

### Das neue Reiterstellwerk auf Bahnhof Stendal.

Von Reichsbahnoberrat Fatken und Reichsbahnrat Dr. Ing. Schröder, Hannover.

#### A. Sicherungstechnische Einrichtungen.

Der Bahnhof Stendal ist Kreuzungsbahnhof der zweigleisigen D-Zugstrecken Berlin—Hannover—Köln und Leipzig—Magdeburg—Wittenberge—Hamburg. Außerdem zweigt die zweigleisige D-Zugstrecke nach Ulzen—<sup>Bremen</sup>—<sup>Hamburg</sup> hier ab sowie eine eingleisige Privatbahn nach Tangermünde (Abb. 1).

Auf diesem Bahnhofs mußten die veralteten Stellwerke erneuert werden.

werden müssen, während zur Versorgung eines weiteren Druckluftstellwerks mit Steuerstrom die vorhandene Batterie nur etwas ergänzt zu werden brauchte und an Ort und Stelle belassen werden konnte. Ferner erfordern bei einem Druckluftstellwerk die Fahrstraßenhebel in der Längenausdehnung keinen besonderen Platz, weil sie in der Ebene der Weichenhebel mit angeordnet sind, und endlich werden die für die Abhängigkeiten mit den mechanischen Stellwerken nötigen Blockwerke, die beim Druckluftstellwerk wegen der gleichen

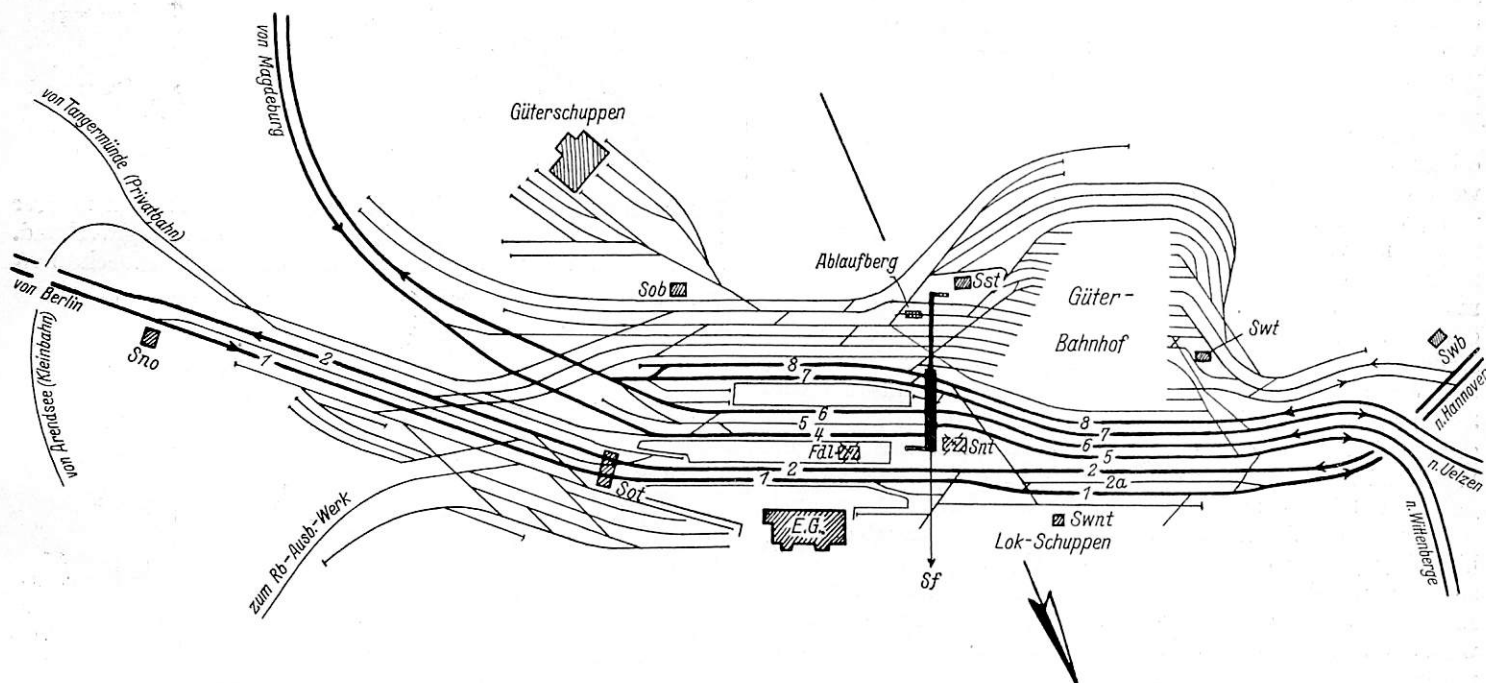


Abb. 1. Lageplan des Bahnhofs Stendal.

Die alten Stellwerke in vollem Umfange in einem Neubau zu vereinigen, war nicht möglich, weil der Schwerpunkt der Sicherungsanlagen des mittleren Bahnhofsteiles in den Bahnsteiggleisen liegt und der dicht bei Sst gelegene Ablaufberg dann zu weit entfernt gewesen wäre, als daß die Rangierweichen vom neuen Stellwerk aus noch hätten übersehen werden können. Immerhin konnten die bisherigen Güterzug-Ein- und Ausfahrten sämtlich in das neue Stellwerk übernommen werden. Vor allem wurde die in Bahnsteighöhe liegende Fahrdienstleitung, von der aus die Bahnsteiggleise nur schlecht zu übersehen waren, mit dem Neubau vereinigt und dadurch ein neues großes Befehlsstellwerk geschaffen, das als Reiterstellwerk über den Gleisen 4 bis 8 aufgestellt wurde. Sst bleibt bis auf weiteres als Rangierstellwerk bestehen. Es hat nur noch Zustimmungen nach Sf zu geben und enthält an Stelle von bisher 52 Weichenhebeln und 17 Signalkurbeln künftig nur noch 36 Weichenhebel.

Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Bauarten wurden für den Neubau sorgfältig gegeneinander abgewogen. Bei einem rein elektrischen Stellwerk hätte an Stelle der vorhandenen 36 Voltbatterie eine größere Batterie aufgestellt und dafür mit erheblichen Kosten ein neues Gebäude errichtet

Felderteilung in unmittelbare Verbindung mit dem mechanischen Teil des Hebelwerks gebracht werden können, infolge der hintenliegenden Schubstangen und der niedrigen Bauart des Hebelwerks auf diesem aufgestellt, während sie beim elektrischen Stellwerk danebengestellt werden müssen. Insgesamt konnte daher bei dem Druckluftstellwerk an Gebäude und Eisenkonstruktion eine Länge von mehr als 8 m gespart werden, was finanziell von Bedeutung war.

Andererseits sind die Baukosten eines Druckluftstellwerks wegen der Verlegung der Druckluftrohre und der Aufstellung von Druckluftkesseln etwas höher, ebenso die Betriebskosten infolge des höheren Stromverbrauchs für die Kompressoren. Unter Berücksichtigung aller Umstände war das Angebot der Firma Scheidt & Bachmann für Stendal das vorteilhafteste und wurde zur Ausführung bestimmt.

Das neue Hebelwerk ist 11,96 m lang und 1,02 m hoch; es enthält im ganzen 178 Hebelplätze, von denen zur Zeit 64 Weichen-, 4 Gleissperren-, 6 Riegel-, 10 Hauptsignal- und 7 Hs-Signalhebel sowie 41 Fahrstraßen- und Befehlsabgabehebel besetzt sind. Einschließlich der 24 starren Riegel, die teils an besonderen Hebeln, teil in den Signalsteuerleitungen liegen, sind 147 Antriebe vorhanden.

Ferner sind 47 Zustimmungsempfangsfelder in 35 cm hohen Aufbauten auf dem Hebelwerk und 31 Befehlsabgabefelder im Hebelwerk selbst über den Hebeln untergebracht. Reserven sind reichlich vorhanden.

Die Inbetriebnahme der neuen Anlage ist im Sommer 1932 erfolgt.

Die Abhängigkeiten zwischen den beiden Druckluftstellwerken Sf und Sot sind wie zwischen rein elektrischen Stellwerken mittels Gleichstrom hergestellt, so daß Wechselstromblockwerke hierfür entbehrlich wurden. Die von der Firma Scheidt & Bachmann für diese Anordnung gefundene Lösung war einfach und billig; in beiden Stellwerken wurden zusammen 47 Blockfelder gespart; auch in Sot wurde dadurch die Sicht erheblich verbessert.

Bisher mußten für die Abhängigkeiten zwischen mechanischen und Kraftstellwerken Wechselstromblockwerke verwendet werden, weil die Wechselstromblockung die Auslösung der im mechanischen Stellwerk durch Wechselstrom hergestellten Verschlüsse durch einen Gleichstrom-Fremdstrom unmöglich macht. Bei Gleichstromblockung unter Verwendung von Gleichstromfeldern, wie sie bisher vereinzelt ausgeführt wurde, besteht die Gefahr, daß ein Fremdstrom eine Entblockung herbeiführt und dadurch einen Verschluß aufhebt.

Bei der in Stendal ausgeführten Art der Bahnhofsblokung erhält das Kraftstellwerk die gleichen Einrichtungen, als wenn das mitarbeitende Stellwerk ebenfalls ein Kraftstellwerk wäre, während das mechanische Stellwerk Wechselstromblockfelder erhält. Beide Stellwerke behalten also die Regelform ihrer Bauart; die Einrichtungen im Kraftstellwerk werden vom mechanischen Stellwerk aus durch Gleichstrom entblockt, die Einrichtungen im mechanischen Stellwerk vom Kraftstellwerk aus durch Wechselstrom mittels einer Drucktaste und eines Blockinduktors. Die Drucktasten sind in einem 38 cm hohen Gehäuse untergebracht, das auf das Hebelwerk gestellt ist. Für die Auslösung des Gleichstroms sind die Wechselstromblockfelder der mechanischen Stellwerke durch je einen Riegel- und zwei Druckstangenkontakte ergänzt.

Durch die Ausführung dieser neuen Form der Bahnhofsblokung gelang es, in Stendal 45 Wechselstromblockfelder zu sparen. Außerdem wird infolge des Fortfalls von drei Blockkästen mit zusammen 60 Feldern die Sicht vom Stellwerk aus verbessert und bei späterem Ersatz der mitarbeitenden mechanischen Stellwerke durch Kraftstellwerke wird überhaupt keine Änderung der Bahnhofsblokung im Kraftstellwerk mehr nötig.

In Sf ist jetzt nur noch ein sechsteiliges Blockwerk mit vier besetzten Feldern für einige wichtige Ein- und Ausfahrten vorhanden, und zwar erhält das Endstellwerk Swb die Erlaubnis für die Einfahrten von Hannover nach dem Personen- und Güterbahnhof und Swt für die Ausfahrten aus den Hauptgleisen nach Ulzen und Wittenberge.

Zwischen dem Befehlsstellwerk Sf und den abhängigen Stellwerken Sot, Swt und Sst sind elektrische Zustimmungsanforderungen eingerichtet. Zu jeder Anforderung gehört eine Anforderungstaste, eine Überwachungs Lampe, eine Wideruftaste und ein Magnetschalter. Sämtliche Anforderungseinrichtungen sind nebeneinander in einem Holzgehäuse untergebracht, das über dem Hebelwerk am Standorte des Fahrdienstleiters auf Stützen aufgestellt ist, so daß es die Sicht in keiner Weise behindert. Der Abstand der Tasten beträgt 30 mm. Der Kasten ist 180 cm lang und 55 cm hoch.

## B. Die bautechnische Anlage.

### 1. Allgemeine Anordnung.

Die Stellwerkanlage besteht aus einer über den Gleisen liegenden Stellwerkbrücke mit anschließender Fahrdienstleiterbrücke und zwei Treppenanlagen (Abb. 2). Der ganze

Stahlbau von 145 t wurde unter Vermeidung jeder Nietverbindung mittels elektrischer Lichtbogenschweißung hergestellt; für seine Durchbildung wurden unter Verlassen der bislang bei Nietungen üblichen Formen besondere Lösungen getroffen, die der Eigenart von Schweißverbindungen weitestgehend Rechnung tragen.

Die Stellwerkbrücke erstreckt sich mit 25,32 m Stützweite über fünf Gleise und hat als Hauptträger 2 Rahmenträger, sogenannte Vierendeelträger mit 5,00 m Netzhöhe und 4,70 m Mittenabstand voneinander. Sie sind an ihren Enden durch Querrahmen verbunden. Diese nehmen den oberen

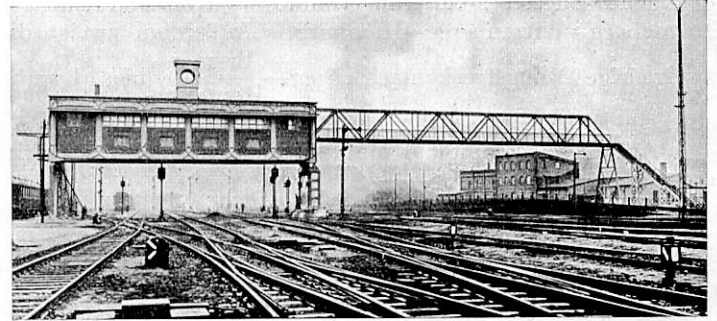


Abb. 2. Gesamtansicht der Stellwerkanlage.

Windverband aus knicksicheren Diagonalen auf. Ein unterer Windverband aus Flacheisen ist lediglich ein Montageverband. Die unteren Windkräfte werden von der unteren Decke aufgenommen. Die Brücke ruht auf einem festen Bock und einem Pendelrahmen.

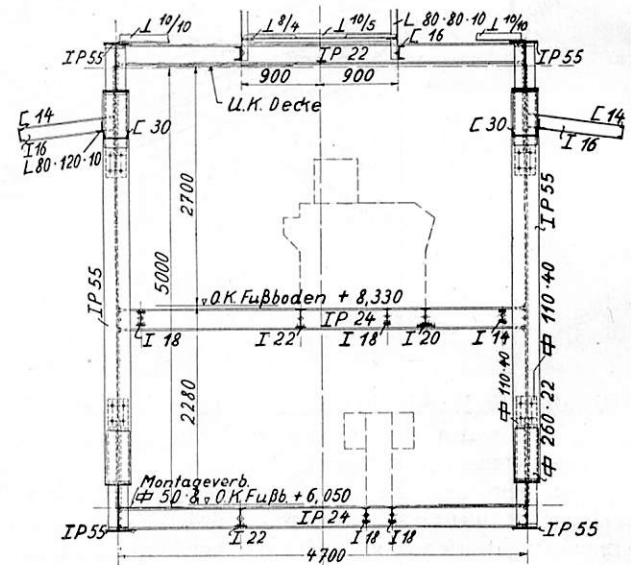


Abb. 3. Querschnitt durch die Stellwerkbrücke.

Die Hauptträger der Stellwerkbrücke als Kragträger zu gestalten, wodurch eine Gewichtsersparnis erzielt worden wäre, mußte aus Gründen sicherungstechnischer Art und mit Rücksicht auf die Gleisanlage, die nicht verändert werden konnte, fallengelassen werden. Hingegen lassen sich bei den Vierendeelträgern die großen Fensterflächen zwanglos in die Rahmenfelder einfügen. Sie geben zusammen mit der Ausfachung der übrigen Fläche durch Ziegelsteinmauerwerk, wobei die Tragkonstruktion klar erkennbar bleibt, ein architektonisch befriedigendes Bild.

Die anschließende Fahrdienstleiterbrücke hat als Hauptträger zwei Fachwerkträger in Trapezform von 36 m Stützweite und überbrückt sieben Gleise sowie einen Ablaufberg. Ihre festen Auflager ruhen auf einem einstielligen Rahmen,

der in dem Querrahmen der Stellwerkbrücke über deren feste Stütze steht. Die beweglichen Auflager werden von einer Pendelstütze gebildet.

Der nördliche Querrahmen der Stellwerkbrücke trägt auf Konsolen einen 3,5 m langen Austritt für den Fahrdienstleiter. Von dem Stellwerk und der Fahrdienstleiterbrücke ist eine vorzügliche Sicht über den ganzen Bahnhof möglich, namentlich über die durchgehenden Hauptgleise, die Bahnsteige und die Richtungsgleise des Güterbahnhofs.

Die Unterkante des Stellwerks liegt 5,75 m über S. O. Es hat zwei Stockwerke. Das obere Geschoß enthält die eigentlichen Stellwerkanlagen sowie einen Aufenthaltsraum für den Fahrdienstleiter und einen Vorraum mit dem Zugang zur Treppe. Das untere Geschoß hat, durch Leichtsteinwände von 12 cm Stärke voneinander getrennt, verschiedene Räume, als Hauptraum den Raum für die Druckluftventile sowie Kabel- und Rohrleitungen, ferner je einen Raum für die Heizungsanlage, für Brennstoffe, für die Geräte der Stellwerksschlosser und außerdem noch einen Durchgang von 1,20 m Breite, der zusammen mit der Fahrdienstleiterbrücke den gefahrlosen Übergang über die Gleise von einer Seite zur anderen des Bahnhofs ermöglicht (Abb. 3).

## 2. Bauliche Durchbildung der Stahlkonstruktion.

Bei Aufstellung des Entwurfs und Ausführung der Arbeiten traten viele Aufgaben auf, die bislang noch keine Lösung gefunden hatten. Die Schweißarbeiten in der Werkstatt und auf der Baustelle haben gezeigt, daß die zweckmäßige Anordnung und Ausführung der Schweißnähte wegen der auftretenden Schrumpfspannungen von größter Bedeutung und die Voraussetzung für den Erfolg sind. Außer dem Grundsatz, alle Verbindungen zu schweißen, wurde angestrebt, die Länge der Schweißnähte möglichst einzuschränken. Daher wurde davon Abstand genommen, durch Aufeinanderschweißen von Flacheisen künstlich Profile herzustellen, die als Walzprofile bezogen werden konnten.

### a) Die Hauptträger der Stellwerkbrücke.

Durch die Verwendung von Peiner Trägern IP 55 als Grundprofil für Gurtungen und Pfosten beschränkte sich die Schweißarbeit für die Hauptträger auf die Knotenpunkte mit Ausnahme der Endpfosten, die wegen der Querrahmen besondere Schweißarbeit erforderten.

Die Knotenpunkte — Abb. 4a und b zeigt einen Normalknotenpunkt — sind wie folgt ausgebildet: Jede Gurtung ist aus zwei IP 55 von je etwa 13 m Länge hergestellt, die in der Mitte der Brücke gestoßen sind. In Abb. 5 ist für den

Schnitt auf 1,90 m Länge zwischen zwei vorher gebohrten Löchern von 30 mm  $\varnothing$ . An den Enden wurden Längsschnitte in halber Länge gemacht und die sich so ergebenden Träger-

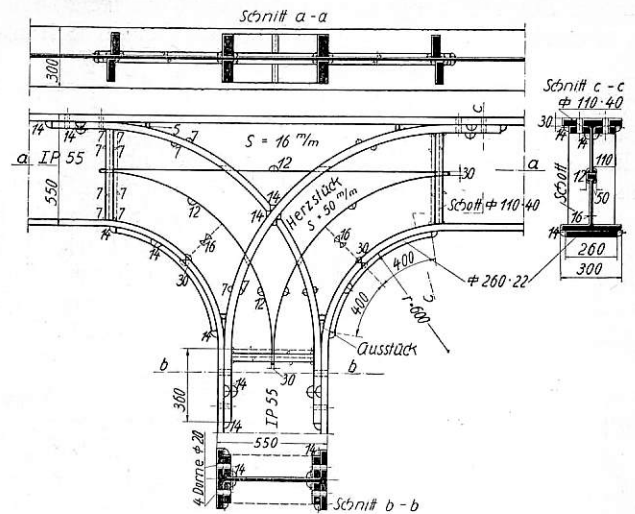


Abb. 4a. Normalknotenpunkt des Obergurts.

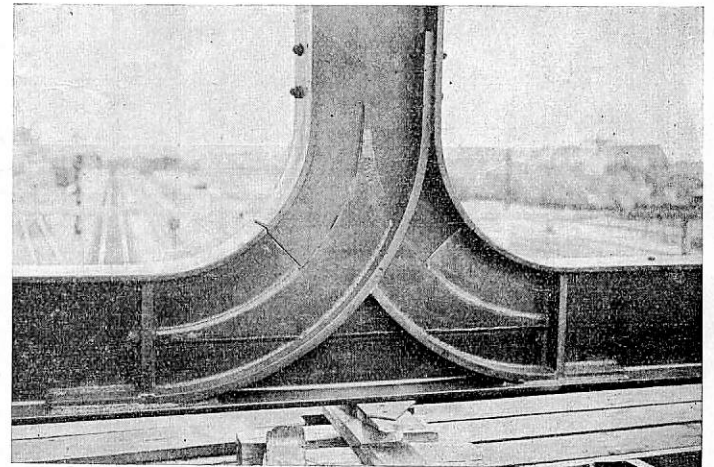


Abb. 4b. Normalknotenpunkt des Untergurts.

teile nach einem Krümmungsradius  $r = 600$  mm abgebogen. Die Enden der Pfosten wurden in dem Steg auch aufgeschnitten und mit gleichem Halbmesser abgebogen. Die jetzt L-förmigen Enden vom Gurt und Pfosten wurden unter  $45^\circ$  vom Krüm-

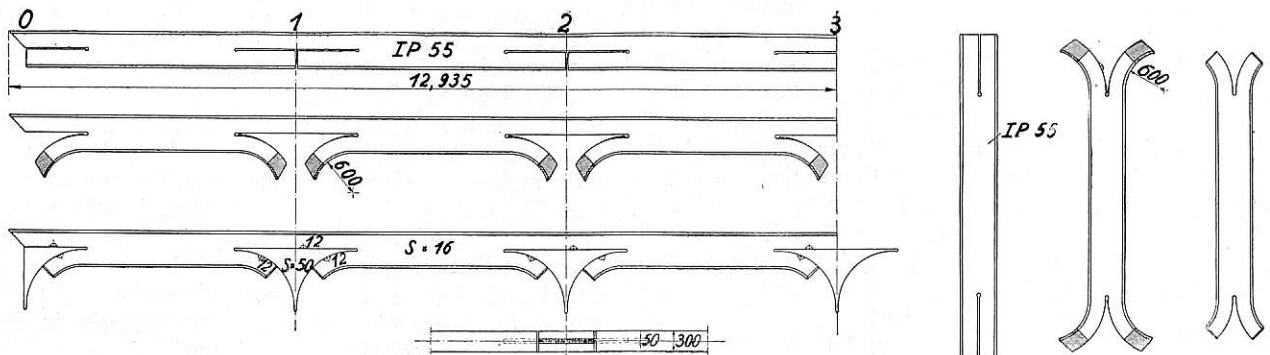


Abb. 5. Zurichtung der IP-Träger für Gurte und Pfosten.

Obergurt gezeigt, welche Bearbeitung jeder Träger erfahren hat, damit in Verbindung mit den Pfosten sich die Knotenpunkte ergeben. Er wurde an den Knotenpunkten 1, 2, 4 und 5 mit dem Schneidbrenner in seinem unteren Flansch und dem halben Steg aufgeschnitten und erhielt dort außerdem in halber Höhe des Steges in dessen Längsrichtung je einen

mungsmittelpunkt aus, auf die richtige Länge geschnitten, die Kanten zur Herstellung der X-Nähte mit  $a = 30$  bzw. 16 mm bearbeitet und auf der Baustelle miteinander stumpf verschweißt. Für den Teil der Kräfte in der gestoßenen Fläche, der nicht von diesen Nähten aufgenommen wird, die ebenso wie die Flankennähte bis  $600 \text{ kg/cm}^2$  beansprucht werden,

sind an der Außenseite Laschen mit Kehlnähten  $a = 14$  mm angeschlossen. In dem durch das Abbiegen der Trägerhälften von Gurt und Pfosten entstandenen dreieckförmigen Hohlraum der Stege ist an jedem Knotenpunkt ein Herzstück aus 50 mm starkem Blech eingepaßt und auf beiden Seiten mit

$$\text{Kehlnähten von } b = \frac{50 - 16}{2} = 17 \text{ und } a = 17 \frac{\sqrt{2}}{2} = 12 \text{ mm}$$

mit den Stegen verschweißt. Dem Kräfteverlauf im Knotenpunkt, hervorgerufen durch die Gurteck- und Pfosteneckmomente, dienen beiderseits angeordnete Rippen mit  $\square 110.40$ , die mit Kehlnähten  $a = 7$  mm an Flansch, Steg und Herzstück angeschlossen sind und entweder Zug oder Druck erhalten. Jede Rippe ist außerdem an den Enden mit je zwei Dornen  $\varnothing = 20$  mm noch mit den Flanschen der Gurte und Pfosten verschweißt. In den Zwickeln zwischen Rippe und Flansch sind

seitige Kehlnähte  $a = 11$  mm mit dem Steg der IP 55 verbunden ist (Abb. 6 und 7). Außerdem ist in der Hauptträgerebene auf der Außenseite ein  $\square 26$  auf den Steg des IP 55 mit Kehlnähten  $a = 7$  mm geschweißt. Der Steg des  $\square 26$  stößt hierbei stumpf gegen das Herzstück, während die Flanschen auf diesem weitergeführt werden, bis sie an die bogenförmige Rippe stoßen. Die Riegel bestehen wieder aus dem IP 55. Im übrigen sind auch die Eckpunkte der beiden Querrahmen unter Verwendung von Herzstücken ähnlich den Hauptknotenpunkten ausgebildet. Die Kraftübertragung am Stoß der Flanschen wird — abgesehen von der Stumpfnäht — durch eine äußere Lasche 280.10 und zwei innere Laschen 100.14 bewirkt. Die Herzstücke von Rahmen und Hauptträgern stoßen stumpf gegeneinander und sind so mit Kehlnähten  $a = 12$  mm verschweißt.

Die Längsträger in der Decke der Stellwerkbrücke sind mit den Flanschen und Stegen der Querträger und den Riegeln der Querrahmen verschweißt.

Der obere Windverband besteht aus  $\square$ -Eisen 10, die unmittelbar auf die oberen Flanschen des Obergurts geschweißt sind. An den Kreuzungsstellen sind Knotenbleche mit Kehlnahtschweißung angeordnet.

Die Anordnung der festen Stütze für die Stellwerkbrücke und zugleich für die Fahrdienstleiterbrücke ist aus Abb. 8 ersichtlich, Abb. 9 zeigt die rahmenartige Pendelstütze.

### 3. Ausführung der Schweißarbeiten.

Die Stellwerkbrücke stellte durch die Eigenart der konstruktiven Ausbildung ihrer Hauptträger, Querrahmen und Stützen ganz besondere schweißtechnische Aufgaben. Da bislang noch keine praktischen Erfahrungen in solchen Schweißarbeiten vorlagen, blieb es nicht aus, daß im Verlauf der Arbeiten die Stahlbauanstalt Dörnen in Dortmund-Derne, die die Ausführung hatte (der Entwurf war von der Reichsbahndirektion Hannover aufgestellt) hier und da vor schwierige Aufgaben gestellt wurde, die vorher noch nicht überblickt werden konnten. Sie waren in erster Linie durch Zustandsänderungen der Bauteile infolge Schrumpfung der Schweißnähte verursacht.

Eine gute Ausführung von Schweißverbindungen hängt nicht nur davon ab, daß der Schweißer die Technik des Schweißens beherrscht und daß er einen guten Arbeitswillen hat, wobei natürlich auch die Arbeitsbedingungen in bezug auf Werkstücke, Geräte, Lage der Schweißnähte u. a. so sein müssen, daß es überhaupt möglich ist, gute Arbeit zu leisten. Gleich entscheidend für die Güte einer Schweißverbindung, falls mehrere Nähte zusammen ein Ganzes ausmachen, wie zum Beispiel bei den Knotenpunkten, ist die Reihenfolge, in der diese Schweißnähte gezogen werden. Die Auswirkungen der Schrumpfung der Nähte sind es, die ihre richtige Aufeinanderfolge so bedeutungsvoll machen. Durch sie treten allgemein Formänderungen und Spannungen in den zu verbindenden Teilen ein, die bei unrichtigem Arbeitsgang zu völligen Fehlschlägen führen können. Von den insgesamt etwa 6000 m langen Schweißnähten — Nähte mit zwei bis vier einzelne Raupen sind hierbei mit zwei- bis vierfacher Länge eingesetzt — sind im Laufe der Arbeiten in der Werkstatt und auf der Baustelle nur 6 m, also eins von Tausend gerissen. Die eintretenden Formänderungen können zu großen Schwierigkeiten bei dem Zusammenbau der einzelnen Teile führen, die zu beseitigen dann einen weit höheren Arbeits-

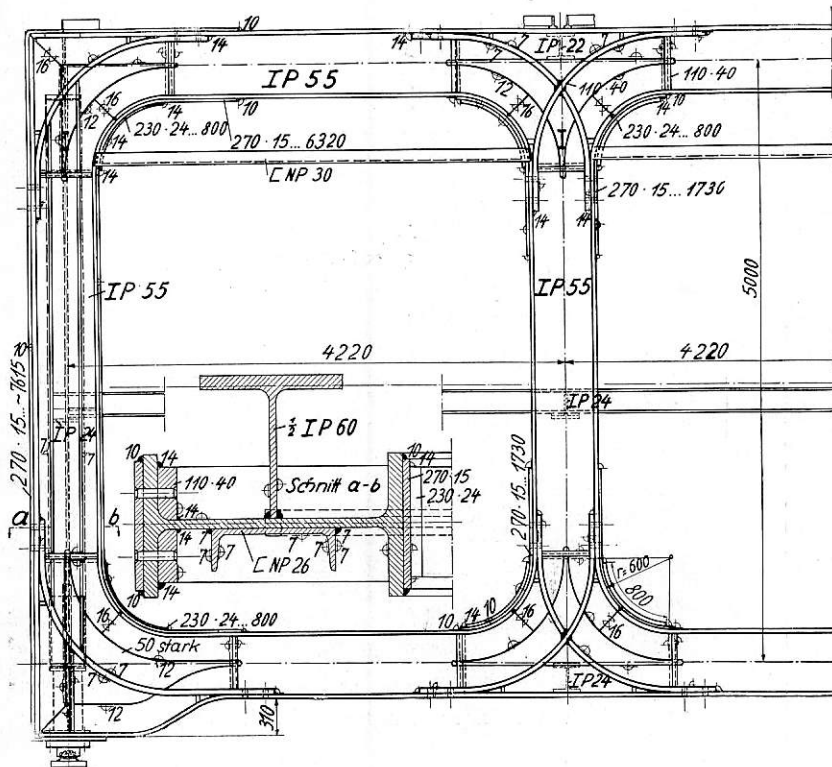


Abb. 6. Endfeld der Rahmenträger und Schnitt durch den Eckpfosten.

keilförmige Gußstücke mit leichten Nähten angeschweißt, um eine gute Unterhaltung an diesen Stellen zu ermöglichen. Um ein Aufschlitzen des Steges an den Knotenpunkten nach dem Felde hin bei Aufnahme der Kräfte zu verhindern, sind seine beiden Hälften am Anfang der Krümmung beiderseits mit je einem gegeneinander versetzten und hochkant gestellten Schott 110.40 und beiderseitiger Kehlnaht mit  $a = 7$  mm gefaßt.

In der beschriebenen Art sind sämtliche Knotenpunkte der Hauptträger mit Ausnahme ihrer Eckpunkte ausgebildet. Hier haben die Gurte und Pfosten die Krümmung nur im Rahmenfelde, die Pfosten und oberen Gurte sind auf der Außenseite gerade durchgeführt. Die unteren Gurte sind um 31 cm nach unten abgebogen mit Rücksicht auf den unteren Riegel der Querrahmen, dessen Oberkante mit der Oberkante der Querträger des Untergeschosses in einer Ebene liegen muß, um die lichte Höhe des Durchganges von 2,00 m nicht einzuschränken. Im übrigen zeigen auch diese Endpunkte die gleichen Anordnungen unter Verwendung eines Herzstückes, wie die übrigen Knotenpunkte.

#### b) Querrahmen.

In der Ebene der Querrahmen sind die Eckpfosten weiter durch einen  $\frac{1}{2}$  IP 60 verstärkt, dessen Steg durch beider-

aufwand erfordern als die eigentlichen Schweißarbeiten. Es muß daher vor Beginn der Arbeiten auf Grund sorgfältigster Überlegung versucht werden, die Auswirkungen der Schrumpf-

Schrumpfungen der Nähte folgen können, ohne daß sie eine zu hohe Beanspruchung erfahren. Hiernach ist für jeden Knotenpunkt ein Schweißplan aufzustellen, in dem die

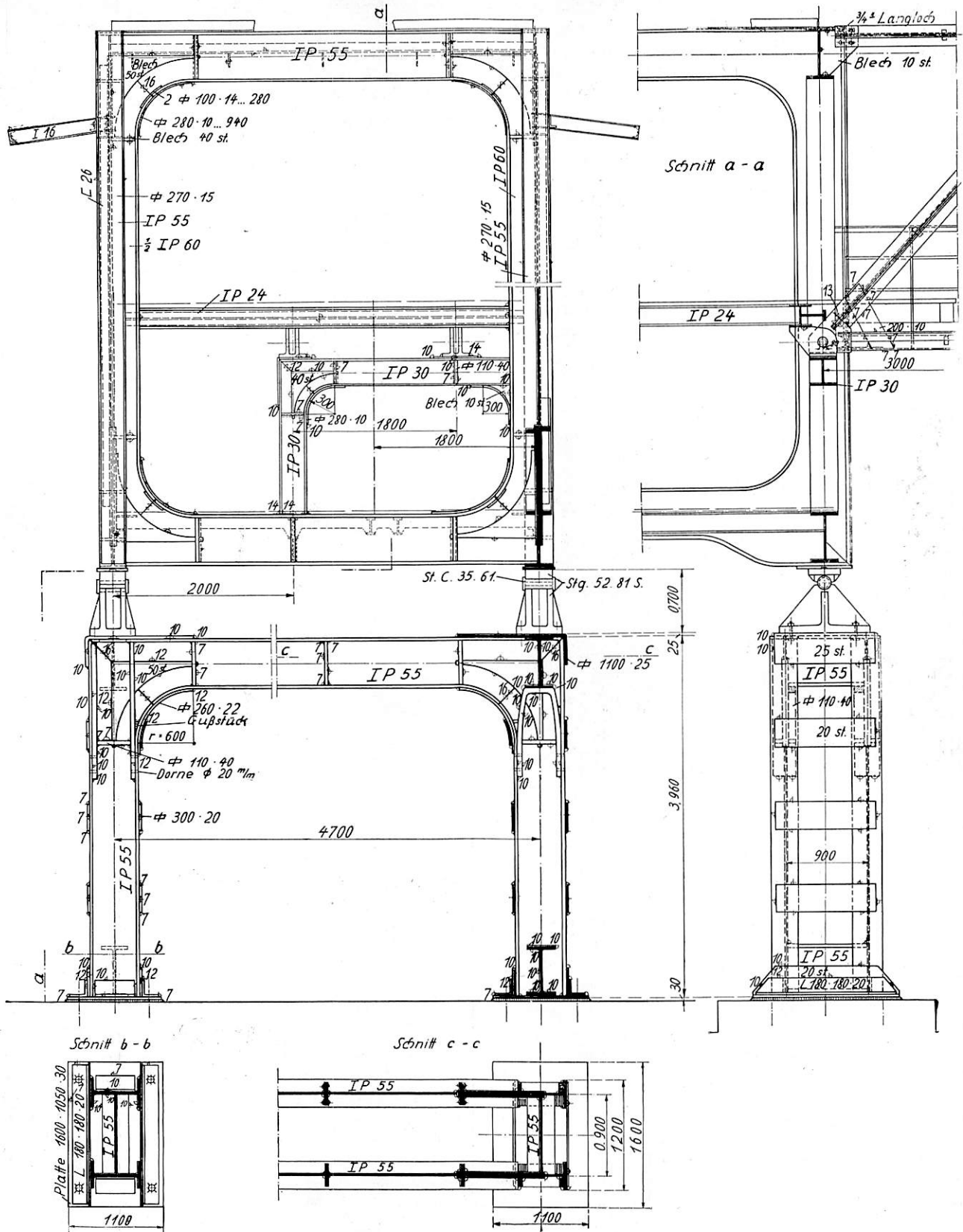


Abb. 7. Endrahmen mit fester Stütze.

erscheinungen zu erfassen. Und nicht nur vor Beginn der Werkstattarbeiten, sondern bereits bei der Aufstellung des Entwurfs. Es muß hierbei vor allem darauf Bedacht genommen werden, daß die Bauteile durch Längenänderungen den

Reihenfolge der Schweißnähte genau festgelegt ist und von dem bei der Ausführung abzuweichen aufs strengste verboten sein muß.

Es genügt auch nicht, daß nur die Reihenfolge der

einzelnen Nähte angegeben wird. Es muß aus den Schweißplänen auch ersichtlich sein, in welchen Abschnitten die einzelnen Nähte ausgeführt werden sollen, und, falls sie aus mehreren Raupen bestehen, wie diese aufeinander folgen. Und auch dann, wenn die Reihenfolge der Nähte in zweckmäßigster Weise festgelegt ist, ist es oft geboten, besondere Pausen zwischen den Arbeitsgängen für die einzelnen Nähte in den Schweißplänen festzulegen, damit das Material abkühlen kann und nicht zu hohe Schrumpfspannungen nach zu starker Erwärmung eintreten. Weiter muß noch ein Plan aufgestellt werden, aus dem die Aufeinanderfolge der zu schweißenden Konstruktionsteile des ganzen Bauwerks zu ersehen ist, also zum Beispiel die Reihenfolge der Knotenpunkte der Hauptträger.

Umfangreiche Messungen während der Baustellenarbeiten haben über die Zustandsänderungen und Spannungen größere Klarheit gebracht und deren Bedeutung für Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit von Schweißkonstruktionen erhellt. Über die einzelnen Arbeiten sei folgendes mitgeteilt:

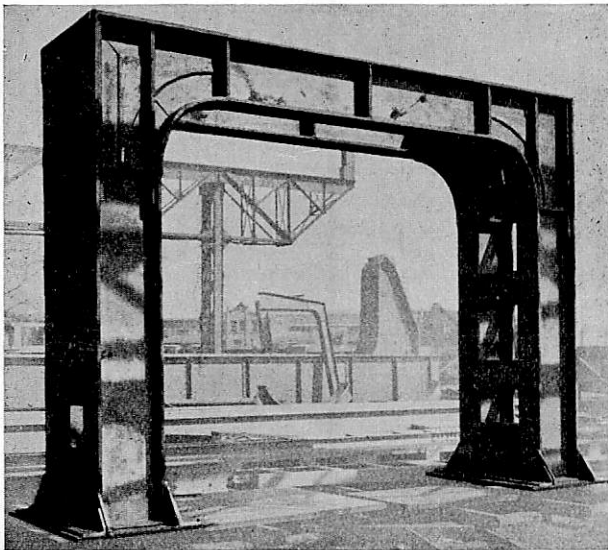


Abb. 8. Feste Stütze für die Stellwerkbrücke.

Die Bearbeitung der Träger in der Werkstatt, namentlich auch das Aufschlitzen und Aufbiegen der Gurtungen und Vertikalen, hatte keinerlei Schwierigkeiten mit sich gebracht. Nachdem die Abbiegungen ausgeführt waren, konnte mit dem Zusammenlegen der Teile und den Schweißarbeiten begonnen werden. Auch das Schweißen an sich war nicht schwierig. Gewiß blieben anfangs Versager und Fehlschläge nicht aus, aber die Ursache der Mißerfolge wurde sogleich erkannt und so der richtigere Weg gefunden.

Mit dem Schweißen wurde an einem für sich abgeschlossenen Bauteil, und zwar der festen Rahmenstütze begonnen. Man kam auf Grund eines kleinen Mißerfolges bald dazu, für jeden Knotenpunkt einen Schweißplan aufzustellen, der im Verlauf der Arbeiten nach den gewonnenen Erfahrungen wiederholt umgeändert werden mußte. Für den Eckpunkt der festen Stütze ist das Ergebnis in Abb. 10 wiedergegeben. Hiernach sind die Schweißnähte ausgeführt worden. Aber die Aufeinanderfolge der Nähte, wie sie hier verzeichnet ist, ist auch noch ungünstig.

Beim Schweißen der ersten beiden Herzstücke zeigten sich keinerlei Schwierigkeiten. Dagegen rissen beim Schweißen der beiden letzten Herzstücke die Stoßnähte 3 während der Schweißarbeit, als die Nähte 1 und 2 bereits fertig waren. Sie konnten erst nach zweimaliger Erneuerung für gut befunden werden. Die Ursache des Reißens lag darin, daß die

an das starke Herzstück mit den langen Kehlnähten angeschweißten Stege der Träger den Schrumpfungen der Nähte nicht durch Längenänderungen nachfolgen konnten. So traten Schrumpfspannungen in solcher Größe auf, daß sie zum Reißen führten. Diese Erfahrungen wurden beim Schweißen der übrigen Herzstücke der Pendelstütze und der Hauptträger verwertet. Bei diesen wurden die Stoßnähte vor dem Schweißen der Flankennähte hergestellt. Überkopfschweißungen wurden dadurch vermieden, daß die Rahmen durch einen Kran in günstige Lage gebracht wurden.

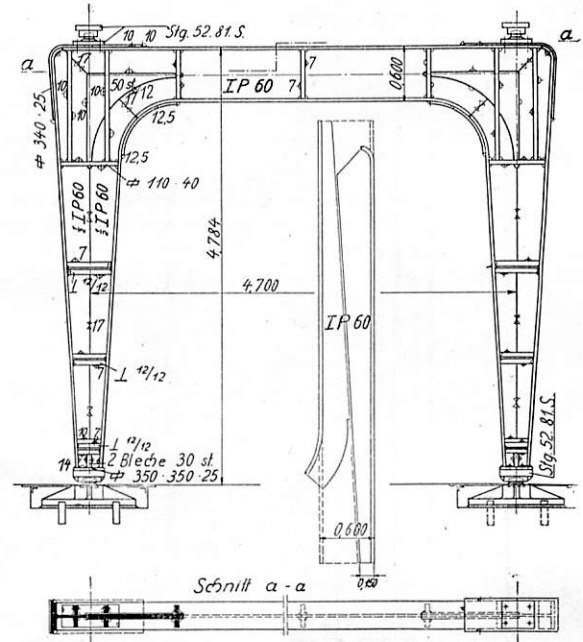


Abb. 9. Pendelstütze für die Stellwerkbrücke.

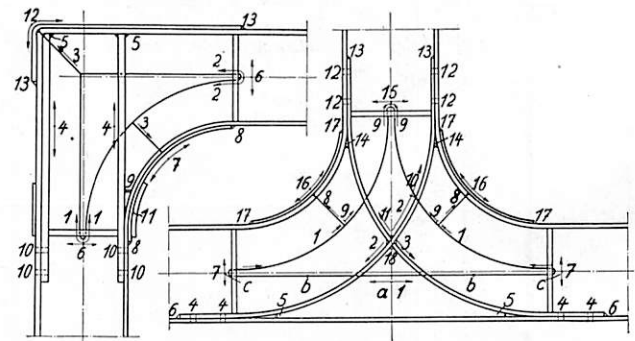


Abb. 10 und 11. Schweißpläne.

Die Hauptträger wurden auf einer horizontalen Zulage in der Werkstatt zusammengepaßt. Die einander entsprechenden Nähte zu beiden Seiten des Steges konnten daher z. T. nicht gleichzeitig geschweißt werden. Es zeigte sich, daß immer nur stückweise geschweißt werden durfte, um Verwerfungen der Konstruktion und auftretende Spannungen möglichst zu vermeiden. Das Zusammenpassen der einzelnen Teile auf der Zulage und das Richten derselben, wenn sie sich durch das Schweißen verzogen hatten, war eine sehr mühselige und teure Arbeit; das Richten erforderte in der Regel Erwärmung.

Die Normalknotenpunkte wurden in der Werkstatt wie folgt geschweißt (Abb. 11): Zunächst auf der Vorderseite die Flankennaht 1 von ihrer Mitte aus von a bis b. Nach Kanten der Gurtung wurde auf der Gegenseite von a bis c geschweißt, nach abermaligem Kanten die Nähte b bis c auf der Vorderseite. Hochkant gestellt, wurden dann beiderseits gleichzeitig die Flankennähte von c bis zum Stoß geschweißt. Dann

folgten die Zug- und Druckbänder mit den Nähten 2 und 3, am Kreuzungspunkt beginnend, nach dem Trägergurt zu, für Naht a auch noch bis an die Kante des Herzstückes. Auf der Gegenseite wurde aus Montagegründen durchgehendes und unterbrochenes Band vertauscht. Die Stirnnähte 6 der Bänder durften erst geschweißt werden, nachdem die langen Flankennähte völlig erkaltet waren. Sie rissen jedesmal, wenn dies noch nicht der Fall war.

Nach dem Einschweißen der Herzstücke hatten sich die Hauptträgergurte auf ihre Länge von etwa 12,5 m um 40 mm gebogen, und zwar so, daß die aufgeschnittene Seite der Gurtungen konkav wurde. Ein Verkürzen der einzelnen aufeinander folgenden Schweißnahtlängen ergab kein anderes Resultat. Seitlich verzogen sich die Gurtungen nicht. Das Ausrichten der Gurte war schwierig. Sie wurden unmittelbar neben den Knotenpunkten in ein Koksfeuer gelegt, an den erwärmten Stellen unterstützt und der Abkühlung überlassen.

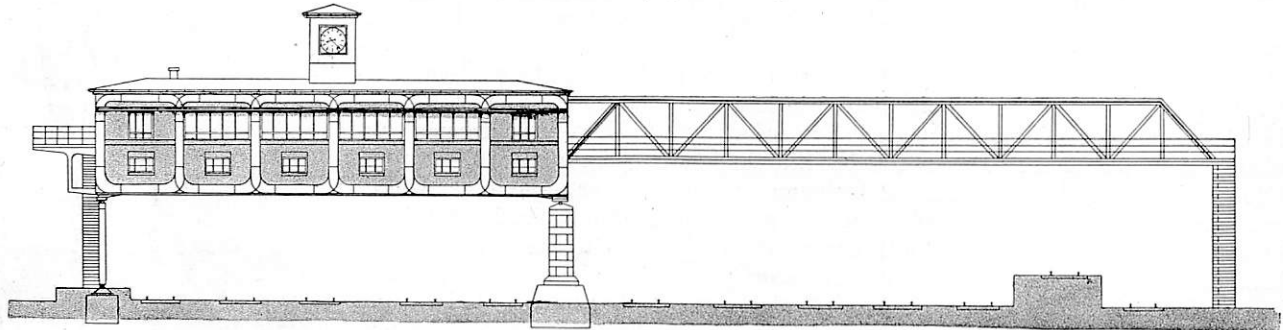


Abb. 12. Ansicht.

Es wurde also nicht mit dem Hammer nachgerichtet. Dieser Vorgang mußte bei jeder Gurtung vier- bis fünfmal wiederholt werden, bis sie gerade war.

Die Stützen konnten in der Werkstatt völlig fertiggestellt werden. Die Hauptträger wurden in der Weise zur Baustelle geschafft, daß die Gurtungen in je zwei Längen mit eingeschweißten Herzstücken und die Vertikalen einzeln versandt wurden. Gurtungen und Pfosten der Stellwerkbrücke wurden auf einem festen Gerüst mit Hilfe eines fahrbaren Portalkranes zusammengesetzt und mit Klammern in der richtigen Lage gehalten. Dank der sorgfältigen Werkstattarbeit paßten die Teile gut zusammen. Nur in wenigen Fällen mußten durch Aufschweißungen die Lückenbreiten an den Stoßstellen verringert oder durch Erwärmung einige abgebogene Teile gerichtet werden. Die auf der Baustelle zu leistende Schweißarbeit nach  $\text{cm}^3$  und m gemessen, war um etwa 35% größer als die der Werkstatt, 147 000 gegen 108 000  $\text{cm}^3$  und 3415 gegen 2500 m. Vor allem waren hier die schwierigsten Nähte zu schweißen, wobei Überkopfschweißungen nicht zu vermeiden waren. Die am schwierigsten zu schweißende Stelle am Bauwerk war der Zusammenschluß der beiden Herzstücke von Querrahmen und Hauptträger. Das Herzstück des Querrahmens mußte stark abgeschrägt werden,

um die Naht einwandfrei herstellen zu können. Die umfangreichen und z. T. schwierigen Schweißungen ließen erkennen, daß es besser gewesen wäre, wenn die Stiele in der Mitte einen Stoß erhalten hätten. Dann hätten sämtliche Knotenpunkte in der Werkstatt fertiggestellt werden und die Gurtungen als Ganzes mit den eingeschweißten Stielhälften zum Versand kommen können. Die hiermit verknüpften Vorteile hätten den Nachteil, daß an sich nicht notwendige Stöße in Pfostenmitte angeordnet wären, vielfach ausgeglichen.

Die Reihenfolge der Baustellennähte ist für die Normalknotenpunkte in Abb. 11 mit lfd. Nr. 8 bis 17 angegeben. Nähte 8 und 9 sind, um Verwerfungen zu vermeiden, beiderseits gleichmäßig und gleichzeitig ausgeführt worden. Im Obergurt wurde beim Anschweißen der Herzstücke an die Pfosten die gleiche Schweißfolge angewendet mit dem Unterschied, daß nach dem Schweißen der Trägerstoßnähte die geschwungenen Nähte auf den Stoß zulaufend und nicht wie

im Untergurt von ihm weglaufend geschweißt wurden, was nicht möglich war, da die Schweiße herabtropfte.

Durch die Schweißarbeiten ist eine Verkürzung der Stellwerkbrücke um 18 mm eingetreten. Hiervon entfallen 12 mm auf die Werkstatt- und 8 mm auf die Baustellenarbeit.

Nach Fertigstellung der Schweißarbeiten wurde die Stellwerkbrücke einer Probelastung unterzogen. Hierbei wurde sie durch Schienen und eine Lokomotive, die an einer auf dem Obergurt angebrachten Tragkonstruktion hing, so belastet, daß auf jeden Knotenpunkt die der Berechnung zugrunde gelegte Belastung entfiel. Der Berechnung entsprach eine Knotenlast von 30 t. Nach Abzug der bereits vorhandenen Knotenlast mußte jeder Knotenpunkt mit 19 t belastet werden. Es ist nicht der kleinste Riß eingetreten.

Die während der Probelastung gemessenen Spannungen blieben z. T. erheblich hinter den rechnerischen Ermittlungen zurück. Die an 17 Punkten gemessenen Werte waren im Mittel nur etwa 65% der rechnerischen. Dieser geringe Hundertsatz ist auf die Eigenart des Vierendeelträgers und insbesondere auf die Schweißverbindungen zurückzuführen, durch die eine große innere Steifigkeit möglich ist. Bei Fachwerkbrücken mit Dreiecksverband ist der Hundertsatz der gemessenen Spannungen gegenüber den rechnerischen etwa 80%.

## Behelfe und behelfsmäßige Sicherungen beim Umbau einer Kraftstallanlage.

Von Oberbaurat Ing. Biesok, Wien.

Hierzu Tafel 21.

Der Hauptbahnhof Graz mußte nach Kriegsende wegen der völligen Veränderung im Personen- und Güterverkehr, welche die Abtrennung der Südsteiermark mit dem Anschluß- und Reihungsbahnhof Marburg a. d. Drau zur Folge hatte, umgebaut werden. Dabei wurde an die Errichtung von Inselbahnsteigen geschritten, die, knapp vor Kriegsbeginn eingeleitet, unterblieben war.

Im Jahre 1929 wurde auf dem Personenbahnhof eine Kraftstallanlage neuer Bauart von Siemens und Halske, Berlin,

eingerrichtet, mit einem Befehlsschalterwerk in der Fahrdienstleitung und zwei in Türmen untergebrachten, davon abhängigen Weichenschalterwerken. Für diese Herstellung waren Gründe der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit maßgebend, wenn auch bekannt war, daß mit dem bereits geplanten Bahnhofsumbau in der Folge auch die Sicherungsanlage verändert werden mußte.

Da der Bahnhofsumbau eine vollkommene Veränderung der Gleisanlagen und Weichenstraßen zur Folge hatte, ergab

sich nach schrittweiser Anpassung der Abhängigkeiten und der Schaltung an die noch in die Fernstellung eingebundenen Fahrstraßen und Signale schließlich die Notwendigkeit, alle drei Schalterwerke nacheinander außer Betrieb zu setzen und umzubauen.

In den Personenbahnhof Graz münden von Norden eine und von Süden drei Linien ein, die sämtlich mit Streckenblockierung ausgestattet sind. Aus diesem Grunde und um den Betrieb mit den Signalen aufrechtzuerhalten, mußte eine behelfsmäßige Sicherung geschaffen werden. Auf der Südseite wurde der Zustand abgewartet, bis alle Weichen ausgewechselt und für die Handstellung mit Schloßern gesperrt waren; auf der Nordseite ergab sich im Laufe des Umbaus die Möglichkeit, mehrere Weichen in den Hauptgleisen sogleich mit elektrischen Antrieben auszurüsten. Es lagen also auf jeder Bahnhofseite für die behelfsmäßige Sicherung andere Verhältnisse vor. Während das südliche Stellwerk auf die Dauer des behelfsmäßigen Betriebes ganz unbesetzt blieb, konnte das nördliche z. T. bedient werden.

Die Veränderung an den Weichenstellvorrichtungen und Signalen vollzog sich in dem Maße, als diese Einrichtungen durch die Abtragung der Weichen entbehrlich wurden oder dem Neubau weichen mußten. Das nördliche Einfahrtsignal war um 100 m hinauszurücken, die Ausfahrtsignale mußten entfernt und auf neuen Standorten wieder aufgestellt werden. Die Weichenantriebe wurden zunächst auf Lager gelegt und entsprechend dem Baufortschritt am Oberbau wieder montiert. Dazwischen vollzog sich das vorübergehende Umlegen von Kabelleitungen und das Abtragen der entbehrlich gewordenen Kabel und Verteilgehäuse. Über die Zeit des Umbaus der Schalterwerke mußte für jede Fahrtrichtung ein Ausfahrtsignal am Ende der Weichenstraße aufgestellt werden.

Die vorhandenen Lichtsignale waren samt den Betonfundamenten in gutem Zustande. Es wurde daher der Versuch gemacht, sie mit dem Betonklotz zu übertragen. Wir erzeugten aus den Spindeln zweier beschädigter Schraubenkuppeln der Zugvorrichtung mit geschmiedeten Backen und Hartholzfutter eine Klemmvorrichtung, die über die Flanschen des Signalmastes gelegt und mit Wendeseilen angezogen wurde (Textabb. 1). Der ebenfalls einer Schraubenkuppel entstammende Bügel wurde in den Haken eines fahrbaren Kranes eingehängt, das Fundament ringsherum freigelegt und das ganze Signal, vollständig ausgerüstet, samt Laternen und Lampen und, wenn das Kabel zum Verteilgehäuse verwendbar war, auch mit diesem angehoben, freischwebend zum neuen Standort geführt und in die vorbereitete Grube niedergelassen. Das Zentrieren gelang in kurzer Zeit auf Betonplatten, die auf dem geebneten Grunde der Fundamentgrube ausgelegt worden waren. Auf diese Art wurde das oben erwähnte nördliche Einfahrtsignal in 40 Min. samt dem 70 m langen Kabel zum Verteilgehäuse um 100 m übertragen und vollständig betriebsmäßig eingeschaltet. Die Schalterarbeit beschränkte sich dabei auf die Herstellung einer Muffe und des Anschlusses im Verteilgehäuse. Textabb. 1 zeigt dieses Signal vor dem Absenken in die neue Fundamentgrube.

Von den Ausfahrtsignalen blieben sieben übrig, die von ihrem Standort entfernt werden mußten, aber nicht endgültig aufgestellt werden konnten, weil sich an diesen Stellen der Oberbau noch in der alten Lage befand, also die Lichtraumverhältnisse nicht gegeben waren. Um auch bei diesen Signalen die Auf- und Abmontierung, die Stemmarbeit und die Herstellung des neuen Fundaments zu ersparen, errichteten wir in Reichweite des Kranes neben einem Stockgleis ein kräftiges Gerüst aus alten Telegraphensäulen, lehnten daran die sieben Signale und versicherten sie durch Umschlingen von Ketten um die Maste und den Holm des Gerüsts. Nach Beendigung der neuen Gleislegungen wurden die Signale mit dem Kran

vom Gerüst abgeholt und auf den neuen Standorten endgültig versetzt.

Die Ausfahrtsignale am Ende der Fahrstraßen, die während des Umbaus der Stellwerke benötigt wurden, haben wir behelfsmäßig aus alten Telegraphensäulen als Masten mit hölzernen Blenden hergestellt, die Laternen eingesetzt und die Leitungen in Schutzrohr montiert. Als Zuleitungskabel wurden aus dem Abtrag gewonnene Stücke an die nächsten Verteilgehäuse oder unbenutzten Weichenantriebe angeschlossen. Diese Behelfssignale haben den strengen Winter 1931/32 ohne Störung überstanden.

Am interessantesten gestaltete sich die Schaltung für die Lichtsignale vom Befehlsschalterwerk aus mit Umgehung des Stellwerks, wofür selbstverständlich nur die vorhandenen Einrichtungen verwendet werden konnten.

Zur Verfügung stand eine Anlage mit Fahrtenwählern und Freigabeschaltern im Befehlswerk, die, wie schon erwähnt, von Streckenblockeinrichtungen abhängig war. Die Stromversorgung geschieht durch das 220/380 Volt-Drehstromnetz der Steiermärkischen Elektrizitätsgesellschaft, und zwar für die Weichenmotoren und Lichtsignale samt den Meldeleuchten unmittelbar, für die Magnetschalter, ausgenommen die im Lampenkreis liegenden Haltlichtmagneten, durch einen Gleichrichter mit Stahlspeicherbatterie von 30 Volt. Für den Fall des Versagens der Stromversorgung ist in üblicher Weise ein Benzinmotor mit einem Wechselstromerzeuger aufgestellt.

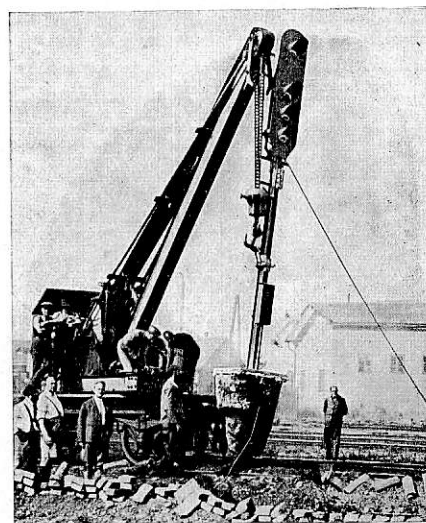


Abb. 1.

Die zur Umschaltung bestimmte Anlage ist in der folgenden Beschreibung an Hand der grundsätzlichen Schaltbilder dargestellt.

#### a) Fahrstraßenanzeige (Abb. 1, Taf. 21).

Nach Einstellen des Fahrtenwählers und des von ihm mechanisch abhängigen Freigabeschalters gelangt der Gleichstrom von der Sicherung über die Haltwerfer- und Nottaste zum verschlossenen Streckenendblock, dann über den Freigabeschalter zum Fahrtenwähler und von da je nach der Einstellung der Fahrstraße über den Fahrstraßenschalter im Stellwerk zum Fahrstraßensperrmagneten, der anzieht, hinter dem Fenster die Gleisnummernscheibe aufhebt und den Fahrstraßenwecker einschaltet. Nun kehrt der Strom zum Befehlswerk zurück und hält über den Tellerkontakt am Streckenendblock und einen Springkontakt am Auslöseschalter den Sperrmagneten des Freigabeschalters angezogen. Stromweg:

1)  $Si_1 - H - n_1 - a_1 - r_1 - l_1' - l_1 - I - n_5 - a_2 - c_1 - S_b - \text{Erde}$ .

Der Zweck der Haltwerfer- und Nottaste wird später erörtert. Der Kontakt  $a_1$  am Streckenendblock überprüft für die Freistellung der Einfahrt den Vollzug der Rückmeldung und dient, wie weiter unten beschrieben wird, der Fahrstraßenauflösung. Die Sperrscheibe des Sperrmagneten  $S_b$  auf der Achse des Freigabeschalters verhindert das Einfallen der Sperrstange, bevor der Magnet Strom erhält. Die Fahrstraßenanzeige kann also so lange ohne weiters zurückgenommen werden, als der Magnet nicht abgeschaltet wird.



b) Einstellung der Fahrstraße (Abb. 1, Taf. 21).

Die richtige Lage der Weichenschalter (Verschubsignal- und Zustimmungsschalter) ermöglicht mechanisch die Einstellung des Fahrstraßenschalters im Stellwerk, wodurch der Strom am Kontakt  $l_1$  umgelenkt wird und über die geschlossenen Kontakte der Weichen-Überwachungsmagneten  $W_1$  bis  $W_7$  den Prüfmagneten des Signalschalters zum Ansprechen bringt:

2)  $Si_1-H-n_1-a_1-r_1-l_1'-l_1-W_7-W_6-W_5-W_{3/4}-W_{1/2}-$   
—Prüfmagnet—Erde.

Dabei werden die Sperrmagneten I und  $S_b$  vom Pluspol der Batterie getrennt. Um ihr Abfallen (Sperrn der Fahrstraße) zu verhindern, wenn der Prüfstromkreis nicht in Ordnung ist, wird von der Sicherung  $Si_2$  im Stellwerk beiden Magneten über einen Umschalter auf der Fahrstraßenachse ( $3_1$ ) wieder Strom zugeführt, den erst der angezogene Prüfmagnet unterbricht:

3)  $Si_2-l_2-o_1-p_1-i_2-k_3-f_2-3_1-I-n_5-a_2-c_1-S_b-$ —Erde.

Die vor dem Unterbrecher des Prüfmagneten liegenden Kontakte in diesem Stromkreis erhalten erst bei der Fahrstraßenauflösung Bedeutung. Hat der Prüfmagnet angezogen, so fallen die Magneten I und  $S_b$  ab (durch  $f_2$ ): die Fahrstraße ist in beiden Schalterwerken gesperrt.

Abzweigend vom Prüfmagneten gelangt der Strom nun, eingeschaltet durch den Schließer  $f_1$ , über die Kontakte der abgefallenen Fahrstraßensperrmagneten  $d_I$  und  $d_{II}$  zum Schließer des Signalschalters  $k_1$ , der aber noch gesperrt ist, und von da zurück ins Befehlsschalterwerk über den abgefallenen Sperrmagnetkontakt  $g_1$  des Freigabeschalters zum Auslösemagneten, der sich nach Art einer Blocksperrschaltung und dem Strom den Weg zum Signalsperrmagneten im Stellwerk  $S_s$  öffnet. Die Überprüfung durch die Kontakte  $d_I$  und  $d_{II}$  verhindert die Freigabe des Signals, wenn durch eine Berührung in den Anzeigeleitungen gleichzeitig zwei Fahrstraßen angezeigt werden könnten. Der Kontakt  $g_1$  erlaubt die Freigabe des Signalschalters nur, wenn auch der Freigabeschalter im Befehlswerk gesperrt ist. Der Auslösemagnet verhindert im Verein mit dem B-Relais, daß eine Fahrstraße mehrmals benützt wird, ohne die Schalter in die Grundstellung zu bringen, was später erörtert wird. Nach Überprüfung durch das A-Relais ( $h_1$ ) erhält der Signalsperrmagnet  $S_s$  Strom. Durch Einstellen des Signalschalters wird er abgeschaltet ( $k_2$ ), fällt ein und gibt dem Fahrtlichtmagneten über  $k_1$  und  $i_1$  Strom:

4)  $Si_1-H-n_1-a_1-r_1-l_1'-l_1-W_7-W_6-W_5-W_{3/4}-W_{1/2}-$   
— $f_1-d_I-d_{II}-k_1-i_1$ —Fahrtlichtmagnet—Erde.

Die Schaltung der Signallichter wird besonders dargestellt.

Beim Einstellen des Fahrstraßenschalters wird das A-Relais an die Batterie gelegt:

5)  $Si_4-4_1$ —Isol. Schiene— $6_1$ —A-Relais—Erde.

Davon ist die Freistellung des Signals abhängig gemacht. Der Grund wird bei Auflösung der Fahrt beschrieben.  $i_1$  ist ein Kontakt am Sperrmagnet  $S_s$ . Der Stromkreis 4 bleibt bis zur Fahrstraßenauflösung bestehen. Der Fahrtlichtmagnet sendet der Meldelampe Strom:

6)  $Si_3-k_4-h_3-b_3-a_4$ —Streckenendblock—Widerstand—Erde.

c) Auflösung der Fahrstraße (Abb. 1, Taf. 21).

Erreicht die erste Zugachse die Isolierschiene, so fällt das A-Relais ab. Beim Befahren des Schienenstromschließers erhält das B-Relais Strom über:

7)  $Si_1-B-Relais-l_1-h_2-5_1$ —Kontaktstift—Schiene—Fahrzeugsachse—Erde, und bleibt über  $b_2-c_3$ —Erde angezogen. Verläßt die letzte Zugachse die Isolierschiene, so zieht das A-Relais wieder an und nun erhält der Streckenendblock Strom:

8)  $Si_3-k_4-h_3-b_3-a_4$ —Streckenendblock—Widerstand—Erde, schaltet sich selbst ab und trennt bei  $a_1$  den Prüf- und Fahrtlichtmagneten vom Pluspol der Batterie (Stromkreis 2 und 4),

wodurch der Lichterwechsel an den Signalen eintritt. Zugleich erhält der Sperrmagnet des Signalschalters Strom:

9)  $Si_3-k_4-h_3-b_3-a_4-k_2$  (umgelegt)— $S_s$ —Erde.

Der abgefallene Fahrtlichtmagnet schaltet den Signalwecker an:

10)  $Si_3-k_4-l_4$ —Wecker—Widerstand—Erde.

d) Rückstellung der Fahrstraße (Abb. 1, Taf. 21).

Durch Umlegen des Signalschalters im Stellwerk wird der Sperrmagnet  $S_s$  bei  $k_2$  stromlos gemacht und läßt seine Sperrstange einfallen. Dadurch und, wenn das Fahrtlicht am Einfahr- und Vorsignal abgeschaltet ist, wofür die Kontakte  $l_2$ ,  $o_1$  und  $p_1$  bürgen, erhält der Fahrstraßensperrmagnet I im Stellwerk Strom über:

11)  $Si_2-l_2-o_1-p_1-i_2-k_3-f_2-3_1-I-n_5-a_2$ —Widerstand—  
—Erde.

Der Kontakt  $a_2$  hat den Zweck, nach vollzogener Einfahrt bei der Fahrstraßenauflösung den Sperrmagneten  $S_b$  im Befehlswerk abzuschalten, damit die Freistellung einer anderen Fahrt erst erfolgen kann, wenn sich auch der Stellwerksapparat in der Grundstellung befindet. Nun wird klar, warum die Freistellung des Signals vom Anziehen des A-Relais abhängig gemacht ist. Angenommen,  $Si_4$  wäre abgebrannt, der Kontaktstift des Schienenstromschließers habe Schluß mit der Schiene. Dann bliebe das A-Relais abgefallen. Sobald der Fahrtlichtmagnet Strom bekäme, erhielten B- und A-Relais Strom über:

12)  $Si_1-B-Relais-b_2-l_1-h_2-5_1$ —Kontakt— $6_1$ —A-Relais—  
—Erde.

Dadurch würde der Streckenendblock ausgelöst (Stromkreis 8) und die Rückmeldung könnte gegeben werden, solange der erwartete Zug noch die Strecke befährt.

Der Fahrstraßensperrmagnet I im Stellwerk legt den Wecker über  $Si_2-e_I$ , an die Batterie. Nun wird der Fahrstraßenschalter in die Grundstellung gebracht, dadurch der Stromkreis 11 bei  $3_1$  unterbrochen, der Sperrmagnet I fällt ab und unterbricht den Strom zum Wecker bei  $e_I$ . Gleichzeitig wird der Sperrmagnet  $S_b$  über

13)  $Si_2-e_I-e_{II}-2_1-2_2-2_1'-a_5-S_b$ —Erde

an die Batterie gelegt und schaltet mit Kontakt  $g_2$  den Wecker ein. Der Kontakt  $a_5$  unterbricht den Stromkreis 13 in der Grundstellung, damit bei der Anzeige der Sperrmagnet  $S_b$  nicht anziehen kann, wenn im Stromkreis 1 eine Unterbrechung besteht.

Durch Zurückstellen des Freigabeschalters und Fahrtenwählers wird der Stromkreis 13 bei  $2_1'$  unterbrochen und die Grundstellung hergestellt. Dabei wird der Auslösemagnet durch eine mechanische Kupplung eingeklinkt. Der Sperrmagnet  $S_b$  bleibt abgestützt, das B-Relais angezogen, bis der Streckenendblock verschlossen, also die Rückmeldung vollzogen ist. Der Auslösemagnet hält bei  $c_3$  den Stromkreis

14)  $Si_1-B-Relais-b_2-c_3$ —Erde,

auch wenn der Streckenendblock nicht ausgelöst wurde, geschlossen und verhindert so die mehrmalige Benützung einer Fahrstraße, weil der Freigabestromkreis für den Signalsperrmagneten  $S_s$  bei  $h_1$  unterbrochen bleibt.

Der Signalschalter im Stellwerk kann aus der Freistellung jederzeit so weit zurückgelegt werden, daß das rote Licht erscheint, die Sperrung der Fahrstraße aber aufrecht bleibt. Denselben Zweck — Haltwerfen der Signale im Gefahrfalle — verfolgt die Taste H, die durch Unterbrechen des Stromkreises 4 den Fahrtlichtmagneten zum Abfallen bringt.

Die Fahrstraßenauflösung beim Widerruf oder beim Versagen des Streckenendblocks wird mit der Taste N<sub>b</sub> erreicht, indem sie den Stromkreis 4 bei  $n_1$  unterbricht, über:

15)  $Si_1-n_1$  (umgeschaltet)— $k_2$  (umgeschaltet)— $S_s$ —Erde den Sperrmagneten  $S_s$  freigibt und die Kontakte  $a_2$  im Strom-

kreis 11 und  $a_5$  im Stromkreis 13 ersetzt, ohne den Streckenendblock zu beeinflussen. Sollte diese Auflösung versagen, so erhält das Stellwerk den Auftrag, die Nottaste  $N_s$  zu drücken und gibt sich dadurch über:

16)  $Si_2-n_6-k_2-S_s$ —Erde  
den Signalsperrmagneten frei. Gleichzeitig erfolgt die Fahrstraßenauflösung im Stellwerk:

17)  $Si_2-n_4-3_1-I-n_5$ —Widerstand—Erde.  
Die Tasten  $N_b$  und  $N_s$  liegen unter Bleisiegelverschluß, die Taste H ist frei.

#### Signal-Lichtstromkreise.

Der Besprechung muß vorausgeschickt werden, daß in Österreich die Einführung des grünen Lichtes für „frei“ durch die Wirtschaftsnot aufgehalten worden ist und daher auf dem größten Teil der Bundesbahnstrecken weißes Licht für „frei“ und grünes Licht für „Vorsicht“ gilt. Zur Kennzeichnung des weißen Lichtes stehen dort, wo Gas oder elektrischer Strom

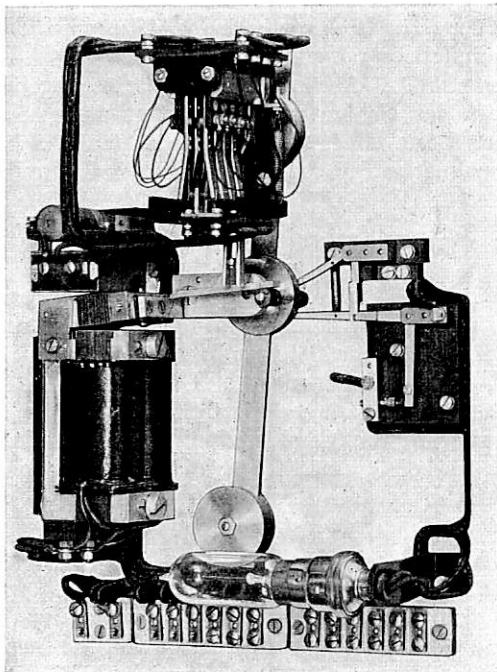


Abb. 2.

als Lichtquelle dient, Blinker in Verwendung. Das Wiener Werk von Siemens und Halske hat den in Textabb. 2 dargestellten elektrischen Pendelblinker entwickelt, der seit mehreren Jahren mit bestem Erfolg arbeitet. Der links sichtbare Elektromagnet treibt mit einem Stift, auf den der Ankerhebel drückt, ein regelbares Doppelpendel an, das beim Schwingen im Sinne der Uhrzeigerbewegung den Speisestrom für den Magneten unterbricht und beim Zurückschwingen wieder einschaltet. Oben stehen links und rechts hintereinander die Lichtstromkontakte. Der obere Pendelarm hebt beim Rechtsgang die rechten Kontaktfedern ab, läßt sie beim Linksgang zuerst schließen und hebt erst dann die linken Federn ab. Es wird also stets der zuerst unterbrochene Stromkreis geschlossen, bevor der andere geöffnet wird. Der Grund dafür wird später ersichtlich gemacht. Die unten im Bilde sichtbare Überwachungslampe zeigt durch ein Mattglasfenster im Schutzkasten den richtigen Gang des Blinkers an. Der Blinker steht im Dauerbetrieb; der Elektromagnet hat unterteilten Eisenkern und Anker und arbeitet mit Wechselstrom bei richtiger Einstellung dauernd vollkommen geräuschlos.

Die Signal-Lichtstromkreise sind in Abb. 2, Taf. 21 dargestellt. In der Grundstellung brennt am Einfahrtsignal das

rote und am Vorsignal das grüne Licht ruhend. Der Blinker geht leer,

18)  $Si_6-p_2-T_3-T_1-R$  (Rückleitung).

19)  $Si_7-o_2-T_7-T_2-R$ .

Die Transformatoren sind in bekannter Weise so abgestimmt, daß beim Abbrennen der roten oder grünen Lampe am Signal auch die zugehörige Meldelampe erlischt, nicht aber umgekehrt. Beim Freistellen des Signals wird der Signalschalter umgelegt und damit der Kontakt  $k_5$  und  $k_6$  gleichzeitig geschlossen, das kann, wie oben beschrieben, nur geschehen, wenn der Signalsperrmagnet  $S_s$  Strom erhält, also der Prüfstromkreis in Ordnung ist. Gleichzeitig erhält der Fahrtlichtmagnet Strom (Stromkreis 4). Wenn der Blinker Bk die gezeichnete Stellung einnimmt (anderenfalls entsteht eine Pause, bis er sie erreicht hat), werden folgende Stromkreise geschlossen:

20)  $Si_5-k_5-l_5-Bk(S_1)-7_1-W_{10}-W_{11}-T_5-E-k_6-R$ ,

für Gleis 1 (gerade Fahrt), ein Licht, oder:

21)  $Si_5-k_5-l_5-Bk(S_1)-7_2-W_{12}-T_4-T_5-E-k_6-R$ ,

für Gleis 2 (Ablenkung), zwei Lichter. Der Haltlichtmagnet E zieht an, schaltet im Stromkreis 18 bei  $p_2$  das rote Licht ab und für sich den Nebenschluß:

22)  $Si_5-k_5-l_5-Bk(S_2)-W_8-p_3-E-k_6-R$

ein. Im Rhythmus des Blinkers wechseln jetzt die Stromkreise 20 (21) und 22, wobei gemäß der beschriebenen Bauart des Blinkers immer 22 geschlossen wird, bevor 20 (21) unterbrochen wird, damit der Magnet E angezogen bleibt.  $W_8$  ist der Ersatzwiderstand für die Signal-Lampentransformatoren. E schaltet weiter über:

23)  $Si_5-k_5-l_5-Bk(S_1)-p_4-T_6-e-k_6-R$

das weiße Licht des Vorsignals und dessen Haltlichtmagneten e ein, der bei  $o_2$  das grüne Licht abschaltet und sich den Haltekreis:

24)  $Si_5-k_5-l_5-Bk(S_2)-W_9-o_3-e-k_6-R$

schließt. Einfahr- und Vorsignal blinken im gleichen Takt. Das Fahrtlicht wird durch den Kontakt  $f_1$  im Prüfstromkreis 4 gehalten.

Die Signalnachahmerlampen für das Fahrtlicht werden durch die Haltlichtmagneten an eine vom Signaltransformator abgezapfte Spannung von 10 Volt gelegt, Abb. 3, Taf. 21. Das genügt, weil der Haltlichtmagnet unzweifelhaft erkennen läßt, ob die weißen Lichter am Signal brennen. Ist eine Fahrtlichtlampe am Signal abgebrannt, so drosselt ihr Transformator den Strom so, daß weder die zweite Lampe am Signal (Stromkreis 21) noch der Haltlichtmagnet zur Wirkung kommt. Der Magnet bleibt in der Ruhelage und hält das grüne oder rote und grüne Licht aufrecht. Am Nachahmer brennt also die grüne oder die rote und grüne Lampe fort. Ist dagegen die Lampe im Nachahmer für das weiße Licht durchgebrannt, so verschwindet beim Freistellen das grüne oder das rote Licht.

Der erste Eingriff in die Schaltung der Einfahrten auf der Südseite mußte vorgenommen werden, als mit den letzten Weichen in den Umfahrgleisen für den Personenbahnhof auch die zugehörige Isolierschiene abgetragen werden mußte. Zur selbsttätigen Auflösung des Streckenendblocks wurde vor der Einfahrtsweiche eine Isolierschiene eingebaut, die Fahrstraßenauflösung aber für diese Einfahrt abgeschaltet. Abb. 1, Taf. 21 zeigt diese Schaltung gestrichelt. Durch die Isolierschiene erfolgt die Auflösung des Streckenendblocks auf dem Wege:

8)  $Si_3-k_4-h_3-b_3-a_4$ —Streckenendblock—Widerstand—Erde, der weitere Weg von:

25)  $a_4-k_2-S_s$ —Erde

aber ist durch einen Unterbrecher auf der Fahrstraßenachse (9<sub>1</sub>)

gesperrt. Der Signalsperrmagnet  $S_s$  wird vom Fahrdienstleiter mit der Nottaste  $N_b$  freigegeben:

26)  $Si_1-H-n_1$  (umgeschaltet) —  $k_2-S_s$  — Erde, sobald der mit der Weichenstellung und Sperrung betraute Aufsichtsposten die grenzfreie Einfahrt und das Vorhandensein des Schlußsignals gemeldet hat. Die Überwachungskontakte der ausgehenden Weichen ( $W_5, W_6, W_7$ ) wurden überbrückt. In dieser Weise wurden die Isolierschienen der einzelnen Einfahrten nach und nach auf die vor der Einfahrtsweiche liegende umgeschaltet, wobei jedesmal ein Unterbrecher auf der zugehörigen Fahrstraßenachse nötig war (Kontakt 9 im Stromkreis 25), bis schließlich nach der Abtragung der letzten Einfahrt-Isolierschiene der Stromkreis 25 einfach unterbrochen und die Fahrstraßenauflösung für alle Einfahrten durch die Nottaste  $N_b$  angeordnet wurde.

Die Schaltung der Ausfahrten wurde bis auf die Überbrückung der Weichenüberwachungskontakte von der schrittweisen Abtragung der Gleisanlagen nicht betroffen, weil die Isolierschiene unberührt blieb.

Auf der Nordseite begann der Gleisumbau mit den beiden Einfahrts-Weichenpaaren, die sobald als möglich in die Kraftstellung eingebunden werden mußten. Für die Übergangszeit bis zur Lieferung der Umbaugarnituren für die Weichenantriebe von 220 auf 240 mm Hub behielten wir uns mit einer einfachen Einrichtung, um die handgestellten Weichen in die Fahrstraßensicherung einzubeziehen (Abb. 4 und 5, Taf. 21).

In einer Dienststütte bei den Weichen wurde ein kleiner Schieberkasten mit vier Schlössern untergebracht. Die drei Knebel, die zum Festhalten der Schlüssel dienten, konnten durch je einen Fahrstraßenverschluß für die Ein- und Ausfahrt verschlossen werden, wobei beide auf den Knebel I, das Blockfeld für die Einfahrt auch auf den Knebel II und das für die Ausfahrt auch auf den Knebel III wirkte. Die Blockfelder waren mit Verschlußwechsellern ausgerüstet. Für die Verbindung mit dem zugehörigen Blockapparat im Stellwerk wurden die Kabel der Weichen 2 und 3 verwendet. Die Fahrstraße wurde fernmündlich angesagt und der Verschluß konnte vom Block b nur über die zur selben Gruppe gehörigen Fahrstraßenkontakte vollzogen werden. Die Auflösung vom Stellwerk war nur nach dem Zurückstellen der Fahrstraße möglich. Die Abhängigkeit vom Schalterwerk wurde dadurch erreicht, daß der Prüfstrom über einen Sperrstangenkontakt des Fahrstraßenverschlusses im Block a geführt wurde (Abb. 1, Taf. 21, gestrichelt neben Weiche 1/2, 3/4).

Nach dem Einschalten der Weichen 1, 2, 3 und 4 wanderte der Block a samt dem Schieberkasten ins Stellwerk, wo er für den Verschluß der unmittelbar unter dem Turm liegenden Weichen verwendet wurde, die wegen der Achsverschiebung der Hauptgleise für die Ein- und Ausfahrt mehrmals ihre Lage änderten, während die Kraftstallanlage sonst vollständig im Betriebe blieb.

Da die Fahrstraßenauflösung noch durch die Isolierschienen am Ende der Ein- und Ausfahrten erfolgte, wurden die Wechselstrom-Blockfelder durch solche für Gleich- und Wechselstrom ersetzt und das Stellwerk löste den Verschluß der gesperrten Weichen gleichzeitig mit dem Fahrstraßenverschluß auf. Abb. 6, Taf. 21 zeigt die Schaltung für den Verschluß, Abb. 7 für die Auflösung. Der Verschluß erfolgte wieder über die zusammengehörigen Stellungen der Knebel und der Fahrstraßenschalter. Der Prüfstrom wurde über den blockierten Fahrstraßenverschluß geführt. Abb. 7, Taf. 21 ist ein Ausschnitt aus Abb. 1. Nach dem Zurücklegen des Signalschalters und dem Einfallen seines Sperrmagneten springt erst der Fahrstraßenverschluß und schaltet dann den Fahrstraßen-sperrmagneten im Schalterwerk ein:

27)  $Si_2-l_1-o_1-p_1-i_2-k_3-f_2$  — Springkontakt — Block a,  
F. 3 — Widerstand — Erde;

darauf folgt Stromkreis 11. Mit  $N_s$  wird im Störungsfalle auch der Fahrstraßenverschluß aufgelöst. Die Fahrstraßenverschlüsse behielten die Verschlußwechsel, wodurch die Möglichkeit gegeben war, auch bei einem Versagen des Blockstromkreises augenblicklich mit tatsächlich verschlossenen Weichen und ordnungsmäßiger Bedienung des Schalterwerks zu fahren, für einen zeitweiligen Behelf sicher alles, was verlangt werden kann. Mit dieser Einrichtung blieb das nördliche Stellwerk bis zu seiner Umschaltung teilweise im Betrieb.

Im südlichen Stellwerk fiel mit der Ausschaltung aller Weichen der Grund für die Anwesenheit des einen Bedienungsmannes weg, nachdem der zweite Wärter schon abgezogen worden war, als die Zahl der fernbedienten Weichen den Überblick durch einen Mann zuließ.

Nun wurden die mittlerweile endgültig verlegten Weichen in zwei Aufsichtsbereiche geteilt, für deren richtige Stellung und Sperrung je ein Aufsichtsbediensteter verantwortlich war, dem die entsprechende Zahl von Schlüsselträgern zur Verfügung stand.

Um nun den Umbau der Schalterwerke ohne Störung durchführen zu können, wurde die Schaltung der Ein- und Ausfahrtsignale für unmittelbare Stellung von der Fahrdienstleitung aus geändert. Die dazu nötigen Einrichtungen im Stellwerk brachten wir, soweit es ging, an der Außenseite des Schalterwerkgestells an. Die Schaltung selbst wurde mit farbigen Drähten ausgeführt. Am Befehlswerk blieb für jede Fahrtrichtung nur mehr der Freigabeschalter als Signalschalter und die dazugehörige Haltwertertaste im Betrieb. Der Fahrstraßen-Neutralschieber wurde in der verschobenen Lage festgelegt und dadurch die Fahrtenwähler gesperrt, die Freigabeschalter beweglich erhalten. Alle Signalschalter der Einfahrten auf derselben Bahnhofseite erhielten eine gegenseitige Abhängigkeit mit einem entbehrlichen Gleisschieber, so daß immer nur eine Einfahrt möglich war. Jedem Signal wurde in dem vergrößerten Aufsatz eine Überwachungslampe für rot und weiß zugeordnet. Die Ausfahrtsignale erhielten nur Überwachungslampen für „frei“, um die Schaltung zu vereinfachen, weil alle von den Weichenaufsichtsposten zu sehen waren. Zur Aufrechthaltung des Streckenblockanschlusses wurde die selbsttätige Auslösung des Streckenendblocks für die Einfahrten und des Ausfahrtsmelders für die Ausfahrten beibehalten. Die Isolierschiene für die Einfahrt lag schon von früher her vor der Einfahrtsweiche. Die Rückmeldung durfte erst gegeben werden, wenn die Meldung über die vollständige Einfahrt des Zugs mit Schlußsignal eingetroffen war.

Nachstehend die Schaltung.

#### A. Einfahrten (Abb. 8, Taf. 21).

1. Die Freistellung erfolgt durch Umlegen des Signalschalters (früher Freigabeschalter):

28)  $Si_1-H-a_1-r_1-W_1$  — Isolierschiene — A-Relais — Erde.

Nach Anziehen des A-Relais und Einfallen des Sperrmagneten:

29)  $Si_1-H-a_1-r_1-g_1$  (Sperrmagnet eingefallen) —  $b_1-h_1$  — FM — Erde.

Der Fahrtlichtmagnet überbrückt  $b_1$  und  $h_1$ , die während des Befahrens der Isolierschiene die Stellung wechseln, mit dem Haltekreis:

30)  $r_1-l_1$  — FM.

Durch die Taste H kann das Signal jederzeit auf „halt“ geworfen und wieder auf „frei“ gestellt werden, während der Signalschalter gesperrt bleibt.

#### 2. Auflösung der Fahrt.

Durch die erste Zugsachse wird das A-Relais kurzgeschlossen:

31)  $Si_1-H-a_1-r_1-W_1$  — Isolierschiene — Erde.

Das A-Relais fällt ab, das B-Relais bekommt durch die erste Zugsachse Strom:

32)  $Si_1-B-Relais-l_2-h_2$  — Kontaktstift — Schiene — Erde,

hält sich selbst über:

33)  $Si_1$ —B-Relais— $b_2$ — $r_3$ —Erde

und schaltet den Auslösemagneten als Anzeige der Einfahrten ein:

34)  $Si_1$ —H— $a_1$ — $r_1$ — $g_1$ — $b_1$ — $c_1$ —Auslösemagnet—Erde.

Der Auslösemagnet springt und schaltet sich bei  $c_1$  ab.

Nach Räumung der Isolierschiene zieht das A-Relais wieder an (28), der Streckenendblock erhält Strom:

35)  $Si_2$ — $l_3$ — $h_3$ — $a_3$  (Druckstangenkontakt)— $b_3$ — $a_4$ — $a_5$ —  
—Streckenendblock— $W_3$ —Erde,

schaltet sich selbst ( $a_5$ ) und den Fahrtlichtmagneten ( $a_1$  im Stromkreis 29) ab und den Sperrmagneten ein:

36)  $Si_1$ —H— $a_1$ — $r_2$ —Sperrmagnet—Erde;

der Sperrmagnet setzt den Wecker unter Strom über:

37)  $Si_1$ — $g_2$ — $W_2$ —Wecker—Erde.

Gleichzeitig wird das B-Relais mit Umgehung von  $r_3$  bei  $a_2$  an Erde gelegt.

### 3. Rückstellung und Rückmeldung.

Durch das Zurückstellen des Signalschalters wird Stromkreis 28, 29 und 30 gesperrt, das B-Relais bleibt über  $a_2$  angezogen, die Rückmeldung erfolgt durch Verschließen des Streckenendblocks:

38) Induktor— $r_4$ — $a_3$ — $b_3$ — $a_4$ —Streckenendblock—Blockposten—Rückleitung— $a_6$ —Körper.

Ist der Streckenendblock verschlossen, so fällt das B-Relais ab ( $a_2$ ). Die Rückmeldung kann also nur gegeben werden, wenn das B-Relais vorher angezogen hat, d. h. eine Einfahrt tatsächlich erfolgt ist.

### 4. Signalstromkreise (Abb. 9, Taf. 21).

Für jedes Einfahr- und Vorsignal standen zwei Melde-lampentransformatoren zur Verfügung, s. Abb. 2, Taf. 21. Da wegen der großen Entfernung der Einfahrtssignale eine Anzeige der Halt- und Freistellung unbedingt nötig war, wurden, wie Abb. 9, Taf. 21 zeigt, die Vorsignale ständig auf „Vorsicht“ (grün) geschaltet und die beiden Transformatoren jeder Einfahrt für rot und weiß verwendet. Die Umschaltung von rot auf weiß besorgte der Fahrtlichtmagnet allein, was wir für eine Behelfsanlage als ausreichend erachteten. Es hat auch während der ganzen Dauer dieses Hilfsbetriebs aus diesem Grunde keinen einzigen Anstand gegeben.

Nachstehend die Stromkreise:

#### a) Haltlicht.

39)  $Si_3$ — $l_4$  (wie gezeichnet)— $T_3$ — $T_1$ —Rückleitung.

Von  $T_1$  aus wurde die Überwachungslampe im Aufsatz des Befehlsschalterwerks gespeist. Eine Verlegung des Transformators dorthin war nicht möglich, weil zwischen Stellwerk und Fahrdienstleitung nur Blockkabel zur Verfügung standen.

#### β) Fahrtlicht.

40)  $Si_3$ — $l_4$  (umgeschaltet)— $T_4$ — $T_2$ —Rückleitung.

Die weiße Überwachungslampe blinkte also.

### B. Ausfahrten.

Die Schaltung der alten Anlage war so angeordnet, daß der durch eine Doppeltaste mit dem Ausfahrtmelder verbundene Streckenanfangsblock vor Freigabe der Ausfahrt verschlossen werden mußte, um diesen Verschuß zu erzwingen. Diese Anordnung wurde für die Behelfsanlage aus naheliegenden Gründen beibehalten. Dagegen konnte auf die Sicherung der Fahrstraße bei gestörtem Streckenanfangsblock verzichtet werden, weil alle Weichen mit Schloßern gesperrt waren.

Die Schaltung Abb. 10, Taf. 21 unterscheidet sich von der für die Einfahrten bloß dadurch, daß die Freigabe nur über den verschlossenen Streckenanfangsblock und Ausfahrtmelder möglich ist, weil sonst eine Ausfahrt in den besetzten Blockabschnitt erfolgen könnte, und daß das B-Relais beim Zurückstellen des Signalschalters abfällt, weil die Freigabe der Ausfahrt schon am Blockapparat durch zwei Bedingungen gesichert ist. Auf eine Beschreibung der Schaltvorgänge kann also verzichtet werden.

Die Lichtstromkreise mußten aus folgenden Gründen besonders ausgebildet werden.

Alle Ausfahr- und Vershubsignale waren an verschiedene Spannungsstufen desselben Haupttransformators angeschlossen, die Überwachungslampen mit einem Nebenschluß unmittelbar in den Stromkreis der Signallampen geschaltet. Transformatoren standen also nicht zur Verfügung. Wir benützten daher, Abb. 11, Taf. 21, den Haltlichtmagneten als Stromquelle für die Überwachungslampen (gewöhnliche Taschenbatterielampen zu 4 Volt und 0,4 Ampere) und stellten die Spannung an der Lampe (wegen des Blinkens) mit einem Widerstand auf 2,5 Volt ein, was ausreichend war, um ein auffallendes Blinken zu erzielen. Um das Blockkabel zum Befehlsschalterwerk zu schützen, wenn sich ein Draht am Haltlichtmagneten lösen sollte, wurden in den Stromkreis für die Überwachungslampen Sicherungen zu 0,5 Ampere eingebaut. Der Anker des Haltlichtmagneten mußte in der angezogenen Lage festgelegt werden, weil ihm der Haltestromkreis zur Vereinfachung der Schaltung entzogen war.

Die beschriebene Behelfsanlage war fast ein Jahr im Betriebe, hat störungsfrei gearbeitet und ermöglichte den vollständigen Umbau der Schalterwerke. Nach Fertigstellung der neuen Anlage wurde die Nord- und die Südseite je für sich auf kurze Zeit außer Betrieb gesetzt, wobei mit Handsignalen und fernmündlicher Rückmeldung gefahren und die vorbereitete Schaltung angeschlossen wurde.

## Afrikanische Verkehrsfragen.

Auf dem 1. Internationalen Verkehrskongreß, der Ende 1931 in Paris unter Beteiligung von England, Frankreich, Belgien, Italien, Holland und Portugal stattfand, wurden Verkehrsfragen der Kolonien und zwar besonders Afrikas behandelt, geordnet nach Eisenbahnen, Kraftwagen, Luftverkehr, Flußschiffahrt, Zusammenwirken der Verkehrsanlagen, Brennstoffe für motorische Fahrzeuge. Infolge der gegenwärtigen wirtschaftlichen Schwierigkeiten kommt der Kolonisierung erhöhte Bedeutung zu; kolonisieren aber heißt in erster Linie Verkehrsgelegenheiten schaffen. Die damit verknüpften Maßnahmen sind über den eigentlichen Wirkungsbereich hinaus von Interesse, da für sie Rücksichten, wie in den alten Kulturländern auf bestehende Verkehrseinrichtungen, Gewohnheiten und Vorurteile des Publikums u. a. fast nicht zu nehmen sind.

Während im Jahre 1900 die afrikanischen Bahnen eine Gesamtlänge von 16000 km, 1915 von 49000 km aufwiesen, beträgt ihre heutige Länge 67000 km. Afrika steht heute da, wo Europa etwa im Jahre 1865 stand, als die Bahnnetze der einzelnen Länder miteinander verbunden wurden. Während aber in Europa die Spurweite schon sehr weitgehend einheitlich war, begegnen wir in Afrika sechs verschiedenen Spurweiten von 0,6 bis 1,44 m, deren vorwiegende 1 m (15000 km) und 1,067 m (34000 km) sind. Der Unterschied von 67 mm ist zu gering, um die Verlegung einer dritten Schiene zu gestatten, sondern er legt eher, wo nötig, die Verwendung von Fahrzeugen mit veränderlicher Spurweite nahe. Vorläufig allerdings fehlt vielfach eine Notwendigkeit, die einzelnen Netze miteinander zu verbinden, da es auf lange Sicht Aufgabe der afrikanischen Bahnen bleiben wird, die Rohstoffe des

Erdeils nur auf kürzestem Weg an die Küste zu verfrachten. Für eine industrielle Entwicklung sind nur in Südafrika Ansätze erkennbar und auch von dort ist die Ausfuhr der Industrieerzeugnisse auf dem Seeweg viel billiger. Für den Verkehr quer durch Afrika, der sich auf eine lange Reihe von Jahren auf Personen, Post, Gepäck und besonders hochwertige Waren beschränken wird, hat auch das Flugzeug Anwartschaft. Von der Kap-Kairobahn war bemerkenswerter Weise auf dem Kongreß nicht die Rede.

Die afrikanischen Bahnen kann man in fünf Gruppen einteilen (Abb. 1): Der Nordwesten mit Marokko, Algerien und Tunis, der Nordosten mit Tripolitaniern, Ägypten und dem Sudan, die westliche englisch-französische Gruppe mit Stichbahnen von der Küste ins Innere von Senegal bis Kamerun, die östliche Gruppe der Kenia-, Uganda-, Usambara- und Tanganjika-Bahn, endlich die größte, die südliche Gruppe,

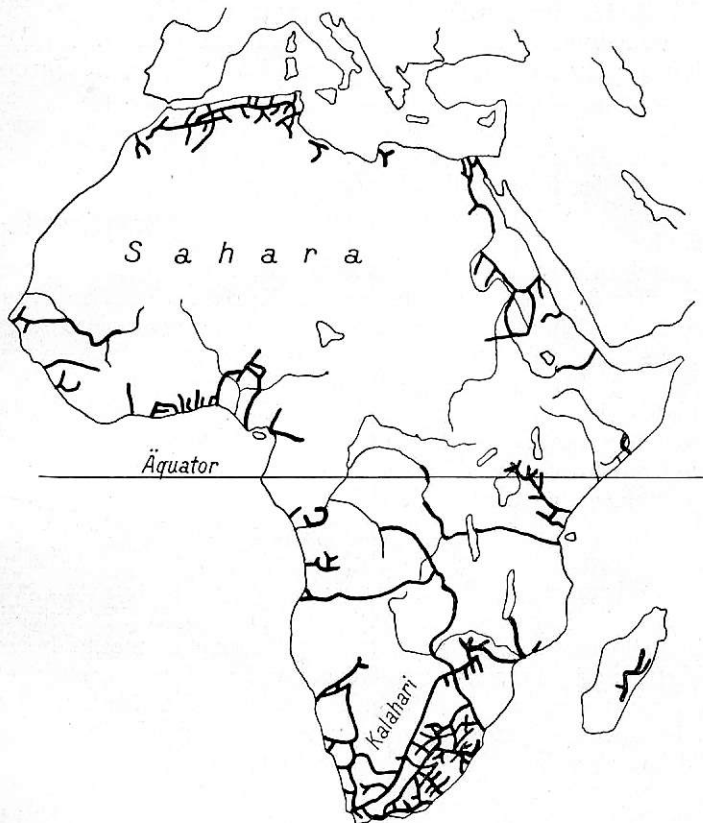


Abb. 1. Afrikanisches Eisenbahnnetz.

welche die Südafrikanische Union, die beiden Rhodesien, Portugiesisch Ostafrika, das ehemalige Deutsch-Süd-West und den Kongostaat umfaßt. Die ungleiche Verteilung der Bahnen ist durch geographische Hindernisse, wie die Wüsten Sahara und Kalahari, und geringe Bevölkerungsdichte zu erklären. Nur die Täler des Nil und des Niger, der Bereich der großen Seen und ein Teil Südafrikas sind dichter besiedelt. Reiche Bergwerksdistrikte, wie die Diamantenfelder von Kimberley, das Gold des Rand und Rhodesiens, die Kohle von Wankie, das Zink von Broken Hill und besonders das Kupfer von Mkubua und Katanga reizten früh zum Bahnbau.

Im Kongostaat lag zunächst die Aufgabe vor, die nicht schiffbaren Stellen des Kongo mittels Bahnen zu umgehen, um die Flußschiffahrt ausdehnen zu können. Damals entstanden die Strecken Matadi-Kinshasa (1898), Stanleyville—Ponthierville (1907), Kindu—Kongolo (1911) und Bukama—Sakania (1918), die eine Verbindung Rhodesiens mit dem Atlantik herstellten. In zweiter Linie verlangte das wirtschaftliche Interesse der Kolonie die Verbindung der Kupfererzlager von Katanga mit dem Meere. In diese Zeit fällt der

Bau der Bahn Kabalo—Albertville (1913), die östlich des Tanganjika durch die deutsche Bahn Kigoma-Dar es Salaam (1914) fortgesetzt wurde. Nach dem Weltkrieg eröffnete die Strecke Bukama—Port Francqui (1928) im Zusammenhang mit der Schifffahrt auf dem Kasai und dem Kongo dem Katanga-becken einen Weg nach dem Atlantischen Ozean und die Strecke Tenke—Dilolo (1931) einen weiteren nach Benguela in Portugiesisch Angola. Die Spurweite wird einheitlich auf 600 mm für die Nebenbahnen und 1067 mm für die Hauptbahnen gebracht. Die Transportwege der hauptsächlichsten Güter sind im Kongostaat sehr lang, nämlich etwa 1100 km für Palmöl, 1600 km für Kautschuk, 2100 km für Kaffee, 2700 km für Kupfer. Die Transportgeschwindigkeit mußte deshalb mit allen Mitteln erhöht werden und durch enge Zusammenarbeit ist es möglich geworden, die Entfernung Katanga—Antwerpen in 2 Monaten zu bewältigen gegen 3 bis 4 Monate vordem. Eine wöchentliche Konferenz in Stanley Pool regelt den Verkehr, während die 1923 errichtete Studienkommission für die Transporte im Kongostaat die rasche Anpassung der einzelnen Verkehrseinrichtungen an die Anforderungen überwacht und der 1926 eingesetzte Permanente Ausschuß für Zusammenarbeit im Transportwesen des Kongostaates dafür sorgt, daß die einzelnen Unternehmen Hand in Hand arbeiten, ohne daß der Absender der Ware sich darum zu kümmern hat.

Einen schlagenden Beweis für die erfolgreiche Aufschließung einer Kolonie durch den Verkehr gab der Referent für die Goldküste. Im Jahre 1900 noch ohne Hafen, Eisenbahnen und Straßen, angewiesen auf den Gütertransport durch eingeborene Träger, weil die Tse-Tse-Fliege die Verwendung von Saumtieren größtenteils verbot, betrug die Ausfuhr an Kakao 500 t, dagegen 1930 bei drei Häfen, 820 km Bahnen und über 10000 km von Kraftwagen befahrbarer Straßen 230000 t. Trotzdem sind auch an der Goldküste noch viele Verkehrsaufgaben zu bewältigen.

Von den vier italienischen Kolonien besitzen Tripolis 237 km, die Cyrenaika 170 km, Eryträa 310 km und Somaliland 114 km, zusammen 831 km Bahnen; 850 km Projekte schweben noch. Die längste Strecke (310 km) ist jene von Massaua über Asmara nach Argodat, die noch um 150 km bis an die Grenze Abessyniens verlängert werden soll. Die geplanten Bahnen genügen nur den dringendsten Bedürfnissen.

Infolge der geringen Verkehrsdichte auf den meisten afrikanischen Bahnen wird die Einführung von Triebwagen empfohlen. Der elektrische Verkehr allerdings muß auf wenige Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Der Schienenkraftwagen auf Luftreifen besitzt dank der guten Haftung der Gummireifen auf den Schienen entschiedene Vorteile, wie hohe mittlere Fahrgeschwindigkeit, Zulässigkeit höherer Streckensteigungen, außerdem bessere Dämpfung der Stöße, aber da der Achsdruck wegen des im Verhältnis zur Reifenbreite schmalen Schienenkopfes nur etwa 1500 kg betragen darf, so dürfte sich dieses Verkehrsmittel nur für den Personenverkehr und für sehr schwachen Güterverkehr eignen. Über die Einwirkung der in den Tropen sehr heiß werdenden Schienen auf den Gummi sind noch Erfahrungen zu sammeln. Der Dieselmotor ist berufen, im Betrieb der Kolonialbahnen umstürzend zu wirken, nachdem es erwiesen ist, daß in ihm pflanzliche Öle, wie Palmöl, Rizinusöl, Kesamöl und Baumwollsaamenöl, die in den Tropen im Überfluß erzeugt werden können, verbrannt werden können. Im Wagenbau kann Stahl gewählt werden, wenn die starke Hitzeeinstrahlung durch mehrere Isolierschichten gemildert wird.

Bei der Besprechung des Kraftverkehrs auf den Landstraßen wurde zum Ausdruck gebracht, daß die Staaten auf jegliche Besteuerung des Verkehrs verzichten müßten, da es

unmöglich sei, die einzelnen Verkehrsarten gleichmäßig zu belasten. Wo dennoch Steuern erhoben werden, müssen sie der Vervollkommnung der Verkehrseinrichtungen zugute kommen. Etwas auseinander gingen die Ansichten, ob die Regierungen die großen, in den Bahnen steckenden Summen vor Entwertung bewahren sollen. Südafrika, wo 140 Millionen Pfund in Bahnen und Häfen angelegt sind, steht auf dem Standpunkt, daß diese Kapitalien unbedingt gegen jeglichen Wettbewerb seitens anderer Verkehrseinrichtungen zu schützen seien. Anderwärts z. B. in den Vereinigten Staaten wird ungeachtet des bereits Bestehenden jede neue Verkehrsart gefördert und unterstützt, statt sie einzuschränken und zu behindern. Dies ist auch die Forderung des Kongresses. Es ist jedoch zu beachten, daß in den Vereinigten Staaten Tausende von km Landstraßen ohne öffentliche Gelder gebaut wurden, lediglich aus Mitteln, die der Kraftverkehr selbst aufgebracht hat oder die infolge Wertsteigerung der von den Straßen berührten Ländereien flüssig gemacht werden konnten und daß drüben auch die Bahnen ohne Beanspruchung von Steuergeldern entstanden sind.

Das Straßennetz ist in einzelnen afrikanischen Kolonien verhältnismäßig gut entwickelt; so besitzen Algerien 36 600 km, Tunis 10 500 km, Französisch Westafrika 56 000 km, das ehemalige Deutsch-Ostafrika 13 000 km, Kamerun 5 800 km, Togo 3 500 km Landstraßen. Auch im mittleren und nördlichen Kongostaat ist ein planmäßiges Straßennetz entstanden. Dies alles sind aber bis auf wenige Ausnahmen keine befestigten Straßen in unserem Sinn, sondern Wege, die je nach der Gunst der Jahreszeit mehr oder minder befahrbar sind. Die Durchquerung der Sahara erfolgt nunmehr nach Versuchen, die bis ins Jahr 1915 zurückreichen, in regelmäßigem Dienst. Die Allgemeine Transsahara-Gesellschaft hat Kraftwagen mit Schlafgelegenheit in Betrieb genommen, welche die 3 000 km lange Strecke von Algerien nach Niamey in 7 Tagen zurücklegen.

Die bestehenden Luftverbindungen sind noch auf staatliche Unterstützung angewiesen. Ein regelmäßiger Luftverkehr wird unterhalten zwischen Kapstadt und Port Elisabeth sowie Durban und Johannesburg (die Verlängerung über Kimberley nach Windhuk ist geplant), ferner zwischen Salisbury und Bulowayo mit beabsichtigter Verlängerung nach Nyassaland, von Leopoldville über Port Francqui und Tschilongo nach Elisabethville, von Leopoldville über Coquilathville nach Stanleyville; ferner vermitteln Wasserflugzeuge den Verkehr von Nigeria über die Goldküste, Sierra Leone nach Gambia mit Anschluß über Dakar nach Tolosa. Von London wird regelmäßig über Kairo nach Kenia geflogen. In Vorbereitung sind Flugverbindungen von London nach Johannesburg (10 Tage) und von Brüssel bzw. Paris nach Leopoldville. Im Luftverkehr tut internationale Zusammenarbeit besonders not, auch hinsichtlich der so wichtigen meteorologischen Aufklärung.

Beim Kapitel Flußschifffahrt wurden besonders eingehend die Verhältnisse im Kongostaat besprochen. Der Kongo und seine Nebenflüsse Kasai und Lualaba bieten der Schifffahrt die besten Möglichkeiten, wenn auch bedeutende natürliche Hindernisse zu überwinden waren und noch sind. In seinem Bereich verkehren 208 Dampfer mit zusammen rund 19 000 t und 517 Schleppkähne mit zusammen rund 59 000 t. Das Kongo-Lualaba-System weist allein 2 676 km schiffbare Länge auf, das ganze Kongobecken aber mehr als 12 000 km, welche Strecke durch Flußberichtigungen noch um 50% vergrößert werden könnte. Der untere Niger und seine Nebenflüsse werden auf 1725 km Länge befahren unter im allgemeinen schwierigen

Verhältnissen. Der Senegal bietet der Flußschifffahrt auf dem Niger bei gutem Wasserstand Zutritt bis auf 924 km, in der Trockenzeit noch bis auf 460 km.

Der Hauptzweck des Verkehrskongresses war, Richtlinien für eine interkoloniale Zusammenarbeit der verschiedenen Verkehrseinrichtungen vorzubereiten. Diese soll sich zunächst erstrecken auf die Vereinheitlichung der Spurweiten und gewisser wesentlicher Teile des Oberbaues und der Fahrzeuge, Vereinbarungen über Einteilung und Ausrüstung der Häfen, der befahrbaren Flüsse und der Landstraßen, gemeinsamer Betrieb von Luftlinien usw. Von den technischen Aufgaben der näheren Zukunft wurden genannt: Einführung eines einheitlichen Behälterverkehrs um den Übergang von Waren auf Netzen verschiedener Spurweiten oder von einem Transportmittel auf das andere zu ermöglichen; Verwendung von Fährschiffen, sofern nur irgend möglich; allgemeine Einführung der Schienentriebwagen, die in einigen Kolonien bereits eine Umschichtung des Verkehrs herbeizuführen scheinen. Der französische Berichterstatter sprach sich insbesondere für den Schienenkraftwagen auf Luftreifen aus, wobei er auf das Vorgehen der London, Midland and Scottish-Bahn hinwies, welche Kraftwagen in Dienst stellte, die sowohl auf Schienen wie auf der Landstraße laufen. Als weitere Aufgaben wurden erwähnt: Anlage von Autostraßen zu den Flugplätzen, Verbindung der Land- und Wasserverkehrswege, Regelung des Unterkunftswesens. Die Zusammenarbeit zwischen Bahn und Landstraße erfolgt am besten so, daß die Bahnen die Errichtung eines die Eisenbahn ergänzenden Kraftwagenverkehrs selbst in die Hand nehmen. Die Regierungen haben dafür zu sorgen, daß einer Bahnkonzession kein schädlicher Wettbewerb auf der Landstraße entsteht, indem die Tarife überwacht und für den Straßenverkehr mindestens so hoch festgesetzt werden, daß die Straße aus eigenen Einnahmen unterhalten und abgeschrieben werden kann.

In den Kolonien ist der Boden für eine gedeihliche Zusammenarbeit von Eisenbahn und Kraftwagen günstiger als in Europa, wo der Ausbau eines engen Bahnnetzes ganz bestimmte Interessen fest verankert hat. In Afrika sind die Bahnen fast gleichzeitig mit der Entwicklung der mechanischen Verkehrsmittel der Landstraße entstanden. Nur in den Mittelmeergegenden und in Südafrika zeigen sich ähnliche Erscheinungen störenden Wettbewerbs wie bei uns. Im tropischen Afrika aber ist das Auto der Schrittmacher des Verkehrs; erst wenn dieser die Leistungsfähigkeit des Kraftwagens zu übersteigen beginnt, setzt der Bahnbau ein und der Kraftwagen sucht sich ein neues Arbeitsfeld. Die oft nur sehr primitiven Straßen bilden das Kapillarnetz des Verkehrs, dessen Schlagadern die Bahnen und Flüsse sind. So geht z. B. die Zusammenarbeit von Landstraße und Eisenbahn in den italienischen Kolonien Eryträa und Somaliland leicht und reibungslos vor sich, während in Tripolitanien und in der Cryenaika die Regierung eingreifen mußte.

Was das überseeische Ausland und damit zum großen Teil die Kolonien für Europa bedeuten, wird durch das Ansteigen des Verkehrs durch den Suezkanal treffend beleuchtet: Noch 1880 betrug die den Kanal kreuzende Fracht 3,057 Millionen Tonnen, 1930 dagegen 31,668 Millionen Tonnen; von letzteren kamen 9,434 von Europa, 19,077 gingen nach Europa.

Naturgemäß konnte die erste koloniale Verkehrstagung nur einen kleinen Teil der kolonialen Verkehrsfragen und diesen nur unvollständig behandeln. Die Weiterarbeit wurde jedoch allseits als vordringliche Aufgabe der Weltwirtschaft bezeichnet.

Riv. tecn. Ferr. ital., Juli/August 1932.

Schn.

# Rundschau.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Versuche über die Seitensteifigkeit des Gleises.

Bei der französischen Orleansbahn wurden Versuche angestellt, die die Frage der Widerstandsfähigkeit des Gleises gegen seitliche Beanspruchungen klären sollten und zwar sollte unterschieden werden zwischen den Wirkungen von Kräften, die beim Anlaufen einer Achse an der Schiene mit ihrem Angriffspunkt eine Strecke wandern und plötzlichen Stößen, die nur in einer Strecke von wenigen cm ganz kurz einwirken.

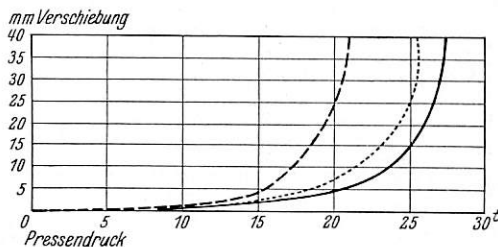


Abb. 1.

- Sandbettung.
- ..... Schotterbettung.
- Kiesbettung.

Zu diesem Zweck wurden zunächst Gleise aus 46 kg/m-Schienen mit 29 Holzschwellen auf den 16 1/2 m langen Stoß in verschiedener Bettung unter verschiedener Belastung mit hydraulischen Pressen verschoben. Die Presse war an dem Kopf derjenigen Schwelle angesetzt, auf der die belastende Achse stand. Die gemessenen Verschiebungen wurden in Abhängigkeit vom Pressendruck aufgetragen. Wenn man den Druck wieder auf 0 sinken ließ, so ging die Verschiebung ziemlich regelmäßig auf 2/3 und nach Beseitigung der Belastung auf 1/3 ihres Wertes zurück. Die folgenden Schaubilder sind Mittellinien aus zahlreichen Beobachtungen, die teilweise um mehr als 25% schwankten.

Abb. 1 zeigt die Verschiebung einer Schwelle, die mit einer der beiden Achsen eines Drehgestelles von 2 x 19 t Gewicht belastet war, in Sand-, Schotter- und Kiesbettung.

Wie dabei der Unterhaltungszustand des Gleises in Erscheinung tritt, zeigt Abb. 2.

Abb. 3 zeigt wie stark der Einfluß der Belastung des Gleises selbst ist.

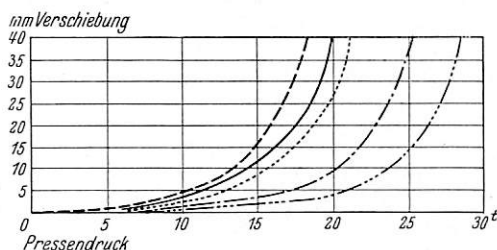


Abb. 2.

- Am Tage vor dem Versuch erneuerte Bettung.
- Frisch gestopftes Gleis.
- ..... Maschinell frisch gestopftes Gleis.
- Acht Tage vorher gestopftes Gleis.
- ..... Alte Bettung.

Um das Fortschreiten der Kraft der anlaufenden Achse über etwa 3 bis 4 m längs des Gleises nachzuahmen, wurden zwei Fahrzeuge auf den Gleisen einer Doppelbahn nebeneinander bewegt; sie konnten mit einer Spannvorrichtung, deren Kraft man messen konnte, gegeneinander verspannt werden.

Diese Versuche bewiesen noch mehr als die obigen das Vorhandensein eines „kritischen Wertes“ (scharfe Krümmungsänderung in den Schaulinien). Dieser kritische Wert, bei dem das Gleis etwa um 1,5 cm ausweicht ohne nach Wegnahme des Fahrzeugs wieder in die Ruhelage zurückzukehren, schwankt ebenfalls wie die bei dem ersten Versuch gefundenen Verschiebungen mit der Bettungsart und der Belastung, doch hat sich ergeben, daß

er stets etwa dem Druck entspricht, der bei den Versuchen mit der Presse eine Verschiebung von 4 mm hervorruft. Wie dabei auch der Unterhaltungszustand sein mag, geht dieser kritische Wert bei Sandbettung nicht unter 10 t und bei Schotter- oder Kiesbettung nicht unter 15 t herunter.

Die Versuche über die Wirkung von Schlägen wurden mittels eines Auslegerkranes durchgeführt, an dessen Trageisil ein Schlaggewicht so befestigt war, daß es in einer Grube neben dem Gleis

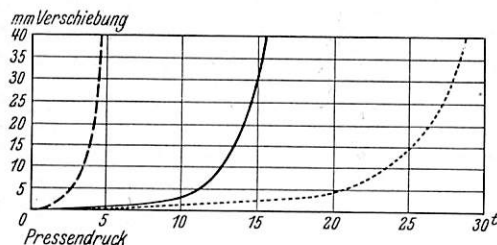


Abb. 3.

- Unbelastetes Gleis.
- Gleis belastet mit einer Achse von 10 t.
- ..... Gleis belastet mit einer Achse von 19 t.

quer zu diesem schwingen konnte und in der Ruhelage den Schwellenkopf leicht berührte. Die Versuche zeigten, daß innerhalb gewisser Grenzen die erzielte Verschiebung nur abhängt von dem Produkt aus Zahl der Schläge x Gewicht x Fallhöhe. Ferner war stets zu beobachten, daß das Gleis während des Schlages zunächst elastisch auf das doppelte Maß der endgültigen Verschiebung ausweicht. Dabei fand auch ein Weggleiten unter dem belastenden Fahrzeug statt, das infolge der Trägheit seine Lage beibehält. Wird das Fahrzeug entfernt, so geht die Verschiebung auf die Hälfte des Wertes zurück, den die Schaulinien der Abb. 4 zeigen.

Sämtliche Versuche wurden zur Ausschaltung der Elastizität des Gestänges an Gleisstücken von einigen Metern wiederholt, wobei sich der gleiche Verlauf der Schaulinien mit etwa doppelt so großen Verschiebungen ergab.

Bei den Versuchen konnte stets beobachtet und durch Eingießen von Gips in die Hohlräume deutlich sichtbar gemacht werden, daß die Verschiebung in der Hauptsache durch Gleiten

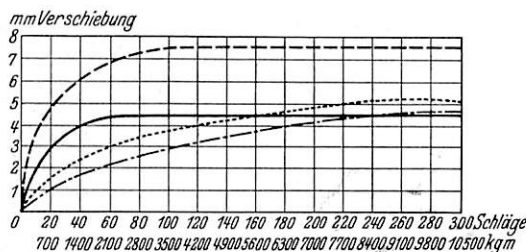


Abb. 4.

- Frisch gestopftes Gleis.
- Maschinell frisch gestopftes Gleis.
- ..... Gleis mit alter Kiesbettung.
- Gleis mit alter Schotterbettung.

der Schwelle auf der Bettung geschieht. Nur eine kleine Schicht der Bettung wandert mit; die dabei entstehende Umlagerung des Schotters dürfte der Grund für die aus Abb. 4 zu ersiehende Zunahme des Bettungswiderstandes sein, der von einem gewissen Punkt ab eine Zunahme der Verschiebungen verhindert.

Zwischen den Versuchsanordnungen und der Wirklichkeit bestehen noch Unterschiede, über deren Einfluß man sich Rechenschaft geben muß.

1. Bei den Versuchen waren die Achslasten auf beide Räder gleichmäßig verteilt, während sie sich im Betriebe infolge der Stöße sehr ungleichmäßig verteilen können.

Versuche haben gezeigt, daß dieser Unterschied ohne größere Bedeutung ist.

2. Bei den Stoßversuchen glitt die Schiene unter dem Fahrzeug weg, während im Betriebe das Fahrzeug, das ja den Stoß verursacht, mitgeht. Die beim Gleiten zwischen Rad und Schiene entstehende Reibung vermindert den Ausschlag, doch vermindert sie auch das elastische Zurückgehen, so daß der restliche Unterschied nicht mehr groß ist.

Die Einwirkung einer kurzzeitigen Entlastung der angreifenden Achsen infolge von Unregelmäßigkeiten in der Höhenlage des Gleises ist bei seitlichem Anlaufen infolge ihrer verhältnismäßig unbedeutenden Dauer gegen die Zeit der Kraftwirkung belanglos; bei Seitenstößen wird sie auf Grund von Betriebsversuchen als ebenfalls belanglos hingenommen.

Den Schlußfolgerungen, daß Gefahren bei den üblichen Gleis- und Bettungsausführungen nicht auftreten können, läßt sich nicht so ohne weiteres beipflichten. Schon die Annahmen, daß die bei Schlingerbewegungen auftretende Energie höchstens 200 mkg beträgt und nur  $\frac{1}{5}$  davon auf die Schiene wirkt, ist so überschlägig und daher unsicher, so daß die daran geknüpften Folgerungen nicht unbedingt beweiskräftig sind. Noch mehr gilt dies aber für die Behauptung, es sei die Verschiebung durch eine fortschreitende Kraft größer als durch eine ruhende. In diesem Schluß liegt ein Fehler auf dem Gebiet der Mechanik. Es kommt nämlich beim Fortbewegen der Wagen zu der gemessenen Seitenkraft noch eine zwar anteilmäßig kleine, aber der Zahl nach doch nennenswerte Komponente der Zugkraft, so daß sowohl die Kraft als auch natürlich die Verschiebung größer ist als bei ruhender Kraft.

Immerhin haben die Versuche wertvolle Zahlen geliefert, so daß ihnen eine gewisse Beachtung zukommt. Dr. S.—Sp.

### Die Lüftung von Untergrundbahntunneln.

Im Zusammenhang mit der Erweiterung des Londoner Untergrundbahnnetzes sind Verbesserungen an der Lüftung der Tunneln und eine Reihe von Untersuchungen über die Luftverhältnisse durchgeführt worden, die Beachtung verdienen. Naturgemäß sind die Lüftungsbedingungen bei den elektrisch betriebenen Untergrundbahnstrecken wesentlich andere, als bei einem dem Kraftfahrzeugverkehr dienenden Tunnel, weil keine Luftverschlechterung durch Abgase von Verbrennungsmotoren und vor allem keine nennenswerte Kohlenoxydbildung vorkommt. Im Gegenteil hat sich gezeigt, daß die große Lufttrockenheit in den

Untergrundbahntunneln und vielleicht auch eine geringe Ozonbildung durch die elektrischen Einrichtungen einen sehr günstigen Einfluß auf den Gesundheitszustand der dauernd in den Tunneln beschäftigten Bediensteten hatte, die allgemeinen Epidemien in sehr viel geringerem Maße unterliegen als die über Tage Beschäftigten. Zur Luftverschlechterung in den Untergrundbahntunneln trägt vor allem bei der große Staubanfall durch die Bettungstoffe und vor allem durch den Bremsklotzverschleiß, der bei den bisher vorwiegend üblichen gußeisernen Bremsklötzen viele Tonnen Eisen im Jahre auf den Kilometer Tunnelänge beträgt. Günstiger sind in dieser Beziehung die neueren Bremsbauarten, Trommelbremsen mit nichtmetallischen Bremsbändern, und andere. Daneben wird durch die Verlustwärme der elektrischen Zugförderung und durch die vernichtete lebendige Kraft des Zuges ständig dem Tunnel eine große Wärmemenge zugeführt, die laufend durch die Lüftung beseitigt werden muß. In den tief liegenden Londoner Röhrenbahnen, den „tubes“, die zunächst keinerlei Lüftungsanlagen erhielten, zeigte sich in den ersten Jahren eine ständig ansteigende Temperatur, die im Winter zwar zu sehr angenehmen, im Sommer aber bald zu untragbaren Wärmegraden zu führen drohte, so daß zunächst große Ventilatoren an den Tunnelenden eingebaut wurden, die während der Betriebspausen nachts die Tunnel durchlüfteten. Die Unkosten wurden beträchtlich. Bei den neueren Untergrundbahnstrecken wurden daher besondere Lüftungseinrichtungen geschaffen, bei denen nach ungünstigen Nebenerscheinungen des Drucksystems — kalte Zugluft — nunmehr das Saugsystem bevorzugt wird. Die zur Entfernung des Aushubs beim Bau dienenden Schächte wurden zum großen Teil als Lüftungsschächte beibehalten. Außerdem sind auf den Bahnhöfen besondere Lufteinlässe vorgesehen, die Frischluft durch ein Rohrverteilungssystem den einzelnen Bahnsteigen zuführen, wo die Frischluft durch Lüftungsklappen etwa in Kopfhöhe an verschiedenen Stellen über die Bahnsteiglänge verteilt austritt. Die Gesamtleistung der Ventilatoren der Londoner Untergrundbahnen beträgt über 60 000 m<sup>3</sup>/min. Die Vermeidung von Geräuschbelästigung durch die großen Ventilatoranlagen in den dicht bebauten Stadtgebieten erforderte schwierige Schutzmaßnahmen. Die Rolltreppen, Wasch- und gewerblichen Räume auf den einzelnen Bahnhöfen haben besondere leistungsfähige Lüftungsanlagen erhalten. So ist es gelungen, auch in den Röhrenbahnen befriedigende Luftverhältnisse zu schaffen. G—r.

## Elektrische Bahnen.

### Elektrisierung der Fernbahn Augsburg—Stuttgart und der Stuttgarter Vorortlinien.

Mit der Eröffnung des elektrischen Betriebes auf dem Abschnitt Ulm a. D.—Stuttgart der Fernbahn Augsburg—Stuttgart am 5. Mai 1933 fand die Elektrisierung eines weiteren Teilstücks der südwestdeutschen Ost-Westlinie Salzburg—München—Stuttgart—Karlsruhe ihren Abschluß (Abb. 1).

Nach der Beschlußfassung über die Ausführung dieser Elektrisierung durch den Verwaltungsrat der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft im April 1931 wurden die technischen Vorarbeiten durch die hierfür besonders eingesetzte „Oberste Bauleitung für die Elektrisierung Augsburg—Stuttgart“ eingeleitet. Sie wurden auch über die für die Finanzierung des gesamten Bauvorhabens äußerst schwierige Zeit des Jahres 1931 fortgeführt, so daß nach Überwindung der geldlichen Schwierigkeiten im Frühjahr 1932 mit dem Bau der elektrischen Starkstromanlagen an vielen Stellen gleichzeitig begonnen werden konnte. Schon im Sommer 1931 war auch mit der Verkabelung der Fernmeldeleitungen und mit den sonstigen Arbeiten an Gleisen und Bauwerken zur Freimachung des für die Fahrleitungsanlagen erforderlichen Lichtraums begonnen worden, so daß diese Arbeiten mit dem Beginn des Fahrleitungsbaues im Frühjahr 1932 schon zum großen Teil beendet waren. Dank der zielbewußten Zusammenarbeit der Auftraggeberin und der beteiligten Unternehmer und begünstigt durch den milden und trockenen Winter 1932/33 konnten die Arbeiten beschleunigt durchgeführt werden, so daß am 1. Mai 1933 insgesamt 221,0 km zweigleisiger Strecke mit einer Reihe großer Bahnhöfe mit den für den elektrischen Zugbetrieb erforderlichen Anlagen ausgerüstet und die für die Stromversorgung und -verteilung nötigen Anlagen ebenfalls betriebsfertig waren.

Die neu elektrisierten Strecken schließen sich in Augsburg an das schon mehrere Jahre im elektrischen Betrieb befindliche Netz der Reichsbahndirektionen Augsburg und München an. Sie werden deshalb auch vorwiegend durch die dort vorhandenen Stromerzeugungsanlagen des Walchenseewerks und der mittleren Isar A.-G. mit Bahnstrom versorgt. Dieser wird über eine neu gebaute 110 kV-Fernleitung vom Bahnunterwerk Pasing aus den neuen Unterwerken in Neu-Ulm und Plochingen zugeführt. Das Unterwerk Plochingen steht außerdem über eine weitere 110 kV-Fernleitung mit dem Stadt. Elektrizitätswerk Stuttgart in Münster a. N. in Verbindung, wo zur Stromlieferung für den elektrischen Betrieb der Stuttgarter Vorortlinien und zur Sicherstellung der Stromversorgung der Fernbahn Ulm—Stuttgart ein Bahnstromerzeuger von 8500 kVA Dauerleistung, kurzzeitig überlastbar bis 13600 kVA aufgestellt wurde.

Die 110 kV-Bahnstromfernleitung Pasing—Münster hat eine Gesamtlänge von rund 209 km. Die Strecke Pasing—Plochingen ist mit vier Kupferseilen von 120 mm<sup>2</sup> in einebeniger Anordnung der Leiter (Abb. 2) ausgebaut. Die beiden Leiterseile der einen Schleife sind an siebengliedrigen Ketten aus Kappenisolatoren der Bauart K 4 aufgehängt. Die andere Schleife ist mit dreigliedrigen Ketten aus Vollkernisolatoren der Bauart MKOa ausgerüstet, um Erfahrungen über die Bewährung dieser Isolatorbauart zu gewinnen. Das nur rund 20 km lange Leitungsstück Plochingen—Münster ist vorläufig mit nur zwei Leiterseilen belegt. Obwohl die Regelbauart der 110 kV-Fernleitungen der DRG noch über die neuesten Bestimmungen des VDE hinausgehende Sicherheiten in elektrischer und mechanischer Hinsicht bietet, wurde das über das Rauhreifgebiet der Schwäbischen Alb führende Teilstück dieser Leitung einmal durch Verringerung des regelmäßigen Maßstababstandes von 250 m auf rund 200 m und weiterhin durch An-



bringung von schwenkbaren Traversen gegen die aus möglicher Rauhreifbelastung der Leiterseile drohenden Gefahren besonders gesichert. In dem Leitungsabschnitt von Pasing bis zum westlichen Albstieg bei Geislingen a. d. Steige fanden aus denselben Gründen auch verdrehungsfreie Leiterseile Verwendung.

Die beiden neuen Umspannwerke in Plochingen und Neu-Ulm sind mit je drei Umspannern von 5000 kVA Dauerleistung, kurzzeitig bis 10000 kVA überlastbar, zur Umspannung der mit 110 kV ankommenden Bahnstromenergie auf die Fahrleitungs-spannung von 15 kV ausgestattet. Beide Unterwerke sind bis auf geringfügige Teile nach denselben Grundsätzen und in derselben Anordnung aufgebaut worden. Die Hochspannungsanlagen für 110 kV und für 15 kV sind in Freiluftbauweise ausgeführt und können von der Schaltwarte aus leicht und zuverlässig überblickt werden. Alle Ölschalter sowie die wichtigeren und häufig zu bedienenden Trennschalter der 15 kV-Anlage haben Fernbetätigung von der Warte aus erhalten. Die Stellung sämtlicher, auch der von Hand zu bedienenden Trennschalter ist auf den Schalttafeln durch Glühlampen erkennbar gemacht. Die Hauptumspanner haben Luftkühlung durch an den Ölkessel angeschweißte Kühltaschen. Durch motorische Umwälzung des Öls und durch Anblasen der Kühltaschen mittels Motorlüftern kann bei warmer Witterung oder hoher Belastung die Kühlwirkung außerordentlich verstärkt werden.

Die Fahrleitungen wurden in der Einheitsbauart der DRG ausgeführt. Insgesamt waren mit Fahrleitung 721 km Gleise auszurüsten, von denen nur 270 km auf Strecken mit Auslegermasten, der Rest aber auf Bahnhöfe und drei- bis sechsgleisige Strecken mit Aufhängung der Fahrleitungen an Quertragsseilen entfallen. Im besonderen sind im Bezirk der Reichsbahndirektion Stuttgart eine Reihe besonders großer Bahnhöfe wie Stuttgart mit 62,8 km, Ulm a. D. mit 46,1 km, Stuttgart-Untertürkheim mit 29,1 km, Plochingen mit 26,3 km und Kornwestheim mit 23,4 km befahrbarer Fahrleitungen ausgerüstet worden. Die im Bezirk der Reichsbahndirektion Stuttgart zahlreich vorhandenen niedrigen Überbauten, Gleisunterführungen und Tunnel stellten die Erbauer der Fahrleitungen vor eine Reihe schwieriger Aufgaben, zu deren Lösung verschiedene neue Sonderbauarten der Fahrdrähtaufhängung entwickelt werden mußten. In den Tunneln sowie über einem Teil der Stuttgarter und Ulmer Gleisanlagen, wo noch für lange Zeit mit sehr starkem Verkehr von Dampfzügen gerechnet werden muß, wurde versuchsweise doppelte Isolation angewendet.

Die neuen Fahrleitungsabschnitte werden durch die Unterwerke Pasing, Neu-Ulm und Plochingen über eine große Zahl im allgemeinen voneinander getrennter Speiseweige unter Spannung gehalten. Der Abstand zwischen den Unterwerken Pasing und Neu-Ulm ist mit — längs der Bahnlinie gemessen — rund 130 km die größte bis jetzt im elektrischen Bahnbetrieb vorkommende Unterwerksentfernung. Ursprünglich war geplant, auch in Augsburg ein Unterwerk zu errichten. Für den derzeitigen Verkehr und solange die Strecke Augsburg—Nürnberg noch mit Dampf betrieben wird, hofft man jedoch die nötige Fahrleitungsspannung trotz des großen Unterwerksabstandes durch dauernde Parallelschaltung der Fahrdrähte beider Fahrtrichtungen über eine 15 kV-Schaltanlage in Augsburg aufrecht erhalten zu können. Auch zwischen den Unterwerken Neu-Ulm und Plochingen mit rund 76 km Abstand ist auf der Höhe der Schwäbischen Alb bei Amstetten eine gleichartige Parallelschaltanordnung eingebaut worden, da die Beförderung der Züge über die Geislinger Steige im Westen und über die Ulmer Steige östlich dieser Kupplungsstelle sehr große Ströme mit merklichem Spannungsabfall erwarten läßt.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit auf den beiden großen Bahnhöfen Ulm a. D. und Stuttgart wurden besondere 15 kV-Schaltanlagen, sogenannte Schaltposten gebaut, die über eigene Speiseleitungen direkt an die Unterwerke Neu-Ulm bzw. Plochingen

angeschlossen wurden. Im Schaltposten Stuttgart sind mehrere betrieblich zusammengehörende Fahrleitungsgruppen des Bahnhofs über Trennschalter an einen gemeinschaftlichen Ölschalter angeschlossen, der seinerseits wieder über ein Sammelschienensystem mit den vom Unterwerk kommenden Speiseleitungen ver-

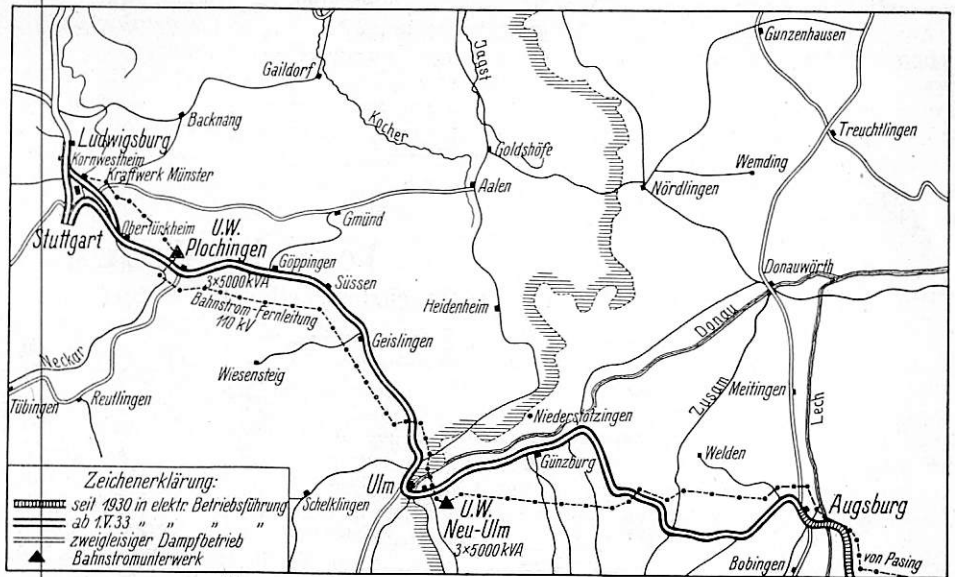


Abb. 1. Übersichtskarte der Elektrisierung Augsburg—Stuttgart.

bunden ist. An den Schaltposten in Stuttgart sind über je einen Ölschalter noch die beiden Vorortgleise nach Ludwigsburg angeschlossen, weshalb der Schaltposten Stuttgart mit einer besonderen Einrichtung zur Prüfung dieser Fahrleitungen mittels

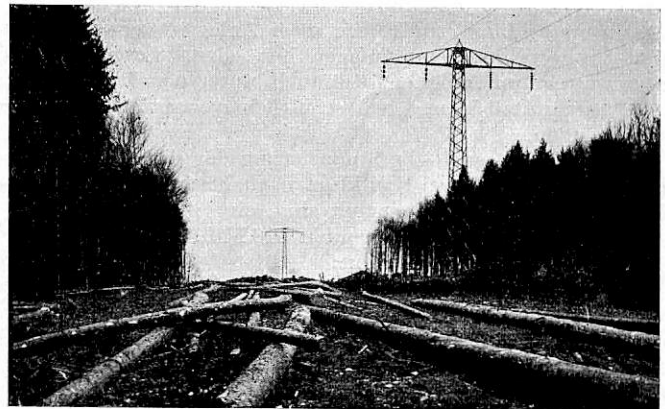


Abb. 2. 110 kV-Fernleitung im Walddurchtrieb.

Hochspannung ähnlich den in den Unterwerken hierfür getroffenen Vorkehrungen ausgestattet ist. Wesentlich einfacher, da nur Trennschalter vorhanden sind, sind die Schaltposten in Ulm Hbf. und Ulm Rbf. sowie in Stuttgart Abstellbahnhof.

Die Triebfahrzeuge für die neu elektrisierten Strecken werden teilweise aus den durch den starken Verkehrsrückgang der letzten Jahre nicht mehr voll ausgenutzten Beständen anderer elektrisierter Streckenbezirke gestellt. Es sind dies vor allem die schweren Personen- und Schnellzuglokomotiven Gattung 1 D<sub>0</sub> 1 Reihe E 17 und die schweren Güterzuglokomotiven Gattung C-C Reihe E 91. Neu beschafft werden für die Elektrisierung Augsburg—Stuttgart 20 Stück leichte Personen- und Güterzuglokomotiven Bauart B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> Reihe E 44 und zwei Stück schwere Güterzuglokomotiven Bauart C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub> Reihe E 93 mit Feinreglersteuerung. Für den Betrieb der Stuttgarter Vorortlinien wurden 16 Trieb- und 12 Steuerwagen einer besonders leistungsfähigen viermotorigen Bauart für 75 km/h Höchstgeschwindigkeit neu gebaut. Diese werden mit den im Bezirk der Reichsbahndirektion Stuttgart bereits vorhandenen zweiachsigen Zwischenwagen einer für den Vorortverkehr besonders geeigneten Bauart zu Triebwagenzügen verschiedener Größe zusammengestellt. Alfred Otter.

### B + B-benzin-elektrische Lokomotive für Verschiebe- und Streckendienst.

Eine benzin-elektrische Lokomotive von 60 t Dienstgewicht, die durch ihre außerordentlich starke betriebliche Ausnutzung beachtlich ist, hat die Chicago, Burlington und Quincy-Eisenbahngesellschaft in Dienst gestellt. Sie wird täglich außer Sonntags je 8 Stunden im leichten Verschiebedienst benutzt, und die restlichen 16 Stunden täglich im Personen- und Güterzugdienst zwischen zwei 10 km entfernten Stationen. Für die laufenden Untersuchungs- und Unterhaltungsarbeiten stehen nur die ausfallenden 8 Stunden Rangierdienst am Sonntag zur Verfügung; auf diese Weise soll die Lokomotive volle drei Dampflokomotiven mit drei Besatzungen ersetzen. Für den Verkehr auf der Strecke ist die Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h festgelegt, wobei die

Lokomotive 120 t Anhängelast zu befördern vermag. Die größte Zugkraft beträgt 18 000 kg. Jede der vier Achsen in den beiden Stahlgußdrehgestellen wird durch einen Tatzenlagermotor angetrieben. Die beiden je 225 PS leistenden Benzinmotoren treiben je einen Generator an. Das Bremsgestänge wird dadurch besonders einfach, daß in jedem Drehgestell auf jeder Seite ein Bremszylinder angeordnet ist, der direkt auf die beiden Bremsklötze jedes Rades arbeitet, so daß keinerlei Quergestänge vorhanden zu sein braucht. Der Luftpressor wird unabhängig durch einen kleinen Fordmotor angetrieben. Der in der Mitte der Lokomotive liegende Führerstand ist für Einmannbedienung eingerichtet und besitzt Führerstandseinrichtung in zwei einander schräg gegenüberliegenden Ecken.

G-r.

(Rly. Age, 1932.)

## Verschiedenes.

### Die Reichsbahn im Kampf gegen die Arbeitslosigkeit.

In den von der Reichsregierung eingeleiteten umfassenden Kampf gegen die Arbeitslosigkeit greift auch die Reichsbahn mit einem weiteren zusätzlichen Arbeitsbeschaffungsprogramm ein. In eingehenden Besprechungen mit der Reichsregierung und der Reichsbank ist ein Arbeitsprogramm in Höhe von 560 Mill. *RM* aufgestellt und finanziert worden, das der Verwaltungsrat der Reichsbahn in seiner Tagung vom 3. und 4. Juli genehmigt hat. Da zunächst die Auflegung einer langfristigen Anleihe noch nicht möglich ist, wird der Geldbedarf zwischenzeitlich durch Wechsel aufgebracht, deren Unterbringung gesichert werden konnte, da der Kredit des Reichsbahnunternehmens infolge seines anerkannten gesunden Finanzgebahrens trotz der Wirtschaftskrise unerschüttert geblieben ist. Bei der Auswahl der Arbeiten ergab sich ein Programm, das sowohl auf die vordringlichen Bedürfnisse des Unternehmens zugeschnitten ist, wie auch dem Verlangen nach Ausbreitung bei der Belebung des Arbeitsmarkts auf die verschiedenen Landesteile und Wirtschaftszweige gerecht wird. Wie die nachstehende Aufstellung zeigt, wird die Reichsbahn die Mittel in erster Linie zur Pflege ihrer Anlagen verwenden und erst in zweiter Linie neue Anlagen herstellen. Es handelt sich also durchweg um Arbeiten, die auch unter den heutigen Umständen als nützlich und wirtschaftlich vertretbar bezeichnet werden können.

Unter diesen spielt die Finanzierung der ersten Strecke der „Reichsautobahnen“ von Frankfurt nach Mannheim, für die zunächst 50 Mill. *RM* bereitgestellt sind, eine besondere Rolle.

Für die danach verbleibenden 510 Mill. *RM* sind folgende Verwendungszwecke vorgesehen:

Für die Pflege des Oberbaus, insbesondere die Erweiterung des Erneuerungsprogramms um etwa 1200 km und 3000 Weichen sind 155 Mill. *RM* vorgesehen. Das Programm umfaßt den Abschluß langfristiger Lieferverträge für eiserne Oberbaustoffe von 40 000 t je Monat, die Beschaffung von Holzschwellen für 10 Mill. *RM* aus dem Einschlag des kommenden Winters und die Beschaffung von Bettungstoffen.

Für die Pflege und Verbesserung des vorhandenen Fahrzeugparks sind 55 Mill. *RM* vorgesehen.

Für Erzielung einer ordnungsmäßigen Unterhaltung und Erneuerung der baulichen Anlagen sind weitere 70 Mill. *RM* vorgesehen, die dem Baugewerbe und dem Bauhandwerk sowie den Brückenbauanstalten Beschäftigung bieten.

Demselben Zweck bei den maschinellen Anlagen dienen weitere 11 Mill. *RM*.

Zur Aufrechterhaltung der Eisenbahnfahrzeugindustrie werden 78 Mill. *RM* zur Beschaffung von Lokomotiven und Wagen insbesondere solcher neuzeitlicher Bauart bereitgestellt. Die Beschaffung von Triebwagen wird auf vielen Strecken eine Fahrplanverdichtung oder wie auf der Strecke nach Hamburg einen Schnellverkehr ermöglichen. Durch Einsatz von Kleinlokomotiven auf Unterwegsbahnhöfen soll der Güterverkehr weiter beschleunigt und verbilligt werden.

In Verfolg der begonnenen Motorisierung des Verkehrs werden weitere 15 Mill. *RM* für Kraftwagen aufgewendet werden. Dadurch wird der Versuch einer planmäßigen Zusammenarbeit zwischen Kraftwagen und Schiene, der in diesem Jahr begonnen wird, im nächsten Jahre in erweitertem Maße fortgesetzt werden.

Schließlich werden noch 126 Mill. *RM* für Zwecke des Neubaus bereitgestellt und zwar für die Förderung und Fertigstellung begonnener Bauten, für den Beginn der Berliner Nord-Süd-S-Bahn, für den Bau des Rügendamms und verschiedene andere Anlagenverbesserungen kleineren Umfangs. Hierunter befinden sich auch Veränderungen an den Sicherungsanlagen, die für eine Erhöhung der Schnellzuggeschwindigkeiten notwendig sind.

Mit den aufgeführten Arbeiten können schätzungsweise 250 bis 300 000 Arbeitskräfte durchschnittlich für die Dauer eines Jahres beschäftigt werden. Wenn sich die Hoffnungen auf eine Belebung des Eisenbahnverkehrs erfüllen, werden aber außerdem im Betriebe der Reichsbahn selbst auch noch für die dann in größerer Menge erforderlichen Betriebsstoffe wieder mehr Arbeitskräfte Beschäftigung finden können.

### Die Studiengesellschaft für Rangiertechnik

veröffentlicht in einem Sonderheft der Verkehrstechn. Woche vom 12. April 1933 ihren Jahresbericht für das Geschäftsjahr 1932.

Dem Bericht ist zu entnehmen, daß die Sonderausschüsse der Studiengesellschaft die Fortschritte der Technik auch im vergangenen Jahr weiter gefördert haben. Der Sonderausschuß I für rangiertechnische Einrichtungen hat einen Beidrückschlepper in Auftrag gegeben, der in diesem Jahre erprobt werden soll. Ferner soll eine bestehende Versuchsanlage mit einer Beidrückkatze weiter ausgebaut werden, schließlich wurde eine neue kleine Gleisbremse Bauart Thyssenhütte begutachtet und eine Arbeit über die Ermittlung der Bremskosten im Ablaufbetriebe beendet. Diese Arbeit stellt eine Vergleichsrechnung zwischen der Büssing-Hemmschuhbremse und der Gleisbremse Bauart Thyssen dar. In Arbeit befinden sich noch Untersuchungen über eine selbsttätige Rampenbremse zum Ausgleich der Laufzeitunterschiede, die auf einer vor der Bremsstrecke liegenden Meßstrecke das Bremsmaß des zu bremsenden Wagens bestimmt und die Bremse dementsprechend abschaltet; ferner werden noch die Fragen der Abmessungen der Radreifen mit Rücksicht auf die Gleis-Balkenbremsen und der Entstehung von Schleifstellen an den Rädern durch Hemmschuhbremsung untersucht.

Der Sonderausschuß II für Profilgestaltung hat seine Untersuchungen zur Ermittlung der günstigsten Neigungsverhältnisse auf Flachbahnhöfen weiter fortgesetzt. Einzelne Anlagen wurden vom Sonderausschuß begutachtet. Ferner wurde von dem Sonderausschuß II die Frage des Nachordnens von Wagen behandelt, wobei der Lokomotivzeitaufwand für verschiedene Bau- und Betriebsformen in einer besonderen Studie von Dr. Ing. Frölich festgestellt wurde. Schließlich hat der Sonderausschuß III für Weichenbedienung, Verständigungsmittel und Beleuchtung seine Versuche früherer Jahre fortgesetzt. Es werden Richtlinien für die Ausrüstung der Ablaufanlagen mit Scheinwerferbündeln aufgestellt werden. Außerdem soll der Kurzschlußwiderstand der Radsätze (wegen seiner Bedeutung für das Umstellen von Weichen mittels Gleisströmen) untersucht werden.

Außer dem Jahresbericht enthält das Heft noch ausführliche Abhandlungen aus dem Gebiete der Rangiertechnik, so einen Aufsatz von Prof. Blum über das Rangieren nach Stationen vom Hauptablaufberg, über die Behandlung von Stückgütern in den Verschiebebahnhöfen von Simon-Thomas (Utrecht) u. a. m.

Mf.