

Instandhaltung der Einrichtungen für die elektrische Zugheizung im Reichsbahnausbesserungswerk Neuaubing.

Hierzu Tafel 34 und 35.

Von August Rauch, Reichsbahnoberrat, München.

Bei Einführung der elektrischen Zugbeförderung betreten nicht nur die Elektrotechniker der Eisenbahnunternehmungen Neuland, auch auf viele andere Fachgebiete wirkte die neue Betriebsart belebend und umstellend. Das Lokomotivpersonal mußte auf die neuen Betriebsfahrzeuge umgeschult, der Fahrplan wegen der vielfach kürzeren Fahrzeit neu erstellt werden, Bahnbau- und Unterhaltung wurden beeinflusst durch die neu zum Bahnkörper hinzugekommene Streckenausrüstung und das Betriebspersonal mußte mit der Bedienung der Streckenschaltung vertraut und über die mit den neuen Einrichtungen verbundenen Gefahrquellen eingehend unterrichtet werden. Am einschneidendsten waren die Umwälzungen auf dem Gebiete der Fahrzeugunterhaltung. Nicht nur die Instandhaltung der Lokomotiven und Triebwagen erfordert eigene Instandhaltungs- und Prüfeinrichtungen, auch der gesamte Wagenpark hat durch die Einrichtung der elektrischen Zugheizung eine wichtige Ergänzung erfahren, die besondere Instandhaltungs- und Prüfeinrichtungen erfordert.

Im folgenden sollen an Hand des Laufes der Wagen durch die Werkstätten die einzelnen an der elektrischen Heizung vorzunehmenden Prüfungen und Arbeitsvorgänge kurz besprochen und anschließend daran die Prüfanlage beschrieben werden, die im RAW Neuaubing errichtet wurde. Wegen des Aufbaues der elektrischen Heizung wird auf die Veröffentlichungen Elektrische Bahnen, 1926 Heft 12, 1927 Heft 3 und 1929 Heft 6, verwiesen.

A. Lauf der Wagen durch die Werkstätten.

Die zur Untersuchung dem Werk zugeführten Wagen mit elektrischer Heizung kommen wie alle anderen Wagen zuerst in die Wagenwäscherei. Das Waschen muß aber in diesem Fall mit etwas mehr Vorsicht durchgeführt werden, als es in der Regel geschieht. Elektrische Öfen und Schalter dürfen auf keinen Fall angespritzt werden, damit nicht Wasser in das Innere eindringt und Kurzschlüsse vorbereitet. Die Öfen dürfen nur mit dem Staubsauger gereinigt werden.

Nach der Reinigung muß vor allem die Leistungsaufnahme der elektrischen Heizeinrichtungen des ganzen Wagens gemessen und mit der beim Einbau der Heizung gemessenen und in einem besonderen Wagenverzeichnis festgelegten verglichen werden, wobei natürlich die beiden Meßwerte auf die gleiche Spannung gebracht werden müssen.

Im Betrieb kann eine Verminderung und eine Vermehrung der Leistungsaufnahme eintreten. Erstere ergibt sich dadurch, daß ganze Öfen infolge Abschmelzens des Heizdrahtes am nicht geerdeten Pol sich selbst abschalten, letztere ist auf folgende nicht selten eintretende Unregelmäßigkeit zurückzuführen: Wenn in der Nähe des geerdeten Poles durch eine schlechte Isolationsstelle ein „Schluß“ zwischen der Heizwicklung und dem geerdeten Gehäuse eintritt, so wandert eine solche schadhafte Stelle in der Regel ganz langsam dem nicht geerdeten Pole zu, ohne daß zunächst die Heizung des Wagens gestört wird. Dabei wird immer mehr Heizwiderstand abgeschaltet, bis entweder eine Stromunterbrechung eintritt oder aber an einer günstigen Stelle sich ein bleibender Übergang über das Gehäuse

und die Schutz-Erd-eitung zur Schiene ausbildet. Ein solcher Stromkreis kann — natürlich unter thermischer Überlastung der verbleibenden Heizwicklung — längere Zeit bestehen bleiben. Ist z. B. an einem kW-Ofen für 1000 Volt mit vier Scheiden eine Scheide durch Erdschluß abgeschaltet, so erhöht sich, da der Widerstand auf $\frac{3}{4}$ seiner ursprünglichen Größe abgemindert ist und die Spannung die gleiche bleibt, die Leistungsaufnahme auf das 1,33fache, die nur um 0,33 Amp. erhöhte Stromstärke reicht aber nicht aus, die Sicherung für die Heizeinrichtung des ganzen Wagens zum Abschmelzen zu bringen. Textabb. 1 zeigt

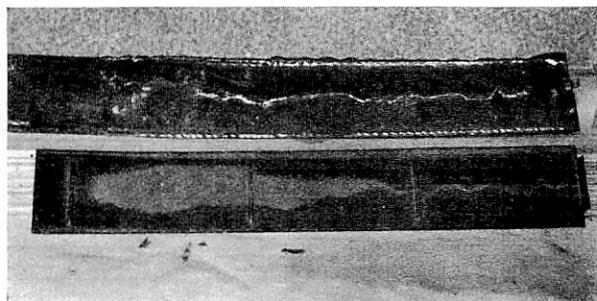


Abb. 1. Heizkörper mit Erdschluß am geerdeten Pol, der zum nicht geerdeten Pol hinwanderte.

das Bild eines Heizkörpers älterer Bauart, an dem ein solcher am geerdeten Pol entstandener Erdschluß gegen den nicht geerdeten Pol (von links nach rechts) zu gewandert ist. Der in diesem Falle planmäßig herbeigeführte und aufrecht erhaltene Vorgang dauerte ungefähr eine Stunde und endete damit, daß an einer günstigen Stelle die Spannung und der beim Abschmelzen des Heizdrahtes entstandene Lichtbogen nicht mehr ausreichte, die Isolation gegen Erde weiter zu beschädigen, der Stromfluß daher unterbrochen wurde. Über die Mittel, mit der solche unerwünschte Leistungsaufnahmemehrungen unschädlich gemacht werden können, soll ein anderes Mal berichtet werden, hier soll nur noch kurz der Meßkarren erwähnt werden, mittels dessen auf den elektrischen Bahnen im Bereich der Gruppe Bayern der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft die Leistungsaufnahmemehrungen und -Minderungen gemessen werden. Abb. 3, Taf. 35 stellt das Schaltbild eines solchen Meßkarrens, Textabb. 2 diesen selbst dar. Der im Schaltbild in der Mitte rechts dargestellte Stromwandler 1000/5 Amp. und die dazu gehörende untere Lochkontaktreihe gehört zu Messungen an der in der Veröffentlichung Elektrische Bahnen 1926 Heft 12 besprochenen, mittlerweile aber bis auf einige Probewagen verlassenen Niederspannungsheizung. Von den drei Steckern des unter den Stromwandlern dargestellten Steckschalters ist der linke aus Isolierstoff, der mittlere und der rechte aus leitendem Stoff. Die Messung geschieht, wie aus dem oberen Teile des Schaltbildes ersichtlich, mit dem Betriebsstrom; an die zu messenden Wagen wird der Meßkarren angeschlossen mittels einer alten Sicherungspatrone ohne Schmelzstreifen, die am Ende der in einem Gummischlauch gepackten Verbindungsleitungen angebracht

ist und in die Klemmen des Sicherungskastens am Wagen eingesteckt wird (s. Textabb. 2).

Nach der Leistungsaufnahme berühren die Wagen in ihrem Lauf das im Lageplan Textabb. 3 mit „Zapfstelle“ bezeichnete Prüfhäuschen dessen Einrichtung später näher beschrieben werden wird, und werden von diesem aus einer Heizprobe unterzogen. Die Heizprobe wird auch bei den wenigen für Heizung mit zwei Spannungen ausgerüsteten Wagen mit 1000 Volt Wechselstrom ausgeführt, da es sich hier nur darum

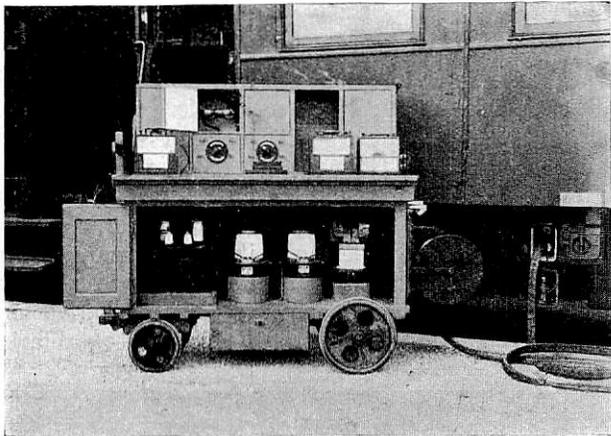


Abb. 2. Ansicht des Meßkarrens.

handelt, nach dem Ergebnis der Leistungsaufnahme offenkundig schadhafte Heizöfen herauszusuchen und abzuklemmen. Gelegentlich der Heizprobe werden auch sämtliche Schalter durchgeprüft und die schadhafte für die Werkstätte zur eingehenderen Untersuchung bezeichnet. Nach der Heizprobe werden

- a) 2500 Volt bei der 1000 Volt-Ausrüstung während 5 Min.
- b) 4000 Volt bei der 1500 Volt-Ausrüstung während 5 Min.

Diese Vorschrift ist auch vom Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen übernommen.

Nach diesen Proben werden die Wagen den Werkstätten zugeführt, wo während der Instandsetzung des Wagenkastens und Laufwerkes auch die Teile der elektrischen Heizung, die sich bei den Proben als schadhafte erwiesen haben, instandgesetzt oder ausgewechselt werden. Die bei der Spannungsprobe von den Öfen abgeklemmten Betriebs-Erdleitungen bleiben abgeklemmt. An den Öfen werden die Gehäuse instandgesetzt, die Klemmenbretter (Anschlußtafeln) gereinigt, die Heizwicklungen und die Verbindungen der einzelnen Heizkörper unter sich und mit der Anschlußtafel geprüft und schadhafte Heizkörper (Heizscheiden) ausgewechselt. Die Scheiden, für die ebenso wie für die ganzen Öfen Einheitszeichnungen ausgearbeitet sind, werden fertig bezogen, da ihre Herstellung in den Ausbesserungswerken nicht wirtschaftlich erscheint.

Mit neuen Heizkörpern versehene Öfen müssen ebenso wie neue Öfen vor dem Einbau im Prüfhäuschen einer Einzelspannungsprüfung unterzogen werden, für welche die Prüfspannung vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen, wenn es sich um eine Betriebsspannung von 1000 Volt Wechselstrom handelt, mit 5000 Volt und wenn es sich um 1500 Volt Gleichstrom handelt, mit 6500 Volt festgelegt ist. Der Spannungsprüfung an solchen als neu anzusehenden Heizöfen hat nach dem von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft aufgestellten „Technischen Bedingungen für die Lieferung elektrischer Zugheizöfen“ eine eine halbe Stunde dauernde Leistungsprüfung mit der 1,4fachen Nennaufnahme vorauszugehen. Die 1,4fache Nennaufnahme wird erreicht durch Anlegen des Ofens an die $\sqrt{1,4}$ fache Betriebsspannung.

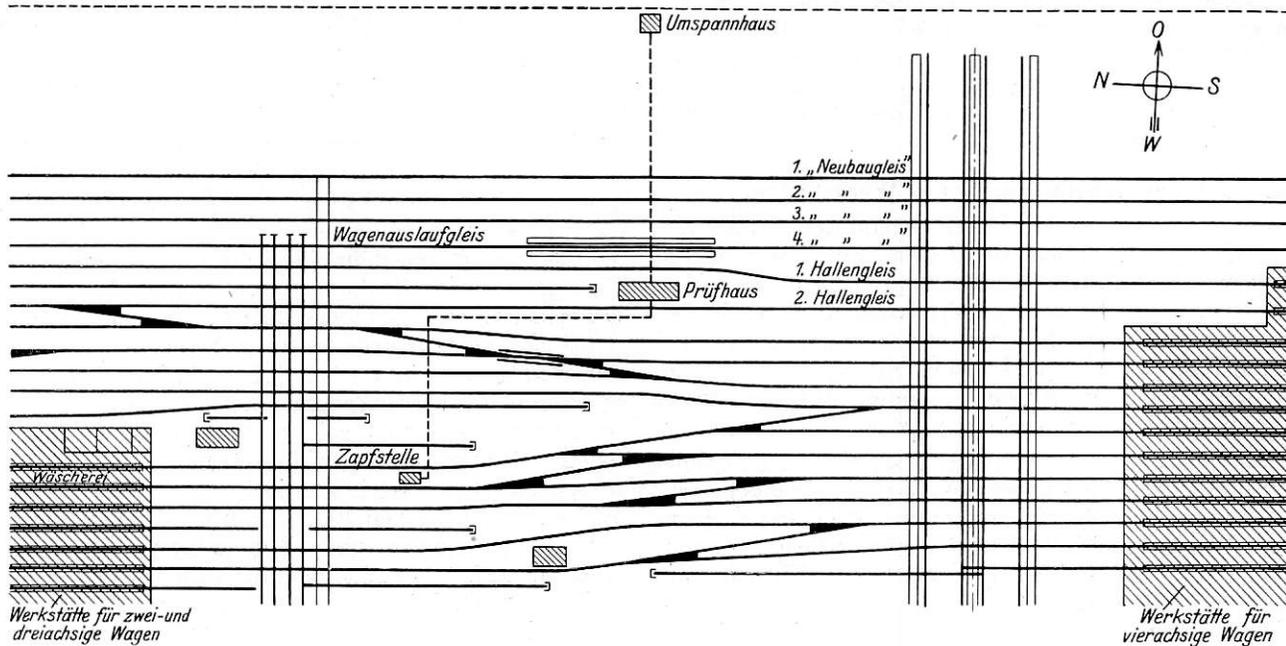


Abb. 3. Lageplan der elektrischen Zugheizungs-Prüfanlage.

die Betriebserdleitungen sämtlicher Öfen abgeklemmt, worauf — ebenfalls von der „Zapfstelle“ aus — eine Spannungsprobe vorgenommen wird.

Die Spannungsprobe hat den Zweck, festzustellen, ob die elektrische Festigkeit der Isolation an sämtlichen Teilen der elektrischen Heizung (Kupplungen, Leitungen, Sicherungen, Schalter und Öfen) noch ausreichend ist. Die Höhe der dabei einzuhaltenden Prüfspannung ist durch die Vorschrift des Internationalen Eisenbahn-Verbandes (UIC) festgelegt und beträgt:

An den übrigen Teilen der elektrischen Heizeinrichtung sind regelmäßig folgende Untersuchungs- und Instandsetzungsarbeiten vorzunehmen:

In den Abzweigdosen sind die Klemmschrauben nachzuziehen und die Isolierungen zu untersuchen.

An den Kupplungen sind sämtliche Verbindungen zu prüfen, die Klemmschrauben nachzuziehen, die Isolierungen zu untersuchen, Kupplungsdeckel und Klemmvorrichtung, bei der AEG-Dose auch Klauenhebelgelenke, zu ölen und zu prüfen, die Stecker sind leicht einzufetten, die Schösser der Blinddosen

sind zu ölen und gangbar zu machen. Der Kontaktflächendruck ist zu regeln; bei den AEG-Kupplungen ist er zahlenmäßig festgelegt und mit der Federzugwage einzustellen, bei der BBC-Kupplung ist er so einzustellen, daß der Stecker von Hand gerade noch gut eingeführt und herausgezogen werden kann.

An den Sicherungskasten sind die Sicherungspatronen mit dem Induktor zu untersuchen, die Kasten zu reinigen, die Klemmschrauben nachzuziehen, die Deckelgelenke und die Befestigungsschrauben zu ölen.

An den Hauptschaltern sind der Deckel und der Schaltergriff abzunehmen, letzterer ist zu reinigen und zu ölen, die Stellschraube und die Verriegelung für den Sicherungskasten sind zu ölen und zu probieren, der Schalter selbst in „Ein“- und „Aus“-Stellung zu prüfen, die Verbindungen auf guten Kontakt zu prüfen, der Kasten zu reinigen. Die Verschalung des Gestänges zum Innenantrieb ist vollkommen abzunehmen und zu reinigen, der Innenantrieb und die Gelenke des Gestänges sind zu reinigen, zu ölen und nach dem Wiederaussetzen auf guten Gang zu prüfen.

Bei Wagen mit Zweispannungsheizung ist auch der Kurzschließerkasten zu öffnen, der Kurzschließer zu reinigen, zu ölen und — ohne Verstellung der Feder — auf guten Gang zu prüfen.

Die Abteilschalter sind in allen Stellungen zu prüfen, nötigenfalls auszuwechseln.

Sehr wichtig ist die ebenfalls während des Aufenthaltes der Wagen in der Werkstätte vorzunehmende Kontrolle der Betriebs- und Schutz-Erdverbindungen. Eine bestimmte Ausführungsart der Erdverbindungen kann bei der Verschiedenheit der Wagenuntergestelle nicht gut vorgeschrieben werden. Um so genauer muß die Kontrolle vorgenommen werden. Sie geschieht wohl am besten mit einem einfachen den Anforderungen des rauhen Werkstattebetriebes gewachsenen Kreuzspul-Ohmmeter, das in der Nähe der Widerstandsgröße 0,02 Ohm noch in der dritten Dezimale genaue Ablesungen gestatten muß. Als Stromquelle für dieses Ohmmeter wird beim RAW Neuaußing ein Nickelkadmium-Sammler von 2,4 Volt verwendet, der sonst als Handlaterne von den Ellok-Führern verwendet wird und zu diesem Zwecke schon sehr handlich und widerstandsfähig ausgebildet ist. Der Widerstand irgend eines Gehäuseteiles der elektrischen Zugheizung gegen Erde setzt sich zusammen aus dem Widerstand zwischen Schiene und Radkranz, dem Widerstand zwischen Radkranz und Wagenuntergestell (Lagerwiderstand) und dem Widerstand vom Gehäuseteil bis zum Wagenuntergestell. Nur der letztere ist beim Einbau der elektrischen Heizung einflußbar. Um ihn genau messen zu können, wird an dem Längsträger eines jeden mit elektrischer Heizung ausgerüsteten Wagens eine Messingklemmschraube angebracht, deren elektrische Verbindung mit dem Längsträger besonders gut ausgeführt sein muß. Der Bolzen der Messingklemmschraube wird deshalb ebenso wie sein Muttergewinde im Langträger verzinkt und hierauf vor dem Eindrehen nochmal nachgeschnitten.

Sowohl der Widerstand zwischen Schiene und Rad wie der Lagerwiderstand sind bei den verschiedenen Betriebszuständen außerordentlich verschieden. Zahlreiche Messungen im Betrieb haben aber ergeben, daß bei normalen Widerständen zwischen Schiene und Wagenuntergestell und bei der größten Stromstärke, die der Schalter auf der Lokomotive noch zur Heizleitung fließen läßt, ein gefährliches Potential in irgend einem Gehäuseteil der elektrischen Heizung nicht eintritt, wenn der Widerstand zwischen diesem Teil und der Erdungsklemmschraube kleiner als 0,02 Ohm ist. Dieser Widerstand ist deshalb als Höchstwiderstand für alle Schutzordnungen festgesetzt. Er gilt auch für das ganze Schutzrohrnetz, das häufig zur Erdung der Abteilschaltergehäuse herangezogen werden muß. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Wagen mit

den gewöhnlichen Gleitachslagern ausgerüstet sind. Über Kugel- und Wälzlager sind die Erhebungen noch nicht abgeschlossen. Wahrscheinlich sind bei diesen besondere Schleifringe nötig, die dem zur Erde fließenden Strom einen besonderen, das Lager umgehenden Weg schaffen.

Nach der Instandsetzung werden alle Wagen in die Nähe des in Textabb. 3 seiner Lage nach erkennbaren „Prüfhauses“ gebracht und von diesem aus nochmals einer Spannungsprüfung unterzogen. Erst nach dieser Spannungsprüfung werden die Betriebs-Erdleitungen der Öfen wieder angeklemt, worauf mindestens eine Stunde lang eine Heizprobe mit der Betriebsspannung vorgenommen wird. Seit Vollendung des zweiten Ausbaues des Prüfhauses kann dabei auch die Gleichstromseite der Zweispannungsheizungen an Gleichstrom von 1500 Volt Betriebsspannung angeschlossen werden. Letzterer muß, da die Vereinbarungen des Internationalen Eisenbahnverbandes bei Gleichstrombahnen eine Erhöhung der Fahrdrachtspannung um 20% zuläßt, zeitweise auf 1800 Volt erhöht werden. Bei den Heizproben werden auch sämtliche Schalter nochmals eingehend geprüft.

B. Prüfanlage für die elektrische Zugheizung.

I. Allgemeines.

Für die Prüfanlage stand, wie aus dem Lageplan in Textabb. 3 ersichtlich, nur ein, insbesondere in der Breite, sehr beschränkter Raum zur Verfügung. Sie wurde zunächst nur für Prüfungen an den Heizeinrichtungen für 1000 Volt Wechselstrom angelegt, da man beabsichtigte, die Heizeinrichtung für 1500 Volt Gleichstrom auf der Lokalbahn Berchtesgaden—Landesgrenze zu prüfen, die mit 1000 Volt Gleichstrom betrieben wird und bei der durch Hintereinanderschaltung eines Sammlers und einer Maschine leicht eine zwischen 1000 und 1800 Volt regelbare Spannung bereit gestellt werden kann.

Die Anlage ist außer Heizproben und Spannungsprüfungen an bereits im Betrieb gewesenen Einrichtungen auch zur Vornahme von Abnahmeprüfungen an neu gelieferten Sicherungen, Kupplungen, Schaltern und elektrischen Öfen bestimmt. Es würde zu weit führen, hier die Bedingungen für diese Einzelteile zu besprechen. Zur Erklärung des Aufbaues der Anlage muß aber angeführt werden, daß zur Prüfung, ob die Bedingungen erfüllt sind, eine Möglichkeit gegeben sein muß, den Einzelteilen eine bestimmte Leistung mit der Stromart des Betriebes und mit regelbarer Spannung aufzudrücken. Die Stromart ist von größter Bedeutung für einen Schaltvorgang und die Spannung des Fahrdrachtes schwankt infolge der wechselnden Leistungsentnahme zu sehr, als daß man in ungeregeltem Anschluß die Prüfungen vornehmen könnte.

An Abnahmeprüfungen kommen in Frage:

1. Überlastungs- und Kurzschlußprüfungen an Sicherungen;
2. Schaltleistungs- und Erwärmungsproben an Haupt- und Abteilschaltern sowie Erwärmungsproben an Kupplungen;
3. Einzelspannungsproben an den unter 2. genannten Apparaten;
4. Leistungs- und Spannungsproben an einzelnen elektrischen Zugheizungsöfen und
5. Spannungsproben an der Gesamtanlage neuer Heizeinrichtungen.

Bei den Abnahme-Spannungsprüfungen kommen nicht die vom internationalen Eisenbahn-Verband festgesetzten, sondern die vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen vorgeschriebenen, im Vorstehenden ebenfalls schon genannten Spannungen von 5000 bzw. 6500 Volt zur Anwendung.

Die für die Prüfung erforderliche elektrische Energie soll später nach Elektrisierung der Ein- und Ausfahrtgleise des Werkes dem Fahrdracht der Werkgleise entnommen werden.

Vorerst wird sie dem Fahrdrabt der Strecke München—Herrsching entnommen und mittels einer auf Holzmasten verlegten behelfsmäßigen Leitung vom Bahnhof Neuaubing bis zum Umspannhaus geführt. Die 15000 Volt-Leitung kann in der Nähe des Bahnhofs Neuaubing mittels eines Masttrennschalters von der Fahrleitung abgeschaltet werden. Im Umspannhaus wird sie auf die normale Heizspannung gebracht und mittels Kabel dem Prüfhaus zugeführt. Im Prüfhaus ist eine Sammelschiene (Heizungssammelschiene) angeordnet, an die außer mehreren Prüfstellen ein Regeltransformator angeschlossen ist. Über den Regeltransformator und einen Transformator mit festem Übersetzungsverhältnis wird die Energie zugeführt entweder

- a) einer Leistungsprüfmaschine, deren Spannung je nach Schaltung der Transformatoren auf 1000 ± 260 Volt oder
- b) einer Spannungsprüfmaschine, deren Spannung in beliebiger Höhe bis 10000 Volt eingestellt werden kann.

II. Umspannhaus.

Die 15000 Volt-Leitung wird vom Abspannmast über einen senkrechten Dacheinführungsisolator in das Umspannhaus



Abb. 4.

Ansicht des Umspannhauses mit geöffneter Transformatorzelle.

und dann über einen Trennschalter, einen Stromwandler und einen Ölschalter zum Transformator geführt. Letzterer ist von der gleichen Bauart wie die nachträglich in die Ellok. Reihe E 36 eingebauten und kann bei einem Übersetzungsverhältnis 15000/1000 235 KVA dauernd abgeben. Auf der Niederspannungsseite hat er auch Ausführungen für 800 und 600 Volt und eine Hilfsstromklemme für 200 Volt. Der Transformator ist in Sparschaltung geschaltet und liegt mit der freien Klemme der Niedervoltwicklung an Erde. Abb. 2, Taf. 35 stellt das Schaltbild und Textabb. 4 eine Ansicht des Umspannhauses mit geöffneter Transformatorzelle dar. Außer der Transformatorzelle ist im Umspannhaus noch ein Raum für den Ölschalter und eine Zelle für den Überspannungsschutz. In dem vorderen Teil der Überspannungsschutzzone, der von dem Hochspannung führenden Teil durch ein Schutzgitter getrennt ist, befindet sich auch ein Strommesser und ein Zähler, der Hebel zum Einschalten und ein Handgriff zum Auslösen des Ölschalters. Die Instrumente zeigen die dem Netz entnommene Gesamtstromstärke und Gesamtleistung der Prüfanlage — auf die Oberspannungsseite bezogen — an.

Der Ölschalter, ein Lokomotiveinheitsölschalter, kann auch vom Prüfhaus aus durch ein elektrisch gesteuertes Ventil

mit Druckluft eingeschaltet und durch Unterbrechung des Stromkreises für die Nullspannungsauslösung ausgeschaltet werden.

Auf den Transformator sind drei Schütze aufgesetzt, mit denen durch elektrische Fernbetätigung vom Prüfhaus aus die drei Heizstufen 1000, 800 und 600 Volt wahlweise eingestellt werden können.

Vom Umspannhaus führen zwei parallel geschaltete Kabel von je $95 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ und ein zehndadriges Kabel für die Hilfs-

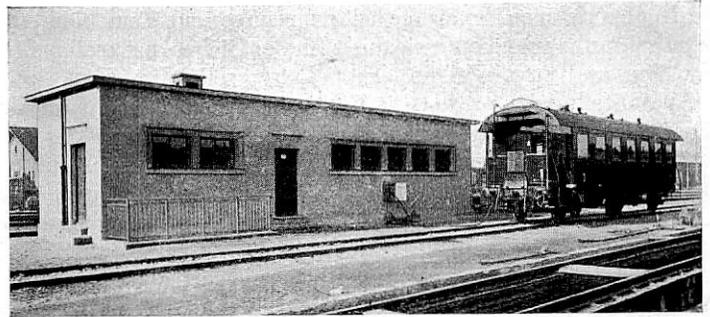


Abb. 5. Ansicht des Prüfhauses.

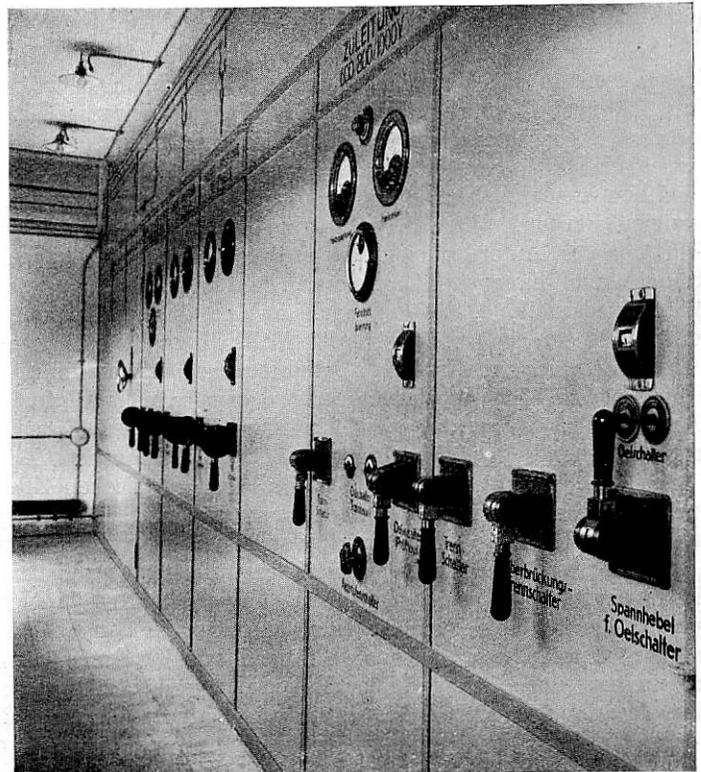


Abb. 6. Schalttafel im Schaltraum des Prüfhauses. (1. Ausbau).

stromleitung in einem Kabelkanal zum Prüfhaus. Sämtliche Einrichtungsgegenstände des Umspannhauses wurden von der AEG geliefert.

III. Prüfhaus im ersten Ausbau.

Textabb. 5 stellt die Außenansicht, Abb. 2, Taf. 34 den Grundriß des Erdgeschosses, Abb. 1, Taf. 34 ein Schaltbild und Textabb. 6 die Hauptschalttafel des Prüfhauses nach dem ersten Ausbau dar. Der erste Entwurf der Schaltung ist vom Verfasser angegeben, in den Einzelheiten ausgearbeitet und geliefert wurde die Einrichtung des Prüfhauses von Voigt & Haefner. Das Erdgeschoß des Prüfhauses besteht aus zwei Teilen, dem „Schaltraum“ und dem „Ofenprüfraum“,

die durch einen kleinen Aufenthaltsraum voneinander getrennt sind. Der Schaltraum enthält die Schaltanlage und die Apparate für die Leistungszuführung, die Prüfung der Sicherungen, die Anschlüsse zum Prüfen der Wagen und die Umspanner zum Regeln der Spannung. Der Ofenprüfraum dient hauptsächlich der Prüfung der Zugheizungsöfen. Die Schaltanlage besteht aus neun Zellen, die in der Mitte des Schaltraumes aufgestellt sind, nach Osten zu die Schalttafeln tragen und auf der Westseite (Rückseite) durch einen (gewöhnlich abgeschlossenen) Gang zugänglich sind.

Die vom Umspannhaus zum Prüfhaus führende und aus zwei parallel geschalteten Kabeln $2 \times 95 \text{ mm}^2$ bestehende Hauptleitung und das in Abb. 2, Taf. 35 mit seinen Anschlüssen deutlich dargestellte zehndrüge Steuer- und Meßkabel kommen in Zelle 2 an.

Die Hauptleitung wird über einen Trennschalter und einen Ölschalter, der Höchststrom- und Nullspannungsauslösung hat, der Heizungssammelschiene, die oberhalb der Zellen 2 bis 6 verläuft, zugeführt. Die Nullspannungsauslösung hat vor allem den Zweck, den Ölschalter der Zelle 2 in die „Aus“-Stellung zu bringen, wenn der Ölschalter im Umspannhaus ausschaltet oder schon von der Fahrleitung her die Spannung ausbleibt. In der Zelle 2 sind außerdem noch ein Stromwandler mit dem Übersetzungsverhältnis 300/5 und ein Spannungswandler mit dem Übersetzungsverhältnis 1500/150 eingebaut. Auf der Schalttafel der Zelle 2 (s. Textabb. 6) befindet sich eine Merklampe, die aufleuchtet, wenn der Ölschalter ausgelöst hat, der Ölschalterhebel aber noch auf „Ein“ steht, ein Spannungsmesser für die Spannung der Heizungssammelschiene und ein Strommesser, der den gesamten für Prüfzwecke entnommenen Strom anzeigt. Unter diesen beiden Instrumenten ist ein zweiter Spannungsmesser angebracht, der, wenn der Ölschalter im Umspannhaus eingelegt ist, die Fahrdrathspannung anzeigt.

Unter den Instrumenten sind von links nach rechts angebracht: Der Bedienunggriff für den Trennschalter, zwei Druckknöpfe mit der Aufschrift „Ölschalter (Umspannhaus)“ „Ein“ und „Aus“ und der Griff für den „Ölschalter (Prüfhaus)“. Über dem letzteren ist eine Anzeigevorrichtung für die jeweilige Stellung des Ölschalters.

Von den beiden Druckknöpfen für die Betätigung des Ölschalters im Umspannhaus schließt der Druckknopf „Ein“ beim Niederdrücken einen Stromkreis, der ein Secheronventil steuert und dadurch den Ölschalter mittels Druckluft einschaltet (vergl. Abb. 2, Taf. 35). Der Druckknopf „Aus“ öffnet den Stromkreis für das Nullspannungsrelais des Ölschalters. Unter den beiden Druckknöpfen für die Ölschalterbetätigung ist das Handrad einer Schaltwalze, wie sie auch auf den Ellok. zur Fernbetätigung der Heizungsschützen verwendet werden. Mit diesem Handrad, das die Aufschrift „Heizstufenschalter“ trägt, wird in der gleichen Weise wie auf der Lokomotive die gewünschte Spannung an der „Heizungssammelschiene“ 600, 800 oder 1000 Volt eingestellt.

Die Zelle 1, die auf der Tafelseite mit „Sicherungs- und Schalterprüfstand“ überschrieben ist, enthält außer einem Trennschalter und einem „Überbrückungstrennschalter“ den Ölschalter für die Sicherungsprüfung und hat angebaut eine Prüfkammer, deren Beobachtungsfenster auf der dem Aufenthaltsraume zugekehrten Seite der Zelle liegt. Wie aus Abb. 1, Taf. 34 ersichtlich, war beim ersten Ausbau die Heizungssammelschiene in die Zelle 1 eingeführt. Von ihr führte eine Leitung über einen Trennschalter zum Ölschalter. Von diesem führt eine Leitung zur Sicherungsprüfkammer und von da zu einem im Kellergeschoß aufgestellten Regelwiderstand. Der Ölschalter hat einen Kraftspeicher, d. h. beim Niederdrücken eines Betätigungsgriffes auf der Schalttafel wird zunächst nur eine Feder gespannt, die durch einen

Druckknopf ausgelöst wird und den Schalter einschaltet. Der Ölschalter hat auch eine Überstromauslösespule, die aber vor Kurzschlußversuchen samt dem Stromwandler für den Strommesser durch einen besonderen Trennschalter überbrückt werden muß, da Auslösespule und Stromwandlerwicklung durch die hohen Kurzschlußströme beschädigt würden. Bei den Kurzschlußversuchen wird die Auslösung des Schalters durch ein zwischen 0 und 6 Sekunden einstellbares Zeitrelais selbsttätig herbeigeführt. Außerdem kann der Ölschalter sowohl bei Kurzschluß wie bei Überlastungsversuchen durch einen Druckknopf ausgelöst werden.

Auf der Schalttafel der Zelle 1 (Textabb. 6) sind von links nach rechts angeordnet: Der Handgriff für den vor dem Ölschalter liegenden Trennschalter, der Handgriff für den Überbrückungstrennschalter und der Spannhebel für den Ölschalter. Über dem letzteren befinden sich die beiden Ölschalterbetätigungsdruckknöpfe „Ein“ und „Aus“ und darüber eine Öffnung, in der eine Anzeigevorrichtung die jeweilige Stellung des Ölschalters „Ein“ oder „Aus“ oder, wenn die Feder des Kraftspeichers gespannt ist, „Schaltbereit“ angibt.

Die gegen den Aufenthaltsraum an die Schalttafel anschließende Seite der Zelle 2 ist in Textabb. 7 dargestellt. Auf dieser Wand sind neben dem Beobachtungsfenster, dessen Schutzgitter auf dem Bilde abgenommen ist, das oben erwähnte vom Beobachtungsstand aus einstellbare Zeitrelais; darüber ein Strommesser 0 bis 150 Amp. und über diesem eine Durchleuchttafel, die nach Spannen der Schalterfeder die Aufschrift „Einschaltbereit“ zeigt. Über der Durchleuchttafel ist noch ein Schauzeichen, das die jeweilige Stellung des Ölschalters angibt. Unter dem Zeitrelais sind wieder zwei Druckknöpfe „Ein“ und „Aus“, damit auch von dieser Seite der Ölschalter ein- und ausgeschaltet werden kann. Mit dem Drehschalter, der unter den beiden Druckknöpfen noch sichtbar ist, kann die Betätigungsleitung für die Relais der ganzen Anlage (Fremdstrom 50 Hertz) und ein später noch zu beschreibendes Schauzeichenschaltbild ausgeschaltet werden.

Unter diesen Apparaten und Instrumenten ist das Handrad zur Einstellung des im Kellergeschoß aufgestellten Belastungswiderstandes angeordnet. Der Belastungswiderstand hat im ganzen 90 Ohm und ermöglicht die Einstellung der Prüfstromstärke in 22 Stufen. In der Sicherungsprüfkammer können nach Auswechslung einer mit Klemmen für die verschiedenen Sicherungen versehenen Grundplatte auch Abteilschalter und Schaltereinsätze für Hauptschalter geprüft werden. Meistens werden aber die Schalterprüfungen im Keller vorgenommen, wo zu diesem Zwecke in die Leitung zum Regelwiderstand eine Trennstelle zum Anschluß von Schaltern oder anderen Apparaten eingebaut ist. Hauptschalter können mittels eines besonderen Gestänges gegebenenfalls auch vom Aufenthaltsraume aus bedient werden. In unmittelbarer Nähe der Trennstelle ist eine Durchleuchttafel angebracht, die durch einen besonderen Drehschalter ein- oder ausgeschaltet werden kann. Ist der Drehschalter eingeschaltet und der Ölschalter

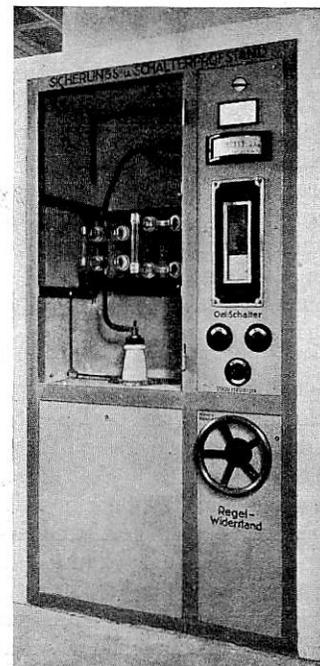


Abb. 7. Beobachtungsstelle des Sicherungsprüfstandes.

des Sicherungsprüfstandes ausgeschaltet, so erscheint auf der Durchleuchttafel das Wort „Gefahrlos“. Da aber durch Einlegen des Ölschalters in Erdgeschoß jederzeit wieder eine Gefahr für das an der Trennstelle im Keller arbeitende Personal herbeigeführt werden könnte, ist neben dem erwähnten noch ein zweiter Drehschalter (Schutzschalter) angeordnet, mit dem die zur „Ein“-Spule des Ölschalters führende Leitung unterbrochen werden kann. Das Personal ist durch Dienstvorschrift und Anschrift an dem Abschlußgitter des Schalterprüfraumes (s. Abb. 2, Taf. 34) angewiesen, vor dem Betreten des Raumes durch Betätigung des ersten Drehschalters zu prüfen, ob die Schrift „Gefahrlos“ aufleuchtet und durch Verbringen des zweiten Drehschalters in die „Schutzstellung“ das Einschalten des Ölschalters unmöglich zu machen, ferner, nach dem Verlassen des Raumes den Schutzschalter wieder in die Lage „Betriebsstellung“ zu bringen. Schalterprüfraum und Schalt- raum des Erdgeschosses sind durch ein Sprachrohr miteinander verbunden.

Da die Fahrdratspannung und mit ihr die Spannung der Heizungssammelschiene Schwankungen unterworfen ist, zu genauen Messungen an elektrischen Öfen und Schaltern aber eine Spannung bestimmter Höhe benötigt wird, ist ein Regeltransformator (Schubtransformator) von Koch und Sterzel*) aufgestellt, mit dem durch Handreglung einmal die Spannung einer besonderen Sammelschiene — „Leistungsprüfschiene“ — in gleicher Höhe erhalten werden kann, das andere Mal über einen Transformator mit festem Übersetzungsverhältnis einer dritten Sammelschiene — „Spannungsprüfschiene“ — eine beliebige Spannung bis zu 10000 Volt zugeführt werden kann.

Der Regeltransformator ist in Zelle 7 aufgestellt und über einen Ölschalter in Zelle 6 an die „Heizungssammelschiene“ angeschlossen. Er gibt, wenn seine Klemme U (s. Abb. 1, Taf. 34) an 1000 Volt liegt, je nach Stellung seiner verstellbaren Sekundärwicklung als Zusatztransformator eine Spannung bis zu ± 260 Volt und bei der höchstmöglichen Spannung an der Heizungssammelschiene von 1150 Volt eine zusätzliche Spannung bis zu ± 300 Volt. Die Klemme V der Oberspannungswicklung des Regeltransformators liegt dabei an Erde.

Die Klemmen der Niederspannungswicklung u und v des Regeltransformators sind zu den Drehpunkten zweier Messer eines dreipoligen Umschalters geführt. Der Drehpunkt des dritten Messers des dreipoligen Umschalters ist ebenso wie die Klemme U des Regeltransformators an die Heizungssammelschiene (normal 1000 Volt gegen Erde) angeschlossen. Liegt der dreipolige Umschalter nach links, wie auf dem Schaltbild gezeichnet, so ist die Klemme u der verstellbaren Wicklung des Regeltransformators an Erde gelegt. Die Wicklung u v speist dann bei normaler Fahrdratspannung mit 0 bis 260 Volt einen in Zelle 8 aufgestellten Prüftransformator mit dem Übersetzungsverhältnis 260/10000, d. h. der an den Prüftransformator angeschlossen „Spannungsprüfschiene“ wird eine Spannung von 0 bis 10000 Volt aufgedrückt. Die Spannungsprüfschiene ist über die Felder 4, 5, 6, 7, 8 und 9 geführt; von der Zelle 9 führt eine Verbindungsleitung zum Ofenprüfraum.

Liegt dagegen der dreipolige Umschalter nach rechts, so ist die veränderliche Spannung des Regeltransformators ± 260 Volt über das linke und mittlere Messer hinter die Spannung der „Heizungssammelschiene“ und auf die „Leistungsprüfschiene“ geschaltet. Diese ist also regelbar zwischen 1000 — 260 Volt und 1000 + 260 Volt bzw. bei höchster Fahrdratspannung 1150 — 300 und 1150 + 300 Volt. Die Leistungsprüfschiene war beim ersten Ausbau, wie im Schaltbild angegeben, über die Zellen 7, 8 und 9 geführt. Auch von ihr führt aus der Zelle 9 eine Verbindungsleitung zum Ofenprüfraum.

*) Siehe E. T. Z. 1928, S. 651.

Der dreipolige Trennschalter ist mit dem Betätigungsgriff des Ölschalters in Zelle 6 auf der Tafel 6 mechanisch verriegelt, so daß der Trennschalter nur in spannungslosem Zustande umgelegt werden kann.

Die Leistung des Regeltransformators beträgt an sich 14 KVA und die des Prüftransformators 15 KVA. Die Nennleistung des Prüftransformators ist nur deshalb größer als die Nennleistung des ihn speisenden Regeltransformators, weil man Transformatoren normaler Bauart verwenden wollte. Die der Leistungsprüfschiene entnehmbare Leistung kann aber wesentlich höher sein als die Nennleistung des Regeltransformators. Sie ist begrenzt durch die Höchststromstärke 43 Amp. der Wicklung u v und beträgt demnach im Höchstfalle und 60 kW.

Wie bereits erwähnt, würde bei der höchstmöglichen Spannung an der Heizungssammelschiene von 1150 Volt die dem Prüftransformator zugeführte Spannung 300 Volt betragen, so daß in diesem Falle von 300 auf 11500 Volt übersetzt würde. Da aber die Oberspannungswicklung des Prüftransformators nur für 10000 Volt Betriebsspannung gebaut ist, ist in die Tafel der Zelle 6 in Abhängigkeit von der Spannungsprüfschiene ein Kontaktvoltmeter eingebaut, das bei einer Spannung von 10100 Volt den Ölschalter der Zelle 6 zum Auslösen bringt. Auf der Schalttafel der Zelle 6 sind außerdem noch ein Spannungsmesser für 0 bis 1500 Volt für die Leistungsprüfschiene und ein Spannungsmesser für 0 bis 12000 Volt für die Spannungsprüfschiene eingebaut. Auf der Vorderseite der Zelle 7 sitzt nur das Handrad zum Einstellen des Regeltransformators.

Die Zellen 4 und 5 enthalten die zum Prüfen von Wagen notwendigen Apparate und zwar sind an Zelle 4 die beiden an den Längsseiten des Prüfhauses angebrachten Kupplungsdosen angeschlossen, von denen eine in Abb. 1, Taf. 34 zu sehen ist. Von Zelle 5 führt ein Kabel zu einer dritten Kupplungsdose, die in ein einige Gleise weiter östlich liegendes Schutzhäuschen eingebaut ist. Die Errichtung dieses besonderen „Zapfstelle“ genannten Anschlußhäuschens war notwendig, weil die Wagen beim Einlauf in die Werkstätten das Prüfhaus nicht berühren (vergl. Abschn. A).

Die Zellen 4 und 5 haben je einen Ölschalter mit Überstromauslösung und einen Trennumschalter, mit welchem letzterem der Ölschalter und damit der jeweilige Prüfanschluß entweder an die „Heizungssammelschiene“ oder an die „Spannungsprüfschiene“ angeschlossen werden kann, so daß der betreffenden Kupplungsdose wahlweise die normale Heizspannung oder die vorgeschriebene Prüfspannung zugeführt werden kann.

Die von den Ölschaltern zu den Kupplungsdosen führenden Leitungen sind bei ausgeschaltetem Ölschalter geerdet.

Die Schalttafeln der beiden Zellen für Wagenprüfung (4 und 5, Prüfhaus und Zapfstelle) haben außer einem Strommesser und je einem Handgriff für den Ölschalter und den Trennumschalter jede noch ein Kontaktvoltmeter. Da bei dem ersten Ausbau des Prüfhauses nur eine Prüfung von Wagen mit Wechselstromheizung von 1000 Volt; daher nur eine höchste Prüfspannung von 5000 Volt vorgesehen war, waren beide Kontaktvoltmeter so eingestellt, daß bei einer Spannung von 5500 Volt an der Spannungsprüfschiene der zugehörige Ölschalter auslöste. Damit wird verhütet, daß die Isolation der Heizeinrichtungen in den Wagen mit einer wesentlich höheren Spannung als 5000 Volt geprüft wird.

An die Leistungsprüfschiene konnten und können die Ölschalter der Zellen 4 und 5 nicht angeschlossen werden. Das ist auch nicht nötig; denn an den Wagen werden nur entweder Spannungsprüfungen vorgenommen oder Heizproben bei welchen letzteren die Spannung sich möglichst betriebsmäßig verhalten, also alle Spannungsschwankungen, die im Fahrdrat auftreten, mitmachen soll. Eine Reglung der Spannung

bei Aufnahmen von Leistungen ist nur nötig bei vorschriftsmäßigen Prüfungen an elektrischen Öfen und Apparaten, also im Ofenprüfraum, im Sicherungsprüfstand und im Schalterprüfraum.

Zelle 5 (Anschluß der „Zapfstelle“) hat noch eine besondere Einrichtung. Damit nämlich Irrungen bei der Bedienung der Kupplung in der Zapfstelle und des zugehörigen Ölschalters im Prüfhaus und Gefährdungen des Bedienungspersonals verhindert werden, ist der Ölschalter in Zelle 5 mit der Zapfstelle elektrisch derart verriegelt, daß er erst eingeschaltet werden kann, nachdem ein Hilfsschalter in der Zapfstelle eingeschaltet wurde. Der Hilfsschalter in der Zapfstelle muß so lange von Hand in der „Ein“-Stellung gehalten werden, bis der Ölschalter in Zelle 5 eingeschaltet ist. Erst dann erhält die Haltespule des Hilfsschalters Strom und hält den Schalter selbsttätig in der „Ein“-Stellung fest. Nach Ausschalten des Ölschalters geht der Hilfsschalter selbsttätig in die „Aus“-Stellung zurück.

Die Zapfstelle ist mit dem Prüfhaus durch Fernsprecher verbunden.

IV. Ofenprüfraum.

Der Ofenprüfraum dient hauptsächlich zur Vornahme von Leistungs- und Spannungsprüfungen an elektrischen Öfen, doch können auch Spannungsprüfungen an einzelnen anderen Apparaten vorgenommen werden. Er hat ein Schaltfeld und sechs Prüfzellen, seine Schaltung ist aus Abb. 9, sein Aufbau aus Textabb. 8 ersichtlich.

Wie schon im Abschnitt III erwähnt, führen aus der Zelle 9 des Schaltraumes sowohl von der „Leistungsprüfschiene“, wie von der „Spannungsprüfschiene“ Verbindungsleitungen, zum Ofenprüfraum und zwar zu einem Umschalter im Schaltfeld, durch den die Sammelschiene des Ofenprüfraumes wahlweise mit einer der beiden Prüfschienen verbunden werden kann. Die Verbindungsleitungen sind entlang der Außenwand des Bedienungsganges des Schaltraumes verlegt und durch Drahtgitter abgeschlossen. Der Umschalter im Schaltfeld des Ofenprüfraumes ist mit dem zugehörigen Ölschalter in Zelle 6 des Schaltraumes nicht verriegelt, da nur fachkundiges Personal im Prüfhaus arbeitet und dieses sich von vornherein darüber klar sein muß, und sein wird, ob es Leistungs- oder Spannungsprüfungen vornehmen will. Bei Betätigung des Umschalters unter Last würde übrigens auch infolge des auftretenden Lichtbogens einer der drei vorgeschalteten Ölschalter, entweder der in Zelle 6 des Schaltraumes oder der in der Zuleitung (Zelle 2 des Schaltraumes) oder der Ölschalter vor dem Umspanner im Umspannhaushaus, sofort auslösen.

Die Stellung des Umschalters auf Spannungs- oder Leistungsprüfschiene ist auf dem Schaltfeld durch die Anschrift „0 – 10000 Volt“ bzw. „1000 ± 260 Volt“ neben dem Handgriff für die Umschalterbetätigung gekennzeichnet. Auf dem Schaltfelde ist außerdem neben einem Spannungsmesser, der in Abhängigkeit von der Umschalterstellung die Spannung der Spannungsprüfschiene anzeigt noch ein schreibender Spannungsmesser angebracht, der je nach Stellung des zugehörigen Steckschalters entweder die Spannung der Leistungssammelschiene oder die Spannung der Heizungssammelschiene anzeigt.

Im Ofenprüfraum, wo nicht mit der Heiz-, sondern nur mit geregelter Spannung geprüft wird, ist es dann vorteilhaft, die Spannung der Heizungssammelschiene ablesen zu können, wenn auf der „Spannungsprüfschiene“ oder der „Leistungsprüfschiene“ die Spannung ausbleibt und man ohne den Raum zu verlassen, sich darüber Gewißheit verschaffen will, ob die Störung in den Spannungsregleinrichtungen des Schaltraumes oder schon vorher (in der Fahrleitung, dem Umspannhaus oder in der Zuleitung zur Heizungssammelschiene) liegt.

Die Zellen 1 bis 6 des Ofenprüfraumes dienen zur Aufnahme der zu prüfenden Öfen oder Apparate. Oberhalb jeder Zelle ist ein Hörerschalter mit Überstrom- und Nullspannungsauslösung angebracht, der die einzelnen Zellen mit der Sammelschiene verbindet und durch einen Griff unterhalb der die Zelle abschließenden Gittertüre bedient wird. Die Gittertüre kann nur geöffnet werden, wenn der Schalter in der „Aus“-Stellung steht.

Damit auch genaue Untersuchungen über die Leistungsaufnahme einzelner Öfen angestellt werden können, sind mit der Zelle 6 noch ein schreibender Strommesser und ein schreibender Leistungsmesser verbunden, die in einem Schrank an der den Zellen gegenüberliegenden Wand untergebracht sind.

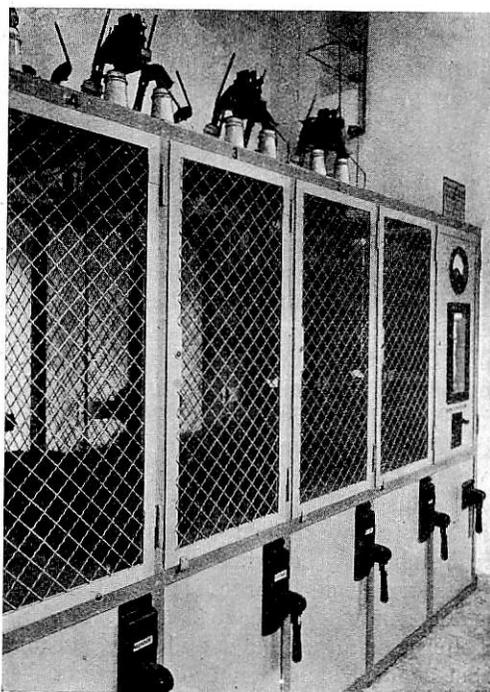


Abb. 8. Innenansicht des Ofenprüfraumes.

V. Zweiter Ausbau des Prüfhauses.

Bald nach Inbetriebnahme der Anlage stellte es sich heraus, daß die Prüfung der Wagen für 1500 Volt Spannung in Berchtesgaden doch ziemliche Nachteile hatte und es zweckmäßig wäre, wenn auch diese Einrichtungen in Neuaubing geprüft werden könnten. Gleichzeitig ergab sich das Bedürfnis, in dem Sicherungsprüfstand, bzw. dem darunter liegenden Kellerraum (Schalterprüfraum) auch Prüfungen mit Wechselstrom im Anschluß an die „Leistungsprüfschiene“ und solche mit Gleichstrom bis 1800 Volt vornehmen zu können. (Schaltleistungsproben, zu denen die 1,2fache Spannung und der 1,25fache Normalstrom benötigt ist.) Die Anlage wurde deshalb nach Schaltbild Abb. 1, Taf. 35 ausgebaut. Vorsichtshalber war schon beim ersten Ausbau das Feld 3 der Hauptschalttafel für eine allenfallsige Erweiterung freigelassen worden (Textabb. 6).

Durch den zweiten Ausbau wurden folgende Ergänzungen und Abänderungen notwendig:

a) Im Kellergeschoß des Prüfhauses unter den Schaltraum wurde ein von Garbe, Lahmeyer & Co. Aachen gebauter Drehstrom-Gleichstrom-Umformersatz aufgestellt, bestehend aus einem Drehstrommotor 136 PS, kurzzeitig 100% überlastbar und einer Dynamomaschine, die imstande ist, bei einer bis 1800 Volt regelbaren Klemmenspannung dauernd 75 kW und eine halbe Stunde lang 90 kW abzugeben. Die Maschine ist besonders kurzschlußsicher gebaut. Der Drehstromzuleitungs-

schalter, der Anlasser für den Motor, sowie die Regler für die Gleichstrom- und die Erregermaschine sind ebenfalls im Keller- geschoß in nächster Nähe des Umformers an der Wand angebracht, die Handräder für den Anlasser und die Regler befinden sich jedoch im Prüfraum 1 auf dem unteren Teil der Schalttafel der Zelle 3. Die Übertragung geschieht mittels Ketten. Auf der Schalttafel der Zelle 3 befindet sich auch der Handgriff für das Betätigungsgestänge des mit Nullspannungsauslösung versehenen Drehstromzuleitungsschalters und der Betätigunggriff für den Ölschalter der Gleichstromzuleitung. Eine Signallampe über dem Handgriff des Drehstromzuleitungsschalters leuchtet auf, wenn letzterer selbsttätig auslöst und erlischt erst wieder, wenn der Handgriff auf „Aus“ gelegt wird.

Der Gleichstrom wird über einen in Zelle 3 aufgestellten Ölschalter mit Höchststromauslösung geführt. Der Ölschalter — ein Drehstromschalter Serie III, dessen drei Messer hintereinander geschaltet sind — hat eine an die ankommende Drehstromspannung angeschlossene Nullspannungsauslösespule; es wird also auch die Gleichstromseite des Umformers sofort abgeschaltet, wenn die Drehstromspannung ausbleibt.

Über den Schaltergriffen auf der Schalttafel der Zelle 3 sind die sämtlichen Instrumente für den Umformersatz: Spannung des ankommenden Drehstromes, Stärke des Drehstromes, Erreger-Spannung, Spannung der Gleichstrommaschine und Stärke des Gleichstromes angeordnet. Neben dem Betätigungsgriff für die Drehstromzuleitung ist noch eine Anzeigevorrichtung mit zwei Durchleuchttafeln und einem Drehschalter angebracht. Vor dem Einschalten der Drehstromzuleitung betätigt der Bedienungsmann den Drehschalter. Dann leuchtet, wenn die Schleifringbürsten aufgelegt sind, eine Tafel mit der Aufschrift „Motor einschaltbereit“ auf. Sind dagegen die Bürsten abgehoben, so leuchtet die zweite Tafel auf mit der Aufschrift „Nicht einschalten“. Eine selbsttätige Bürstenabhebevorrichtung wurde nicht vorgesehen, weil der Bedienungsmann zwar in der Lage sein soll, den Umformersatz vom Schalttafelstand aus anlaufen zu lassen, vor und nach dem Anlassen aber sich selbst in den Umformerraum begeben soll, um die Bürsten aufzulegen bzw. abzuheben und dabei die Maschinenanlage auf ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen. Da Gleichstrom verhältnismäßig selten benötigt wird, ist es ohne Bedeutung, wenn die Bürsten nach dem Anlaufen etwas länger aufliegen, bis der Bedienstete nach Erledigung der wichtigsten Geschäftsaufgaben im Erdgeschoß sich in den Keller begibt, um die Bürsten abzuheben. Im Keller, in unmittelbarer Nähe der Maschine, ermöglicht es ihm ein Druckknopf, im Falle einer Unregelmäßigkeit sofort den Drehstromzuleitungsschalter und den Gleichstromölschalter durch das Nullspannungsrelais auszulösen.

b) Im Schaltraum wurde zu den bereits vorhandenen drei Sammelschienen (Heizungs-, Spannungsprüf- und Leistungsprüfschiene) noch eine vierte — die Gleichstromsammelschiene — eingebaut. Diese führt über die Zellen 1 bis 4 und hat Anschlußmöglichkeiten an die Zelle 1 (Sicherungs- und Schalterprüfstand) und 4 (Wagenprüfung beim Prüfhaus).

c) Die Sammelschiene für die Leistungsprüfung, die beim ersten Ausbau nur über die Zellen 7 bis 9 des Schaltraumes geführt war, wurde über die Zellen 2 bis 9 durchgeführt.

d) Damit der Sicherungsprüfstand sowohl an die Heizungsammelschiene sowie an die Sammelschiene für Leistungsprüfung und an Gleichstrom angeschlossen werden kann, wurde zunächst in Zelle 2 ein Trennschalter neu eingebaut, dessen Betätigungsgriff aber auf der Schalttafel der Zelle 1 angeordnet ist. Mit diesem Trennschalter — im Schaltbild Abb. 1, Taf. 35 mit 5/6 bezeichnet — kann für den Anschluß an den Sicherungsprüfstand entweder die Heizungssammelschiene oder die Leistungsprüfschiene gewählt werden. Der

gemeinsame Pol dieses Trennschalters führt zu einem zweiten Umschalter — im Schaltbild mit 3/4 bezeichnet —, mit dem an den Ölschalter des Sicherungsprüfstandes entweder der erwähnte für Leistungsprüfschiene und Heizungsammelschiene gemeinsame Pol oder die Gleichstromsammelschiene angeschlossen wird. Außerdem war es noch nötig, in die Leitung zum Ölschalter des Sicherungsprüfstandes eine Gleichstromhöchstspule einzubauen und den schon beim ersten Ausbau vorhandenen Überbrückungstrennschalter, der bei Kurzschlußversuchen die Meß- und Überstromeinrichtungen überbrückt, zweipolig auszubauen (Trennschalter 1/2 in Zelle 1 des Schaltbildes). Dieser Überbrückungsschalter ist mit dem Trennschalter 5/6 derart verriegelt, daß er nicht eingelegt werden kann, wenn der Umschalter 5/6 die Verbindung mit der Leistungsprüfschiene herstellt, d. h. Kurzschlußversuche können wohl von der Heizungs- oder der Gleichstromsammelschiene aus vorgenommen werden, nicht aber von der Leistungsprüfschiene 1000 ± 260 Volt aus. Es ist dies deshalb nötig, weil die Wicklung u v des der Leistungsprüfschiene vorgeschalteten Regeltransformators nur für eine Höchststromstärke von 43 Amp. bemessen ist.

Die Gleichstromhöchstspule schließt ebenso wie die beim ersten Ausbau schon vorgesehene Wechselstromhöchstspule im Falle der Überlastung einen Fremdstromkreis, der den Ölschalter auslöst.

e) Der Ölschalter in Zelle 4 und die von ihm zu den Wagenprüfanschlüssen an den beiden Längsseiten des Prüfhauses führenden Leitungen müssen nach dem zweiten Ausbau nicht nur an die Heizungsammelschiene und die Spannungsprüfschiene, sondern auch an die Gleichstromsammelschiene angeschlossen werden können. Es wurde deshalb von letzterer eine Leitung über einen dritten Trennschalter und eine Gleichstromhöchstspule zum Ölschalter gelegt (Trennschalter 3 in der Zelle 4 der Abb. 13); die drei Trennschalter sind unter sich mechanisch derart verriegelt, daß immer nur ein Trennschalter eingeschaltet und daß außerdem dieser Trennschalter nur bei ausgeschaltetem Ölschalter betätigt werden kann. Die Gleichstromhöchstspule wirkt ebenso wie die Wechselstromhöchstspule unmittelbar auf die Auslöseklappe des Schalters. Dagegen wirkt das in Abschnitt III erwähnte Kontaktvoltmeter mittelbar. Wird einmal von der Spannungsprüfschiene aus beim Einlegen des Trennschalters 1 eine zu hohe Spannung auf das Kontaktvoltmeter gebracht, so schließt dieses einen über ein Hilfsrelais gehenden Stromkreis und das Hilfsrelais einen Stromkreis für die Auslösespule des Schalters. Dieses Kontaktvoltmeter mußte, da künftig für die mit Gleichstromheizung ausgerüsteten Wagen auch Spannungsproben mit 6500 Volt ausgeführt werden müssen, von 5500 auf 7000 Volt eingestellt werden.

Die Zelle 5 (Wagenprüfung „Zapfstelle“) wurde an die Gleichstromsammelschiene nicht angeschlossen, auch wurde die Grenzspannung ihres Kontaktvoltmeters nicht erhöht, da, wie in Abschnitt A ausgeführt von der „Zapfstelle“ aus nur die ersten Untersuchungsprüfungen an den aus dem Betriebe kommenden Wagen vor ihrer Zuführung zu den Werkstätten vorgenommen werden, zu diesen Prüfungen aber weder Gleichstrom, noch eine Spannung über 4000 Volt benötigt wird.

f) Im Ofenprüfraum wurde die Zelle 1 für die Vornahme von Leistungsprüfungen mit Gleichstrom an 1500 Volt-Öfen eingerichtet. Sie wurde zu diesem Zweck von der auf die Spannungsprüfschiene und auf die Leistungsprüfschiene zu schaltenden Sammelschiene des Ofenprüfraumes abgetrennt und mittels eines Kabels an die Gleichstromsammelschiene angeschlossen. Die Zuleitung zum Nullspannungsrelais des Hörnerschalters der Zelle 1, das wie die der übrigen Zellen an eine fremde Stromquelle angeschlossen ist, wurde über einen Kontakt am Ölschalter der Zelle 3 des Schaltraumes

geführt, so daß der Hörnerschalter auslöst, wenn der Ölschalter in Zelle 3 (Gleichstromzuführung) fällt oder die Spannung von der fremden Stromquelle ausbleibt.

g) Die Erweiterung machte auch eine Ergänzung des über den Schalttafeln des Schalttraumes angebrachten Schauzeichenschaltbildes, das die jeweilige Stellung der Öl-, Um- und Trennschalter angibt, notwendig. Das Schauzeichenschaltbild des zweiten Ausbaues ist in Abb. 3, Taf. 34 dargestellt. Es wird ebenso wie die meisten Relais von einer Hilfsstromquelle gespeist. Die Schauzeichen sind im Zuge der Leitungen angeordnet und stehen bei eingeschaltetem Schalter in Richtung der Leitungen und bei ausgeschaltetem Schalter senkrecht hierzu. Die Ölschalterschauzeichen sind rot und haben einen schwarzen Frontring, während die Trennschalterschauzeichen schwarz sind und wegen des fehlenden Frontringes kleiner erscheinen.

Die einzelnen Leitungen sind mit verschiedenen Farben bezeichnet und zwar ist in möglichster Anlehnung an die Farbentafel des VDE die Zuführungsleitung für den Heizstrom und die Heizungssammelschiene gelb, die Leistungsprüfschiene violett, die Spannungsprüfschiene blau, die Gleichstromleitung rot, die Erdungsschiene (hier Betriebsstrom führend) schwarz-grün. Leitungsteile, die je nach der Stellung der Schalter verschiedene Stromarten führen können, sind abwechselnd mit diesen Farben bezeichnet. Mit den gleichen Farben sind auch alle blanken Leitungen hinter der Schalttafel gekennzeichnet, so daß Verwechslungen unmöglich sind.

h) Gleichzeitig mit den vorgenannten Arbeiten wurde auch die Verriegelung zwischen den Öl-, Um- und Trennschaltern vervollkommen. Beim ersten Ausbau war man von der Ansicht ausgegangen, daß in dem Raum, in dem nur Fachpersonal beschäftigt ist, eine Verriegelung zwischen einem Ölschalter und dem normal dazu gehörenden Trennschalter nicht nötig sei. Es wurden daher nur Verriegelungen vorgesehen zwischen Öl- und Umschalter in den Zellen 4, 5 und 6. Beim zweiten Ausbau jedoch, bei dem sich die äußerlich gleichen Schaltergriffe mehrten, wurden, wie teilweise bereits

in den Abschnitten d und e erwähnt, auch die Trennschalter auf den Schalttafeln 1, 2 und 6 mit den zugehörigen Ölschaltern derart verriegelt, daß sie nur bei ausgeschaltetem Ölschalter bedient werden können. Die Verriegelungen befinden sich sämtlich auf der Vorderseite des Schaltfeldes. Textabb. 9 stellt, um ein Beispiel zu zeigen, die Verriegelung auf Schaltfeld 4 dar. Mittels des Griffes a kann, wenn er nach unten liegt, die Verriegelungsstange b, die immer nur die Bedienung eines Trennschalters zuläßt, so verschoben werden, daß der für die gewünschte Sammelschiene zuständige Trennschalter betätigt werden kann. Der Ölschalter kann, solange der Griff a nach unten liegt, nicht eingeschaltet werden. Wird der Griff a nach oben gelegt, so werden durch die Stange b die Trennschalter in ihrer Lage festgehalten, dagegen der Ölschalter für die Betätigung freigegeben. Wird hierauf der Ölschalter eingeschaltet, d. h. sein Handgriff nach oben gelegt, so kann der Griff a nicht mehr nach unten gelegt werden, d. h. die Trennschalter sind in der gewählten Lage so lange verriegelt, als der Ölschalter eingeschaltet ist.

In Textabb. 9 sind die Wagenprüfstellen am Prüfhaus auf die Heizungssammelschiene (600/800/1000 Volt) geschaltet. Eine

andere Schaltung kann erst gewählt werden, wenn der Ölschalter ausgeschaltet und der Griff a nach unten gelegt ist.

i) Ferner wurde gelegentlich des zweiten Ausbaus der Belastungswiderstand im Keller durch einen aus Heizkörpern zusammengesetzten Widerstand für Feineinstellung ergänzt. Dieser wird von der Beobachtungsseite des Sicherungsprüfstandes aus motorisch fernbetätigt.

VI. Bewährung der Prüfanlage.

Der erste Ausbau der Anlage wurde Ende 1927, der zweite Ende 1928 in Betrieb genommen. Die Anlage hat einem dringenden Bedürfnis abgeholfen und sich bis jetzt sehr gut bewährt. Besonders zu erwähnen ist ihre Vielseitigkeit und die weitgehend aufrechterhaltene Unabhängigkeit einer Prüfarm von der anderen.

Welche Prüfungen gleichzeitig vorgenommen werden können, ist in der Zusammenstellung auf nächster Seite. Aus der Textabb. 10 kann auch der Weg der Energiezufuhr ersehen werden.

Selbstverständlich werden in Wirklichkeit nur einige wenige der genannten Proben nebeneinander zur Anwendung kommen.

Für die Neuanlage einer derartigen Prüfanlage könnte, insbesondere wenn die Abnahme größerer Zahlen von neuen

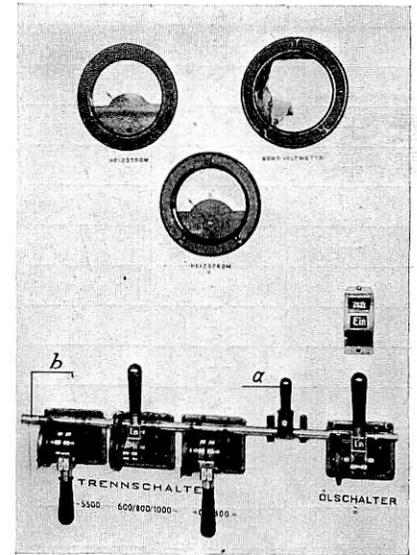


Abb. 9.
Verriegelung auf Schaltfeld 4.

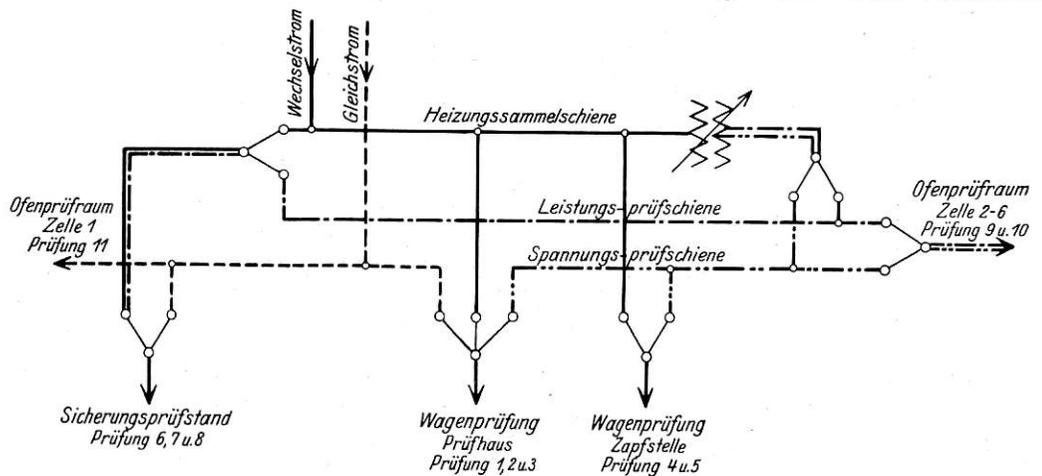


Abb. 10.

Öfen in Frage kommt, empfohlen werden, im Ofenprüfraum neben den sechs Prüfständen noch eine weitere Zelle anzuordnen, in der die Spannungsprobe gleichzeitig an einer größeren Zahl von Öfen (vielleicht 10) vorgenommen werden kann, da es zweckmäßig ist, die Spannungsprobe an jedem neu gelieferten Ofen vorzunehmen, Einzelproben aber zu viel Zeit erfordern. In der Anlage Neuaubing, bei der an den beiden Schmalseiten eine Erweiterungsmöglichkeit vorgesehen ist, wird dieser Mangel vielleicht später einmal ausgeglichen. Dabei könnte auch erwogen werden, im Ofenprüfraum zwischen Zelle 1 und 2 noch einen mit dem Umschalter in Zelle 1

Prüfmöglichkeiten.

Wagenprüfung Prüfhaus			Wagenprüfung Zapfstelle		Sicherungsprüfstand			Prüfraum f. el. Öfen Zelle 2 bis 6		Prüfraum f. el. Öfen Zelle 1
1	Prüfung Nr. 2	3	Prüfung Nr.		Prüfung Nr.			Prüfung Nr.		PrüfungNr. 11
mit Heizungs- sammel- schiene	mit Spannungs- prüfschiene	mit Gleich- strom- schiene	mit Heizungs- sammel- schiene	mit Spannungs- prüfschiene	mit Leistungs- prüfschiene	mit Heizungs- sammel- schiene	mit Gleich- strom- schiene	mit Leistungs- prüfschiene	mit Spannungs- prüfschiene	mit Gleich- strom- schiene
+			+		+			+		+
+			+			+		+		+
+			+			+			+	+
+			+				+	+		+
+			+				+		+	+
+				+		+			+	+
+				+		+			+	+
	+		+			+			+	+
	+		+				+		+	+
	+			+		+			+	+
	+			+		+			+	+
		+	+		+			+		+
		+	+			+		+		+
		+	+			+			+	+
		+	+				+	+		+
		+	+				+		+	+
		+		+		+			+	+
		+		+		+			+	+
		+		+			+	+		+
		+		+			+		+	+

Bemerkung: Die mit + bezeichneten Prüfungen einer Tafelzeile können gleichzeitig vorgenommen werden.

Prüfung 1: Heizproben mit Wechselstrom an Wagen vom Prüfhaus aus.

„ 2: Spannungsprüfungen an Wagen vom Prüfhaus aus.

„ 3: Heizproben mit Gleichstrom an Wagen vom Prüfhaus aus.

„ 4: Heizproben mit Wechselstrom an Wagen von der Zapfstelle aus.

„ 5: Spannungsprüfungen an Wagen von der Zapfstelle aus.

„ 6: Leistungsproben an Schaltern usw. mit Wechselstrom.

„ 7: Belastungs- und Kurzschlußversuche an Sicherungen mit Wechselstrom.

„ 8: Belastungs- und Kurzschlußversuche an Sicherungen, Leistungsproben an Schaltern usw. mit Gleichstrom.

„ 9: Leistungsprüfungen an Wechselstromöfen im Prüfraum für elektrische Öfen.

„ 10: Spannungsprüfungen an Öfen und Schaltern im Prüfraum für elektrische Öfen.

„ 11: Leistungsprüfungen an Gleichstromöfen im Prüfraum für elektrische Öfen.

mechanisch verriegelten Ölschalter mit Höchststrom- und Nullspannungsauslösung einzubauen. Hierdurch würde die mehr laboratoriumartige Prüftätigkeit im Ofenprüfraum unabhängiger von den vom Schaltraume aus vorzunehmenden mehr werkstatt-technischen Proben werden. In den meisten Werken wird jedoch, da für die Vornahme dieser Prüfungen nur wenige Bedienstete in Frage kommen und eine Verständigung immer notwendig ist, ein Bedürfnis zu einer solchen Erweiterung nicht bestehen.

Zu erwähnen ist auch noch, daß im RAW Neuaubing infolge einer aus anderen Gründen während der Errichtung der Anlage notwendig gewordenen Abänderung des Wagenlaufes die zwei- und dreiachsigen Wagen das Prüfhaus beim Auslaufen nicht im natürlichen Zuge berühren und vorerst noch auf einem Umwege auf die Prüfgleise gebracht werden müssen, was natürlich als Nachteil empfunden wird. Abgeholfen wird diesem Mangel werden durch die Errichtung

einer weiteren „Zapfstelle“ bei den Auslaufgleisen für die zwei- und dreiachsigen Wagen und Anschluß dieser an die Heizungssammelschiene und die Spannungsprüfschiene in der leicht freizumachenden Zelle 9 des Schaltraumes. Geplant ist noch eine Signalvorrichtung die dem die Wagen untersuchenden Personal anzeigt, ob die Kupplung der elektrischen Heizung spannungslos ist und daher bedient werden kann oder nicht.

Zu diesem Zwecke soll in die Schutzkästen für die Kupplungsdosen am Prüfhaus und an der „Zapfstelle“ nach jeder Seite eine Signallampe eingebaut werden, die aufleuchtet, wenn bei geöffneter Schutzkastentüre der Ölschalter ausgeschaltet, die Zuleitung zu den Wagen also spannungslos ist. Nur bei leuchtender Signallampe darf gekuppelt oder entkuppelt werden; bei nicht leuchtender Lampe, d. h. wenn der Ölschalter eingeschaltet oder die Signallampe durchgebrannt ist, ist das Bedienen der Kupplung strengstens verboten.

Damit eine Verwechslung mit dem Sonnenlicht ausgeschlossen wird, soll als Betriebsstrom für das Signallicht Einphasenwechselstrom $16\frac{2}{3}$ Hertz und 200 Volt verwendet werden. Bei dieser Spannung ist das Flimmern der Lampe so deutlich, daß kein Zweifel auftreten kann. Als Signalfarbe

ist „grün“ in Aussicht genommen, weil grün im allgemeinen „freie Fahrt“ bedeutet, also im vorliegenden Falle als „Gefahrfrei“ verwendet werden kann.

Durch das Schließen der Türe des Schutzkastens soll das Signallicht selbsttätig ausgeschaltet werden.

Versuche über die Wirkung von Längskräften im Gleis.

III. Teil*).

Von Prof. Dr. Ing. Otto Ammann und Privatdozent Dr. Ing. v. Gruenewaldt, Karlsruhe.

Dank dem besonderen Entgegenkommen der Reichsbahndirektion Karlsruhe konnten die Versuchsgleise schnell hergerichtet werden, so daß es möglich wurde, eine weitere Reihe von Versuchen in verhältnismäßig kurzer Zeit durchzuführen.

Zunächst wurden noch einige Versuche vorgenommen, um weitere Klarheit über den Widerstand des Gleises gegen Querverschiebung zu gewinnen. Hierbei wurde die gleiche Versuchsordnung wie bisher beibehalten**), nur wurde

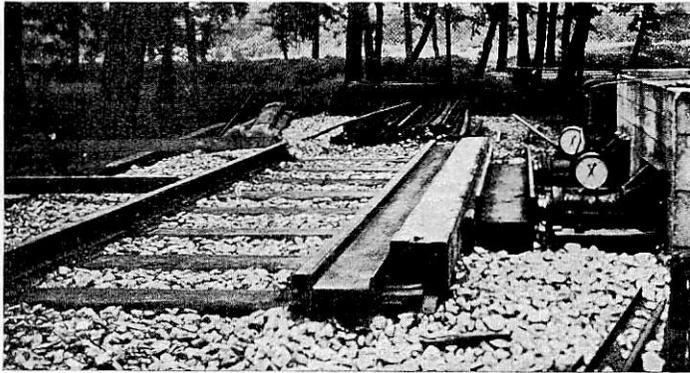


Abb. 1. Anordnung zur Querverschiebung eines 5 m langen Gleisjochs.

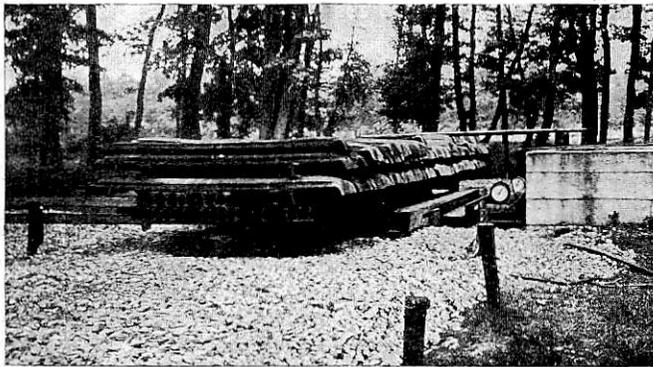


Abb. 2. Belastetes Gleis.

statt eines 15 m langen Gleisrahmens ein solcher von nur 5 m Länge verwandt, so daß der seitliche Druck auf die ganze Länge des Gleisstückes wirkte und dieses möglichst gleichmäßig verschoben wurde (Abb. 1); die Verschiebung war hierbei in der Mitte des Gleisrahmens doch noch etwas stärker als an den Enden, da sich der Druckbalken etwas durchbog. Geprüft wurden ein Gleis des Oberbaues B auf Eisschwellen und ein Gleis des Oberbaues K auf Holzschwellen. Die Bettung war für beide Oberbauarten die gleiche wie bei den bisherigen Versuchen, und zwar Porphyrschotter.

Die Versuche wurden sowohl bei unbelastetem wie bei belastetem Gleis durchgeführt (Abb. 2). Die Belastung

*) Vergl. Organ 1928, S. 308 ff. und 1929, S. 239 ff.

**) Vergl. Abb. 4 und 5 auf S. 243.

bestand aus Schienen und Schwellen und betrug jeweils 7,5 und 15 t. Die Art, wie die Belastung aufgebracht war, ist aus Abb. 3 ersichtlich. Die beiden mittleren Querträger befanden sich genau gegenüber den Pressen.

Um den Einfluß des Gleiszustandes zu untersuchen (bei allen Versuchen war das Gleis sorgfältig durch geübte Bahn-

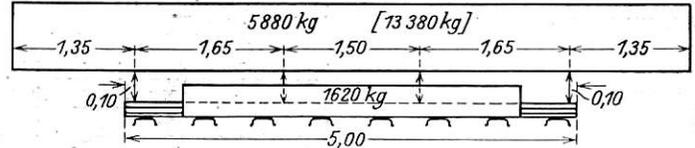


Abb. 3. Aufbringung der Belastung.

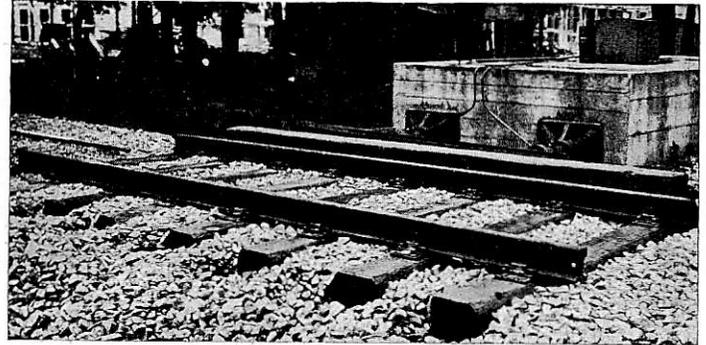


Abb. 4. Gleis mit freigelegten Schwellenköpfen.

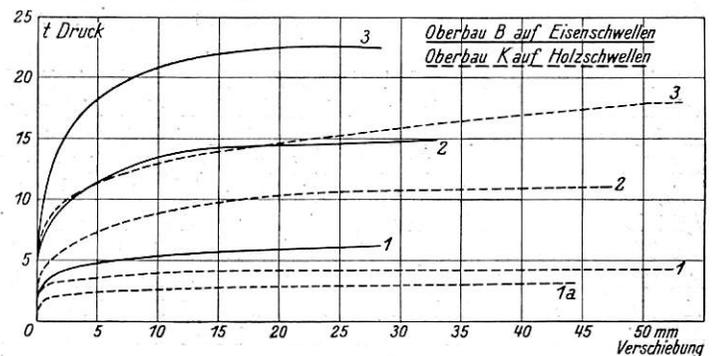


Abb. 5. Querverschiebung eines 5 m langen Gleises. 1 unbelastet, 1a unbelastet mit freien Schwellenköpfen, 2 Belastung 7,5 t, 3 Belastung 15 t.

arbeiter verlegt) wurde ein Versuch mit dem Gleis auf Holzschwellen vorgenommen, nachdem die Schwellenköpfe teilweise freigelegt waren (Abb. 4).

Die Versuche wurden stets so lange durchgeführt, bis der Gleisrahmen sich gleichmäßig seitlich fortbewegte, ohne daß dabei der Pressendruck weiter anstieg. Dieser Druck entspricht der Widerstandskraft eines Gleisstückes von 5 m Länge gegen seitliches Verschieben.

Die mittleren Verschiebungen des Gleises und die entsprechenden Druckkräfte sind in Abb. 5 zusammengestellt.

Es ergeben sich für das unbelastete Gleis folgende Widerstandswerte gegen Querverschiebung:

Oberbau B auf Eisenschwellen	1280 kgm
Oberbau K auf Holzschwellen	860 kgm
Oberbau K auf Holzschwellen mit teilweise freigelegten Schwellenköpfen	640 kgm.

Der Widerstand des Oberbaues B hat sich bei dieser Anordnung größer ergeben als bei dem Verschieben eines 15 m langen Gleises errechnet wurde. Bei dem Gleisrahmen von 15 m war keine gleichmäßige Druckübertragung möglich, so daß die am kürzeren Rahmen gefundenen Werte richtiger erscheinen; sie nähern sich mehr den Werten, die durch Herausziehen einzelner Schwellen gefunden wurden*) (1400 kgm).

Der Widerstand des sorgfältig verlegten Oberbaues K ist um 33% geringer als der des Oberbaues B; durch Freilegen der Schwellenköpfe tritt bei diesem Oberbau eine weitere Abminderung des Widerstands um 25% ein.

Der Widerstand als Funktion der Belastung ist in Abb. 6 dargestellt. Hiernach ergibt sich der Reibungsbeiwert zwischen Gleis und Bettung zu annähernd $\mu=1$ für beide Oberbauarten, jedoch ist er beim Oberbau B etwas größer als beim Oberbau K; die entsprechenden Werte sind:

Oberbau B . . . $\mu \approx 1,10$

Oberbau K . . . $\mu \approx 0,90$.

Der elastische Teil der Verschiebung ist beim Oberbau auf eisernen Schwellen größer als beim Oberbau auf Holzschwellen: nach Entspannung des Gleises (Aufhören des Pressendrucks) ging das Gleis auf Eisenschwellen im belasteten Zustand um rund 4 mm zurück, das Holzschwellengleis nur um 1 bis 2 mm.

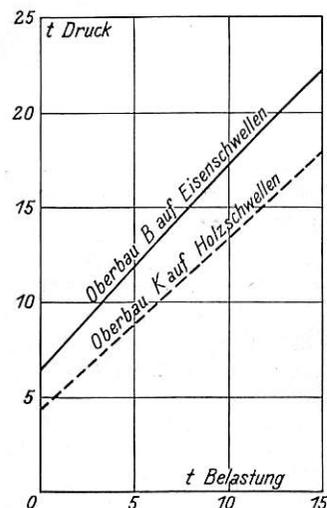


Abb. 6. Zur Querverschiebung erforderlicher Druck als Funktion der Belastung des Gleises.

Bemerkenswert war bei diesen Versuchen noch die Beobachtung, daß das Gleis auf Eisenschwellen sich nicht nur in der Horizontalen fortbewegte, sondern sich insbesondere auf der Druckseite, bei größeren Drücken gleichzeitig auch hob, und zwar ohne Belastung im Mittel um rund 10 mm, bei 7,5 t Belastung um 5 mm und bei 15 t um 4 mm. Das Gleis auf Holzschwellen bewegte sich dagegen nur in horizontaler Richtung, eine Hebung trat nicht ein. Hieraus läßt sich vielleicht der Schluß ziehen, daß es zweckmäßig sein könnte, der Eisenschwelle eine etwas andere Form zu geben, und zwar durch steileres Abbiegen der Schwellenenden, da die Hebung wohl durch ein Gleiten an den etwas schrägen Flächen der Schwellenkappe hervorgerufen wird.

Nach Beendigung der Beobachtungen über den Widerstand des Gleises gegen seitliche Verschiebung wurden noch einige Versuche durchgeführt, um den Widerstand des Oberbaues K auf Holzschwellen gegen Längsverschiebung zu bestimmen.

Ähnlich wie bei den früheren Versuchen**) wurden die einzelnen Joche bei gelösten Laschen verschoben, so daß eine Kraftübertragung durch die Laschen nicht möglich war, und es wurde die Bewegung der den Pressen abgekehrten Schienenenden beobachtet. — Um auch ganz kleine Bewegungen fest-

stellen zu können, waren an den Schienenstößen Meßuhren eingebaut (Abb. 7), ebenso am westlichen Ende des Gleises.

An der den Pressen zunächstliegenden Schiene war eine Bewegung von Beginn des Pressendrucks an festzustellen; bei 11 t Druck war ein knirschendes Geräusch zu vernehmen, als Zeichen, daß sich das Gleis auf der Bettung fortschob. Bei diesem Drucke war die Stoßlücke am Ende des ersten Gleisjoches noch nicht vollständig geschlossen und an der zweiten Meßstelle am Ende des zweiten Gleisjoches war infolge des durch die Bettung übertragenen Drucks eine Bewegung von 0,02 mm zu bemerken. Die Lücke schloß sich vollständig bei einem Druck von 16 t, der aber nicht nur auf das erste, sondern auch schon auf das zweite Gleisjoch einwirkte, das bei dieser Belastung eine Bewegung von 0,50 mm gemacht hatte. Die Längsbewegung des dritten Joches begann bei 23 t, betrug bei 24 t 0,20 mm, um dann rasch anzusteigen.

Es ist demnach die Kraft, die erforderlich ist, um ein Gleisjoch des Oberbaues K auf Holzschwellen von 15 m Länge

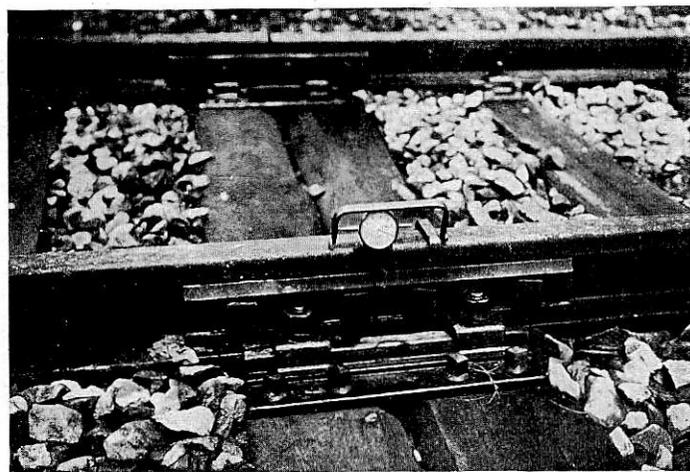


Abb. 7. Vorrichtung zum Messen der Bewegung der Schienen gegeneinander.

in der Längsrichtung zu verschieben, 11 bis 12 t und der Widerstand des Oberbaues K auf Holzschwellen gegen Längsverschiebung beträgt 733 bis 800 kgm.

Das Gleis auf Holzschwellen hat also eine um rund 33% geringere Widerstandskraft gegen Längsverschiebung als das Gleis auf Eisenschwellen, dessen Widerstandskraft zu 1200 kgm ermittelt wurde*). Es ist dies genau der gleiche Unterschied, der für den Widerstand gegen Querverschiebung gefunden wurde, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß sich unter der trogförmigen Eisenschwelle eine stark verdichtete Schotterbank befindet, die der Verschiebung in der Längs- und Querrichtung einen besonders großen Widerstand entgegengesetzt.

Beim folgenden Versuch wurde das Gleis fest verlascht und einem Druck bis zu $2 \times 60 = 120$ t ausgesetzt. Hierbei wurde der durch das Gleis übertragene Druck am westlichen Widerlager mittels der Druckkraftprüfer gemessen (Abb. 8) und gleichzeitig die Horizontal- und Vertikalbewegung des Gleises beobachtet. Die Versuchsanordnung war genau die gleiche wie beim entsprechenden Versuch mit dem Oberbau B auf Eisenschwellen**). Von einem Pressendruck von 10 t an war am Ende des Gleises eine Druckübertragung zu messen, wobei, ähnlich wie beim Oberbau auf Eisenschwellen, der übertragene Druck zunächst langsamer und dann schneller anstieg. Bei Drücken von rund 50 t (25 t je Schiene) ergab sich ein mittlerer Widerstand gegen Längsverschiebung von

*) Vergl. Organ 1928, S. 310 und 311.

***) Vergl. Organ 1928, S. 310.

*) Vergl. S. 244.

***) Vergl. S. 242.

800 kgm, wie auch beim vorhergehenden Versuch ermittelt wurde.

Während bei dem Oberbau B die von den beiden Schienen an dem den Druckpressen entgegengesetzten Ende des Gleises übertragenen Drücke auch bei geradem Gleis stets mehr oder weniger voneinander verschieden waren, erfolgte die Druckübertragung beim Oberbau K fast gleichmäßig durch beide Schienen.

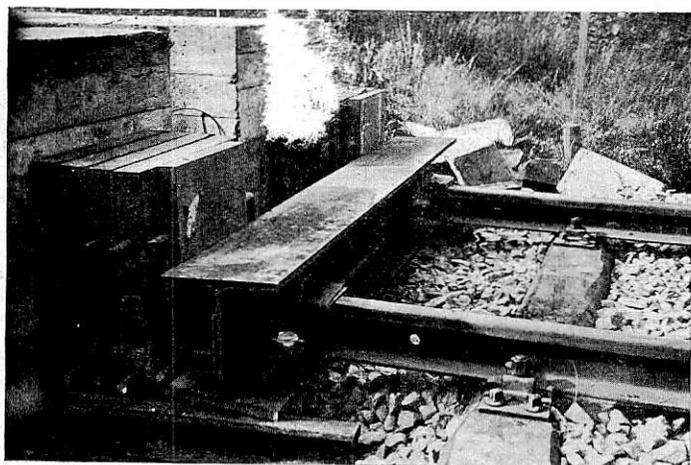


Abb. 8. Einbau der Druckkraftmesser.

Die Querverschiebung und Hebung des Gleises auf Holzschwellen betrug bei den angewandten Drücken bei 120 t ebenso wie die des Gleises auf Eisenschwellen nur wenige Millimeter.

Wie beim Gleise auf Eisenschwellen*) wurde auch beim Gleise auf Holzschwellen die Einwirkung eines Längsdruckes auf das mit $R=300$ m gekrümmte Gleis untersucht. Es wurden zwei Versuche durchgeführt, wobei die Versuchsanordnung die gleiche war wie bisher. Bei dem einen Versuch erfolgte die Druckübertragung durch beide Schienen gleichmäßig, beim anderen wurde, ebenso wie beim Gleis auf Eisenschwellen, durch die innere Schiene ein größerer Druck über-

*) Vergl. S. 243.

tragen als durch die äußere. Auch beim gekrümmten Gleis auf Holzschwellen betrug die seitlichen Verschiebungen und die Hebungen nur wenige Millimeter; ein merklicher Unterschied gegenüber dem Gleis auf Eisenschwellen war bei 120 t Längsdruck nicht festzustellen, was nach der vorher festgestellten seitlichen Widerstandsfähigkeit dieses Gleises von 800 kgm bei 300 m Halbmesser zu erwarten war.

Bei dem einen Versuch mit dem gekrümmten Gleis auf Holzschwellen wurden die Druckkraftprüfer am Ende des Gleises entfernt, so daß das Gleis sich frei in der Längsrichtung verschieben konnte. Durch Abdrücken wurde das Gleis um rund 35 mm verschoben, wobei beide Schienen sich gleichmäßig fortbewegten und eine meßbare Veränderung der Bogenlage nicht eintrat. Der Pressendruck stieg hierbei auf 36 t an und blieb während der Verschiebung in dieser Höhe konstant, entsprechend einer Widerstandskraft des Gleises gegen Längsverschiebung von 800 kgm, wodurch diese schon durch die vorhergehenden Versuche ermittelte Zahl erneut bestätigt wurde.

Die bisherigen Versuche haben in runden Zahlen folgende Widerstandswerte ergeben:

Oberbau B auf Eisenschwellen:	
Widerstand gegen Längsverschiebung . . .	1200 kgm
Widerstand gegen Querverschiebung . . .	1200 kgm.
Oberbau K auf Holzschwellen:	
Widerstand gegen Längsverschiebung . . .	800 kgm
Widerstand gegen Querverschiebung . . .	800 kgm
Widerstand gegen Querverschiebung bei freigelegten Schwellenköpfen	600 kgm.

Zu diesen Ergebnissen ist zu bemerken, daß sie durch verhältnismäßig wenig Versuche gewonnen wurden, so daß diese Zahlen noch nicht als exakte Widerstandswerte angesehen werden dürfen; sie geben vielmehr nur die Größenordnung dieser Werte an. Es ist auch zu beachten, daß das Gleis einerseits sehr sorgfältig verlegt war und andererseits nicht befahren wurde.

Es wird noch eine ganze Reihe von Versuchen erforderlich sein, um die Frage der Widerstandsfähigkeit des Eisenbahnoberbaues gegen horizontale Verschiebungen endgültig zu klären.

Zur Frage der Ausfahrersignale auf den Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ingenieur F. Zuleger, Wien.

Über die Aufstellung von Ausfahrersignalen zur Signalisierung der Durchfahrt dürften bei vielen Bahnverwaltungen noch keine grundsätzlichen Vorschriften bestehen und solche Signale auf vielen Bahnhöfen auch noch nicht vorgesehen sein. Durch die fortgeschrittene Beschleunigung des Zugverkehrs wird die Anordnung von Ausfahrersignalen dringend erforderlich. Auch andere Betriebsgründe, wie das Nachschieben bei langen Zügen auf Strecken mit großen Steigungen oder ungünstigen Richtungsverhältnissen erfordern dies. Schließlich geben die Signalvorschriften mit ihrer Sollbestimmung „die Ausfahrersignale sollen derart aufgestellt werden, daß sie von der Zugmannschaft der ausfahrenden Züge rechtzeitig wahrgenommen werden können“ selbst zu, daß die Ausfahrersignale nicht immer die notwendige Sichtweite besitzen und ihre Ankündigung durch Vorsignale notwendig ist.

Für die Aufstellung der Ausfahrersignale ist eine Reihe von Umständen maßgebend, deren nähere Untersuchung geboten erscheint. Diese sei im folgenden auf Grund der Signalvorschriften der Österreichischen Bundesbahnen (unter Ausnahme des späterhin besprochenen Signalbegriffes „Vorsicht“) vorgenommen.

Auch eine Ersatzmaßnahme und zwar die Heranziehung

des Vor- und Einfahrersignales zur Ankündigung der Durchfahrt, sei am Schlusse ausführlicher behandelt.

Forderungen.

An die Signalisierung der Durchfahrt wird, wie an jede Befehlsübermittlung durch Signale, eine Reihe von Forderungen gestellt, die teils unbedingt zu erfüllen sind (Unbedingte Forderungen), teils für die Güte der Signalisierung maßgebend sind (Güteforderungen). Zur Beurteilung einer Signalanlage ist daher zu prüfen, in welchem Maße diese Forderungen erfüllt sind. Im allgemeinen ist jener Art der Vorzug zu geben, die alle unbedingten Forderungen und bei grundsätzlicher Anwendung die größte Anzahl der Güteforderungen erfüllt.

Die unbedingten Forderungen, zu denen auch die Betriebssicherheit der Signale zu rechnen ist, decken sich mit den Bestimmungen der Signalvorschriften. Die aufscheinenden Signalbilder müssen sich also im Regelbetrieb, wie auch in Störungsfällen in die Signalvorschriften vollkommen einordnen lassen.

Die Güteforderungen umfassen hauptsächlich: Die Einfachheit hinsichtlich Anordnung und Bauart, die Eindeutigkeit, die gute Sichtbarkeit (siehe Organ 1929, Heft 2, Seite 20), die einfache Auswirkung des Signalbefehls (bei Vorsignalen nur

auf das folgende Hauptsignal), die möglichst allgemeine Anwendbarkeit unter Berücksichtigung der erforderlichen Abhängigkeiten, die Vermeidung neuer Signalbilder und Signalhäufungen, der möglichst große Geltungsbereich (Anzahl der Fahrstraßen) und schließlich die Wirtschaftlichkeit.

Aufstellungsort.

Für die Erfüllung dieser Forderungen ist die Wahl des Aufstellungsortes für das Ausfahrsvorsignal von großer Bedeutung. Dieser ist hauptsächlich an die Betriebsverhältnisse und durch örtliche Rücksichten gebunden. An Hand der Zusammenstellung I, in der nur einfache Verhältnisse dargestellt sind, sollen die vorkommenden möglichen Fälle des Aufstellungsortes erläutert werden.

Zusammenstellung I.

Mögliche Standorte des Ausfahrsvorsignales.



Fall 1. Das Ausfahrsvorsignal steht innerhalb der Weichen, vorschrittsgemäß auf der gleichen Bahnseite wie das zugehörige Ausfahrsignal und hat nur für die gerade Durchfahrt Geltung. Die unbedingten Forderungen sind, da es sich um Regelsignale handelt, erfüllt.

Die Forderungen: Einfachheit, Eindeutigkeit, Auswirkung und Wirtschaftlichkeit sind ebenfalls erfüllt. Abhängigkeiten zwischen Einfahrsvorsignal und Ausfahrsvorsignal können entfallen. Der Geltungsbereich umfaßt nur eine Fahrstraße, die Anwendung ist auf das Vorhandensein eines entsprechenden Bremsweges Ba und eines entsprechenden Abstandes zwischen Einfahrsvorsignal und Ausfahrsvorsignal L gebunden. Die Signalhäufung besteht nur teilweise, da das Einfahrsvorsignal vorwiegend vom Heizer, das Ausfahrsvorsignal vom Führer zu beobachten ist.

Die Wahrung des Abstandes L ist hier, wie in allen gleichartigen Fällen dann notwendig, wenn beide Signale gleichzeitig gesichtet werden und zwischen ihnen keine Abhängigkeit besteht; andernfalls könnten die Signalbilder sich gegenseitig beeinflussen und zu Mißdeutungen Anlaß geben.

Auf geraden Strecken ist L möglichst groß, mindestens aber mit 300 m zu bemessen. Zum Durchfahren dieser Strecke braucht ein rasch fahrender Zug etwa 10 Sekunden. Der Lokomotivführer besitzt damit genügend Zeit, um sich beim Einfahrsvorsignal dem darauf folgenden Ausfahrsvorsignal widmen zu können; dies um so mehr, als er ja auch dem nun folgenden Bahnhof seine Aufmerksamkeit widmen muß. Die Vergrößerung des Abstandes L darf jedoch nicht durch gleichzeitige Verminderung des Bremsweges Ba geschehen. Strecken mit Nachschiebedienst verlangen sogar einen möglichst großen Bremsweg, um der nachschiebenden Lokomotive durch die Stellung des Ausfahrsvorsignals zeitgerecht anzuzeigen, ob der Zug durchfährt, das Nachschieben also fortzusetzen ist, oder ob er anzuhalten hat, das Nachschieben also eingestellt werden muß. Behufs Vergrößerung des Abstandes L ist auch das Hinausrücken des Einfahrsvorsignales E zu erwägen. Die Einfahrsvorsignale stehen ohnedies zumeist recht knapp an der Einfahrweiche (100 m von deren Spitze entfernt).

Fall 2. Hier gelten die Erwägungen wie bei Fall 1.

Fall 3. Auch hier gelten die gleichen Erwägungen. Der Geltungsbereich des Ausfahrsvorsignales kann erweitert werden. Um den Bremsweg Ba zu wahren, wird dieser Fall namentlich auf kürzeren Bahnhöfen angewendet werden müssen.

In den Fällen 1 bis 3 und in den folgenden Fällen 5 bis 6 ist beim Verzicht auf die Abhängigkeiten zwischen Einfahrsvorsignal und Ausfahrsvorsignal die Vorschrift einzuhalten, bei Ausfahrten aus dem Bahnhof nur das Ausfahrsvorsignal und nicht auch das Ausfahrsvorsignal zu betätigen.

Fall 4 tritt ein, wenn der Abstand L zu klein oder überhaupt Null wird und auch durch Hinausrücken des Einfahrsvorsignales nicht auf das notwendige Maß gebracht werden kann. Es bestünde die Notwendigkeit der gleichzeitigen Signalbeobachtung beiderseits der Fahrtrichtung. Dieser Fall ist daher auszuschließen.

Fall 5, für rechts befahrene Bahnstrecken, entspricht in seiner Anordnung dem Fall 2.

Fall 6, ebenfalls für rechts befahrene Bahnstrecken, entspricht dem Fall 3.

Fall 7 ist an Stelle des Falles 4 zu wählen. Die Erweiterung des Geltungsbereiches ist möglich. Das Ausfahrsvorsignal und das zugehörige Ausfahrsvorsignal stehen auf verschiedenen Bahnseiten; dem links stehenden Ausfahrsvorsignal folgt das rechtsstehende Ausfahrsvorsignal, in der Beobachtung tritt ein sogenannter „Beobachtungssprung“ ein. Die unbedingte Forderung, Vor- und Hauptsignal müssen auf derselben Bahnseite stehen, bleibt unerfüllt. Das Einfahrsvorsignal und das Ausfahrsvorsignal stehen beide auf der Heizerseite. Der Heizer wird deshalb beauftragt werden müssen, die Signalbefehle dem Führer zuzurufen. Dieser Zuruf und die darauf folgende Bestätigung muß beispielsweise lauten: „Frei“ in die Ablenkung, Ausfahrt „Halt“! Dieser Zuruf ist nicht knapp zu nennen und kann dazu verleiten, Zeichen zur Verständigung heranzuziehen. Die Fälle 4 und 7 zeigen deutlich den bekannten sehr ungünstigen Einfluß des Linksfahrens auf die Signalisierung.

Fall 8. Die Erweiterung des Geltungsbereiches ist möglich.

Die Fälle 7 und 8 treten ein, wenn der Abstand L zu knapp bemessen werden müßte. Das Ausfahrsvorsignal rückt an den Standort des Einfahrsvorsignales. Steht dieses vom Bahnhof und damit auch vom Ausfahrsvorsignal weit entfernt, so wird der Bremsweg Ba übermäßig lang. Eine zu große Länge dieses Bremsweges ist nachteilig, weil sie zu einem Zweifel über den beim Einfahrsvorsignal empfangenen Vorsignalfbefehl oder bei der Stellung des Vorsignales auf „Hauptsignal Halt“ auch zu einem verfrühten Abbremsen des Zuges führen kann. Die Länge des Bremsweges Ba soll 1000 m womöglich nicht überschreiten. Zum Durchfahren dieser Streckenlänge mit 60 km

Stundengeschwindigkeit sind doch schon 60 Sekunden notwendig.

Abhängigkeiten.

In den Fällen 7 und 8 befinden sich Ausfahrsvorsignal und das Einfahrtsignal am gleichen Standort. Diese Anordnung ist für die Beobachtung vorteilhaft, weil sie den Beobachter entlastet. Als Formsignale bei Tag (Arm und Scheibe) sind sie deutlich zu unterscheiden. Als Lichtsignale bei Dunkelheit in der Stellung „Frei“ ist die Unterscheidung nur durch die Anordnung der Lichter in verschiedenen Höhen durchführbar. Eine gegenseitige Beeinflussung der Signale ist dadurch nicht ausgeschlossen.

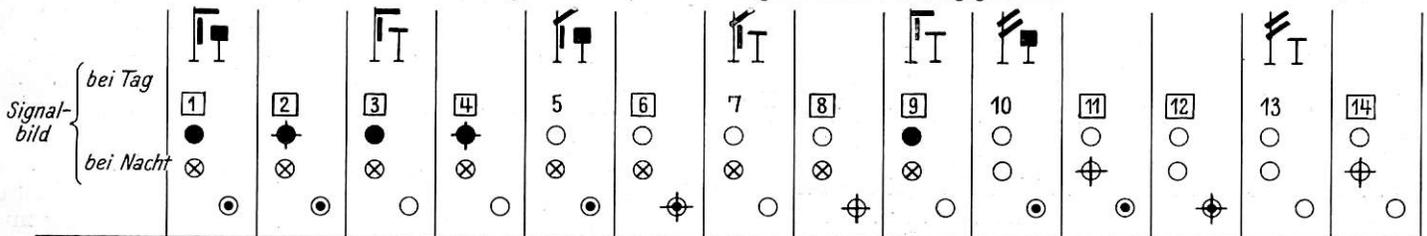
Das Ausfahrsvorsignal soll nur für die Durchfahrt, gleichgültig ob über das durchgehende Hauptgleis oder über ein anderes Gleis (dies zeigt schon das Einfahrtsignal an) und nicht

verbessert werden. Die Herstellung der Abhängigkeiten erfordert aber in der Regel einen erheblichen Aufwand. Sind sie im entsprechenden Ausmaß vorhanden, so kann die gemeinsame Stellung des Ausfahrtsignals und des zugehörigen Vorsignals aufrecht bleiben.

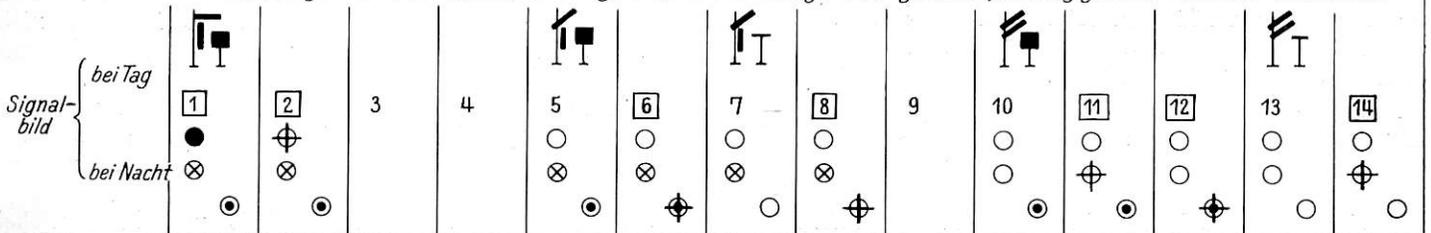
Wird das Ausfahrsvorsignal motorisch betätigt oder als Kupplungssignal ausgebildet, so lassen sich die unbedingten Forderungen bei den Tag- und Nachtsignalbildern 5, 7, 10 und 13 voll, bei den Nachtsignalbildern 2, 6, 8, 11, 12 und 14 nicht erfüllen. Sind in diesem Falle die Signale elektrisch beleuchtet, so kann auch der Einbau entsprechender Schaltungsmagnete in den Beleuchtungsstrom erwogen werden, um eine weitere Verbesserung der Nachtsignalbilder zu erreichen. In diesem Falle wären die Signalbilder bei Tag und bei Nacht lediglich durch elektrischen Strom bestimmt und dem Gütegrad der Lichttagessignale wesentlich näher gekommen.

Zusammenstellung II. Mögliche Signalbilder.

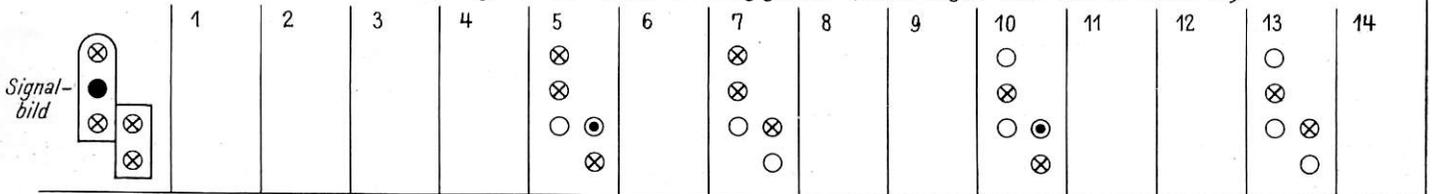
A. Einfahrtsignal und Ausfahrsvorsignal ohne Abhängigkeiten.



B. Einfahrtsignal mechanisch, Ausfahrsvorsignal elektrisch betätigt oder gesteuert, Abhängigkeiten teilweise vorhanden.



C. Lichttagessignale mit voller Abhängigkeit. (Siehe Organ 1929 Heft 2 Seite 23)



Zeichenerklärung: Einfahrtsignal, Ausfahrsvorsignal, Signallampe: rot ●, grün ○, weiß ⊙, dunkel ⊗, verlöscht (gestört) ⊕, □ nicht entsprechende Signalbilder.

auch für die Ausfahrt eines Zuges betätigt werden können. Es wird dadurch zum Durchfahrtsignal. Einfahrtsignal und Ausfahrsvorsignal sind als ein einheitliches Signalbild aufzufassen, das in allen vorkommenden Fällen den unbedingten Forderungen entspricht. Zu diesem Zweck ist die Schaffung von Abhängigkeiten zwischen dem Einfahrtsignal, dem Ausfahrsvorsignal und dem Ausfahrtsignal notwendig. Die Zusammenstellung II über die möglichen Signalbilder gibt uns Aufschluß, inwieweit dies bei den verschiedenen Signalbauarten möglich ist.

Aus Zusammenstellung II ersehen wir, daß bei mechanisch betriebenen Signalen ohne Abhängigkeiten die unbedingten Forderungen in den Bildern 1 bis 4, 6, 8, 9 (entstanden aus 7 oder 9 z. B. durch Drahtbruch) 11, 12 und 14 nicht erfüllt sind. Diese Signalordnung ist daher abzulehnen. Es können wohl Abhängigkeiten, wie der Einbau von Blockzustimmungen, die Herstellung einer Durchfahrtschaltung u. ä. in beschränktem Maße vorgesehen und dadurch die Anordnung

Die Lichttagessignale werden allen gestellten Forderungen, auch der nach Wirtschaftlichkeit, vollkommen gerecht. Sie allein ermöglichen auch die Darstellung eines einwandfreien Signalbildes in der Grundstellung der Signale. Neben „Halt“ gibt es keinen weiteren Signalbegriff.

Die vorstehenden Betrachtungen lassen sich auf die Zusammenstellung I bezogen, wie folgt zusammenfassen:

Die einfachste Anordnung ist in den Fällen 1, 2 und 5 gegeben, für die alle Bauarten von Vorsignalen gleich gut anwendbar sind. Soll der Geltungsbereich erweitert werden — dieses ist in vielen Fällen aus Betriebsgründen notwendig und sollte grundsätzlich vorgenommen werden — so sind die Fälle 3 und 6 zu wählen. Hierbei ist das Ausfahrsvorsignal mehreren Ausfahrtsignalen zugeordnet, wodurch allein schon die elektrische Steuerung oder der Kraftbetrieb des Ausfahrsvorsignals erforderlich wird. Auch die Verwendung eines mechanisch betätigten Einfahrtsignals und von Lichttagessignalen für das Ausfahrsvor- und das Ausfahrtsignal in diesen

beiden, wie in den Fällen 1, 2 und 5, ist möglich. Solche Anordnungen sind schon auf einigen Bahnhöfen der Österreichischen Bundesbahnen ausgeführt und haben sich bewährt. Sie sind beim Vorhandensein einer größeren Anzahl von Ausfahrtsignalen besonders wirtschaftlich. Die Fälle 7 und 8 erfordern unbedingt die Herstellung von Abhängigkeiten zwischen dem Einfahrsignal und dem Ausfahrtsignal.

Durch die Anwendung von Lichttagessignalen ist im Hinblick auf die erforderlichen Abhängigkeiten die vollkommenste Signalisierung der Durchfahrt zu erreichen.

Der Signalbegriff „Vorsicht“.

Bei den Österreichischen Bundesbahnen wurde die Bedeutung des Vorsignals „Hauptsignal Halt“ auf „Vorsicht“ abgeändert, was folgende Anwendungsmöglichkeiten im Gefolge hatte:

1. Das Vorsignal für das Ausfahrtsignal darf nur für die gerade Durchfahrt stellbar sein. Der bisherige Grundsatz, daß das Vorsignal die Stellung des zugehörigen Hauptsignals anzeige, stand einer solchen Verfügung bisher entgegen.

2. Für Züge, die beim Einfahrsignal angehalten werden und vor ihm tatsächlich zum Stillstand kommen, darf das zugehörige Vorsignal nicht mitgestellt werden, wenn der Zug durch Freistellung des Einfahrtsignales eingeholt wird. (Diese wichtige Verfügung ist streng einzuhalten.)

3. Für jene Fälle, bei denen bisher der Auftrag bestand, den Zug beim Einfahrsignal anzuhalten, um ihn auf die im Bahnhof zu erwartenden Handsignale aufmerksam zu machen, kann nunmehr das Anhalten des Zuges beim Einfahrsignal dann entfallen, wenn für den betreffenden Zug das Vorsignal trotz der Freistellung des zugehörigen Hauptsignals in der Stellung „Vorsicht“ belassen wird.

Nach dieser Verfügung bedeutet der Signalbefehl „Vorsicht“ am Einfahrtsignal:

- a) das Einfahrsignal steht auf „Halt“,
- b) infolge einer Änderung der Einfahrt zeigt das Einfahrsignal ein die Herabminderung der Geschwindigkeit erforderndes Signalbild,
- c) ein sonst durchfahrender Zug hat im Bahnhof anzuhalten.

Dem Vorsignal in der Vorsichtstellung kann sonach das Einfahrsignal mit jedem der drei möglichen Signalbefehle folgen. Dieser Umstand zwingt den Führer, stets den für die Fahrgeschwindigkeit ungünstigsten Fall a) anzunehmen und die Fahrgeschwindigkeit entsprechend herabzumindern. Auf Strecken mit großer Steigung und ungünstigen Richtungs-

und Sichtverhältnissen kann dies allenfalls zum Stehenbleiben des Zuges führen.

Der Signalbegriff „Frei“ am Einfahrsignal wird durch den Signalbegriff „Vorsicht“ am Einfahrtsignal beeinflusst. Zeigt das Einfahrtsignal „Frei“, so zeigt auch das Einfahrsignal unbedingt „Frei“ und der Zug kann die Fahrt ohne Geschwindigkeitseinschränkung fortsetzen; zeigt das Einfahrtsignal „Vorsicht“ und das Einfahrsignal „Frei“, so gilt dieser Befehl „Frei“ nur bedingt, denn es sind weitere Befehle zu erwarten. Ein Übersehen des Signals „Vorsicht“ kann sonach unter Umständen gefährlich werden.

Die Fälle b) und c) werden nur fallweise dann angewendet, wenn eine schriftliche Verständigung der Zugmannschaft über die Änderung der Einfahrt oder das Anhalten nicht mehr möglich war. Der Signalbefehl „Vorsicht“ im Falle c) kann wieder aufgehoben werden, wenn die Notwendigkeit, den Durchfahrezug im Bahnhofe anzuhalten, nicht mehr besteht. In diesem Falle hat der Fahrdienstleiter dem Durchfahrezug Handsignale zur Fortsetzung der Fahrt zu geben.

Bei verbotener Durchfahrt nach Fall c) wird der Signalbegriff „Vorsicht“, der in der Regel zum Einfahrsignal gehört, auf die Stellung des Ausfahrtsignals erstreckt. Die erlaubte Durchfahrt hingegen wird als solche nicht signalisiert.

Der Signalbegriff „Vorsicht“ hat nur bei Einfahrtsignalen jener Bahnhöfe praktische Bedeutung, die nicht mit Ausfahrtsignalen ausgerüstet sind. Seine Anwendung muß jedoch zur Wahrung der Gleichartigkeit, wenn auch ohne Auswirkung, auch auf alle übrigen Vorsignale (für Ausfahr- oder Blocksignale) ausgedehnt werden. Sie ist dort nicht möglich, wo Vor- und Einfahrsignal mit einem gemeinsamen Stellhebel oder Schalter gleichzeitig betätigt werden.

Wenn wir nun diesen Betrachtungen unsere Forderungen gegenüberstellen, so gelangen wir zu folgendem Ergebnis:

Die unbedingten Forderungen wurden durch Abänderung der Signalvorschriften erfüllt.

Güteforderungen: Die Einfachheit und Eindeutigkeit sind erfüllt; die Auswirkung ist beim Einfahrsignal unterteilt und auf das Ausfahrtsignal erstreckt; die Anwendung und der Geltungsbereich sind eingeschränkt; Signalhäufungen sind vermieden und die Wirtschaftlichkeit ist gewahrt.

Dieses Ergebnis ist nicht als günstig zu bezeichnen. Wenn trotzdem der neue Signalbegriff als vorläufige Maßnahme eingeführt wurde, so geschah dies unter dem Zwange, ungesäumt einen Ersatz für die auf einer großen Anzahl Bahnhöfe noch fehlenden Ausfahrtsignale schaffen zu müssen.

Berichte.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Eine bemerkenswerte Brückenkonstruktion.

Bei km 64,9 der Bahnlinie Leipzig-Hof wurde die Erneuerung einer Bahnbrücke mit drei Öffnungen von je 10,75 m Stützweite notwendig, da die alten Überbauten den Verkehrslasten nicht

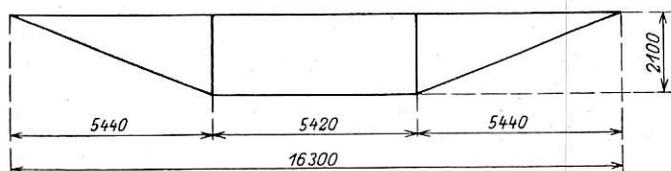


Abb. 1.

mehr genügten. Die besonderen örtlichen Verhältnisse führten hier zu einer Lösung, die wegen ihrer Eigenart besondere Erwähnung verdient.

Mit Rücksicht auf die Verkehrsverhältnisse der unterführten

Straße war bei der neuen Brücke die Anordnung von nur zwei Öffnungen mit je 16,3 m Stützweite zulässig. Die Erneuerung

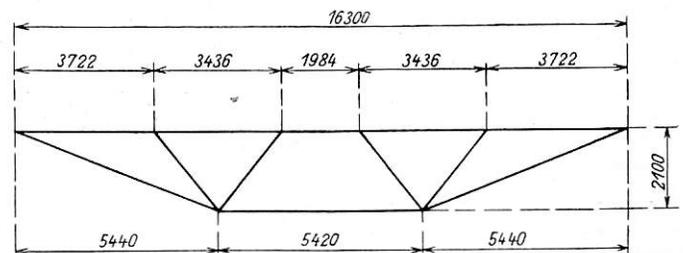


Abb. 2.

sollte möglichst ohne Störung des Betriebes erfolgen, außerdem sollten die Widerlager möglichst ohne Änderung übernommen werden. Da sich infolge der größeren Lasten und Stützweiten

eine wesentlich größere Konstruktionshöhe ergab, kam man auf den Gedanken die Überbauten als unterspannte Balken auszuführen, zumal Blechträger, die ebenfalls in Frage gekommen wären, leicht zu störenden Geräuschen neigen, was wegen der Nähe der Ortschaft unerwünscht war. Da die üblichen unterspannten Balken (Abb. 1) zu große Durchbiegungen erfahren, hat man das in Abb. 2 dargestellte System gewählt. Es besitzt 2,70 m Konstruktionsdicke von S. U. gemessen, gegen etwa 1,85 m bei Blechträgern. Da die Lichthöhe über der Straße aber sehr reichlich war, konnte dies ohne weiteres zugelassen werden.

Die Brücke erhielt wieder getrennte Überbauten für jedes Gleis. Die Anschlüsse an den Auflagerknoten nehmen Rücksicht auf die bisherige Form der Widerlagerkammer und auf das Einschleichen auf Rollen. Den Mittelpfeiler bildet ein eiserner Bock, dessen Betonfundament über H. W. hochgeführt ist.

Der Einbau gestaltete sich äußerst einfach und erforderte je Gleis nur 7 Stunden. Dabei waren die beiden Gleise nur je 2 Stunden gesperrt.

(Der Stahlbau, 1929, Heft 17.)

Sp.

Rein dynamische Verfahren zur Untersuchung der Beanspruchung von Bauwerken.

Während bisher die dynamischen Untersuchungen an Bauwerken immer davon ausgingen, unter der Belastung mit fahrenden Zügen an bestimmten Stellen die auftretenden Einzelgrößen wie Spannung, Durchbiegung oder Schwingungsaus- schlag zu messen und rechnerisch zu verwerten, sind in jüngster Zeit Versuche im Gange, wie sich Bauwerke mit Hilfe künstlich erzeugter Impulse von bekannter Größe, Richtung und Periode als Ganzes untersuchen lassen. Die Impulse werden ausgeübt mittels einer eigenen Erschütterungs- maschine, die in ihren wesentlichen Teilen aus einem Antriebsmotor und zwei exzentrischen Schwungraden besteht, die zusammen mit den erforderlichen Meßinstrumenten auf einem kleinen Wagen angeordnet sind. Die Grundlage für alle Untersuchungen bilden die Frequenz-Leistungs- Diagramme als Abbild der im Bauwerk auf- gespeicherten Energie.

Gemessen wird Frequenz und Dämpfung hauptsächlich als Kennzeichen für den Bauzustand, die Aufschaukel- und Abklingzeit als Kennzeichen für die Eignung im praktischen Betrieb, die Federkonstante als Kennziffer für die dynamisch mehr oder weniger günstige konstruktive Durchbildung und für den Vergleich verschiedener Baustoffe, der Vergrößerungsfaktor gegen- über den statisch ermittelten Ausschlägen, gegebenenfalls die Kopplung mit anderen Überbauten zur Bestimmung von Ver- änderungen in den Gründungsverhältnissen und endlich die Phasenverschiebung zwischen erregender Kraft und Schwingungs- ausschlag. Als Vorteile des Verfahrens werden genannt die Einfachheit und Genauigkeit der Messung, die Möglichkeit beliebig oft die gleiche Beanspruchung zu wiederholen und die Unabhängigkeit von der Schwerkraft. Ein mit dem Verfahren untrennbar verbundener Nachteil ist der, daß es nicht möglich ist bei schlechten Ergebnissen zu entscheiden, wo nun die schwache Stelle zu suchen ist. Auch ist die Frage noch nicht geklärt, ob es überhaupt gelingen wird, bestimmte charakteristische, dyna- mische Eigenschaften der Bauwerke in Abhängigkeit von ihrem jeweiligen Bauzustand einwandfrei zu erkennen. Erst dann kann von einer praktischen Bedeutung des Verfahrens die Rede sein.

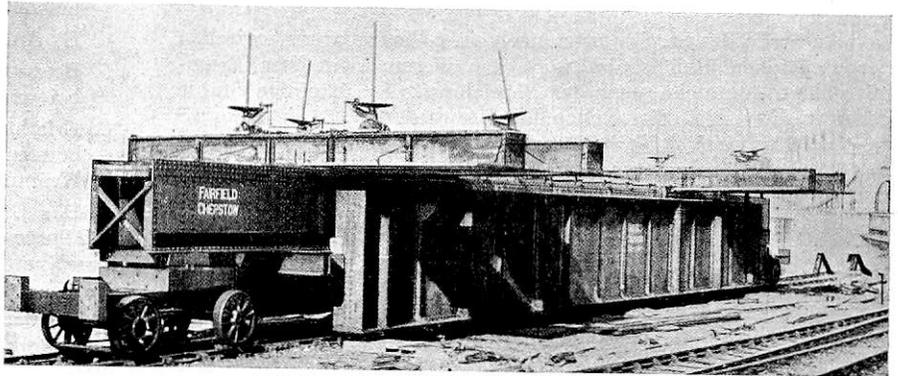
(Der Stahlbau 1929, Heft 6.)

Sp.

Auswechslung von Brückenkonstruktionen in kurzen Zugpausen.

Die eingleisige König-Albert-Brücke über den Tamarfluß in England im Zuge der eingleisigen Great Western-Bahn wurde in ihren Landöffnungen verstärkt. Die Brücke besteht aus 17 Land- öffnungen mit Spannweiten zwischen 21,34 und 27,43 m und aus zwei Flußöffnungen mit je 138,68 m Spannweite. Die Gesamt- länge beträgt 670 m, die Lichthöhe über Wasserspiegel wegen der

Schiffahrt 30,48 m. Die Landöffnungen bestanden bisher aus schmiedeeisernen Trägern von 2,44 m Höhe, während die Trag- konstruktion in den Flußöffnungen aus je einem Segmentbogen aus einem ovalen Schmiedeisenrohr (5,11 m hoch und 3,73 m breit) bei einem Stich von 8,83 m besteht, an dem beiderseits die die Fahrbahnkonstruktion tragenden Hängestäbe angebracht sind. Im Jahre 1928 wurde die Verstärkung der Landöffnungen beschlossen. Bei der Durchführung dieser Arbeiten konnten die sonst üblichen Arbeitsweisen nicht angewendet werden, weil die Höhe der Träger die Verwendung von Kranen ausschloß. Auch war auf den schmalen Pfeilern nicht der Raum verfügbar, um die alten Träger unterzubringen, während die neuen ein- gebracht wurden. Es wurde daher ein besonderer Wagen gebaut, der aus zwei Schemelwagen bestand. Diese trugen eine Fachwerk- konstruktion mit vier weit hervorragenden Querträgern (siehe Abb.), so daß daran außer der Fahrbahn selbst auch die alten und neuen Träger während der Auswechslung aufgehängt werden konnten. Da die Länge des Wagens rund 29 m betrug, überspannte er jede der Landöffnungen. Bei Auswechslung der Brücke einer Öffnung wurde der Bauwagen mit den angehängten neuen Trägern langsam auf die Öffnung gebracht. Zuerst wurde die Fahrbahn an dem Bauwagen aufgehängt, dann wurde die Ver- bindung zwischen Fahrbahn und alten Trägern gelöst. Hierauf wurden die alten Träger in die Höhe gewunden und an die Quer- träger des Bauwagens angehängt. Die neuen Träger, die durch den Bauwagen beifahren worden waren, wurden hierauf ab-



Auswechslung von Brückenkonstruktionen.

gelassen und in ihre endgültige Lage gebracht. Die Fahrbahn- konstruktion wurde dann an die neuen Träger angeschlossen und vom Bauwagen wieder abgehängt. Die Arbeiten waren dadurch erschwert, daß sie wegen der Anforderungen des Betriebes bei der eingleisigen Linie nur zu bestimmten Zeiten und an Sonntagen ausgeführt werden konnten. Die Zeiten, die gewöhnlich an den Sonntagen zur Verfügung standen, waren von 9 bis 14 bzw. 17 Uhr. Für die ganzen Arbeiten waren 43 Sonntage benötigt. Der Zusammenbau der neuen Träger und die Zerlegung der alten Träger erfolgte auf einem Werkplatz, der an dem einen Brücken- ende angelegt und mit dem Hauptbahngleis durch ein Anschluß- gleis verbunden war.

(Railw. Eng. 1929, April.)

Wa.

Zur Entwicklung der Baustähle.

Der Begriff Wertigkeit der Baustähle, unter dem bisher hauptsächlich mechanische Güterwerte verstanden wurden, hat im Laufe der Zeit eine Erweiterung durch Anforderungen an den Rostwiderstand und die Schweißbarkeit erfahren. Von diesem Gesichtspunkt aus bespricht ein Aufsatz der Zeitschrift „Maschinen- bau“ die Eigenschaften der heutigen Baustähle und zeigt die Entwicklung, die die Einschätzung der Baustähle in den letzten Jahren genommen hat.

Aus den verschiedenen Versuchen, die Stähle zu normen, sowie hochwertige Baustähle herzustellen, waren zunächst drei Stähle übriggeblieben: St. 37, St. 48 und St. Si.

St. 37, dessen allgemein bekannte Festigkeitseigenschaften mit Din 1612 und 1621 genormt sind, ist heute ein den Erzeugern und Verbrauchern in jeder Hinsicht vertrauter Baustoff. Er

erfüllt zudem mit seinem in der Regel unter 0,2% liegenden Kohlenstoffgehalt nicht nur die Anforderungen des Preßschweißens, sondern auch die der neuerdings immer mehr in Anwendung kommenden Schmelzschweißverfahren. Sein Rostwiderstandsvermögen ist von den Stahlerzeugern selbst durch ihre Bereitschaft, gegen mäßige Preiserhöhungen den Kupfergehalt auf etwa 0,3 bis 0,4% zu steigern, gefördert worden. Ein großer Vorzug des St. 37 liegt in seiner besonderen Eignung für das Brennschneidverfahren, da er nur geringe Nacharbeit erfordert. Die Stahlsorte St. 48, gekennzeichnet durch die Bedingungen $\sigma_B = 48$ bis 58 kg/mm^2 , $\delta_{10} \geq 18\%$, Biegewinkel beim Faltversuch 180° (Dorndurchmesser = zweifache Probendicke) und den hier erstmalig eingeführten Streckgrenzwert $\sigma_s \geq 29 \text{ kg/m}^2$, hat ebenfalls in der Praxis eine im ganzen unveränderte Beurteilung erfahren. Infolge des erhöhten Kohlenstoffgehaltes von etwa 0,3% ist beim Abwalzen von Blechen und dünnen Profilen bei ungünstiger Witterung besondere Aufmerksamkeit geboten, weil aus der erhöhten Abkühlgeschwindigkeit die Gefahr der Härtung droht, desgleichen in der Werkstatt bei Warmformgebung oder größeren Richtarbeiten an Bauteilen aus St. 48. Schweißverbindungen (mit Ausnahme der nach dem elektrischen Widerstandsschweißverfahren hergestellten) besitzen ungenügende Wertigkeit gegenüber den gewöhnlichen Anforderungen des Betriebes. Das Brennschneidverfahren erfordert bei St. 48 infolge der auftretenden merklichen Härtung ziemlich umfangreiche Nacharbeit. Der Rostwiderstand läßt sich durch zusätzlichen Kupfergehalt wie bei St. 37 erhöhen. Die Bearbeitung bietet keine besonderen Schwierigkeiten.

An Stelle des St. Si werden nach einer Vereinbarung zwischen der Deutschen Reichsbahn und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute nunmehr unter der Bezeichnung St. 52 einige Stähle geliefert, die vom St. Si nur noch die Gütewerte $\sigma_B = 52$ bis 62 kg/m^2 , $\sigma_s \geq 36 \text{ kg/mm}^2$, $\delta_{10} \geq 20\%$ und Biegewinkel beim Faltversuch $= 180^\circ$ (Dorndurchmesser = zweifache Probendicke) übernommen haben. In der Zusammensetzung tragen sie nur die eine Bindung, daß der Kohlenstoffgehalt die für St. 37 übliche Höhe nicht überschreitet; ihr Siliziumgehalt beträgt nur 0,25 bis 0,50%, was hütten technisch günstiger ist. In diese Gruppe zählen auch die Chrom-Kupfer-, Mangan-Kupfer- und Molybdän-Kupfer-Stähle und etwaige weitere Typen ähnlicher Art. Die Nachprüfung der Festigkeitswerte hat ergeben, daß die vorgenannten Ziffern für Bleche, Profile und Niete erreicht worden sind und damit der Verwendung des St. 52 zu geneigten Konstruktionen nichts entgegensteht. Über die Schweißbarkeit nach dem Schmelzschweißverfahren liegen abschließende Versuchsergebnisse noch nicht vor. Bezüglich des Brennschneidens gilt das gleiche wie bei St. 48. Der Rostwiderstand ist zwar größer als bei nichtgekupferten Stählen, doch wird sich auch bei St. 52 ein Schutzanstrich nicht entbehren lassen.

Von besonderer Bedeutung scheint der Umstand zu sein, daß Herstellungsschwierigkeiten von der Art wie bei St. Si, wo bis zu 40% Ausfall vorhanden war, nach Angabe der Stahlwerke nicht aufgetreten sind. Hieraus kann man die Hoffnung schöpfen, daß die neuen Stahlsorten infolge niedrigerer Preise weitere Verbreitung finden können als St. Si. Bei diesem wurde die Verwendung im Brückenbau infolge des hohen Preises erst bei Spannweiten von 80 m lohnend, wodurch sie auf einen kleinen Anteil des Gesamtbedarfes beschränkt war. Sp.

Berechnung des Schienenquerschnitts bei großen Zuggeschwindigkeiten.

Im Februar 1921 veröffentlichte R. Desprets im Bulletin einen Aufsatz, in dem er auf die großen Unterschiede hinwies, die sich zwischen der Berechnung der Schienenquerschnitte nach den Zimmermannschen Formeln und den Versuchsergebnissen feststellen lassen. Desprets schlug vor die Berechnung der Querschnittsmasse unter der Annahme durchzuführen, daß der Achsdruck auf eine unendlich große Zahl von elastischen Unterlagen wirke, im Gegensatz zu den Schwedlerschen Vorschlägen.

In all diesen Gleichungen spielt das Verhältnis $a = \frac{P'}{P}$ eine große Rolle. Dabei bedeutet der Wert P' den Raddruck der Verkehrslast, der Wert P stellt den Druck der ruhenden Last dar. Der Wert a

wächst mit der Zunahme der Zuggeschwindigkeit sehr schnell. Bei Annahme von zwei, drei oder mehreren elastischen Unterlagen wird der Unterschied in den Rechnungsergebnissen verhältnismäßig gering, so daß er gegenüber dem Wert a vernachlässigt werden kann. Für die Praxis genügt es, die Gleichung von Schwedler $M_B = \frac{4\gamma - 3}{4\gamma + 10} \cdot \frac{P' \cdot d}{4}$ als grundlegend anzusehen. Darin bedeuten:

M_B = Biegemoment über der belasteten Schwelle,
 d = Schwellenabstand,

$\gamma = \frac{6EJ}{Dd^3}$ (E = Elastizitätsmodul, J = Trägheitsmoment)

$D \approx 0,9 \text{ Cbl}$ (C = Bettungskoeffizient, b = Schwellenbreite, l = Schwellenlänge),

In obige Gleichung sind folgende Werte für P' einzusetzen:

A. bei Gleisen in der Geraden:

1. Senkrechte Komponente aus dem Teilachsdruk übertragen durch die Treibstange der Lokomotive (P_1).
2. Fliehkraft hervorgerufen durch die Oberflächenkrümmung der Schiene (P_2).
3. Erhöhter Raddruck verursacht durch ungleichmäßige Bewegungen der Lokomotive bei elektrischer Zugförderung (P_{3a}), bei Dampftrieb (P_{3b}).
4. Senkrecht wirkende Komponente der Zusatzkraft, die durch die lebendige Kraft der nicht ausgeglichenen Massen verursacht wird (P_4).

B) Außerdem bei Gleisen in Krümmungen:

5. Beanspruchung durch die nicht ausgeglichene Fliehkraft bei ungenügender Überhöhung des Gleises (P_5).
6. Erhöhte Beanspruchung hervorgerufen durch Kreisbewegungen der Laufräder beim Durchfahren der Krümmung (P_6).

Das Ergebnis der von dem Verfasser entwickelten Formeln bei Belastung des Gleises durch die italienische Staatsbahnlokomotive der Klasse 743 wird in folgender Tabelle zusammengestellt:

Geschwindigkeit km/Std.	P	P ₁	P ₂	P _{3a}	P _{3b}	P ₄	P ₅	P ₆
100	1	0,133	0,07	0,04	0,052	0,125	0,18	0,01
150	1	0,133	1,18	0,04	0,146	0,29	0,36	0,02

Die der Berechnung der Schienenquerschnitte zugrunde zu legende dynamische Kraft P' beträgt bei einer Geschwindigkeit von $V_1 = 100 \text{ km/Std.}$: $P_1'' = 1,172 P$ in der Geraden und bei einer Geschwindigkeit von

$V_2 = 150 \text{ km/Std.}$: $P_2'' = 1,53 P$.

In Bögen mit dem Halbmesser von 1000 m und einer Überhöhung von $h = \frac{s}{g} \cdot \frac{V_1^2 + V_2^2}{2g}$ (s = Spurweite, g = Schwerkraft) wird für

$V_1 = 100 \text{ km/Std.}$: $P_3'' = 1,36 P$ und

$V_2 = 150 \text{ km/Std.}$: $P_4'' = 1,89 P$.

Die so errechneten Werte P'' müssen durch eine Vervielfältigungszahl vergrößert werden, um der dynamischen Wirkung der Belastung Rechnung zu tragen. Bei Geschwindigkeiten von 60 bis 150 km/Std. beträgt diese Vervielfältigungszahl 1,2 bis 1,3. Die obigen Werte P_1'' bis P_4'' erhöhen sich dadurch auf:

$P_1' = 1,465 P$, $P_2' = 1,989 P$,

$P_3' = 1,7 P$ und $P_4' = 2,457 P$.

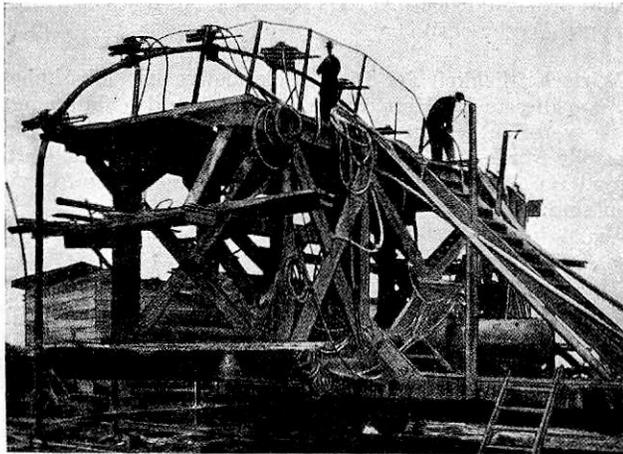
Daraus ist zu ersehen, dass bei Berechnung der Schienenquerschnitte unter Zugrundelegung von Geschwindigkeiten von 150 km/Std. in der Geraden der doppelte Wert der ruhenden Last und in Krümmungen von 1000 m Halbmesser das $3\frac{1}{2}$ fache dieses Wertes eingesetzt werden muß. Bei elektrischen Lokomotiven sind diese Vervielfältigungszahlen geringer als bei Dampftrieb. Scherer.

(Bull. Ch. d. f., August 1928.)

Schwierige Erd- und Tunnelarbeiten bei Bahnbauten der New York Central.

Der in diesem Frühjahr von der New York Central vollendete Ausbau einer zweigleisigen Strecke zwischen New York und Albany zu einer viergleisigen erwies sich als ungewöhnlich schwierig insofern, als der Bahnkörper auf der einen Seite unmittelbar vom Hudson, auf der anderen Seite von steilabfallenden Felsen begrenzt war. Die ungestörte Durchführung der Arbeiten gelang nur unter Anwendung größter Sorgfalt, zumal der Betrieb auf der bisherigen Zweispurstrasse mit täglich 175 Zügen weder gefährdet noch behindert werden durfte.

Um eine bessere Linienführung zu erreichen, war es notwendig, das Profil zweier Tunnel dieser Strecke zu erweitern und außerdem einen neuen 162 m langen Tunnel durch das Breakneck-Gebirge zu bauen. Dieser Tunnel kam nur 9 m westlich



Bohrgestell für Tunnelarbeiten.

des bestehenden alten zu liegen und unmittelbar neben eine Station der New Yorker Wasserversorgung. Bei den Sprengarbeiten mußte daher mit äußerster Vorsicht gearbeitet werden, um den alten Tunnel und das Gebäude der Wasserstation möglichst wenig zu erschüttern. Zu diesem Zweck wurden 330 Bohrlöcher von je 3 cm Durchmesser in Abständen von 7,5 cm gebohrt und dann das zwischen den Bohrlöchern verbleibende Gestein mittels Brechwerkzeugen ausgebrochen, so daß eine zusammenhängende, vor Erschütterungen schützende Rinne entstand.

Um die Bohrarbeiten im neuen Tunnel zu beschleunigen, wurden zwei Bohrgestelle (siehe Abb.) konstruiert, von denen jedes auf einem flachen Wagen befestigt war. Der Hauptteil dieser Bohrgestelle bestand aus einem 10 cm starken röhrenartigen Rahmen, auf welchem die Bohrmaschinen befestigt waren. Der Rahmen besaß die Form des Tunnelumrisses und war gegen den Wagenboden hin abgestützt. Auf dem Rahmen konnten 6—14 Bohrer zur gleichzeitigen Betätigung angesetzt werden, die, wenn nötig, leicht aus einer Stellung in eine andere gebracht werden konnten. Außerdem waren auf besonderen Rahmen

des Bohrgestells noch zwei weitere Bohrhämmer angebracht, womit Bohrungen von der Mitte gegen die Seiten in radialer Richtung vorgenommen wurden. Der ganze Bohrwagen konnte in kürzester Zeit aus dem Stollen entfernt und nach Beseitigung der gesprengten Massen zur Arbeit wieder angesetzt werden, wodurch eine bedeutende Zeitersparnis erzielt wurde. Do.

(Railway Age, 1929, 1. H., Nr. 9.)

Vorausbestimmung der Gesteinstemperaturen bei Tunnelbauten durch den Versuch.

Der jüngst verstorbene Tunnelbauer, Prof. Dr. Ing. K. Pressel*), hat kurz vor seinem Tode in der „Schweizerischen Bauzeitung“, Jan. 1929, einen Auszug aus seinem letzten Werk „Experimentelle Methode zur Vorausbestimmung der Gesteinstemperatur im Innern eines Gebirgsmassives“ veröffentlicht, dem wir folgende Angaben entnehmen:

Beim Bau tiefliegender Tunnel kommt man in Gebiete mit außerordentlich hohen Gesteinstemperaturen, Zur Abführung der ungeheuren Wärmemengen, die im Simplon bis zu 6 Millionen Kalorien in der Stunde betragen, sind umfangreiche Vorkehrungen nötig, so daß die Vorausbestimmung der zu erwartenden Temperaturen von großer Wichtigkeit ist. Hierzu wurden verschiedene mathematische Methoden eronnen; zuverlässigere Ergebnisse verspricht aber der erstmals von Pressel beschrittene Weg des Versuchs.

Die Einflüsse, von denen die Gesteinstemperatur abhängt, lassen sich, soweit sie von ausschlaggebender Bedeutung sind, mit ziemlicher Genauigkeit im voraus feststellen. Es sind verschiedene Wege des Versuches denkbar; doch hat sich die elektrische Methode als bei weitem am zweckmäßigsten erwiesen. Sie beruht auf der Tatsache, daß die Differentialgleichung der

stationären Wärmeströmung $\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta z^2} = 0$, worin T die

Temperatur oder die Spannung bedeutet, auch für den Spannungszustand eines elektrischen Kondensators gilt. Aus der experimentell leicht festzustellenden Spannungsverteilung läßt sich die zu erwartende Temperaturverteilung bestimmen. Zu diesem Zweck wird ein aus Gips hergestelltes Hohlmodell des Geländes freischwebend über einer spannungsführenden Zinkplatte aufgehängt und zwar in solcher Entfernung, daß die durch die Platte dargestellte ebene Geoisotherme 6 bis 8 km unter dem Meeresspiegel liegen würde. Ferner klebt man die Flächen des Gipsmodells mit voneinander getrennten Staniollamellen und legt an diese Lamellen Spannungen, die den mittleren Jahrestemperaturen der Geländeteile entsprechen. In dem so entstehenden Spannungsfeld mißt man längs der geplanten Tunnelachse mit Hilfe eines Wassertropfenausgleichers die Spannung. Die Ordinate der so erhaltenen Spannungskurve werden dann mit dem Fortschreiten des Vortriebes an Hand der wahren Gesteins-

temperaturen jeweils im Verhältnis $\epsilon = \frac{\Sigma \text{ gemessene Temp. } ^\circ \text{C}}{\Sigma \text{ Spannung in Volt}}$ verändert. Ein Beispiel vom Simplontunnel zeigt den Grad der Genauigkeit des Verfahrens. Sp.

*) Siehe Nachruf in Heft 6.

Buchbesprechungen.

F. Besser, Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 17. Juli 1928, Berlin 1928, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn.

Diese Veröffentlichung kann man mit einem Worte als sehr wertvoll und hochwillkommen bezeichnen. Der Verfasser, der offenbar an der Neufassung der BO. maßgebend mitgewirkt hat, bietet mit diesem Kommentar ein Hilfsmittel, das für den dienstlichen Gebrauch der BO. von höchstem Werte ist. Erfreulich sind die scharfen Begriffsbestimmungen, die sich überall in den Erläuterungen finden. Auch die Übersichtlichkeit ist muster-gültig; nicht nur, daß die Änderungen, die in der neuen BO. gegen die alte auftreten, durch Fettdruck hervorgehoben sind, an vielen Stellen bieten auch Übersichtstafeln eine anschauliche Zusammenfassung der Bestimmungen. Besonders eingehend sind die neuen Bremsvorschriften behandelt.

Beim Lesen dieses Kommentars drängt sich der Gedanke auf, daß es besonders günstig gewesen wäre, wenn andere wichtige Vorschriften gleichzeitig neu hätten aufgelegt werden können, so z. B. die Technischen Vereinbarungen oder die Deutschen Fahrdienstvorschriften, die beide gegenwärtig umgearbeitet werden. Da das nicht angängig war, kann man nur wünschen, daß diese beiden Vorschriften gleich bei ihrem Erscheinen von einem gleich-gediegenen Kommentar begleitet werden mögen wie die BO.

Dr. Bl.

„Die asynchronen Drehstrommaschinen mit und ohne Stromwender.“ Darstellung ihrer Wirkungsweise und Verwendungsmöglichkeiten. Von Dipl.-Ing. Franz Sallinger, Professor an der Staatl. Höheren Maschinenbauschule Esslingen. Verlag von Julius Springer in Berlin, 1928. Preis geh. 8,— *R.M.*; geb. 9,20 *R.M.*

Der erste Abschnitt des Buches enthält die allgemeinen theoretischen Grundlagen der Drehstrommaschinen. Der zweite Abschnitt behandelt die Induktionsmaschine, der dritte die Kommutatormaschinen. Das Studium dieses reichhaltigen und wertvollen Buches, das nur die Kenntnis der Grundgesetze der Starkstromtechnik voraussetzt, ist nicht nur den Studierenden der Elektrotechnik, sondern auch den in der Praxis stehenden Ingenieuren sehr zu empfehlen. Man kann diesem Buche eine recht weite Verbreitung wünschen.

Sorger.

Das It-Diagramm der Verbrennung von Prof. Dr. Ing. P. Rosin und Dipl.-Ing. R. Fehling. Din A 4, IV, 32 Seiten mit 35 Abbildungen und 10 Tafeln. Broschiert *R.M.* 7,50 (für VDI-Mitglieder *R.M.* 6,75). VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7, 1929.

Jeder, der sich mit Problemen der Verbrennung beschäftigt, weiß, wie umständlich und zeitraubend die Errechnung einfacher Kenngrößen, wie Abgasvolumen und Luftbedarf, Wärmeinhalt und Verbrennungstemperatur ist. Theoretiker wie Praktiker werden es daher dankbar begrüßen, durch die vorliegende Arbeit in Verfahren eingeführt zu werden, die es ermöglichen, durch zwei oder drei einfache Diagrammablesungen in wenigen Sekunden genauere Ziffern zu erhalten, als früher durch lange und umständliche Rechnungen. Zweierlei führt zu diesem überraschenden Ergebnis. Einmal die Entdeckung eines neuen Gesetzes, das

Abgasmenge und Heizwert beliebiger Brennstoffe, sowohl fester, flüssiger wie auch gasförmiger, durch einfache Beziehungen verbindet, und andererseits die Zusammenfassung aller individuellen thermischen Eigenschaften der technischen Rauchgase im Wärmeinhalt-Temperatur-Diagramm (It-Diagramm).

Der Verbrennungstechnik wird daher diese Arbeit dieselben Dienste leisten wie das Is-Diagramm der Dampftechnik.

Grossmann, Ribbildungen im Betonbau, Hannover 1929, Verlagsgesellschaft m. b. H., Preis 2 *R.M.*

Das Büchlein stellt auf nur 52 Seiten aus einer beschränkten Auswahl von Quellschriften zahlreiche Winke und Erfahrungen zusammen, die manchem Praktiker, der die Flut der Veröffentlichungen nicht mehr bewältigen kann, Wissenswertes bieten werden. Leider werden aber die Erzeugnisse einer einzigen Firma der chemischen Industrie so sehr in den Vordergrund gestellt, daß man den Eindruck nicht los wird, als handle es sich um eine verkappte Werbeschrift.

Dr. Bl.

Die Wirtschaftlichkeit der Diesel-Lokomotive im Vollbahnbetrieb.

Von diesem im Heft 8 und 9 des laufenden Jahrgangs des Organs veröffentlichten Aufsatz sind erweiterte Sonderdrucke hergestellt worden, die zum Preise von 2,50 *R.M.* vom Verfasser Dr. Ing. Herbert Strasser, Stuttgart, Seestraße 51, zu beziehen sind.

Zuschriften.

Von der „Union-Gießerei“ Königsberg erhalten wir nachstehende Zuschrift:

„Im Heft 16 vom 15. August d. J. des „Organs“ ist ein Aufsatz über die deutschen 2 C1-Heißdampf-Schnellzuglokomotiven der kön. Siamesischen Staatsbahnen von Dr. Ing. Curt Ewald veröffentlicht.

In diesem Aufsatz ist auf Seite 280 1. Spalte links unten und 2. Spalte rechts oben in der Beschreibung des Nicolai-Schiebers und Trofimoff-Schiebers der Fortfall der Feder beim Trofimoff-Schieber als grundsätzlicher Unterschied zum Nicolai-Schieber dargestellt und als Ersatz dieser Feder des Nicolai-Schiebers die Dampfeinströmspannung beim Trofimoff-Schieber bezeichnet. Es wird ferner in dieser Gegenüberstellung bemerkt, daß die Feder beim Nicolai-Schiebers nur eine kurze Lebensdauer aufzuweisen pflegte.

Als Urheberfirma des Nicolai-Schiebers gestatten wir uns zur Berichtigung vorbezeichneter nicht zutreffender Ausführungen folgendes zu erwidern:

Der grundsätzliche Unterschied zwischen Nicolai-Schieber und Trofimoff-Schieber besteht nicht nur in der Wirkung zwischen Feder und Dampfeinströmspannung auf die Schieber. Die Feder beim Nicolai-Schieber hat den Zweck, sofort nach Reglerschluß und Sinken der Dampfspannung im Einstromraum des Dampfzylinders ein schnelles Öffnen des Schiebers für die Einleitung der Druckausgleichwirkung des Dampfkolbens herbeizuführen, während die Dampfeinströmspannung beim Trofimoff-Schieber den Schieber zum Aufschließen auf die festsitzenden Schieberteile

(genau wie beim Nicolai-Schieber) bringen soll. Die Feder beim Nicolai-Schieber übt somit eine vollkommen entgegengesetzte Wirkung aus wie die Dampfeinströmspannung beim Trofimoff-Schieber. Es kann somit das eine nicht Ersatz für das andere sein, wie im Aufsatz von Herrn Dr. Ing. Ewald behauptet wird.

Ein weiterer grundsätzlicher Unterschied zwischen dem Nicolai- und Trofimoff-Schieber ist insofern vorhanden, als der Nicolai-Schieber gleichzeitig ein Sicherheitsschieber für Wasserschläge und schädliche Kompressionsdrücke ist, da dieselben durch den sich hierbei öffnenden Nicolai-Schieber nach dem Ausstromraum abgeleitet werden, während beim Trofimoff-Schieber diese Sicherheit nicht gegeben und nicht vorhanden ist.

Zu den weiteren Behauptungen des Herrn Dr. Ing. Ewald, daß die Federn des Nicolai-Schiebers nur eine begrenzte Lebensdauer aufzuweisen pflegen, können wir mitteilen, daß die aus Krupp'schem Sonderstahl gefertigten Federn zum Nicolai-Schieber sich in großer Anzahl bereits seit fünf Jahren ununterbrochen in Betrieb befinden und zu Beanstandungen bisher keine Veranlassung gegeben haben.“

Dazu schreibt uns Herr Dr. Ing. Ewald:

„Von den Ausführungen der Union-Gießerei, die durch unkorrekte Fassung eines Satzes meiner Veröffentlichung veranlaßt wurde, habe ich Kenntnis genommen. Im Interesse der Leser begrüße ich eine derartige Klärung schwebender Fragen. Die Richtigkeit der unter 1 und 2 auf Seite 280 von mir erwähnten beiden Hauptvorteile des Trofimoff-Schiebers, wird durch die Erklärung der Union-Gießerei nicht berührt.“

Berichtigungen.

In dem Aufsatz „Louis A. Gölsdorf und die Semmeringbahn“ in Heft 15 müssen Druckfehler berichtigt werden. Seite 262, linke Spalte unten muß es heißen: „Die Rostfläche mit 2,16 m² ... statt 12,16 m², und: „Die Maschinen zogen 200 t“ ... statt 290 t; ferner auf der gleichen Seite rechte Spalte oben 1896 statt 1886. Auf gleicher Seite Spalte links unten ist eine Umstellung vorzunehmen. Es muß heißen: die Kessel von 1439, 1450 und 1500 mm Durchmesser — nach verschiedenen Lieferungen — lagen hoch.

In dem Bericht „Der englische und amerikanische Fahrzeugbau im Jahre 1928“ — Organ 1929, Heft 15, Seite 269, ist ein Irrtum unterlaufen. Die Tabelle 1 bezieht sich nicht auf den Auftragsbestand, sondern auf den Beschäftigungsgrad der Lokomotivfabriken, ausgedrückt durch die Zahl der

beschäftigten Arbeiter. Es muß demnach von Zeile 7 an heißen:

„Die nachstehende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Verhältnisse seit 1914; es ist aber zu beachten, daß in ihr die Bahnwerkstätten nicht berücksichtigt sind.

Tabelle 1: Beschäftigungsgrad der engl. Lokomotivfabriken.

Jahr	Anzahl der in der Lokomotivindustrie beschäftigten Personen	Ebenso im Vergleich mit 1914 in %
1914	15 248	100,0
	usw.“	