so bedeutend werden, daß sie durch Ersparnis an Zinsen und Bedienung nur in günstigen Fällen ausgeglichen werden können.

\*) S. 78.

\*\*\*) S. 78.

\*) S. 63.

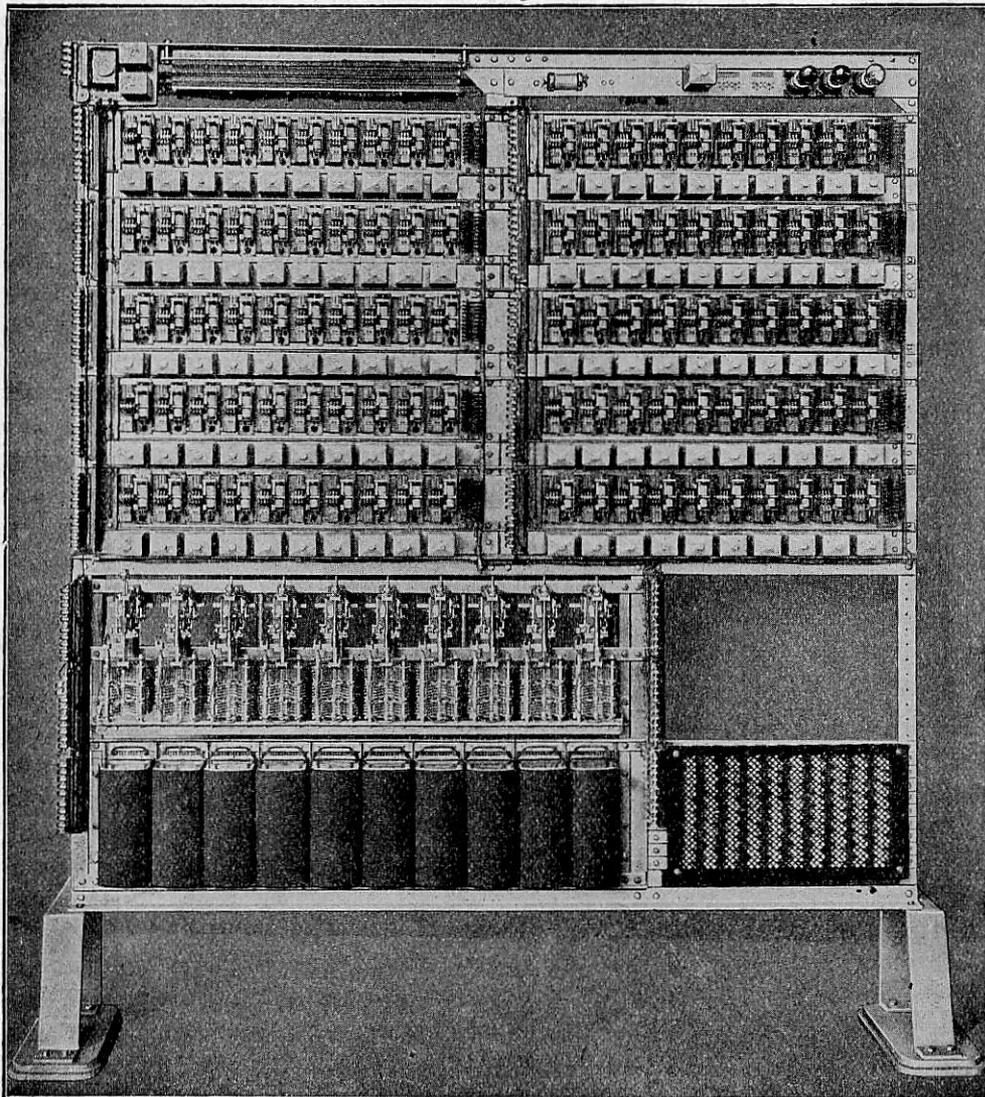
## XX. Die Schwachstromanlagen.

Für den Betrieb großer Werke ist beste Ausbildung der Mittel zur Verständigung und des Nachrichtendienstes unentbehrlich. In Nied dient diesem Zwecke eine selbsttätige Fernsprechanlage. Sie bildet den wichtigsten Teil der Schwachstromanlage, die sonst noch die Uhrenanlage mit Vorrichtungen zum selbsttätigen Geben der Pausenzeichen, und eine vereinigte Anlage zum Überwachen der Wächter und zum Melden von Feuer umfaßt.

Gut sichtbare, richtig gehende Uhren in den wichtigsten Räumen erleichtern die zweckmäßige Einteilung der Arbeiten und der Zeit und sichern mit der Zeichengabe für Beginn und Ende der Arbeit die Pünktlichkeit des dienstlichen Verkehrs. Bei unauffälliger Feststellung der für bestimmte Arbeiten erforderlichen Zeiten und der Beurteilung der Leistungen bieten sie gute Hilfe.

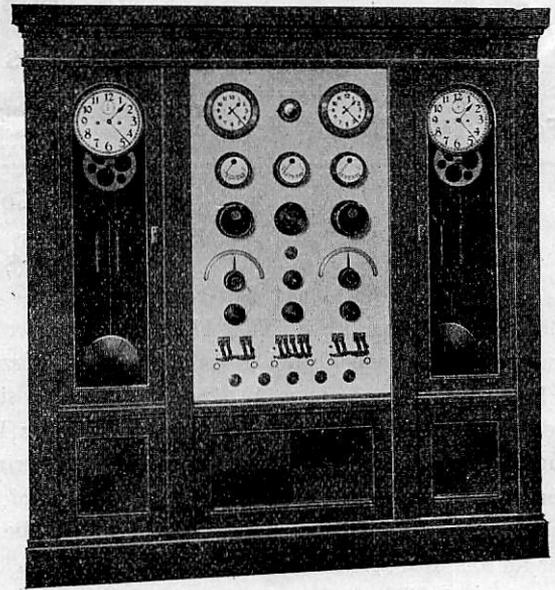
Die Wichtigkeit einer zuverlässigen Überwachung der Wächter leuchtet an sich ein, ihre Verbindung mit der Feuermeldung ermöglicht erhebliche Ersparnisse an Anlagekosten.

Abb. 43.



rufenden ein Zeichen zu geben, falls in dem Augenblicke keine Möglichkeit zu sprechen besteht. Besteht diese, so ist die Verbindung nach zweimaliger Betätigung der Wählerscheibe herzustellen.

Abb. 42. Schwachstrom-Schalttafel.



Den Strom für diese Einrichtungen liefern drei Speicher von 60, 24 und 18 V durch ein unterirdisches Netz aus rund 1500 m 6 bis 72 gliederigen Bleikabeln mit verzinneten Eisenleitern. Drei Ersatzspeicher schließen jede ernstliche Störung aus. Die Ladung erfolgt durch einen Umformersatz, der wie die Speicher im Keller des Verwaltungsgebäudes untergebracht ist. Die Meß- und Schaltvorrichtungen und die zwei Hauptuhren sind auf einer Schalttafel im untern Stockwerke des Gebäudes vereinigt (Textabb. 42), wo sich auch die selbsttätige Schaltvorrichtung der Fernsprechanlage befindet, die als deutsches Erzeugnis auf einem bis vor Kurzen noch von Amerika beherrschten Gebiete besonders beachtenswert ist.

Die Fernsprechanlage besteht außer den bereits erwähnten Speichern aus den bekannten Tisch- oder Wand-Sprechstellen mit der Wählerscheibe und der mit den Sprechstellen durch zwei Leitungen verbundenen selbsttätigen Schaltvorrichtung (Textabb. 43).

Durch die Schaltung sind folgende Vorgänge selbsttätig einzuleiten und zu regeln.

Nach Abheben des Hörers ist die Leitung für Anruf von anderer Seite zu sperren und dem An-

Ist die gewünschte Leitung besetzt, so ist dem Anrufenden ein Zeichen zu geben.

Ist die Leitung frei, so ist der betreffende Teilnehmer anzurufen und der Anruf von anderer Seite zu sperren.

Nach Beendigung des Gespräches ist die Verbindung zu trennen.

Die Steuerung so mannigfacher Vorgänge bedingt eine nicht ganz einfache Schaltung. Sie wird durch eine Reihe von Elektromagneten in Wechselwirkung mit einem Steuerschalter (Textabb. 43 unten) bewirkt, der mit fünf je nach ihrer Stellung die für die verschiedenen Vorgänge erforderlichen Verbindungen herstellenden Schliefshebeln versehen ist. Besonders bemerkenswert sind die dem zweiten der aufgeführten Vorgänge dienenden Leitungswähler (Textabb. 43 Mitte und 44), von denen einer beim Abheben des Hörers durch den zu jeder Sprechstelle gehörigen Vorwähler (Textabb. 43 oben) auf die anrufende Sprechstelle geschaltet wird.

In drei über einander liegenden Sätzen enthält er je 100 Schliefsler, die in zehn halbkreisförmigen wagerechten Reihen, zu je zehn, so angeordnet sind, daß sie einen halben Zylinder bilden. Jeder dieser Schliefsler ist in Vielfachschaltung durch jeden der vorhandenen Leitungswähler geschaltet. Eine in der Achse des Halbzylinders stehende Welle kann unter dem Einflusse von Klinkwerken, die durch einen Hebel oder Drehmagneten betätigt werden, senkrechte, und durch Drehung der Welle wagerechte Schritte machen, und zwar so, daß jeder die drei an der Welle befestigten Schliefslerarme der nächsten Reihe oder dem Nachbarschliefsler zuführt. Von den drei Schliefslerarmen führen zwei zu den Teilnehmerleitungen, die von dem dritten Arme vermittelten Verbindungen dienen zum Sperren des sprechenden Teilnehmers gegen anderweiten Anruf.

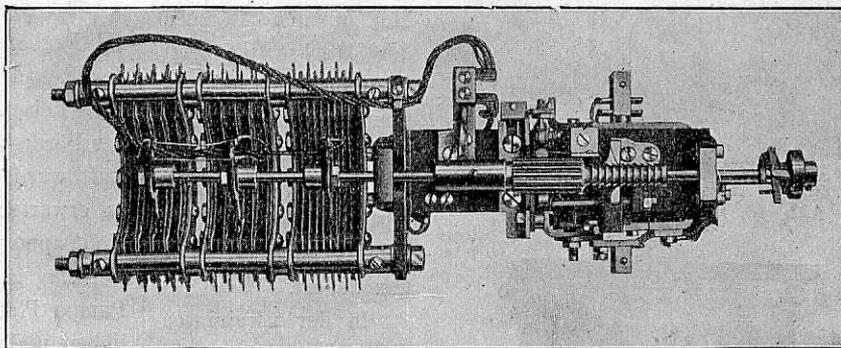
Zur Herstellung einer Verbindung ist bei einer Anlage, wie in Nied, bis zu hundert Anschlüssen, eine zweimalige Betätigung der Wählerscheibe erforderlich. Wird die Scheibe zum ersten Male bis zu einer bestimmten Zahl, beispielsweise 7 gedreht, so wird der Strom für den Magneten eines Steuerschalters geschlossen und dessen Anker angezogen. Läuft die Scheibe zurück, so gelangen sieben Stromstöße zum Hebemagneten des Leitungswählers und heben ihn um sieben Schritte. Nach Rücklauf der Wählerscheibe wird der Steuerschaltermagnet stromlos und eine Feder bringt den Schalter mittels eines Schaltwerkes in seine zweite Stellung, die nun einen solchen Stromweg herstellt, daß die Stromstöße beim zweiten Rücklaufe der Scheibe, beispielsweise aus der Stellung 5, den Drehmagneten des Leitungswählers erregen und eine Drehung der Welle um fünf Schritte herbeiführen, so daß die Schliefslerarme die Verbindung mit Teilnehmer 75 herstellen. Ist diese Leitung frei, so gelangt der Steuerschalter in eine Stellung, die die Quelle des Rufstromes an Leitung 75 legt. In die Grundstellungen springen Steuerschalter und Leitungswähler zurück, wenn durch Auflegen eines der Hörer zwei Auslösemagnete in Tätigkeit gesetzt werden. Die Vorgänge spielen sich in Bruchteilen einer Sekunde ab.

Die Sprechstellen sind unmittelbar nach Auflegen des Hörers wieder dienstbereit.

An die Anlage sind alle Diensträume des Verwaltungsgebäudes, alle Werkmeister- und Werkführer-Stuben, die Maschinenmeister, das Lagerhaus, Boten und Pfortner, die Wohnung des Vorstandes und Betriebsingenieurs, und zur Verbindung mit dem allgemeinen Eisenbahnnetze der Hauptbahnhof Frankfurt a. M. durch drei besondere, teils als Kabel, teils frei verlegte Leitungen angeschlossen.

Da sich die besonders oft anzurufenden Betriebsbeamten meist außerhalb ihrer Diensträume aufzuhalten haben, also häufig nicht ohne Weiteres durch Fernruf zu erreichen sind, wurden ausen vor den Meisterstuben neben besonders kräftigen Starkstromweckern farbige Merklampen angebracht. Bei Anruf schaltet der Rufstrom durch einen besondern Magnetschalter Wecker und Merklampe ein, so daß bei Ertönen des Weckers der im Betriebe befindliche Beamte durch einen Blick auf die

Abb. 44.



Lampe erkennen kann, wem der Anruf gilt. Der Fernsprechbetrieb erhält dadurch noch größere Sicherheit.

Zunächst sind etwa 50 Anschlüsse besetzt, ihre Zahl kann bis hundert vermehrt werden. Die Schaltanlage erfordert einen vollkommen trockenen und möglichst staub- und geräuschfreien Raum, der sich nur im Verwaltungsgebäude bot; ein mehr im Mittelpunkte des Netzes liegender hätte kürzere Kabelleitungen ergeben und Ersparnisse ermöglicht.

Die Verbindung mit der Post und der Übergang von außerhalb auf dem Eisenbahnnetze ankommender Gespräche auf das Werkstättenetz erfolgt mittels eines besondern, beim Pfortner aufgestellten Umschaltschrankes. Nebenanschlüsse an den Postanschluß haben der Vorstand, der Betriebsingenieur und die Lagerhausverwaltung. Eine weitere Nebenstelle ist in einer besondern Zelle zur Benutzung für die Beamten im Vorraume des Verwaltungsgebäudes eingerichtet.

Die von Siemens und Halske gelieferte Anlage hat nach Überwindung der unvermeidlichen Kinderkrankheiten gut gearbeitet. Daß für diese stets dienstbereite, Zeit und Schreibwerk sparende Einrichtung ein Bedürfnis vorlag, folgt aus der Stärke der Benutzung, die bereits eine Erweiterung von 10% nötig machte.

Die an sich einfache Erhaltung erfordert sachverständige Leute. Sie wird dadurch erleichtert, daß im Schaltraume ein Prüfschrank für schnelles Finden von Fehlerquellen aufgestellt ist.

Die Uhrenanlage umfasst außer den zwei Hauptuhren zwanzig Nebenuhren verschiedener Größe. Die Regelung ihres Ganges erfolgt durch die Hauptuhren. Beide haben selbsttätigen elektrischen Aufzug. Unter Zwischenschaltung besonderer Magnetschalter vermitteln sie alle Minuten einen Stromstoß zum Vorrücken der Zeiger der in zwei Kreisen angeordneten Nebenuhren. Eine Überwachung des Ganges wird im Schaltraume dadurch ermöglicht, daß auf der Schalttafel noch zwei in den beiden Kreisen liegende Uhren angeordnet sind. Mit der Vorrichtung zum Geben der Ruhezeichen kann der Beginn dieser

Abb. 45. Melder.

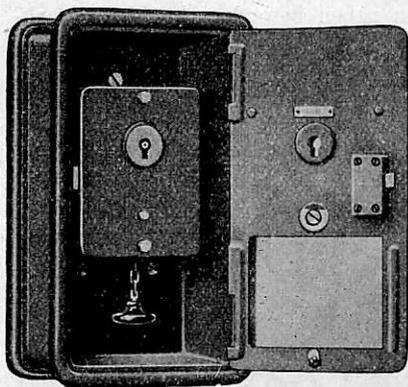
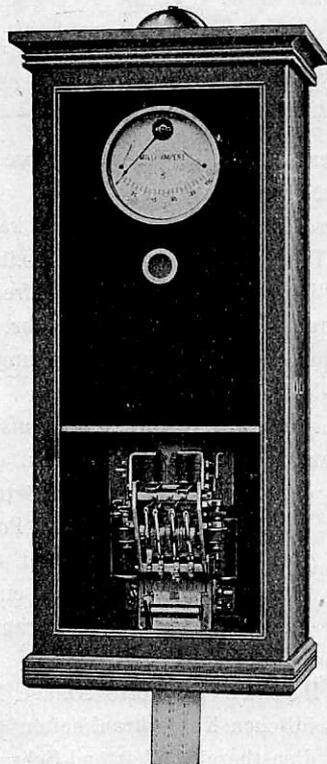


Abb. 46. Empfangsvorrichtung.



Zeichen von fünf zu fünf Minuten eingestellt werden; auch die Dauer der Zeichen ist regelbar. Der die Wecker und Hupen betätigende Starkstrom wird auch hier durch Magnetschalter eingeschaltet, die in den Räumen der Werkstätten mit den Sicherungen zusammen auf kleinen Schalttafeln angebracht sind, und so lange erregt bleiben, wie der Schluss an der Hauptuhr dauert.

In der vereinigten Anlage zur Überwachung der Wächter und zum Melden von Feuer dienen die über die Werkstätte verteilten Melder (Textabb. 45) und die Empfangsstelle mit Schreibvorrichtung (Textabb. 46) in der Pförtnerstube zugleich für Feuer- und Wächtermeldungen. Alle Meldungen werden an der Empfangsstelle auf einem Papierstreifen mit Tages-, Stunden- und Minuten-Druck verzeichnet, so daß die Nachprüfung des vom Wächter eingeschlagenen Weges nachträglich möglich ist. Für die regelmäßigen Meldungen der Wächter werden Schlüssel benutzt, bei Meldung von Feuer, die jedermann vornehmen kann, ist die Schutzglasscheibe des Melderwerkes einzuschlagen und an dem frei gewordenen Griffe zu ziehen. An der Empfangsstelle erscheint dann neben dem üblichen Aufdrucke ein F. Zugleich mit dem Fallen einer roten

Scheibe wird selbsttätig eine auf dem Dache der offenen Halle am Lagerhause befindliche Heulvorrichtung eingeschaltet, die auch vom Pförtner, von der Schalttafel im Verwaltungsgebäude und vom Umformerraume im Krafthause aus von Hand betätigt werden kann.

### XXI. Die Prefsluft-Anlage.

Die Anlage für Prefsluft befindet sich im Krafthause. Als Triebkraft kam trotz der Nähe der Kesselanlage nur elektrischer Strom in Frage, da beim Entwerfe anzunehmen war, daß die Kesselanlage im Sommer nicht, oder nur vorübergehend in Betrieb sein würde.

Ihre Aufstellung in größerer Entfernung von den Stellen stärksten Verbrauches ergab zwar lange Rohrleitungen. Dem stand aber der Vorteil gegenüber, daß dieser größte Stromverbraucher der Werkstätte unmittelbar an der Umformeranlage liegt, wodurch an Kabel erheblich gespart wurde, und besondere Bedienung ganz fortfällt.

Prefsluft verlangen die Kesselschmiede und Tenderwerkstatt mit 26 Anschlüssen, die Lokomotivhalle mit 74 Anschlüssen, die Dreherei mit 16 Anschlüssen und die Sandstrahlgebläse in der Kesselreinigung und der Gießerei. Nachträglich wurden noch Leitungen zum Lagerhause und zur Schmiede zum Betriebe der Förderanlagen für Öl gelegt. Der Verbrauch an angesaugter Luft wurde auf 10 cbm/min geschätzt. Mit Rücksicht auf die zu erwartende Steigerung des Bedarfes wurde eine zweistufige Kolbenpumpe der »Frankfurter Maschinenfabrik« mit 15 cbm/min Leistung gewählt und für die Aufstellung einer zweiten gleichen umlaufenden Prefschleife, die manche Vorteile geboten hätte, mußte abgesehen werden, da diese Maschinen für die kleinen hier in Frage kommenden Leistungen nur ausnahmsweise gebaut werden.

Da die Verwendung von Gleichstrom für die fast dauernd laufende Triebmaschine von 100 PS größere Einankerumformer gefordert hätte, sich auch die Betriebskosten durch die Umformung erhöht hätten, ohne daß damit Vorteile erzielt wären, so wurde Drehstrom vorgezogen, der, an die Lichtwandler angeschlossen, deren bessere Ausnutzung ermöglichte, ohne auf ihre Bemessung von erheblichem Einflusse zu sein, da die wenigen Lichtstunden bei dem im Entwerfe vorausgesetzten einschichtigen Betriebe nicht in die Zeit hoher Belastung des Drehstromnetzes fallen.

Um die nicht unbeträchtliche Arbeit bei Leerlauf der bei Erreichung des Höchstdruckes selbsttätig ausrückenden Prefschleife zu sparen, ist ein selbsttätiger Anlasser von Hund und Weber aufgestellt, der die Triebmaschine bei bestimmten Grenzdrücken stillsetzt oder anläßt.

Die zu pressende Luft wird dem verhältnismäßig kühlen Keller durch ein Luftfilter entnommen und einem Luftkessel in demselben Raume zgedrückt, von dem die Hauptleitung abzweigt, die, 125 mm weit, in dem begehbaren Kanale zum ersten an der Kesselschmiede aufgestellten Luftkessel, 100 mm weit bis zum Eingange in die Lokomotivhalle, 80 mm weit zur Dreherei führt. Die 50 und 60 mm weiten Verteilleitungen für die Kesselschmiede und Lokomotivhalle liegen hoch im Eisenbaue. Zur Verhütung von Wasserzuflusse zunächst nach oben abzweigende,

dann umbiegende 25 mm weite Leitungen tragen an ihrem Ende die Kuppelungen für Anschlüsse. Zwei weitere von den Verteilleitungen gespeiste Luftkessel befinden sich an der westlichen Längswand der Lokomotivhalle. Entwässert werden die Leitungen an den wichtigsten Abzweigstellen und an den Enden der Verteilleitungen.

Die Zahl der Luft verbrauchenden Werkzeuge mußte mit der Entwicklung der Werkstätte ständig vermehrt werden. Auch Luftbohrmaschinen mit hohem Luftverbrauche waren in der Kesselschmiede nicht zu entbehren. Der Verbrauch stieg daher schnell, und die Prefsanlage wurde bald bis an die Grenze ihrer Leistung beansprucht.

### XXII. Die Be- und Entwässerung.

Die Werkstätte wird von dem Wasserwerke der Gemeinde Griesheim mit Gebrauch- und Trinkwasser versorgt, das für das Speisen der Dampfessel der Reinigung bedarf. Es wird einem an der Werkstätte entlang führenden 200 mm weiten Rohre entnommen. In der Werkstätte verlegte Ringleitungen ermöglichen durch zweckmäßig verteilte Schieber die örtliche Begrenzung von Störungen der Versorgung durch Rohrbrüche. Der Druck im Hauptrohre beträgt 2,5 bis 3 at. Das Wasser wird aus Brunnen entnommen, deren Ergiebigkeit dem durch den Anschluß der Werkstätte vergrößerten Verbräuche nicht immer entsprach, deren Erweiterung jedoch während des Krieges nicht möglich war. Deshalb wurde der Hochbehälter für Notvorrat erbaut, an den auch der Wasserkrän unmittelbar angeschlossen werden konnte, um Druckschwankungen im Netze zu vermeiden. Maßnahmen zur Verminderung des Verbrauches und zur Rückgewinnung noch brauchbaren gebrauchten Wassers sind in Aussicht genommen. Die Prüfung der Frage der Weiterverwendung des von den Tendern mit in die Werkstätte gebrachten Wassers führte zu dem Ergebnisse, daß bei der Höhe der nach der allgemeinen Steigerung der Preise für eine solche Anlage aufzuwendenden Kosten Ersparnisse nicht zu erzielen wären.

Für die Entwässerung wäre der Anschluß an das von der Gemeinde Nied geplante Netz die natürlichste Lösung gewesen. Die Gemeinde stellte jedoch, trotz der sie entlastenden Zuschüsse der Eisenbahnverwaltung unannehmbare Forderungen. Für Regen- und Schmutz-Wasser wurde je ein besonderes Kanalnetz geschaffen. Regenwasser wurde der Nidda, einem kleinen Nebenflusse des Maines unmittelbar zugeführt. An Schmutzwasser waren, aufser dem ölhaltigen Abwasser der Werkstätte, die Abgänge von 1500 Arbeitern, der Wohngebäude und der in Aussicht genommenen Arbeitersiedelung von 380 Wohnungen zu reinigen und dann auch der Nidda zuzuführen. An die Reinigung waren besonders hohe Anforderungen zu stellen, da der Fluß unterhalb vielfach zum Baden benutzt wird. Gewählt wurde eine biologische Reinigung, die hochwasserfrei auf dem Gelände der Taunusbahn nordöstlich der Werkstätte Platz finden sollte. Wegen Mangels an Gefälle war Hebung des Schmutzwassers nötig, die durch zwei 7 m tief in einem 4 m weiten Schachte aufgestellte Prefsfluthebwerke erfolgt.

Schwimmerventile an den 0,6 cbm fassenden Sammelkesseln öffnen die Zuleitung der Prefsflut, die den Inhalt durch ein

beiden Kesseln gemeinsames Druckrohr etwa 12 m hebt, und dem Behälter der benachbarten Kläranlage zuleitet, bis ein zweites Schwimmerventil die Luftzufuhr wieder schließt. Die Sammelkessel werden so abwechselnd entleert. Zu bewältigen sind nach vollem Ausbaue der Werkstatt für 1500 Arbeiter in einer Schicht und nach Anschluß der Siedelung von 1900 Köpfen mindestens 200 cbm in 12 st. Die Kläranlage ist bis zum Beziehen der Siedelung für die Hälfte bemessen. In einer Vorkläranlage werden alle Sink- und Schwimm-Stoffe ausgeschieden. Der Schlamm kann aus dem Schlammraume durch ein besonderes Rohr entnommen und als Dung verwendet werden. Das so vorgeklärte Wasser wird gleichmäßig über die Oberfläche eines gut durchlüfteten, 2,75 m hohen Tropfkörpers aus Lavaschlacke verteilt. Hier findet neben der Filterung eine chemische Veränderung der Stoffe durch den Sauerstoff der Luft statt, deren Enderzeugnisse eine der Vorkläranlage nachgebildete Anlage zum Nachklären ausfällt und so die Reinigung vollendet. Das geklärte Wasser fließt zu 4 bis 5 l/sek in einer Rohrleitung der mindestens 1500 l/sek führenden Nidda zu, also wird eine etwa 300fache Verdünnung erreicht.

Die in allen Teilen gut zugängliche Anlage wurde von der »Städtehygiene- und Wasserbau-Gesellschaft« in Wiesbaden errichtet. Sie hat zufriedenstellend, vor allem geruchlos gearbeitet. Die Kosten der Anlage, die ohne den Schacht etwa 125 qm bedeckt, sind erheblich, auch die des Betriebes sind höher als bei einer gewöhnlichen Anlage, wegen der erforderlichen Sorgfalt bei der Wartung, besonders im Winter. Wo die Verhältnisse jedoch keine einfachere Lösung zulassen, bietet die hier in großen Zügen beschriebene guten Ersatz.

### XXIII. Das Kraftwerk.

(Abb. 1 und 2, Tafel 16 und Abb. 1 und 2, Tafel 17.)

Bestimmend für die Errichtung der Anlage war das Bestreben, Lokomotivlösch als Heizstoff zu verwerten und so die Eisenbahnbetriebe in und um Frankfurt a. M. mit billigem Strome beliefern zu können.\*)

Als Stromart kam bei Lage und Art der zu versorgenden Betriebe nur Drehstrom in Frage. Zwei im Kraftwerke Altona frei gewordene Dampfturbinen von je 1750 KW größter Dauerleistung sollten die Stromerzeuger antreiben. Die Maschinen-spannung wurde mit 6 600 V so gewählt, daß sie auch für die Leitung zur Werkstätte in doppeltem Kabel vorteilhaft war. Die Erzeugung des Dampfes erfolgt in drei Garbe-Kesseln von je 250 qm Heizfläche mit Unterwindfeuerungen von Nyeboe und Nissen mit je 9,6 qm Rostfläche, auf denen Lösch ohne Aufbereitung unter geringem Zusatze von Nußkohle verfeuert wird. Eine unmittelbar wirkende Saugzulanlage besorgt mit einem alten, allein nicht genügenden Schornsteine die Abführung der Rauchgase. Das Speisewasser, im Wesentlichen der Niederschlag aus den Turbinen, wird in einem schmiedeeisernen Vorwärmer von 250 qm vorgewärmt. Zur Reinigung des Zusatzwassers ist eine zweistufige Verdampferanlage aufgestellt, die auch gute Entlüftung bewirkt.

Die Heizstoffe werden dem Kesselhause durch eine mit Drehstrom betriebene Hängebahn mit Greiferlaufkatze auf dem Unterflansche und Führerbegleitung zugeführt, die bei geringstem

\*) S. 2 und 16.

Aufwände an menschlicher Arbeit auch das Entladen der Eisenbahnwagen und die Bedienung des Lagerplatzes übernimmt, dessen Anlage der in der Werkstätte entspricht\*). Auch das Entfernen und Verladen der Asche werden von dieser Förderanlage besorgt. Die Mischung der Heizstoffe erfolgt ausreichend auf dem Wege von den Bunkern im Kesselhause zu den Feuerungen. Zwei Melsgefäße ermöglichen das Anpassen der Mischung an die Belastung.

Der steigende Wert der Lösche fordert äußerste Einschränkung der Verluste. Die jetzt übliche Art, sie mit der Schaufel aus der Rauchkammer auf den Boden zu werfen, entspricht dieser Forderung nicht. In Frankfurt a. M. wurde daher eine von Siemens und Halske zeitweilig zur Verfügung gestellte Saugeanlage mit gutem Erfolge erprobt. Den wesentlichsten Bestandteil bildet eine Saugpumpe besonderer Bauart mit Triebmaschine, die auch für Förderung von Kohle und Schlacke vielfach verwendet ist. Die Lösche wird mit einem geeigneten Mundstücke der Schlauchleitung aus der Rauchkammer gesaugt und in einen Hochbehälter befördert, aus dem sie den Eisenbahnwagen zufliest. Die Entleerung der Rauchkammer erfolgt schnell, die Lösche wird restlos gewonnen, sie bleibt rein und das Sauberhalten der Betriebswerkstätten wird erleichtert.

Die Schaltanlage wurde in einem niedrigeren Anbaue des Maschinenhauses angeordnet. Ihr Aufbau mit Doppelsammelschienen ist so, daß die Betätigung der zur Überwachung und Bedienung der Stromerzeuger dienenden Vorrichtungen von einem Schalterpulte aus erfolgt, an dem auch die Vorrichtungen für Einstellung des Gleichlaufes an einer Säule zusammengefaßt sind. Die Hochspanngerüste sind in zwei Stockwerken aufgestellt. Die Ölschalter befinden sich hinter der Betätigungstafel in Höhe des Flures des Maschinenhauses, Sammelschienen und Trennschalter aus »Elektron«-Leichtmetall befinden sich im oberen Stockwerke, wo sie auch im Falle eines Schalterbrandes über eine besondere Treppe zugänglich bleiben. Die ganze Anlage ist mit Rücksicht auf Vergrößerung entsprechend den Vorschriften für Reihe III der Richtlinien für die Ausführung von Hochspannungsvorrichtungen ausgerüstet.

Die Umformung des Stromes für die Nebenbetriebe erfolgt durch zwei reichlich bemessene Wandler, die auch den Bedarf der Lademaschine des Speichers für Notbeleuchtung und für Lieferung von Hilfstrom decken.

#### XXIV. Die Stromkosten.

An die Eisenbahnbetriebe in und um Frankfurt a. M. sind bald voraussichtlich täglich 20 000 KW/st entsprechend 24 % Ausnutzung der Kraftanlage abzugeben. Dieser Betrag soll daher zunächst der Ermittlung der Kosten zu Grunde gelegt werden.

Verdampfversuche im Betriebe haben bei etwa 17 % Zusatz an Kohle eine etwa 4,7fache Verdampfung ergeben. Die Heizstoffpreise wurden entsprechend den örtlichen Verhältnissen im Entwurfe mit 22 und 1,2  $\mathcal{M}/t$  eingesetzt. Die Kosten der Anlage sind 340  $\mathcal{M}/KW$ . Bei nicht ganz 9 kg/KW st Dampfverbrauch der alten Turbinen für die angenommene Belastung

\*) S. 76.

kostet der Strom 4,4 Pf/KW st an den Sammelmaschinen des Kraftwerkes, bei 50 % Ausnutzung, die bei Beibehaltung der mehrfachen Schicht erreichbar erscheint 3,3 Pf/KW st.

Beträgt der mittlere Verbrauch der Werkstätte Nied nach vollem Ausbaue 1,8 Millionen KW st im Jahre, von denen 33 % als Drehstrom, 67 % als Gleichstrom verwendet werden, so stellen sich die Stromkosten an den Niederspann-Sammelschienen der Umformeranlage für Drehstrom auf 6,09, für Gleichstrom auf 7,48 Pf/KW st, einschließlic der Anlage für die Übertragung. Diese Preise haben sich nun der Teuerung entsprechend erhöht.

Die Ersparnisse, die in regelmäßigen Zeiten der Eisenbahnverwaltung aus dem Betriebe der Anlage erwachsen würden, weist folgender Vergleich nach. Der Dampfpreis bei Betrieb des Kraftwerkes mit reiner Kohlenfeuerung würde bei gleicher Belastung mindestens 0,26 Pf/kg betragen, gegen 0,089 Pf/kg bei Löschefeuerung, die Ersparnis beträgt 0,17 Pf/kg, oder 1,51 Pf/KW st. Bei Abgabe von 7,3 Millionen KW st im Jahre bei der angenommenen Belastung betrüge die Ersparnis an Heizstoff rund 110 000  $\mathcal{M}$ . Die Preise haben sich inzwischen fast verfünffacht. Setzt man auch den Preis der Lösche wegen Steigens der Löhne und Frachten fünffach ein, so beträgt die Ersparnis 7,5 Pf/KW st oder 0,56 Millionen Mark im Jahre. Bei Vergleich mit den an das städtische Elektrizitätswerk zu zahlenden Strompreisen wächst die Ersparnis auf ein Vielfaches dieses Betrages.

Zur vollen Ausnutzung dieser Möglichkeiten ist eine sorgfältigere Überwachung des Betriebes nötig, als sonst üblich. Denn die Vorräte an zwei verschiedenen Heizstoffen verführen die Bedienung zur überwiegenden Verwendung des bezüglich der Haltung des Feuers bequemern, also hier der teuern Kohle, da die Lösche von Zeit zu Zeit ein Aufstoßen des Feuers nötig macht.

Eine kurze Rechnung mag die Bedeutung derartiger Kraftanlagen für die Eisenbahnverwaltung nachweisen. Eine Werkstätte der Größe von Nied kann im ersten Ausbaue bei einem Stande der Ausbesserungen von 25 % rund 300 Lokomotiven erhalten, von denen sich 225 im Betriebe befinden. Bei einer Ausbeute an Lösche von etwa 12 t im Jahre für eine Lokomotive würden im Ganzen 2700 t gewonnen, die bei reiner Löschefeuerung mit rund 3,5-facher Verdampfung 1 Million KW st ergeben, was etwa dem Jahresbedarfe der Werkstätte in ihrem ersten Ausbaue bei neunstündiger Arbeitszeit entspricht\*). Die von jeder Lokomotive abfallende Lösche reicht demnach, vollständig zur Erzeugung elektrischen Stromes ausgenutzt, aus, den für ihre Erhaltung nötigen Bedarf zu decken. Jeder weitere Verbrauch an Heizstoff der Werkstätten für Kraftzwecke würde also fortfallen.

#### XXV. Schlufs.

Der Bau der Werkstätte Nied ist in vielen Hinsichten stark vom Kriege beeinflusst. Namentlich wegen der Notwendigkeit der Verwendung von Ersatzstoffen, wurde bei aller Vorsicht nicht der sonst übliche hohe Grad von Sicherheit erreicht. Die Ansprüche, die der Betrieb im ersten Jahre an alle Beteiligten stellte, waren daher ungewöhnlich hohe. An einfache Verhältnisse gewöhnte Arbeiter an die Ausnutzung neuzeitlicher

\*) S. 88.

Anlagen zu gewöhnen ist schwierig, und doch mußte nach schnellster Entfaltung der vollen Leistung gestrebt werden, um sie noch für die Landesverteidigung nutzbar zu machen.

Wegen der schon eingetretenen Höhe der Löhne und des Mangels an Arbeitern war der Entwurf auf äußerste Beschränkung der menschlichen Arbeit, und auf ihre günstigste Ausnutzung eingestellt. Körperlich schwere, unsaubere oder der Gesundheit schädliche Arbeiten sind nur ausnahmsweise zu leisten. Zur Pflege des Körpers und der Gesundheit ist weitestgehende Gelegenheit geboten, wie ja die Förderung der Wohlfahrt seit lange eine Eigenart deutscher Arbeitstätten bildet.

Sparsamkeit war bei allen Beschaffungen der leitende Gesichtspunkt, wenn sie auch nicht überall in Zahlen ausdrückbar ist, da sich viele wichtige Einflüsse der rechnerischen Verfolgung entziehen. Neues wurde nur eingeführt, wenn es sich anderwärts dauernd bewährt hatte, oder sorgfältig erprobt war.

Die Werkstätte begann eben, ihre Leistung zu entwickeln, als der Umsturz mit seinen Lähmungen eintrat, der die Leistungen aller Werkstätten sprungweise herabdrückte, ohne daß es bisher gelungen wäre, sie wieder auf ihre alte Höhe zu bringen. Die Herabsetzung der Arbeitszeit beseitigt die Möglichkeit genügender Ausnutzung der kostspieligen Anlagen und die mehrschichtige Arbeit, von der ein Ausgleich des Ausfalles erwartet wurde, bringt in wichtigen Abteilungen, in denen die Übergabe von Schicht zu Schicht schwierig ist, neben anderen Übelständen erhebliche Verluste an Leistung. Ein Mittelweg würde in vielen Werkstätten eine günstige Lösung bringen können. Behält man

in den Werkstätten für Bearbeitung, wie Dreherei, Kesselschmiede, Schmiede, bei denen eine Übergabe von Schicht zu Schicht kaum nötig, mindestens nicht schwierig ist, die doppelte Schicht bei, während in der Richthalle für Lokomotiven mit schwieriger Übergabe die einfache Schicht wieder eingeführt wird, so werden die Werkstätten für Bearbeitung Rückstände aufarbeiten können und sogar in die Lage kommen, auf Vorrat zu arbeiten, was meist recht erwünscht ist. Für die Überführung in den Dauerzustand könnten sie teilweise verkleinert und dadurch Platz gewonnen werden, was in vielen schon lange an Platzmangel leidenden Werkstätten ein dringendes Bedürfnis ist. In Nied könnte durch Ausführung des zweiten Ausbaues der Lokomotivhalle ohne Vergrößerung der Dreherei das richtige Verhältnis der Abteilungen wieder hergestellt werden. Nach diesem Plane neu zu errichtende Werkstätten würden wegen kleinerer Ausführung der Werkstätten für Bearbeitung erheblich billiger ausfallen. Bessere Ausnutzung der Einrichtung, Herabsetzung der Kosten der Ausbesserungen und Hebung der Leistung würde die Folge sein. Die Erkenntnis des engen Zusammenhanges zwischen Eisenbahnwerkstätten und allgemeiner Wirtschaft ist jetzt in weite Kreise eingedrungen. Sie muß dazu beitragen, bei allen Angestellten den Geist der Pflichterfüllung wieder aufzurichten, der trotz manchen Zopfes die unbestreitbaren technischen und wirtschaftlichen Leistungen der preussischen Eisenbahnverwaltung ermöglicht hat. Erst dann werden die während des Krieges entstandenen Werkstätten ihre Kräfte voll entfalten und zeigen können, was sie wert sind.

### Kreuzungsbauwerk in Visé, Belgien,

an der Kriegsbahn Tongern—Aachen.

Dr.-Ing. Gaber in Heidelberg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel 23 und Abb. 1 auf Tafel 24.

#### I. Allgemeine Anordnung.

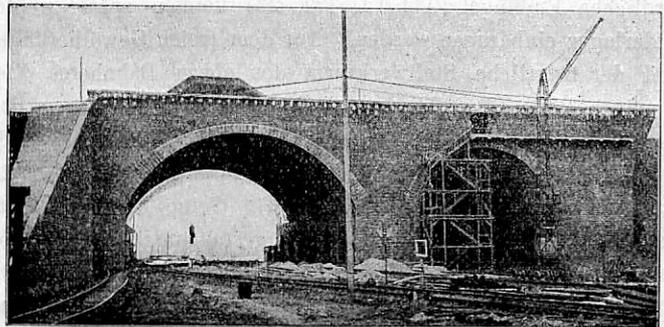
An der rechtwinkeligen Kreuzung der beiden Bahnhöfe Visé an der Kriegsbahn Tongern—Aachen steht dicht östlich vor der großen Maasbrücke (Textabb. 1) das Kreuzungsbauwerk mit einem Hauptbogen von 25 m lichter Weite, 40 m Länge und dem Pfeilerverhältnisse 1:3. Zur Verbindung der beiden Bahnhöfe, des hoch liegenden an der neuen Kriegsbahn und

Abb. 1. Die Kriegsbahn im Maastal mit der 608 m langen Maasbrücke und dem Kreuzungsbauwerke.



des tief liegenden alten an der alten Maastalbahn Lüttich—Mastricht, bei 19 m Höhenunterschied, war ein Tunnel für Reisende und einer für Gepäck unter der Kriegsbahn nötig, die jeden der beiden oberen Bahnsteige mit einem Gepäckaufzuge und einem Treppenaufgange erreichen. Um teure Gründungen für die Tunnel und den sonst nötigen hohen Längsfügel auf der Südostseite zu sparen, wurde neben dem Haupt-

bogen ein 16 m weiter Nebenbogen als Halbkreis angeordnet. Auf seinem Scheitel ruht der Tunnel für Reisende und an ihm hängt der für Gepäck, die durch einen eisernen Steg mit Aufzügen und Treppen die beiden Bahnsteige der Hollandbahn schienenfrei zugänglich machen (Textabb. 1 und 2). Die beiden Schächte für die Gepäckaufzüge durchdringen den Nebenbogen (Abb. 2). Die Südseite des Kreuzungsbauwerkes mit dem hölzernen Treppenaufgange und dem Fußwege aus Eisenbeton.



(Abb. 1, Taf. 23), und der Grobmörtel des Gewölbes wurde an diesen Stellen mit 20 mm dicken Rundeisen bewehrt. Die Treppenaufgänge werden von auskragenden Mauern über dem Nebengewölbe getragen. Bei der Einzelausbildung des vom Verfasser entworfenen Bauwerkes waren besonders folgende Rücksichten maßgebend.

Einfache und klare statische Wirkung.

Trennung verschieden belasteter Bauteile durch durchgehende Fugen.

Freiheit der Verformung durch Wärme ohne Rißbildung.  
Kurze Bauzeit.

Sparöffnungen in starken Körpern, um an Masse zu sparen und die Erhärtung des Grobmörtels durch Zutritt der Luft zu beschleunigen.

Planmäßige Vergrößerung für den viergleisigen Ausbau der Kriegsbahn ohne wesentlichen Abbruch auf der Nordseite.

Möglichkeit der Ausführung auch mit ungeschulten einheimischen Arbeitern.

Befriedigendes Bild mit einfachen Linien und abgewogener Gliederung.

Einklang des Bauwerkes mit der benachbarten Maasbrücke, besonders mit seinem östlichen Endwiderlager.

Die Tragteile wurden weitgehend durch Sparbogen aufgelöst, zumal sich bei Bogen die Dehnfugen in den Kämpfern und lotrecht darüber besonders gut anordnen lassen. So wurden vor allem bei den bis zu 8 m starken Widerlagern des Hauptbogens 4 m weite Sparöffnungen (Abb. 1, Taf. 23) angeordnet, die das Abbinden erheblich beschleunigten und Zeit, Arbeit und Baustoffe ersparten. Stehende Grobmörtelwände in ihnen lassen den Erddruck in voller Höhe zur Wirkung kommen. Obwohl der Baugrund aus grobem Kiese bestand, mußte man bei dem aus wirtschaftlichen Gründen rechtwinkeligen Südwestflügel darnach streben, den Druck der Hinterfüllung auf den über der Sohle 23 m hohen Flügel tunlich zu mindern. Der Dreieckflügel, der die Bermen des anschließenden Damms berücksichtigt, wurde so aufgelöst (Abb. 3 und 6, Taf. 23 und Abb. 1, Taf. 24), daß sich die in die Sparöffnungen der drei Stockwerke fallenden Erdkörper voll bilden können und keinen Schub ausüben. Das Verhältnis der Mauerstärke zur Höhe der Sparöffnung war dadurch festgelegt. Die Sichtfläche des Flügels wurde geschlossen. Auf der Nordseite wurden das Hauptgewölbe und darüber hinaus das Hauptwiderlager so weit vorgezogen, daß Flügelbauten fast ganz erspart wurden (Abb. 2, Taf. 23), und so die Erweiterung aus Anlaß des in Aussicht genommenen Ausbaues des dritten und vierten Gleises der Kriegsbahn vorbereitet. Die kleinen nördlichen Endflügel (Abb. 2, Taf. 23) können später in das Widerlager einbezogen werden. Auf dem freien Gewölberücken fand der westliche Stellwerkturm des obern Bahnhofes Visé günstigen Platz (Textabb. 1 und 2). Von dem sofortigen Bau des Reise- und Gepäck-Steges im untern Bahnhofe wurde abgesehen, daher auch der im Nebengewölbe hängende Gepäck-tunnel nicht gebaut (Abb. 1, Taf. 23). Seine Aufzugschächte wurden jedoch hergestellt und die Hängestangen in das Gewölbe eingestampft. Der Tunnel für Reisende erhielt seinen untern Zugang zunächst durch eine Treppe in einem Holzturme und dann durch einen Fußweg im südöstlichen Böschungskegel, mit dem er durch einen auskragenden Gang verbunden ist (Textabb. 1 und 2).

Der Boden besteht bis 1,5 m Tiefe aus gelbem Lehme, der Grundlage der so erfolgreichen Weidewirtschaft des untern Maastales, dann aus grobem Maaskiese, durch den das Maaswasser freien Zutritt in tiefliegende Baugruben gehabt hätte

(Abb. 1, Taf. 23). Die Sohle konnte jedoch über dem gewöhnlichen Niederwasser gehalten werden, sodaß Wasserhaltung, die besonders bei den 14 m breiten, 53 m langen Baugruben der Hauptwiderlager teuer geworden wäre, erspart wurde. Der Grobmörtel der Gründung hat die Mischung 1:12, der der aufgehenden Mauern und der Widerlager 1:10, der der Gewölbe 1:6. Die endgültige Südseite wurde mit Bruchsteinen aus den Kohlenkalk-Brüchen von Namêche bei Namur verkleidet. Von dort kamen auch alle Kragsteine, Abdeckplatten und andere Hausteine. Der Zementmörtel hatte die Mischung 1:4.

## II. Die Baueinrichtung.

Der Unternehmung Ph. Holzmann und G., A.-G. in Frankfurt a. M., war zugleich mit dem Baue des Geertunnels und den anderen Erd- und Kunst-Bauten im Maastale und im benachbarten Teile des Geertales von der Kriegsbahn Tongern—Aachen die Ausführung des Bauwerkes nach dem »Kolonialvertrage« übertragen. Ihr ausgedehntes Dienstbahnnetz mit 90 cm Spur erleichterte die Anfuhr von Gerät und Baustoffen. Sie hatte unterhalb am rechten Maasufer einen Nafsbaggerbetrieb eingerichtet, der Maaskies lieferte und mit einem Hebewerke auf fester Holzrüstung in die hölzernen Kastenkipper der Dienstbahn förderte. Der noch nötige Sand kam aus Deutschland, woher auch aller Zement bezogen wurde. Der Schotter für die großen Gewölbe wurde in den nahen Steinbrüchen bei Souvré gewonnen, die, von der Unternehmung betrieben, auch die Bettung für die Nachbarstrecken der Kriegsbahn lieferten.

Auf der Südseite führten zwei regelspurige Anschlussgleise vom alten Bahnhofe Visé beiderseits der Anschüttung (Abb. 2, Taf. 23) für die höher zu legende alte Hollandbahn Lüttich—Mastricht bis nahe an das Bauwerk. Hier wurden zwei von einander unabhängige und auch den Haupt- und Dienst-Bahnbetrieb nicht störende Mischer für Grobmörtel mit besonderen Gleisen für Kies und Zement eingerichtet. Die Hauptlager für Zement, Geräte, Bau- und Betriebsstoffe waren in einem benachbarten verlassenen Werke zwischen der Maas und dem alten Bahnhofe Visé eingerichtet; sie hatten Gleis- und Wasser-Anschluß. Hier war auch das Kraftwerk eingebaut, das alle Baustellen der Unternehmung im Maastale mit Strom für Licht und Kraft versorgte, und sich aus kleinen Anfängen mit einer Dampfmaschine für 15 PS allmähig bis auf zwei Heißdampflokobile für 40 und 150 PS auswuchs. Den Arbeitstrom lieferte ein Drehstromerzeuger von 330 V und 75 KW. Für die Außenbeleuchtung diente Gleichstrom von 1100 V bei 56 KW und von 120 V bei 100 KW. Das Wasser für den Bau kam von der großen Wasserversorgung der Unternehmung bei dem Kraftwerke, die 60 cbm/st lieferte. Drei Mischer mit 900 l Trommelinhalt und elektrischem Antriebe bereiteten den Grobmörtel (Abb. 2, Taf. 23). Dieser wurde in Muldenkippern von 60 cm Spur gefördert und von zwei eisernen Turmdrehkränen und einem doppelten Aufzuge in den Mulden gehoben, die auch die Vorsetzsteine in die Höhe brachten. Die Einzelheiten zeigt Abb. 2, Taf. 23.

## III. Der Bauvorgang.

Wegen der Dringlichkeit wurde die Baustelle gleich Anfang 1916 vorbildlich eingerichtet und mit den besten neuzeitlichen

Geräten ausgestattet. Nach gründlicher Vorbereitung wurde am 1. März 1916 mit dem Aushube der Hauptwiderlager begonnen, nachdem ihre Lage durch flüchtigen Vorentwurf genau und ihre Abmessungen ungefähr bestimmt waren. Entwurf und Ausführung liefen neben einander her, wie es bei dem ganzen Bahnbaue nicht anders möglich war. In Tag- und Nacht-Betrieb waren die 6200 cbm Aushub nach 3,5 Monaten beendet (Abb. 1, Taf. 24). Von Ende März an wurde der Grobmörtel eingebracht, Ende Juni konnte der erste Teil des Hauptbogens gewölbt werden, nachdem die Rüstungen schon

Abb. 3. Kreuzungsbauwerk. Rückansicht des westlichen Hauptbogen-Widerlagers.

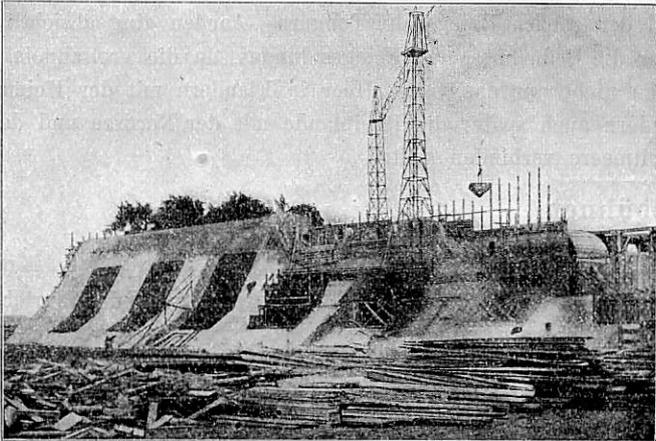
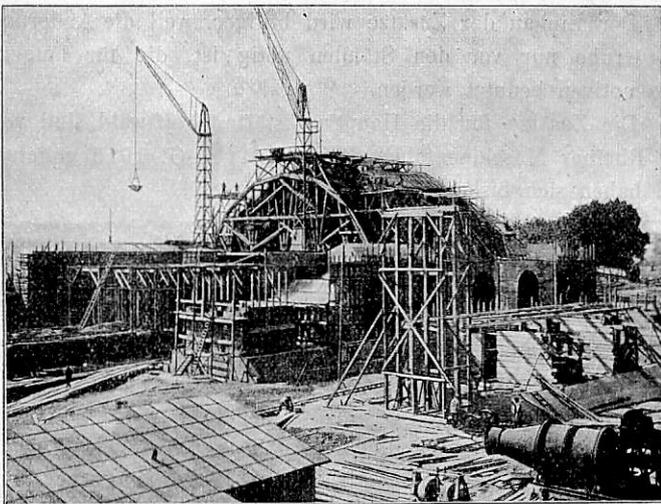


Abb. 4. Kreuzungsbauwerk. Betonierung des ersten Bogendrittels. Doppelaufzug am Endwiderlager des Nebengebogens.



vor der 2 m hohen Anschüttung für die Hollandbahn aufgestellt waren. Hier war enges Ineinandergreifen von Erdbau und Kunstbau unerlässlich. Das Hauptgewölbe von 40 m Länge wurde mit zwei Trennfugen (Abb. 7, Taf. 23) in drei Teilen hergestellt; in jedem zunächst ein Kämpfer-, dann ein Scheitel-Streifen gestampft und die Bruchfuge bis zuletzt offen gehalten. Das nur bis zum zweiten obren Bahnsteige reichende Nebengewölbe mit 24,75 m kürzester Länge erhielt auf 12,50 m eine Trennfuge und wurde in zwei Teilen gestampft. Die fahrbaren Turmdrehkräne bedienten vor allem den Südwestflügel, das Hauptgewölbe und den Nebbogen, der feststehende Doppel-

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LVIII. Band. 11. und 12. Heft. 1921.

aufzug den Südostflügel (Textabb. 3 und 4). Jeder Teil des Hauptgewölbes wurde drei, jeder des Nebengewölbes zwei Wochen nach Schlufs ausgerüstet. Erst nach dem Ausrüsten begann das Hochführen der Stirnmauer und des Tunnels für Reisende. Beim Hauptbogen ruhte das Lehrgerüst auf einem in der vollen Länge von 40 m hergestellten Untergerüste. Seine Ständer standen auf Füßen aus Grobmörtel und wahrten den Lichtraum für zwei Gleise der Hollandbahn in vorläufiger Lage (Abb. 3 bis 5, Taf. 23). Das Lehrgerüst wurde nur für einen Teil hergestellt (Abb. 3, Taf. 23) und mit Bauwinden und Flaschenzügen nach Einlegen von 15 cm dicken Walzen aus Hartholz zweimal verschoben. Jedes Verschieben dauerte zwei bis drei Tage. Zum Einstellen auf die richtige Höhe und zum Ausrüsten dienten eiserne Spindeln. Der Scheitel wurde 8 cm überhöht. Das nicht gerade sparsam aber stand-sicher gebaute Lehrgerüst erforderte:

	Holz cbm	Eisen kg
Untergerüst . . . .	268	1400
Obergerüst . . . .	168	2600
Zusammen . . . .	436 cbm	4000 kg,

also für 1 cbm Gewölbe 0,2 cbm Holz und 1,8 kg Eisen. Beim ersten Teile setzte sich das Lehrgerüst im Scheitel 16 mm. Die Senkungen der drei Bogenscheitel beim Ausrüsten betragen 6, 1 und 3, im Mittel 3 mm. Das Stampfen eines Teiles dauerte vier bis sechs Tage zu zwei Schichten (Abb. 1, Taf. 24). Das Lehrgerüst für den Nebbogen (Abb. 5, Taf. 23) ruhte 16 m freitragend auf Kragsteinen aus Kohlenkalk, die in Höhe der Kämpfer in die Widerlager eingemauert waren\*). Nach Einbringen von eisernen Zugstangen konnte es auf 15 cm dicken Hartholzwalzen nach dem zweiten Teile verschoben werden. Sein Aufwand an Holz war 73 cbm, an Eisen 350 kg, für 1 cbm Gewölbe also 0,11 cbm Holz und 0,56 kg Eisen. Im ersten Teile senkte sich der Scheitel des Lehrgerüsts 10 mm, der des Bogens beim Ausrüsten 2 mm, im zweiten sank der Bogenscheitel 1 mm. Das Stampfen eines Teiles dauerte einmal drei Wochen, einmal nur eine. Alle Gewölberücken wurden mit 5 mm dickem Asfaltfilz und 3 cm starkem Zementmörtel mit Drahtnetz gedichtet, auf den zum Schutze eine Lage Ziegel gelegt wurde. Die Dehnfugen (Abb. 7, Taf. 23) wurden vorher mit einer 3 cm starken, 1 m breiten Lasche aus Zementmörtel mit 2 mm starkem Drahtnetze gedeckt. Die Verkleidung der ganzen südlichen Sichtfläche mit Schichtsteinen erleichterte das Stampfen und ersparte viel Schalarbeit. Je eine Binderwechselte mit einer Läufer-Schicht, dahinter wurde gestampft, wenn der Mörtel 1 : 4 schon etwas angezogen hatte.

Wie das Nebengewölbe wurde auch der Tunnel für Reisende in zwei Teilen in je zwei Wochen hergestellt, da inzwischen die Erdarbeit drängte und ihre Dienstbahn bis zur Maasbrücke führen mußte. Die schnelle Bewältigung der 2 000 000 cbm Abtrag für den nahen großen Einschnitt stellte die Unternehmung vor eine gewaltige Aufgabe, und es mußten alle Mittel

\*) Bau und Berechnung gewölbter Brücken und ihrer Lehrgerüste von Gaber. J. Springer, Berlin, 1913. Lehrgerüst der Brücke über die Tennetschlucht als Vorbild.

angewendet werden und manche sonst berechnete Regeln unbeachtet bleiben, um sie zu lösen. So kam es, daß am Südostende der äußere Böschungskegel zurückblieb, und der sich innen steil böschende Mergel hinter dem auskragenden Südostflügel aufwärts. So entstand ein gewaltiger Überschub, der den Flügel drehte. Glücklicherweise war er durch alte Schienen und andere Mittel an seiner Wurzel richtig bewehrt, er wurde daher nicht abgeschert, sondern nahm den Nebenbogen, in dem er verankert war, mit. Wäre hier nun die große Aussparung für den Gepäckaufzug nicht ausreichend mit Rundeisen bewehrt gewesen, so hätte die wagerechte Bewegung den plötzlichen Einsturz von Flügel und Gewölbeteil bewirken können. So rifs das Gewölbe jedoch langsam und außerhalb dieser Aussparung, und es blieb Zeit genug, durch Nachholen des Kegels weitere Verformungen zu verhüten. Alle anderen Bauteile widerstanden den starken und ungewöhnlichen Belastungen durch den rücksichtslosen Erdbetrieb. Die vielen Trennfugen sind recht notwendig gewesen, man konnte beob-

achten, wie jede Maasanschwellung durch den Auftrieb die Beanspruchung in Widerlager und Sohle änderte und Verschiebungen in der 14,50 m breiten Gründung hervorrief, die sich meist zwanglos auf das Aufgehende übertrugen, daher keine Risse verursachten.

Der mustergültige Baubetrieb (Abb. 1, Taf. 24) erzielte bei 180 Mann Belegschaft in der Woche im Mittel 1060, höchstens 1670 cbm Grobmörtel, bei 326 Arbeitern in Tag- und Nacht-Schicht zusammen. Während der 8,5 Monate der Bauzeit wurden 6300 cbm Aushub und 20 000 cbm Grobmörtel und Mauerwerk ausgeführt. Nach dem Voranschlage sollte das Bauwerk 910 000 *M* kosten, es wurde jedoch nach den Selbstkosten abgerechnet. Die Ausbildung dieses Bauwerkes und der ganzen Kriegsbahn Tongern—Aachen ging absichtlich über die Bedürfnisse des Krieges hinaus, da die großangelegte Bahn nicht nur das große Heer in Flandern mit der Heimat, sondern auch später die Rheinlande mit der Nordsee und dem Weltmeere verbinden sollte.

### Zusatz-Schiebebühnen.

Gaedicke, Regierungs- und Baurat, Vorstand des Eisenbahnmaschinenamtes Stralsund.

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 12 auf Tafel 23.

Die mit einer versenkten Schiebebühne von 9,5 m Länge der Fahrschienen ausgerüstete Lokomotivwerkstätte Greifswald mußte zur Ausbesserung von 2 C 2-Tenderlokomotiven, T 18 (Abb. 9, Taf. 23), mit 11,7 m Achsstand hergerichtet werden. Neben der Schiebebühne wurden kleine Schiebebühnen von 1,5 m Länge der Fahrschienen angeordnet, die mit der Hauptbühne durch Überwürfe *a* (Abb. 10, Taf. 23) verbunden werden können und von diesen Bügeln und der auf die Schleppbühnen übertragenden Lokomotive beim Verfahren der mit elektrischem Antriebe ausgerüsteten Hauptbühne mitgenommen werden.

Der Einbau der Zusätze bringt gegenüber der in ähnlichen Fällen ausgeführten Verlängerung der Hauptbühnen Vorteile.

Nicht alle Stände der Lokomotivhalle werden an der Schiebebühne gekürzt. (Abb. 11, Taf. 23).

Der Einbau der Zusätze ist ohne Erschwerung des Betriebes durchführbar, die bei Verlängerung der Hauptbühne unvermeidlich sind.

Die Kosten des Betriebes sind geringer, weil im Allgemeinen nur mit der Hauptbühne gefahren wird, die Zusätze nur zur Beförderung von Lokomotiven von und zu den von ihnen bestrichenen Ständen dienen; im Ganzen ist also weniger Eigenlast zu bewegen.

Der Einbau der Zusätze wird billiger, weil die Änderung der Grube nur vor den Ständen nötig ist, die für längere Lokomotiven benutzt werden.

Die Zusätze für die Hauptwerkstätte Greifswald sind von der Rheiner Maschinenfabrik Windhoff A.-G. 1915 geliefert und haben sich bisher bestens bewährt.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

#### Zweckmäßigste Neigung der Eisenbahn, Vergleichsverfahren mit Betriebshöhen.

(R. Petersen, Schweizerische Bauzeitung 1920 II, Bd. 76, Heft 24, 11. Dezember, S. 269, Heft 25, 18. Dezember, S. 283 und Heft 26, 25. Dezember, S. 293, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 12 auf Tafel 20.

Bei Beurteilung der zweckmäßigsten Neigung einer Eisenbahn sind Sicherheit und Leistung voran zu stellen. Danach ist die Wirtschaft ausschlaggebend.

Im Folgenden bezeichnet  $L^t$  das Gewicht von Lokomotive und Tender,  $Q^t$  das Gewicht der Wagen,  $L_a^t$  die Belastung der Triebachsen,  $a$  das Verhältnis  $L : L_a$ ,  $f^{kg/t}$  die Reibung zwischen Rad und Schiene, meist mit 150 eingesetzt,  $w_1^{kg/t}$  den Fahrwiderstand von Lokomotive und Tender,  $w_q^{kg/t}$  den der Wagen,  $w^{kg/t}$  den des ganzen Zuges,  $Z_r^{kg}$  die Zugkraft aus Reibung,  $Z_k^{kg}$  die aus der Leistung des Kessels,  $l^m$  die Länge,  $h^m$  die Höhe,  $s^{‰} = s^{kg/t} = 1000 \cdot h : l$  die Neigung der Bahn.

Die Gleichung zwischen Zugkraft und Widerstand lautet  
Gl. 1) . .  $Z_r = f \cdot L_a = L (s + w_1) + Q (s + w_q)$ , oder  
Gl. 2) . . .  $Q : L = [(f : a) - (s + w_1)] : (s + w_q)$ .

Gl. 2) gibt das mögliche Verhältnis des Gewichtes der Wagen zu dem der Lokomotive nebst Tender an, aber nur für den Geschwindigkeitbereich der Reibzugkraft  $Z_r$ ; um sie auch für den der Kesselzugkraft  $Z_k$  benutzen zu können, muß man  $L_a = Z_r : f$  durch  $Z_k : f$  ersetzen, allgemein also  $L_a$  mit  $Z : f$  und  $a$  mit  $L : (Z : f)$  bezeichnen, dann gilt Gl. 2) für beliebige Geschwindigkeiten. Dies wird dabei durch Bezifferung der Werte  $a$ ,  $w_1$  und  $w_q$  ausgedrückt. Die Abhängigkeit des Gewichtes der Wagen von dem der Lokomotive mit Bezug auf die Neigung  $s$  ist in Abb. 2, Taf. 20 dargestellt. Der Einfachheit halber ist hier  $w = w_q = w_1 = 3 \text{ kg/t}$  angenommen. Für  $a$  sind verschiedene Werte zwischen 1 und 3 angesetzt.  $a = 1$  entspricht einer elektrischen Lokomotive oder einer Dampf-Tenderlokomotive, bei der alle Achsen angetrieben sind,

$a = 1,5$  etwa einer E-Lokomotive mit Schlepptender,  $a = 2$  etwa dem Durchschnitte der schweizerischen Güterlokomotiven mit Schlepptender\*),  $a = 2,5$  etwa einer 2 C-S-Lokomotive im Geschwindigkeitsbereiche der Reibzugkraft,  $a > 2,5$  etwa einer 2 C-S-Lokomotive in dem der Kesselzugkraft. Abb. 2, Taf. 20 zeigt, daß das Gewicht  $Q$  der Wagen mit zunehmender Neigung schnell sinkt, soll  $Q$  wachsen, so muß man das Gewicht der Lokomotive erhöhen. Viel wirksamer aber ist die Minderung von  $a = L : L_a$ . Abb. 2, Taf. 20 zeigt, wie beträchtlich die Leistung der Bahn gesteigert wird, wenn man von  $a = 2$  zu  $a = 1,5$ , oder gar zu  $a = 1$  übergeht, also die starke Überlegenheit elektrischen Betriebes. Man darf im Gebirge nötigen Falles eine gewisse Erhöhung des Widerstandes und eine Verringerung der Wirkung der Maschine der Lokomotive am Radumfang in Kauf nehmen, wenn nur alle ihre Achsen angetrieben werden; die Wirkung der Lokomotive wird dann im Ganzen doch am größten. Der Grad der Wirkung wird durch die von der Lokomotive zur Förderung von  $Q = 1 \text{ t}$  auf  $s \text{ ‰}$  Steigung um  $h = 1 \text{ m}$  Höhe am Radumfang zu leistende Arbeit gemessen. Die Last  $Q$ , die eine Dampflokomotive mit  $a = L : L_a = 2$  auf  $s = 25 \text{ ‰}$  schleppt, wird von einer gleich schweren elektrischen mit  $a = 1$  auf  $s = 55 \text{ ‰}$  befördert. Wie weit man die Neigung steigern kann, hängt zunächst von der Zuglänge, das heißt der verlangten Leistung, ab.

Von großer Bedeutung ist dann die Frage des Einflusses der Neigung auf die Kosten, besonders auf deren wichtigsten Teil, die Förderkosten, der durch vergleichende Ermittlung der Erträge festzustellen ist. Dazu werden hier »Betrießhöhen« statt der üblichen »Betrießlängen« benutzt.

Die »Betrießlängen« sind nicht in allgemein gültigem Maßstabe ausdrückbar, weil das auf der Wagerechten schleppbare Zuggewicht von der Größe des in weiten Grenzen schwankenden Fahrwiderstandes abhängt; die »Betrießhöhen« geben einen festen Maßstab mit der zum Heben von  $1 \text{ t}$  Gewicht auf  $1 \text{ m}$  Höhe erforderlichen Arbeit als Einheit. Im Folgenden bedeutet also  $tm$  Arbeit, nicht eine Betrießleistung nach einer der üblichen Bezeichnungen.

Soll ein Zug von dem untern nach dem obern Ende einer Bahn befördert werden, so muß die Lokomotive

Gl. 3) . . . .  $A^{tm} = (L + Q) [(w_1 : 1000) + h]$

leisten. Diese Arbeit hängt durch  $w$  von der Geschwindigkeit ab, Gl. 3) gilt also für beliebige Geschwindigkeit. Diese Arbeit soll durch

Gl. 4) . . . . .  $A = Q \cdot h_v$

ausgedrückt werden, worin  $h_v$  die »Betrießhöhe« bedeutet. Man setze

Gl. 5) . . . . .  $A = c \cdot Q \cdot h$ ,

Gl. 6) . . . . .  $c = h_v : h$ ,

dann ist  $c$  das Verhältnis der Betrießhöhe zur wirklichen oder auch die Betrießhöhe für  $h = 1$ . Ferner kann man

Gl. 7) . . . . .  $A = m Q \cdot nh$  mit  $c = mn$

setzen;  $m$  gibt die anteilige Erhöhung von  $Q$  durch  $L$  an. Gemäß Gl. 3) ist  $m Q = L + Q$  zu setzen, also

Gl. 8) . . . . .  $m = (L + Q) : Q$ .

\*) Dr.-Ing. E. Steiner: „Die virtuellen Längen bei elektrisch betriebenen Bahnen“. Zürich, Speidel und Wurzel 1919. Seite 17.

$n$  soll ausdrücken, daß neben der Hebung um die Höhe  $h$  auch der Fahrwiderstand  $w$  auf der Länge  $l$  zu überwinden ist. Nach Gl. 3) ist  $nh = (w_1 : 1000) + h$  zu setzen, also

Gl. 9) . . . . .  $n = [(w_1 : 1000) + h] : h$ .

$m$  ergibt sich durch Einsetzen von Gl. 2) in 8).

Gl. 10) . . . . .  $m = \frac{(f : a) - (w_1 - w_q)}{(f : a) - (s + w_1)}$

$n$  folgt aus Gl. 9) mit  $s = 1000 \cdot h : l$ .

Gl. 11) . .  $n = (1 : h) [(wh : s) + h] = (w : s) + 1 = (s + w) : s$ .

Demnach wird das Verhältnis der Betrießhöhe zur wirklichen

Gl. 12) . .  $c = mn = \frac{(f : a) - (w_1 - w_q)}{(f : a) - (s + w_1)} \cdot \frac{s + w}{s}$ .

$m$  liegt für  $s = 0$  nicht weit von 1. Mit  $s$  wächst  $m$ , für  $s = (f : a) - w_1$  wird  $m = \infty$ , für  $s = 0$  ist dagegen  $n = \infty$ . Mit wachsendem  $s$  nimmt  $n$  ab und nähert sich allmähig der Grenze 1. Demnach wird  $c = \infty$  für  $s = 0$  und  $s = (f : a) - w_1$ ; zwischen diesen Grenzen hat  $c$  einen Kleinstwert.  $c = \infty$  für  $s = 0$  bedeutet, daß auf wagerechter Bahn das Glied Fahrwiderstand mal Weg unendlich groß wird,  $c = \infty$  für  $s = (f : a) - w_1$ , daß bei dieser Neigung die Lokomotive nur noch ihr eigenes Gewicht schleppen kann. Der Kleinstwert von  $c$  entsteht nach  $dc : ds = 0$  bei

Gl. 13) . . .  $s = -w \pm \sqrt{w^2 + w [(f : a) - w_1]}$ .

Wenn  $w_1$  und  $w_q$  gegeben sind, so ändert sich  $w$  mit der Zuglänge, also mit der Neigung  $s$ . Wenn man in der Gleichung  $L \cdot w_1 + Q \cdot w_q = (L + Q) w$  nach Gl. 2)  $L$  durch  $Q$  ausdrückt, so folgt:

Gl. 14) . . .  $w = \frac{(f : a) w_q + s (w_1 - w_q)}{(f : a) - (w_1 - w_q)}$ .

Hieraus kann man den durchschnittlichen Widerstand  $w$  für jede Neigung ermitteln. Für Gl. 13) muß man  $w$  zunächst schätzen, dann mit dem gefundenen  $s$  nach Gl. 14) berichtigen, hierauf  $s$  nach Gl. 13) neu bestimmen.

Die Werte  $c$  sind in Abb. 3 bis 12, Taf. 20 für verschiedene Verhältnisse dargestellt. Die Zahlen der linken Höhentheilung geben den Maßstab für  $c$  als Verhältnis, zugleich in Metern die Betrießhöhe für  $h = 1 \text{ m}$ , in  $tm$  die von der Lokomotive zur Förderung des Wagengewichtes  $Q = 1 \text{ t}$  über die Rampe  $s \text{ ‰}$  auf die Höhe  $h = 1 \text{ m}$  am Triebbradumfang zu leistende Arbeit. Rechts ist diese Arbeit in Wst, nach  $1 \text{ tm} = 2,72 \text{ Wst}$  gemessen. So gilt beispielweise Abb. 3, Taf. 20 für  $f = 150 \text{ kg/t}$ ,  $a = L : L_a = 1,5$ ,  $w_1 = 10 \text{ kg/t}$ ,  $w_q = 2 \text{ kg/t}$ . Hier ist also der Widerstand der Lokomotive an der obern, der der Wagen an der untern Grenze angenommen, der durchschnittliche des Zuges ist nach Gl. 14)  $w = (200 + 8s) : 92$ . Ferner wird

Gl. 15) .  $m = [100 - (10 - 2)] : [100 - (s + 10)] = 92 : (90 - s)$ .

Die Neigungen  $s = 0$  bis  $70 \text{ ‰}$  sind als Längen, die Werte  $c$  als Höhen aufgetragen. Die Werte  $a = L : L_a = 1,5$  und  $w_1 = 10 \text{ kg/t}$  entsprechen beispielweise einer  $60 \text{ t}$  schweren E-Lokomotive mit  $30 \text{ t}$  schwerem Tender. Nach Abb. 3, Taf. 20 arbeitet diese Lokomotive am vorteilhaftesten bei  $s = 10$  bis  $15 \text{ ‰}$  mit  $c = 1,5$  bis  $1,49$  bis  $1,51$ .  $1 \text{ t}$  Wagengewicht erfordert demnach zum Heben über  $s = 10$  bis  $15 \text{ ‰}$  auf  $1 \text{ m}$  Höhe am Triebbradumfang dieser Lokomotive  $1,49$  bis  $1,51 \text{ tm}$  oder  $4,05$  bis  $4,1 \text{ Wst}$ . Sinkt  $s$  auf  $5$  oder steigt  $s$  auf  $25 \text{ ‰}$ , so steigt die Arbeit auf  $1,66 \text{ tm} = 4,5 \text{ Wst}$ . Bei  $s = 25 \text{ ‰}$  ist

also die Arbeit nur etwa 10% größer, als bei der günstigsten Neigung  $s = 10$  bis  $15\%$ . Für  $s < 5$  und  $s > 25\%$  steigt  $c$  bald beträchtlich; für  $s = 55\%$  würde die Arbeit  $3 \text{ tm} = 8,15 \text{ Wst}$ , rund doppelt so groß, wie bei der günstigsten Neigung  $s = 10$  bis  $15\%$ . Die Lokomotive mit  $a = 1,5$  wäre nach Abb. 3, Taf. 20 hinsichtlich der aufzuwendenden Arbeit bis etwa  $s = 25\%$  vorteilhaft zu gebrauchen.

Die Gestalt der  $c$ -Linie (Abb. 3, Taf. 20) hängt von den Werten  $f$ ,  $a$ ,  $w_1$  und  $w_q$  ab. Um allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen, soll der Einfluss der Änderung der einzelnen Werte  $f$ ,  $a$ ,  $w$  auf das Verhältnis  $c$  der Betriebshöhen geprüft werden, zunächst in Abb. 4 und 5, Taf. 20 der des Fahrwiderstandes  $w$ . Abb. 4, Taf. 20 gilt für  $f = 150 \text{ kg/t}$ ,  $a = 1,5$ , Abb. 5, Taf. 20 für  $f = 150 \text{ kg/t}$ ,  $a = 1$ . Die Werte  $w$  sind von  $w = 2$  bis  $6 \text{ kg/t}$  verändert. Dabei sind  $w_1$  und  $w_q$  gleich dem durchschnittlichen Widerstande  $w$  angenommen. Gl. 12) lautet dann:

$$\text{Gl. 16) } \dots c = \frac{f : a}{(f : a) - (s + w)} \cdot \frac{s + w}{s}$$

In Abb. 3, Taf. 20 ist der Grenzfall eines großen Unterschiedes zwischen  $w_1$  und  $w_q$ , in Abb. 4 und 5, Taf. 20 der andere  $w_1 = w_q$  behandelt, die Wirklichkeit liegt zwischen beiden. Zum Vergleiche ist in Abb. 4, Taf. 20 die  $c$ -Linie der Abb. 3, Taf. 20 gestrichelt wiederholt, die an den Schnittpunkten mit den  $c$ -Linien der Abb. 4, Taf. 20 für  $w = 4$  und  $w = 6$  den gleichen durchschnittlichen Widerstand  $w$  aufweist. Für die folgenden Untersuchungen nach Abb. 4 bis 8, Taf. 20 ist deshalb nach der vereinfachten Gl. 16) gerechnet. Die Unterschiede gegen die genaueren Werte aus  $w_1 \geq w_q$  sind nicht so groß, dass sie die Schlussfolgerungen änderten. Aus Abb. 4 und 5, Taf. 20 sieht man, dass eine Erhöhung des durchschnittlichen Zugwiderstandes  $w$  zwar eine Vergrößerung des Verhältnisses  $c$  der Betriebshöhen bringt, die  $c$ -Linie aber im Ganzen ziemlich ihre Gestalt behält und sich nur um ein gewisses Maß verschiebt. Im Bereiche der günstigsten Neigung verlaufen die  $c$ -Linien ziemlich flach,  $c$  ändert sich nicht so scharf, dass man eine günstigste Neigung fest begrenzen könnte. Für  $a = 1$ ,  $w = 2$  (Abb. 5, Taf. 20) sinkt  $c$  bei  $s = 12,5$  bis  $20\%$  auf rund  $1,28$ . Die Arbeit am Radumfang zum Befördern von  $Q = 1 \text{ t}$  über die Rampe  $s = 12,5$  bis  $20\%$  auf  $h = 1 \text{ m}$  wird demnach  $c = 1,28 \text{ tm}$  oder  $3,5 \text{ Wst}$ .

Anders gestaltet sich das Bild des Verhältnisses  $c$  der Betriebshöhen, wenn man  $a = L : L_a$  verändert. Das zeigen schon Abb. 4 und 5, Taf. 20, noch deutlicher Abb. 6 und 7, Taf. 20, in denen  $a$  zwischen 1 und 3 verändert ist. Abb. 6, Taf. 20 gilt für  $f = 150 \text{ kg/t}$  und hohes  $w = 5 \text{ kg/t}$ , Abb. 7, Taf. 20 für  $f = 150 \text{ kg/t}$  und niedriges  $w = 2,5 \text{ kg/t}$ . Die beiden Darstellungen zeigen wieder die große Überlegenheit elektrischer Zugförderung auch hinsichtlich der Kosten. Abb. 6, Taf. 20 zeigt für den Zugwiderstand  $w = 5 \text{ kg/t}$ , dass eine S-Lokomotive mit  $a = 3$  am vorteilhaftesten auf den Neigungen  $s = 7,5$  bis  $15\%$  arbeitet und hierbei günstigsten Falles  $2,14 \text{ tm}$  oder  $5,86 \text{ Wst}$  erfordert, dass die Betriebshöhe außerhalb dieser Grenzen schnell zunimmt und sich ungefähr bei  $s = 30\%$  schon verdoppelt. Auch die Lokomotive mit  $a = 2$  ist an verhältnismäßig engen Bereich gebunden, sie arbeitet etwa bei  $s = 10$  bis  $20\%$  am günstigsten, mit  $c = 1,82 \text{ tm} = 4,95 \text{ Wst}$ , lediglich

noch bei  $s = 25\%$ , darüber hinaus steigt die Betriebshöhe rasch. Bei der elektrischen Lokomotive mit  $a = 1$  ist  $c$  im Ganzen erheblich niedriger und der flache Verlauf deckt einen weiten Bereich der Neigungen. Zwischen  $s = 15$  bis  $30\%$  arbeitet diese Lokomotive am günstigsten, jedoch überschreitet sie erst bei  $s = 55\%$  den Wert, auf den die Dampflokomotive mit  $a = 2$  nur bei günstigster Neigung herab kommt. Sogar auf der Neigung  $s = 70\%$  ist die Betriebshöhe der elektrischen Lokomotive mit  $a = 1$  nicht größer, als die der Dampflokomotive mit  $a = 2$  bei  $s = 30\%$ . Die zum Heben von  $Q = 1 \text{ t}$  auf  $s\%$  um  $h = 1 \text{ m}$  am Triebbradumfang aufzuwendende Arbeit schwankt bei der elektrischen Lokomotive mit  $a = 1$  zwischen  $4,08 \text{ Wst}$  bei  $s = 20$  bis  $25\%$  und  $5,83 \text{ Wst}$  bei  $s = 70\%$ . In Abb. 7, Taf. 20 für  $w = 2,5 \text{ kg/t}$  sinkt das ganze Linienbündel nach unten, die Betriebshöhen der Lokomotive mit  $a = 1$  werden noch etwas günstiger, namentlich für flachere Neigungen  $s = 10$  bis  $30\%$ . Hierbei sinkt  $c$  auf  $1,32$  oder  $3,6 \text{ Wst}$ .

Abb. 8, Taf. 20 zeigt den Einfluss von  $f$  bei  $w = 5 \text{ kg/t}$ . Diese Darstellung hat geringere tatsächliche Bedeutung, als die vorigen, soweit die Werte  $f$  selbst in Betracht kommen, da nur mit dem Mindestwerte  $f$  etwa  $= 150 \text{ kg/t}$  gerechnet werden darf. Die Darstellung ist auf das Verhältnis  $f : a$  bezogen; bei  $a = 1$  gelten für  $f$  die beigeschriebenen Zahlen. Immerhin ergibt sich aus dieser Darstellung eine weitere Herabminderung der Betriebshöhen bei der elektrischen Lokomotive, da wegen des gleichmäßigen Drehmomentes ein größerer Wert  $f$  in Rechnung gestellt werden kann, als bei dem schwankenden Drehmomente der Kolbenmaschine;  $f = 150$  für Dampf entspricht etwa  $f = 165$  bis  $180$  bei elektrischem Betriebe. Die unterste  $c$ -Linie der Abb. 8, Taf. 20 entspricht einer elektrischen Lokomotive mit  $f = 180 \text{ kg/t}$ ,  $a = 1$ ,  $w = 5 \text{ kg/t}$ ,  $c$  liegt für  $s = 15$  bis  $40\%$  zwischen  $1,44$  bis  $1,5 \text{ tm} = 3,92$  bis  $4,08 \text{ Wst}$ .

Abb. 9, Taf. 20 zeigt einen Vergleich der günstigsten elektrischen mit der günstigsten Dampf-Lokomotive mit Schlepptender nach Abb. 3, Taf. 20. Die ausgezogenen Linien geben das Verhältnis  $c$ , die gestrichelten das Verhältnis  $Q : L$  nach Abb. 2, Taf. 20. Für beide Lokomotiven ist  $w_1 = 10$ ,  $w_q = 2 \text{ kg/t}$ , für Dampf  $f : a = 150 : 1,5 = 100 \text{ kg/t}$ , für elektrischen Betrieb  $f : a = 180 : 1 = 180 \text{ kg/t}$  eingeführt. Die elektrische Lokomotive schleppt bei  $s = 30\%$  mehr, als die doppelte Zuglast der gleich schweren Dampflokomotive, dabei ist der Arbeitsaufwand zur Hebung von  $1 \text{ t}$  Wagengewicht auf  $s = 30\%$  um  $1 \text{ m}$   $3,72 \text{ Wst}$  gegen  $4,82 \text{ Wst}$ , oder  $30\%$  mehr bei der Dampflokomotive. Für steilere Neigungen scheidet die Dampflokomotive mit Schlepptender überhaupt aus, während die elektrische noch bei  $s = 58\%$  dieselbe Zuglast fördert, wie die Dampflokomotive bei  $s = 30\%$ , wobei der Aufwand der elektrischen mit noch nicht  $4,6 \text{ Wst}$  sogar niedriger ist.

Weiter wird der Einfluss von  $Q$  auf  $c$  untersucht. Das größte mögliche Zuggewicht auf  $s\%$  ist  $Q_{gr}$ , das bislang als  $Q$  eingeführt wurde. Das wirkliche Gewicht  $Q$  der Wagen sei: Gl. 17)  $\dots Q = r Q_{gr}$  mit  $r > 0 < 1$ . Gl. 2) lautet damit:

$$\text{Gl. 18) } \dots L = \frac{Q}{r} \cdot \frac{s + w_q}{(f : a) - (s + w_1)}$$

und an Stelle der Gl. 12) und 16) tritt

$$\text{Gl. 19) } \dots c = \left[ 1 + \frac{1}{r} \cdot \frac{s + w_q}{(f : a) - (s + w_1)} \right] \cdot \frac{s + w}{s},$$

an Stelle der Gl. 14)

$$\text{Gl. 20) } w = \frac{(s + w_q) w_1 + r [(f : a) - (s + w_1)] \cdot w_q}{s + w_q + r [(f : a) - (s + w_1)]}$$

In Abb. 10 bis 12, Taf. 20 ist  $c$  für  $r=1$ ,  $r=0,75$ ,  $r=0,5$  dargestellt. Die gestrichelte Linie gibt das Verhältnis  $Q_{gr}:L$ . Abb. 10, Taf. 20 gilt etwa für den Durchschnitt der schweizerischen Güterlokomotiven, Abb. 11, Taf. 20 für die günstigste Dampflokomotive mit Schlepptender, Abb. 12, Taf. 20 für die günstigste elektrische Lokomotive,  $w_1$  ist überall  $=10$ ,  $w_q = 2 \text{ kg/t}$  angenommen, für Abb. 10 und 12, Taf. 20 wird  $w_1$  freilich meist niedriger sein. In den drei Fällen ist  $f=150$ ,  $150$  und  $180 \text{ kg/t}$ ,  $a=2$ ,  $1,5$  und  $1$  angenommen. Verkleinerung des Gewichtes der Wagen hat ähnliche Wirkung, wie Vergrößerung des durchschnittlichen Widerstandes. Im Ganzen ist der Einfluss des Gewichtes  $Q$  der Wagen auf das Verhältnis  $c$  wohl kleiner, als man gefühlmäÙig annehmen möchte.

Aus Abb. 4 bis 7 und 10 bis 12, Taf. 20 ergibt sich, daÙ auf die am Umfange der Triebräder aufzuwendende Arbeit von den GröÙen  $a$ ,  $w$ ,  $f$  und  $r$  die erste den stärksten Einfluss hat. Abb. 2 bis 12, Taf. 20 kennzeichnen maÙstäblich die groÙe Überlegenheit der elektrischen Lokomotive hinsichtlich des auf steileren Neigungen schleppbaren Gewichtes an Wagen, und der erforderlichen Leistung am Radumfang für  $1 \text{ t}$  Wagengewicht.

Die zweckmäÙigsten Neigungen ergibt das Verfahren der Betriebshöhen mit viel gröÙeren Spielräumen, als das der Betrieblängen. Der bezüglich der Arbeit der Lokomotive gegebene Spielraum in der Wahl der Neigung hängt vor allem von  $a$  ab. Dieses Ergebnis deckt sich nicht mit den Herleitungen aus den Betrieblängen, deren Anwendung vielfach zu irrigen Vorstellungen über die Bedeutung der Ergebnisse geführt hat. Das Verhältnis  $c$  der Betriebshöhen wird am wirksamsten zur unmittelbaren Ermittlung der zur Förderung von  $1 \text{ t}$  Wagengewicht über die Rampe  $s\%$  auf  $1 \text{ m}$  Höhe am Radumfang aufzuwendenden Arbeit benutzt. Bei Einsetzung entsprechender Grade der Wirkung und Preise erlaubt das Verhältnis  $c$  einen Vergleich der Kosten der Arbeit von Dampf- und elektrischen Betrieben auch unter verschiedenen Bedingungen der Stromgewinnung.

Diese Untersuchungen gelten für beliebige Geschwindigkeit, die durch die Wahl von  $w$  und bei Dampflokomotiven von  $a$  berücksichtigt wird, sobald die Geschwindigkeit überschritten wird, bei der die Kessel- unter die Reib-Zugkraft sinkt. Dampf-Güterlokomotiven sollen ja tunlich mit dieser Grenzgeschwindigkeit fahren.

Ein weiterer Vorzug des elektrischen Betriebes ist, daÙ die obere Grenze der Geschwindigkeit statt durch einen Kessel nur durch die Triebmaschinen gegeben ist, woraus gröÙere Zuglast, weniger Arbeit und schnellere Beförderung folgen. Bei elektrischem Betriebe kann hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Arbeitsaufwand noch  $s=50\%$  in Betracht kommen; die Grenze wird auch durch die Sicherheit des Bremsens beeinflusst. Bei  $s > 50\%$  wird die elektrische Lokomotive aus gleichen Erwägungen vom Triebwagen geschlagen.

Bei  $s > 25\%$  sollten nur Lokomotiven mit  $a=1$  verwendet werden, dann ist die Neigung hinsichtlich der Arbeit der Lokomotive in weitem Bereiche ziemlich gleichgültig. Die übrigen Ausgaben werden aber im Allgemeinen mit Verkürzung der Bahnlinie kleiner. Als zweckmäÙigste Neigung einer Eisenbahn für Güterverkehr ergibt sich demnach in der Regel die wegen der nötigen Zuglänge höchst zulässige. In Bogen ist es üblich, die Neigung  $s$  um den Bogenwiderstand zu verringern, in scharfen Bogen ist die Neigung wegen der Abnahme von  $f$  weiter zu mindern, wie in Tunneln bereits üblich ist; für gerade Tunnelstrecken ist diese Ermäßigung aus Abb. 2, Taf. 20 abzulesen. Sinkt  $f$  im Tunnel von  $150$  auf  $100 \text{ kg/t}$ , so wirkt das, wie wenn  $a$  um  $50\%$  steigt. Wäre eine Bahn mit der maßgebenden Neigung  $s=35\%$  angelegt, so kann eine Lokomotive mit  $f=150 \text{ kg/t}$  und  $a=1$  das Dreifache ihres Eigengewichtes an Wagen schleppen (Abb. 2, Taf. 20). Wenn  $f$  im Tunnel auf  $100 \text{ kg/t}$  sinkt, so muÙ die Neigung im geraden Tunnel nach Abb. 2, Taf. 20 auf  $s=22,5\%$ , also um  $12,5\%$  ermäßigt werden; im krummen Tunnel ist die nötige Ermäßigung noch gröÙer.

B—s.

#### Walzen von Scheibenrädern.

(Génie civil, Dezember 1918, Nr. 24, S. 461. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel 23.

In dem Werke der Cambria Stahl-Gesellschaft in Johnstown, Pennsylvanien, sind neuartige Maschinen von Slick zum Walzen von Scheibenrädern aufgestellt. Die Rohblöcke werden zu Brammen von  $280$  bis  $350 \text{ mm}$  Durchmesser ausgewalzt und unter einer Schere mit rundem Messer in Scheiben zertrennt. Diese Rohlinge werden wieder erwärmt und vorgelocht, bevor sie der Walze zugeführt werden. Die Walze (Abb. 8, Taf. 23) hat einen festen Ständer  $E$  und einen mit Prefswasser verschiebbaren Ständer  $P$ , deren Achsen um  $11^\circ$  gegen einander geneigt sind und an den gegenüberstehenden Enden runde Formscheiben  $A$  und  $B$  tragen. Der auf einen Dorn gesteckte Rohling wird dazwischen eingelegt, durch die bewegliche Form  $A$  angepresst und mit der Triebmaschine  $M$  ausgewalzt, wozu  $1000$  bis  $2000 \text{ PS}$  und  $20$  bis  $60 \text{ sek}$  nötig sind. Ein Prefswasserstempel im Ständer  $P$  stöÙt die fertige Scheibe aus, die dann entgratet und vollständig gelocht wird. Eine Hülmaschine  $m$  auf dem Ständer  $P$  ermöglicht auch den unmittelbaren Antrieb der Formscheibe  $A$ . Die Schere, die Walze, die Abgratpresse und ein fahr- und schwenkbarer Zangenkran zur Beförderung der fertigen Scheiben sind in der Quelle ausführlicher beschrieben.

A. Z.

#### Bulgarische Querbahn von Gora Orechowitza nach Stara Sagora durch den Balkan.

(Dr.-Ing. Remy, Zentralblatt der Bauverwaltung 1920, 40. Jahrgang, Heft 95, 27 November, S. 593 und Heft 97, 4. Dezember, S. 607, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 und 3 auf Tafel 24.

Die im März 1913 vollendete, die Verlängerung der 1900 eröffneten Strecke Rustschuk-Gora Orechowitza bildende,  $143 \text{ km}$  lange Querbahn von Gora Orechowitza nach Stara Sagora (Abb. 2, Taf. 24) verbindet die »Zentralbahn« Sofia—Plewna—Warna in Donaubulgarien mit dem Zweige Philippopol—Burgas der Orientstrecke Sofia-Adrianopel in der Maritzaebene Südbulgariens. Sie verläÙt Gora Orechowitza am Westausgange des

Bahnhofes, begleitet die Jantra flussaufwärts in dem sich allmählig verengenden Tale. Bei km 14 wird die Haltestelle Trapesitza, ein Vorortbahnhof der der Kohlenersparnis wegen von der »Zentralbahn« umgangenen altbulgarischen Hauptstadt Tirnowo, erreicht, die Jantra überschritten, die Stadt in einem Tunnel unterfahren und nach abermaliger Kreuzung der Jantra der Hügel Sweta Gora unterfahren, an dessen Fusse der etwa 2,5 km vom Herzen der Stadt entfernte Bahnhof Tirnowo angelegt ist. Kurz vor dem nächsten Bahnhofs Debelez verläßt die Linie das Tal der Jantra in dem ihres Nebenflusses Drenowska aufsteigend. Bei der Haltestelle Sweti Archangel tritt die Bahn in die Waldgebiete des Hohen Balkan und erreicht dann den Bahnhof Zarenwiese, von wo die im Januar 1912 vollendete, 17,4 km lange Zweigbahn nach Gabrowo führt. Hinter Bahnhof Pliatschkofzi verläßt die Bahn das Tal der Drenowska und beginnt den Aufstieg zum Trewnapasse. Die Untertunnelung des Krstezberges wurde vermieden, indem man den nördlich liegenden Besowezberg mit einer Schleife umfuhr, um so den Scheitel der Linie auf 882 m Meereshöhe im Bahnhofs Krstez zu erreichen. Der Abstieg ins Tundschatal, zu dem zunächst das Tal der Zerowska benutzt wird, verlangte im Tale der Popowska, eines Nebenflusses der Zerowska, eine Doppelschleife, die zu beiden Seiten des

Bahnhofes Radunzi entwickelt ist (Abb. 3, Taf. 24). Zwischen Debowo und Tulowo liegt eine verlorene Steigung von 16 m. In Tulowo schließt die im Baue begriffene Zweigbahn nach Kasanluk an. Unmittelbar hinter Tulowo überschreitet die Bahn die Tundscha, den größten Nebenfluß der Maritza, steigt zur Höhe der dem Balkane vorgelagerten, von ihm durch das Becken der Tundscha getrennten Srnena Gora von 312 auf 461 m Meereshöhe und fällt dann bis zum Bahnhofs Stará Sagora auf 185 m.

Die Bahn hat 25<sup>0</sup>/<sub>00</sub> steilste Neigung, die in Bogen nicht, in Tunneln auf 20<sup>0</sup>/<sub>00</sub> ermäßigt ist. Der kleinste Bogenhalbmesser ist 260 m, teilweise in 25<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Neigung, in den Schleifen 275 m. Die Bahn hat 23 Tunnel mit 7829 m ganzer Länge, der längste ist 1100 m lang. Haltestellen und Bahnhofs liegen in der Wagerechten, Haltestellen auf 200 bis 400, Bahnhofs auf 400 bis 900 m. Die Spitzen der Endweichen sind 500 m von einander entfernt, so daß die Zuglängen auf etwa 430 m beschränkt sind.

Die Absicht Bulgariens, die Balkan-Querbahn durch den Bau der Rhodopenbahn Michailowo—Haskowo—Gümürdschina—Porto Lagos unmittelbar nach dem Ägäischen Meere fortzusetzen, ist durch den Frieden von Neuilly zunichte gemacht, da Bulgarien vom Ägäischen Meere abgeschnitten ist. B—s.

## Maschinen und Wagen.

### 1 D. II. T. I. G-Lokomotive der Rumänischen Staatsbahnen.

(Railway Age 1920, Oktober, Bd. 69, Nr. 14, S. 567, mit Abbildungen)

Je 25 Lokomotiven dieser Bauart wurden von Baldwin und der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gegen Öl geliefert.

Fünf verfeuern ausschließlich Öl, als erste in Südost-Europa, die Ölfeuerung nach amerikanischer Bauart haben. Die übrigen verfeuern magere Braunkohle und Öl, das etwa 150 mm unter der Feuertür eingeblasen wird und mit den Braunkohlen auf dem üblichen Roste verbrennt. Zur Erleichterung des Abschlackens ist eine nach dem Aschkasten herunterlassende Klappe vorgesehen. Der Heizer hat leichte Arbeit, er braucht den Rost nur von Zeit zu Zeit mit 136 bis 180 kg Kohle zu beschieken.

Die Hauptverhältnisse sind:

Durchmesser der Zylinder d . . . . .	533 mm
Kolbenhub h . . . . .	711 »
Kesselüberdruck p . . . . .	13,5 at
Durchmesser des Kessels . . . . .	1778 mm
Feuerbüchse, Länge . . . . .	3112 »
» , Weite . . . . .	959 »
Heizrohre, Anzahl . . . . .	165 und 51
» , Durchmesser . . . . .	26 » 137 mm

Heizrohre, Länge . . . . .	4194 mm
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	16,72 qm
» » Heizrohre . . . . .	109,81 »
» des Überhitzers . . . . .	46,45 »
» im Ganzen H . . . . .	172,98 »
Durchmesser der Triebräder D . . . . .	1422 mm
» » Laufräder . . . . .	838 »
Triebachslast G <sub>1</sub> . . . . .	67,31 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G . . . . .	75,79 »
» des Tenders . . . . .	54,43 »
Wasservorrat . . . . .	21 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	4 t
Ölvorrat . . . . .	6 cbm
Fester Achsstand . . . . .	4724 mm
Ganzer » . . . . .	7214 »
» » mit Tender . . . . .	17491 »
Zugkraft Z = 0,75 · p · (d <sup>cm</sup> ) <sup>2</sup> · h : D =	14382 kg
Verhältnis H : G <sub>1</sub> = . . . . .	2,57 qm/t
» H : G = . . . . .	2,28 »
» Z : H = . . . . .	83,1 kg/qm
» Z : G <sub>1</sub> = . . . . .	213,7 kg/t
» Z : G = . . . . .	189,8 »

—k.

## Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

### Kappen für Überhitzerrohre.

(Englisches Patent Nr. 139367 vom 17. Mai 1919, H. A. Stenning und H. P. Bray in London.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 7 und 8 auf Tafel 21.

An den dem Strome der Heizgase am meisten ausgesetzten Umbüngen der Überhitzerschlangen in den Rauchrohren sind besondere Kappen vorgesehen. Sie haben seitliche Langschlitze und runde Durchbohrungen, damit die Heizgase die Seiten der Rohre bespülen können, die Spitze bleibt geschützt. Zwei Lappen halten die Kappe in ihrer Lage fest. A. Z.

### Sicherung des Betriebes bei Hängebahnen.

D. R. P. 330181. Hennefer Maschinenbauanstalt C. Reuther und Reisert m. b. H. in Hennef/Sieg.

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 und 14 auf Tafel 20.

Die Fahrschiene a in Abb. 13, Taf. 20 enthält einen um den Gelenkbolzen b schwingenden Schienenteil c, der durch eine gegen dessen Daumen d drückende Feder e gehoben gehalten wird. Der Druck dieser Feder ist so bemessen, daß nur der belastete Wagen f das Niederlegen des Schienenteiles c ermöglicht. Das freie Ende von c greift durch eine Gelenkstange g an

einem an der Fahrschiene a drehbaren doppelarmigen Hebel h an, der mit dem Zählwerke i verbunden ist, das durch jedes Niederlegen des Schienenteiles c betätigt wird. Der Schienenteil c hat an seiner Unterseite eine Zahnstange k. Unter der Fahrschiene a ist an einem Arme des Wagens f ein durch ein Gehäuse unzugänglich gemachter Sperrhaken l federnd befestigt.

Wird der Wagen f auf den Schienenteil c gefahren, so greift der Sperrhaken l in die Zahnstange k ein, so daß ein Zurückfahren des Wagens und ein Wiederauffahren auf den Schienenteil c zwecks mehrmaliger Betätigung des Zählwerkes unmöglich ist. Der Schienenteil c hat nahe an seinem freien Ende einen Haken m, der beim Niederlegen des Teiles c einen in der Fahrschiene a verschiebbaren Riegel n gegen die Feder e zurückdrückt, bis der Riegel n wieder vorspringt und durch Übergreifen des Nockens m den Schienenteil c in der niedergelegten Lage festhält. Es ist nun nicht möglich, durch Wippen des Wagens den Schienenteil c in hüpfende, die Zählvorrichtung i beeinflussende Bewegung zu versetzen. Erst wenn der Wagen weiter geschoben ist und den Schienenteil c verlassen hat, wird letzterer wieder frei und geht in die gehobene Lage zurück. Der Wagen drückt dabei einen an der Fahrschiene a drehbar befestigten doppelarmigen Hebel p nieder, der dann den Riegel n zurückschiebt.

Die Rückfahrt des Wagens zur Beladestelle ohne Entleerung an der Abladestelle soll nun verhindert werden; da sie auf der Fahrschiene a nicht möglich ist, ist an einer Rückfahrschiene q (Abb. 14, Taf. 20) eine Vorrichtung angebracht, die nur dem leeren Wagen gestattet, zur Beladestelle weiter zu fahren. Diese Vorrichtung besteht aus einem um den Gelenkbolzen r drehbaren Schienenteil s, der nach unten schwingen kann und durch eine gegen einen Daumen t drückende Feder u in der Fahrschiene q gehalten wird. Diese Feder u oder ein Gewichthebel ist so bemessen, daß der leere Wagen den Schienenteil s nicht niederbewegt, also weiter fährt. Nicht entleerte drücken den Schienenteil s nieder, wodurch die Weiterfahrt verhindert wird. In der tiefen Lage wird der Schienenteil q durch einen belasteten Fanghebel v festgehalten, der mit seinem Hakenende hinter den Daumen t greift. Der Fanghebel v ist von einem Gehäuse w umschlossen. Anheben des Schienenteiles q ist erst möglich, wenn das Gehäuse w geöffnet und durch Niederbewegen des Fanghebels v der Daumen t freigegeben ist.

Die Einrichtung macht es demnach unmöglich, daß der beladene Wagen von dem Zählwerke unvermerkt zur Abladestelle, oder zur Beladestelle zurück gefahren werden kann. G.

#### Brücke für Kuppelungen in Tragsseilen.

D. R. P. 325402. Stahlwerke Thyssen A.-G. in Hagendingen, Lothringen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 13 bis 16 auf Tafel 23.

Um die Wagen stofslos über die Schließungen durch Hülsen und Nippel zu führen, werden zwei kegelige Hülsen a für die

Seilenden c verwendet. Die beiden Kuppelhülsen werden mit dem Nippel b zusammengeschraubt (Abb. 13, Taf. 23). Über die Kuppelung ist reiterartig mit Spiel die Brücke s gelegt, die sich als Rampe vor und hinter der Kuppelung auf das Tragsseil stützt, und auf ihrer Oberseite einen Wulst s<sup>1</sup> für die Hohlkehle der Räder w trägt. Die oberen Ecken der Fahrbahn sind bei s<sup>2</sup> weggeschnitten, so daß ein klammerartiger Auf- und Ablauf mit nach unten vorstehenden Hörnern s<sup>3</sup> entsteht, die das Seil c im Boden des Ausschnittes s<sup>2</sup> auf eine gewisse Länge seitlich umfassen.

Da sich die Tragsseile verdrehen, ist der Schwerpunkt der Brücke durch Herabführung ihrer Schenkel unter die Mitte des Seiles gelegt, so daß die Brücke immer auf der Oberseite bleibt. Auch die Radkehlen halten die Brücke in richtiger Lage.

Gegen Längsverschiebung ist die Brücke durch innen angegossene Knaggen d gesichert, die sich gegen die Stirnenden der Kuppelhülsen legen. Um Abheben oder Aufkippen der Brücke zu verhüten, sind innen auf Bolzen e gelagerte Rollen f angebracht, die das Tragsseil mit etwas Spiel von unten umfassen.

G.

#### Seilklemme.

D. R. P. 329363. A. Wache in Gleiwitz und A. Bullmann in Kattowitz.

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 bis 6 auf Tafel 24.

Eine Klemmenplatte a endet oben in zwei Lappen, die zu Gabelrinnen b und c gebogen sind, von denen b von unten und c von oben das Seil faßt, so daß bei Ausübung eines Zuges an der Anschlusskette oder an dem Anschlussseil in der Pfeilrichtung A das zwischen den beiden nach den Rillen verjüngten Gabeln liegende, in Abb. 4 und 5, Taf. 24 gestrichelte Streckenseil d beliebiger Stärke festgeklemmt und seine Mitnahme gesichert ist. Damit die Seilklemme nicht vom Seile d abfallen kann, wird das Seil von einem Bügel e übergriffen. Der Drehzapfen f dieses Bügels ist in einem Führschlitze g verschiebbar, um den Bügel über das Seil legen zu können. Den Schlitz g umgibt auf einer Seite der Platte a eine Rippe h. Um den Bügel e so zu halten, daß seine Drehbarkeit zwischen den Gabelrinnen b, c nicht gehindert ist, endet der Drehzapfen f in eine Öse i, in die ein Haken k greift. Dieser Haken hat ein so langes Schwanzende, daß ein selbsttätiges Lösen der Verbindung unmöglich ist. Beim Auflegen der Seilklemme schwingt man den Haken k um seinen Drehpunkt l zurück, so daß der Bügel e frei wird und über das Seil gelegt werden kann. Hierauf wird durch Einschieben des Hakens k in die Öse i die Verbindung hergestellt; die Seilklemme ist dann gebrauchsfertig. Sie ist einfach durch Pressen herzustellen und immer gebrauchsfähig, da nur der Bügel e beweglich ist, um beim Zurückbleiben des Seiles d auf diesem entlang zu gleiten, somit den Abstand zwischen c und e zu vergrößern und ein Abfallen der Seilklemme zu verhindern. G.

## Bücherbesprechungen.

**Der Beton- und Eisenbeton-Bau.** Ein kurz gefasster Abriss über Theorie, Ausführung und Anwendung dieser Bauweisen für Lernende und Lehrende von H. Boost, Geheimer Regierungsrat, ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg. Darmstadt, 1920, H. Sadowsky. Preis 32 M.

Das 248 Seiten mit 300 Textabbildungen, ein buchstäblich geordnetes Sachregister und ausführliche Angaben über anderweitige Veröffentlichungen dieses Gebietes umfassende, dank den Bemühungen des Verlages trotz aller Hindernisse der Zeit trefflich ausgestattete Werk bringt eine eingehende Behandlung der Herstellung und Eigenschaften des Beton und der Ausführung von Stützen, Decken, Latten, Dächern, Mauern, Gewölben, Rahmen, Brücken und Pfählen in Eisenbeton unter Berücksichtigung der preussischen Bestimmungen vom Mai 1916 mit denjenigen statischen

Begründungen, die der Eigenart dieser Bauweise entsprechen. Daß allgemein statische Entwicklungen nicht aufgenommen sind, ist zweckmäßig und trägt zur Übersichtlichkeit bei. Das Buch ist in gleichem Maße für die Einführung in dieses Gebiet und für die Benutzung beim Entwerfen geeignet, zumal es zahlreiche Angaben über Festwerte als Ergebnisse von Versuchen und viele Darstellungen maßgebender ausgeführter Bauten enthält.

**Handbuch der Ingenieurwissenschaften.** Teil I. Band V. Tunnelbau, bearbeitet von Dr.-Ing. und Dr. phil. C. h. K. Brandau (\*), Dipl.-Ing. K. Imhof und Dr.-Ing. C. h. Ernst Mackensen (\*\*), mit einem Nachtrage von Dr.-Ing. E. v. Willmann, herausgegeben von L. v. Willmann, Geheimem Baurate und Professor

\*) Organ 1918, S. 46.

\*\*) Organ 1909, S. 363.

a. D. der Technischen Hochschule zu Darmstadt. Vierte, vermehrte Auflage, 712 und XXXV und VI Seiten, mit 607 Textabbildungen und 77 Tabellen, Sachverzeichnis und 14 Tafeln. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1920. Preis geheftet 44 *M.*, geb. 56 *M.* und 50 % Teuerungszuschlag.

In den Zeitraum seit dem Erscheinen der dritten Auflage fällt eine lebhafte Entwicklung des Tunnelbaues, namentlich die Herstellung längerer, tiefliegender Alpentunnel in Europa, die Durchführung schwieriger Wiederherstellungen und Entwässerungen von im Betriebe befindlichen Tunneln und die Ausführung zahlreicher Tunnel großstädtischer Untergrundbahnen, auch unter Strömen in Europa und in Amerika. Hand in Hand damit gingen die Fortschritte der Hilfsmittel für Bohrungen, Antriebe, Wasserhaltung und Lüftung. Auch hat durch das Zusammenwirken der Ingenieure und Geologen die Ermittlung der Standfähigkeit des Tunnelmauerwerkes gegenüber den bekannten und unbekanntem Kräften im Gebirge erhebliche Fortschritte gemacht; der Eisenbetonbau fand Anwendung. So hatte der Verfasser der Neubearbeitung, der inzwischen verstorbene Fachmann Dr.-Ing. E. Mackensen, einen außerordentlich umfangreichen Stoff zu bewältigen, der zu erheblicher Erweiterung des Umfanges um 287 Seiten, 3 Tafeln, 318 Textabbildungen und 26 Tabellen führte. Der Stoff ist nun sachgemäßer verteilt und durchsichtiger gestaltet. Vielleicht hätte hierbei manche ältere Ausführung fortgelassen werden können. So sind namentlich im zweiten Kapitel die geologischen, geometrischen und technischen Vorarbeiten einheitlich zusammengefasst. Im ersten Kapitel sind die bergmännischen Arbeiten und ihre Hilfsmittel, das Lösen, Sprengen, Bohren, die Förderung und die Bözlung behandelt. Dabei sind die neuesten, bewährtesten Bohrmaschinen und Bohrgeräte mit Prefsluft- und elektrischem Antriebe, namentlich die neuerdings erfolgreichen Prefsluft-Bohrhämmer in ihrer Anordnung und Leistung erörtert. Die Prefspumpen und Leitungen sind neu bearbeitet. Im Abschnitt: Zimmerung ist hier, wie auch später im dritten Kapitel, auf die Vorzüge der Joche, gegenüber den in den Hintergrund getretenen Sparren, hingewiesen. Im zweiten Kapitel wäre bei der Besprechung des Längsschnittes, S. 203, wohl ein Hinweis auf den § 6, 8 der deutschen Betriebsordnung über die Einschaltung von schwach geneigten Strecken zwischen steilen und längeren Gegenneigungen am Platze gewesen. Auf die statische Untersuchung der Ausmauerung von O. Kommerell\*) wird Bezug genommen, aber nicht näher eingegangen. Mit Recht wird auf eine zweckmäßige Erweiterung des Umrisses des Tunnel-Lichttraumes gegenüber dem der offenen Eisenbahn-Strecke gefordert. Die Bemerkungen über die Abfassung der Verträge über größere Tunnel, so auf S. 237 und S. 367, über die Bedeutung der Eigenschaften des Unternehmers und über den Schutz der Arbeiter schon im Voranschlage sind aller Beachtung wert, S. 237 und S. 367. Manchem Leser würde vielleicht eine eingehendere Behandlung der Forderungen für kürzere Tunnel erwünscht sein. Der Stollen- und Schacht-Bau, der Vollaussbruch nach üblicher bergmännischer Bauweise und unter Verwendung verschiedener Hilfsmittel, wie des Schildbaues, werden im dritten Kapitel behandelt. Hier wird bei Erörterung des Vortriebes von Stollen der ungünstige Einfluss der unveränderlichen Nebenarbeiten bei geringem Vortriebe, also in schwer schiefbarem Gebirge, hervorgehoben und die Zweckmäßigkeit der Wahl von handlichen, leistungsfähigen Bohrgeräten, von geeigneten Bohrschneiden, und einer einfachen, kurzzeitigen Schutterung, wie am Lötchberge betont.

\*) Organ 1912, S. 430.

Neben den vier älteren Bauweisen wird für bewegliches Gebirge eine neue, die »italienische« nach Lanino als neue Bezeichnung zutreffend vorgeschlagen, S. 309 und 362.

In nicht ganz zuverlässigem Gebirge wird nach der Erfahrung der letzten Jahrzehnte die österreichische Bauweise mit Jochzimmerung und Mittelstrebenbau als Regel festgestellt und dabei auf die Notwendigkeit guter Längsverstrebung hingewiesen. Rasche Arbeit und sofortige Ausfüllung der Hohlräume sind Hauptgebot\*). Als wirksames Mittel gegen starken Druck des Gebirges wird die Verkürzung der Zonen und gute Entwässerung, unter Umständen die italienische Bauweise empfohlen. Von besonderer Wichtigkeit ist der Abschnitt über die Grundregeln für das Vorgehen beim Vollaussbruche, besonders in sehr beweglichem Gebirge. Bei der Besprechung der Tunnelbauten mit besonderen Hilfsmitteln sind die neueren Bauweisen, so das Verfahren von Hallinger, sein Schildbau und seine Auskleidung mit Grobmörtel und die Anwendung von Senkkasten mit Prefsluft gewürdigt.

Bei der Ausmauerung sind namentlich die Hintermauerung, Abdeckung und Dichtung des Mauerwerkes, auch nach Wolfsholz, eingehend behandelt. Auf die Darstellung der Entwässerung bei den preussisch-hessischen Staatsbahnen, S. 490, ist besonders hinzuweisen. Die Tunnelverkleidungen aus reinem und bewehrtem Grobmörtel sind in einigen neueren Beispielen berücksichtigt.

Die Brüche und Wiederherstellungen der Tunnel und die geometrischen Arbeiten im Innern bilden den Schluss des 300 Seiten langen Kapitels. Im vierten Kapitel sind bezüglich der Lüftung und Kühlung während des Baues und des Betriebes, der Wasserhaltung und Entwässerung, der Beleuchtung und besonders der Werkplätze die Erfahrungen, besonders der Verfasser, bei den neuesten größeren Tunnelbauten nutzbar gemacht. Den Verfassern ist zu danken, dass sie mit ihrem sachlichen Urteile über verschiedene Bauausführungen nicht zurückgehalten haben. Zu bedauern ist die immer noch häufige Verwendung von vermeidbaren Fremdwörtern.

Jedem Abschnitte ist ein sorgfältig bearbeitetes Schrifttumsverzeichnis beigegeben. Dem Vorworte des verdienten Herausgebers sind Nachrufe für E. Mackensen und K. Brandau angefügt. Die durch den Krieg veranlasste Verzögerung der Drucklegung machte einen Nachtrag erforderlich, der von Dr.-Ing. E. v. Willmann sachgemäß bearbeitet ist. Alles in Allem stellt heute die Neuauflage das eingehendste und wertvollste Werk über Tunnelbau dar, auf dessen unter schwierigen Umständen ermöglichte Ausgabe und vorzügliche Ausstattung Verfasser, Herausgeber und Verlag mit berechtigter Befriedigung blicken können. Wir wünschen dem Buche den besten Erfolg und die verdiente Anerkennung der Fachgenossen. W—e.

**Schriften des Frankfurter Messsamtes.** Herausgegeben vom Messamte für die Frankfurter zwischenstaatlichen Messen. Heft 1. Die Handelsmessen und der Wiederaufbau der deutschen Volkswirtschaft von Professor Dr. E. Gothein, Heidelberg. Preis des Heftes 2 *M.* Frankfurt a. M. Haus Offenbach.

Die Schriften des Frankfurter Messsamtes sollen neben der Frankfurter Messzeitung in zwanglosen Heften erscheinen, deren erstes vorliegt. Wir machen auf das für die Handelswissenschaften bedeutungsvolle Neuerscheinen, das auch zum Verkehrswesen rege Beziehungen hat, besonders aufmerksam.

\*) Nachtrag S. 396.