

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

82. Jahrgang

15. März 1927

Heft 5

Über die „schienenfreien Gleisentwicklungen“*).

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Bäseler, München.

Hierzu Tafel 11 und 12.

Die B. O. wird augenblicklich neu aufgelegt und bei dieser Gelegenheit etwas überholt. Eine unmittelbare Folge meiner Veröffentlichung über schienenfreie Gleisentwicklungen war, daß von amtlicher Seite der Antrag gestellt wurde, dem § 13 eine neue Fassung im Sinne meiner Ausführungen zu geben, da er augenscheinlich nicht mehr erfüllt sei. Nur wegen des vorläufigen Charakters der jetzigen Neubearbeitung wurde davon abgesehen, die schwierige Frage schon anzugreifen.

Zunächst zur Begriffsbildung. Die Einwendungen gegen die Bezeichnungen »schienenfrei« und »schienengleich« sind richtig. Aber »kreuzungsfreie Gleisentwicklungen« befriedigt wohl noch weniger. Man braucht die »Kreuzung« unvermeidlich als Hauptbegriff, wenn man zwischen »überflüssigen« und »notwendigen« unterscheiden will, oder zwischen »schienenfreien« und »schienengleichen«. Alles das sind »Kreuzungen«. Man könnte die angefochtenen Bezeichnungen recht wohl rechtfertigen, indem man sagt: Wenn zwei Gleise in verschiedener Höhe übereinander wegführen, ist zwar keines »von Schienen frei«, aber es sind doch die »Schienen voneinander frei«, und wenn sie in gleicher Höhe liegen, liegen eben die »Schienen gleich«. Ich will niemanden veranlassen, diese Auslegung anzunehmen; aber solange ich nichts besseres habe, bleibe ich bei »schienenfrei« und »schienengleich«. Es sind mir verschiedene Vorschläge zur Lösung der Schwierigkeit zugegangen: die Frage muß einmal besonders behandelt werden.

Nun zur Sache. Ich unterscheide mit Herrn Geheimrat Cauer bei meinen Vorschlägen zweierlei:

1. Nachbarschaft von Brücke und Weiche, aber ganz ohne jede schienengleiche Kreuzung, Musterbild etwa Abb. 1, Taf. 11.
2. Dasselbe, aber außer mit schienenfreien auch mit schienengleichen Kreuzungen, Musterbild etwa Abb. 2, Taf. 11.

Über Punkt 1 besteht ziemliche Übereinstimmung; auch ich glaube, daß wir bei einem praktischen Fall zu Ergebnissen kommen würden, die nicht allzu verschieden sind. Nur muß ich gewisse Auffassungen abschwächen. Von einem Regelverfahren in dem unterlegten Sinne habe ich nicht gesprochen. In meinem ersten Aufsatz (Vereinszeitung 1918, S. 897) heißt es: »Man muß ständig bestrebt sein, diese (die Richtlinien der Handbücher für Gleisentwicklungen) zu erweitern. Jedes Kleben an Schema ist ängstlich zu meiden; würde man sich doch dadurch gerade der eigenartigsten und unwiederholbaren Lösungen berauben«. Das klingt wohl nicht nach einem Anspruch auf Ausschließlichkeit. Wenn ich gelegentlich das Wort Regel gebraucht habe, so beweist das nichts. Es gibt selbst in den exakten Wissenschaften Fälle, wo man mehrere »Regeln« zur Lösung verwenden kann, z. B. bei Differentialgleichungen. Man nimmt die, die am schnellsten oder besten zum Ziele zu führen verspricht, manchmal versucht man es auch mit mehreren. Meine Ausführungen wenden sich doch

gerade gegen eine gewisse Übung, die nach Ausweis der Handbücher und der Praxis Gefahr läuft, ein Schema zu werden. Ich will gewiß kein neues an die Stelle des ersten setzen, sondern handhabe sehr wohl auch die älteren »Regeln«, je nach dem Fall. Die Erwartung, daß die neue »Regel« für manche sonst aussichtslose Fälle gute Lösungen ergibt, ist deshalb noch kein ungerechtfertigter Optimismus.

Daß das Gelände manchmal meinen Gleisentwicklungen ungünstig sein kann, ist richtig; es kann aber auch umgekehrt sein. Solche Einzelheiten untersucht man besser an Beispielen. Die Entwässerung flacher Einschnitte in ebenem Gelände macht bei kiesigem Untergrunde oder in der Nähe eines städtischen Sammelkanals keine Schwierigkeiten; Beispiele gibt es.

Die wirklichen Schwierigkeiten liegen in dieser Frage wo anders. Wenn man einen alten Bahnhof hat und gewisse Kreuzungen beseitigen soll, so hat man in unmittelbarer Nähe meist weder Platz noch Höhenspielraum. Dann kommt man von selbst zu den üblichen, weder schönen noch wegen der Bedienung vorteilhaften Lösungen mit weit draussen liegenden Abzweigpunkten, eigenen Stellwerken und großer Sperrigkeit, deren Beseitigung der wesentlichste Vorteil des neuen Verfahrens ist. Das beweist aber nichts für ganz neue Lösungen, und solche kommen immerhin nicht so ganz selten vor, wenn z. B. ein Bahnhof hinausverlegt wird. Da wird aber nun häufig dasselbe gemacht. Es ist wie bei unseren Weichenentwicklungen; die auf älteren Bahnhöfen bestehenden sind gewöhnlich eine historische Häufung von Zufälligkeiten, und ihr Aussehen trübt empfindlich den Blick dafür, wie sie aussehen könnten und sollten, wenn sie neu zu schaffen wären. Wenn das Wort erlaubt ist: Die platonische Idee eines Gleisplans, einer schienenfreien Gleisentwicklung, ja eines ganzen Bahnhofs ist im allgemeinen noch gar nicht gefunden, mindestens nicht bewußt. Was wir beim Entwerfen gewöhnlich haben, ist ein Betriebsprogramm, welches meist auch gewisse räumliche Wünsche einschließt, aber es sind eben Wünsche, noch keine räumliche Gestaltung. Wir kommen deshalb fast nie zur Verwirklichung der ungekannten Idee, auch da nicht, wo sie anwendbar ist. Soweit hat Coué sicher recht; man erlangt nur das, was man sich vorzustellen vermag, ja recht lebhaft vorstellt. Es geht hier an einer höchst wichtigen Stelle um das künstlerische Element in der Eisenbahn. Darüber könnte man Bände schreiben. Ich will niemanden überzeugen, der es nicht fühlt; die Dinge sind schwer zu beweisen; aber ich darf mitteilen, daß schon die erste offene Aussprache darüber viele geradezu begeistert hat.

Architekten greifen, auch in Verwaltungsstellen, oft genug zum Bleistift und gestalten selbst einen Grundriss oder eine Schauseite. Gleistechniker selten. Das ist aber sehr schade. Ich kenne manchen Mann in hoher und höchster Stellung, der es tut; es sollte steter Brauch werden. Die Aufgabe, eine Gleisentwicklung zu gestalten, ist ja so schön, wenn auch spröde.

Warum ich den Fall Darmstadt nicht näher studierte? Weil die Gründe unwesentlich sind. Mag die sperrige Lösung hier so berechtigt sein, wie sie will, es geht um den Grundsatz. In meinem vorigen Aufsatz hatte ich ursprünglich Vergleiche mit dem Ausland gezogen; ich habe sie, einem wohl-

*) Vorgänge: Bäseler, Z. d. V. d. E. V. 1918, Nr. 87/88; Z. d. V. d. E. V. 1919, Nr. 18/19, Nr. 64; Blum, Die Reichsbahn 1925, Nr. 25; Cauer, V. W. 1925, Nr. 38/39; Bäseler, V. W. 1926, Nr. 7/8; Cauer, V. W. 1926, Nr. 28. Vergl. auch Zeis, Z. d. V. d. E. V. 1927, Nr. 6.

meinenden Rate folgend, gestrichen und muß mir auch heute noch aus naheliegenden Gründen versagen, darauf einzugehen.

Ich habe nun einmal das Empfinden, daß eine Gleisentwicklung, die so groß ist wie die zugehörige Stadt, zu schweren Bedenken Anlaß gibt, ob wir auf dem richtigen Wege sind, und ob solche Anlagen nicht das Eisenbahn so schwer belastende Mißverhältnis zwischen stehendem und umlaufendem Kapital unnötig vergrößern. Aus diesem Widerspruch des natürlichen Menschenverstandes gegen den Aufwand erklärt sich auch meine absichtlich nicht »fachmännische« Ausdrucksweise.

Aber das ist alles noch nicht belangreich. Bei Punkt 2 beginnt der wirkliche Widerspruch. Er beruht aber nur auf einem Mißverständnis über die von mir beabsichtigte Auffassung der Einfahrsignale, und er dürfte sich wohl nach dessen Aufklärung im wesentlichen erledigen.

Ich hatte stets betont, daß meine Gleisentwicklungen — zunächst — innerhalb »der« Einfahrsignale liegen sollten. Herr Geheimrat Caué schließt nun folgendermaßen.

In der betreffenden Abbildung (Nr. 2 auf Seite 75 der V. W. 1926) zweigen von zwei einem Personenbahnhof zulaufenden zweigleisigen Eisenbahnen vorher die Ein- und Ausfahringleise eines Umstellbahnhofs ab. (Daß dieser »vorgeschoben« sei, habe ich nicht gesagt.) Daraus, daß die vor diesen Weichen und Kreuzungen stehenden Signale für den Umstellbahnhof Einfahrsignale seien, hätte ich gefolgert, daß die Kreuzungen zulässig seien, während die Signale doch für die durchlaufenden Personengleise einfache Blocksignale seien, das Ganze also freie Strecke sei.

Ich war verwundert, als ich das las; denn diese in der Tat durchaus unzulängliche Konstruktion war mir niemals in den Sinn gekommen. Die Signale sollten selbstverständlich auch für den Personenbahnhof Einfahrsignale sein. Ich glaubte, das klar gesagt zu haben. Ich habe dann nachgeforscht; es haben namentlich von den Fachgenossen, die amtlich mit diesen Fragen zu tun haben, alle, die ich befragt habe, die Ausführungen in meinem Sinne aufgefaßt. Es wäre ja auch verwunderlich, wenn mir gerade hier eine so grobe Unklarheit unterlaufen wäre, obwohl ich mich weiterhin so sehr bemüht hatte, die Grenzen der Begriffe Strecke und Bahnhof festzustellen.

Hingegen hätte ich sehr wohl verstanden, wenn man bezweifelte, ob das innerhalb praktischer Grenzen überhaupt möglich sei. Die eben genannte schematische Abbildung kann in dieser Hinsicht vielleicht etwas irreführend wirken. Abb. 3, Taf. 11 zeigt, wie man sich die alte Abb. 2 etwa fortgesetzt denken muß. Die Bahnsteige sollen bald hinter den Brücken kommen; wenn man für sie verschiedene Höhenlage zuläßt, sind es nur 700 m von den Signalen bis zu den Anfängen der Bahnsteige. Der ganze rechte Bahnhofsfügel steht also unter Deckung der Einfahrsignale; Blockstrecken in den Personengleisen sind weder nötig noch angebracht. Der linke Flügel wird natürlich so weitläufig, daß das an dieser Seite nicht geht.

Immerhin ist Abb. 3, Taf. 11 eine nicht durchgearbeitete Skizze. Um eine deutliche Anschauung zu geben, was gemeint ist, habe ich in Abb. 4 a und b, Taf. 11 und Abb. 1 a bis e, Taf. 12 einen beiderseitig nach meinen Vorschlägen entwickelten Bahnhof vollständig und maßstäblich durchgezeichnet (Entwurf I).

Von jeder Seite kommen zwei zweigleisige Linien, von links A und B, von rechts C und D. Ob es sich um einen Berührungs- oder Kreuzungsbahnhof handelt, ist ohne Belang. Die Einfahrsignale stehen etwa 700 m vor den Anfängen der Bahnsteige. Diese sind 300 m lang. Die ganze Bahnhofslänge ist also 1700 m, was für einen Bahnhof von diesem Umfange noch nicht einmal viel ist. Innerhalb dieser geringen Länge ist alles vollzogen, was an Abzweiguneweichen, Kreuzungen, Überwerfungen und Zwischenrampen nötig ist. Dabei ist aber

nicht nur der größere Teil der Zugkreuzungen, sondern sogar ein Teil der Kreuzungen der Umstellverbindungen beseitigt. Die Gütergleise haben keine stärkere Neigung als 1:200. Auf Gleisen, wo Züge stehen, ist den Bestimmungen entsprechend keine Neigung über 1:400, abgesehen von den Verschubgleisen. Die Personengleise haben 1:100. Halbmesser der Personengleise 1000 m. Alles schlank und zügig, sehr wenige und keine kurzen Gegenbogen. Die Bahnsteige sind lang und breit; für jede Richtung ist ein Überholungsgleis vorhanden. Am linken Flügel befindet sich, auch noch innerhalb der Bahnhofslänge, mitten gelegen und von allen Gleisen gut erreichbar, ein Abstellbahnhof.

Es ist angenommen, daß der Bahnhof im Personenverkehr hauptsächlich durchfahrende Züge hat; andernfalls ließen sich größere Abstellanlagen an der Seite ohne weiteres einrichten. Im Güterverkehr soll er, außer erheblichem Ortsverkehr, auch noch gewisse örtliche Zugbildungsaufgaben in der Richtung nach rechts haben. Die Güterzüge nach links setzen hingegen nur Gruppen ab und an. Für die Zugbildung ist ein Ablaufberg mit Gleisbremsen vorhanden, einige Sammelgleise und eine Stationsharfe mit Gefäll, so daß die Gruppen mit Schwerkraft in das Zugbildungsgleis ablaufen können, alles auf der beschränkten Länge. Für die Hauptstellrichtung sind vier Ein- und Ausfahringleise vorgesehen, außerdem zwei besondere Zugbildungsgleise. Eine Vermehrung wäre unschwer möglich.

Der Bahnhof ist trotz allem so kurz, daß er mit zwei Stellwerken, einem an jeder Seite, auskommen könnte, wenn man nur nach der äußersten zulässigen Entfernung der Weichen vom Stellwerk ginge. Praktisch braucht man einige mehr. Der Bahnhof ist unseren mittleren Bahnhöfen dieser Art ungewöhnlich ähnlich, nur eben, daß die meisten Kreuzungen schienenfrei sind. Die hauptsächlichsten, sehr flachen Rampen, die dazu nötig sind, liegen weit draußen auf der freien Strecke, jenseits der Einfahrweichen. Es gibt keine vorgeschobenen Abzweigpunkte, die unsere jetzigen Gleisentwicklungen so weitläufig machen. Das etwa ist ein Beispiel von dem, was ich mit dem Ausdruck »Der Bahnhof als Höhenbauwerk« bezeichnen wollte; dadurch, daß die dritte Dimension auch innerhalb des Bahnhofs zu Hilfe genommen wird, ergibt sich durch geschickte und sinnvolle Schaltung von Brücken, Weichen, Bogen und Rampen die Möglichkeit, das Erforderliche auf einem außerordentlich kleinen Raum herzustellen.

Der Bahnhof hat nur eine Eigentümlichkeit: Die Güterfahringleise der einen Richtung, nicht der Hauptstellrichtung, liegen im ganzen Bahnhof hoch. Man kann sie bei dieser Kürze nicht mehr herauf- und herunterführen. Aber was macht das? Man muß mit den Gruppen, die man an- und absetzt, einige Meter steigen oder fallen. Auf so vielen mittleren Bahnhöfen, die am Ende, wie hier, einen Ablaufberg haben, muß jede Gruppe, die von den Umstellgleisen zu den Einfahrgleisen soll und umgekehrt, über den Berg geschleppt werden.

Da das immerhin für manche Zwecke hinderlich sein mag, ist in Abb. 5, Taf. 11 ein Bahnhofsfügel gezeichnet, bei dem auch die Gütergleise beider Richtungen auf eine Höhenlage zusammengeführt sind. Es ist angenommen, daß die Gütergleise Neigungen von 1:100 vertragen, wie es im Hügelland üblich ist; aber auch wenn man sich auf 1:150 oder selbst 1:200 beschränkt, kommen noch keine Längen heraus, die es verhindern würden, die Entwicklung unter den Schutz der Einfahrsignale zu legen. (In Abb. 5, Taf. 11 sind es vom Bahnsteigende bis Einfahrsignal 700 m.) Man sehe sich doch einmal unsere üblichen Entwürfe an, welche Häufung von Zufälligkeiten, abgesetzten Weichenstrassen, kleinen Zwischenbauwerken, verlorenen Gleisstrecken! Ehe man sich versieht, ist ein halber Kilometer Länge verloren. Ich weiß sehr wohl, daß man das bei einem Erweiterungsbau meist nicht ändern kann. Aber

wir fühlen ja oft nicht einmal das Ziel, die Tendenz! James Watt hat einen der feinsten Aussprüche über den Ingenieur getan, als er sagte: »Den Ingenieur erkennt man an dem, was nicht da ist.« Die Kunst des Wegstreichens, wenn das Gebilde unter den Fingern zu vielteilig, zu umfangreich, zu ungestaltig, zu ungegliedert wird, des Zusammenstreichens auf ein strenges logisches, einfaches und doch oder gerade dadurch gefälliges Minimum, das ist die eigentliche Kunst des Ingenieurs. In diesem Sinne ist der Bahnhof in höchstem Maße ein Raumproblem, nicht anders als der Grundriss des Architekten. Ein gutes Betriebsprogramm und seine Erfüllung ist noch wenig; es ist nicht mehr, als wenn der Bauherr dem Architekten Zahl und Größe seiner Zimmer angibt. Dahinter erst beginnt die Aufgabe, die als solche oft gar nicht bewußt empfunden wird, während die Kunst der Grundrissgestaltung ein geläufiges Problem ist. Wenn wir nicht an das Vorhandene gebunden wären, könnten wir unsere Bahnhöfe im Durchschnitt auf dem halben Raum herstellen, bei gleicher Leistung. Wer davon nichts fühlen sollte, mit dem will ich nicht streiten. Übrigens zweifle ich nicht im mindesten, daß auch Herr Geheimrat Caué diesen Gedankengängen grundsätzlich zustimmt und daß nur das erwähnte Mißverständnis ihn im vorliegenden Falle abgehalten hat, auf sie einzugehen.

Es kann allen jüngeren Fachgenossen nur dringend geraten werden, sich diesen schönen Aufgaben zu widmen, wenn sie ein wenig Lust zum Zeichnen haben. Etwas Anlage muß da sein. Aber gar so schwer ist es nicht. Ein Mitarbeiter von mir machte nach wenigen Versuchen Pläne, die besser und freier waren als meine. Persönliche Aussprache hilft viel; ich stehe gern zu Diensten. In vielen praktischen Fällen gelingt nur wenig. Aber man lasse sich um alles in der Welt dadurch den Blick für die Grundfrage nicht einengen.

Man könnte vielleicht einwenden, ich hätte die obigen Bahnhofsentwürfe gleich bringen sollen, dann wäre das große Mißverständnis erspart geblieben. Aber ist jemand, der einem neuen Gedanken Worte gibt, verpflichtet, ihn auch gleich bis ins Letzte durchzuführen? Das ist häufig eine große Arbeit, die nicht sogleich ausführbar ist. Darf er nicht erwarten — wenn man sonst von ihm weiß, daß er nichts geradezu Unverständiges zu schreiben pflegt — daß man versucht, in seine Gedanken einzudringen, ehe man tadelt, und, wenn etwas unverständlich bleibt, bei ihm anfragt? Das ist doch eine so kleine Mühe. Daß solche unverständigen Reste vorkommen, ist nicht verwunderlich. Jeder wirkliche Fortschritt ist nicht eine kleine Umstellung, sondern eine große, die viele kleine nach sich zieht, darunter sowohl günstige wie ungünstige. Das alles gleich zu übersehen, ist auch bei guter Denkarbeit für den Leser schwer. Selbst der Autor hat ja doch — wenn er nicht ungezügelter Sinnes darauf los schreibt — einen langen Prozeß der Loslösung von vorhandenen Vorstellungskreisen durchmachen müssen, ehe er so weit war.

Wir stellen also fest, daß es recht wohl möglich ist, schienenfreie Gleisentwicklungen nach meiner Art in ziemlich weitem Umfang innerhalb der Einfahrtsignale unterzubringen, daß solche Bahnhöfe sehr kurz und zügig werden, daß hierbei nicht nur der überwiegende Teil der Zugkreuzungen, sondern sogar ein bedeutender Teil der Umstellkreuzungen schienenfrei wird, daß man nicht mehr Stellwerke braucht, als bei einem Flachbahnhof und daß die Sicherungsanlagen — gerade wegen der beseitigten Kreuzungen — verhältnismäßig einfach werden, so daß kaum ein Zweifel über ihre Ausbildung entstehen kann und schon gar nicht über die etwaige Zulässigkeit der wenigen, noch verbleibenden schienengleichen Kreuzungen. Zwar wird man bei so großen Vorzügen auch gewisse mehr oder weniger zutreffende Einwände gegen solche Bahnhofsformen machen können, aber das würde, selbst wenn es im gegebenen Falle entscheidend wäre, nichts beweisen; denn das stand nicht

zur Erörterung, sondern ob die Auffassung der äußersten Signale als Einfahrtsignale richtig sei.

Am meisten wird man die hohen Kosten einwenden, die die Erdarbeiten anscheinend verursachen. Das ist aber nur Täuschung. Zum Vergleich ist in Abb. 2a und b, Taf. 12 die rechte Hälfte desselben Bahnhofs mit der üblichen Gleisentwicklung gezeichnet (Entwurf II). Man erkennt leicht, welcher bedeutender Mehraufwand in ihr steckt, obwohl mit dem Halbmesser der Personengleise, im Gegensatz zu Entwurf I, auf 500 m heruntergegangen ist. Ein Kostenüberschlag der hauptsächlichsten Ansätze ergibt etwa folgendes.

Einmalige Ausgaben.

a) Bei Entwurf II:		
Grund und Boden	85 000 qm zu \mathcal{M} 12.— (Baugelände angenommen)	1 020 000 \mathcal{M}
Oberbau	7 000 lfd. m Gleis zu \mathcal{M} 56.— (Beschaffung, Verlegung, Fracht, Schotter)	392 000 »
Stellwerke	vier Abzweigstellwerke mit je drei Vor- und Hauptsignalen, dazu je ein Vor- und Hauptsignal mehr im Bahnhof zu \mathcal{M} 18 000.—	72 000 »
Personentunnel (tieferer Grundung)		16 000 »
		<hr/>
		1 500 000 \mathcal{M}
b) Bei Entwurf I:		
Mehr an Erdarbeiten 150 000 cbm zu 1,80 \mathcal{M}		270 000 \mathcal{M}
Mehrkosten der längeren Straßensbrücke		20 000 »
Mehrkosten der längeren Überwerfungsbauwerke		80 000 »
		<hr/>
		370 000 \mathcal{M}

Dauernde Ausgaben.

a) Bei Entwurf II:		
3 \times 4 = 12 Stellwerkswärter zu \mathcal{M} 3 000.—		36 000 \mathcal{M}
Oberbau: Unterhaltung 7 \times 600 \mathcal{M} /km		4 200 »
Abschreibung 7 \times 2300		16 100 »
		<hr/>
		56 300 \mathcal{M}

b) Bei Entwurf I:

Gegenüberstellung.

Einmalige Ausgaben.

Entwurf II	1 500 000 \mathcal{M}
Entwurf I	370 000 »

bleiben zu Ungunsten vom Entwurf II 1 130 000 \mathcal{M}

Dauernde Ausgaben.

Entwurf II:

\mathcal{M} 56 300.— jährlich; kapitalisiert (nur zwölfmal gerechnet wegen des heutigen hohen Zinsfußes)	675 600 »
--	-----------

1 805 600 \mathcal{M}

= rund 1 800 000 \mathcal{M}

Der Entwurf II nach der üblichen Ausführung ist also trotz der größeren Erdarbeiten und teureren Bauwerke bei Entwurf I um fast zwei Millionen teurer, als dieser. Dabei fallen bei Entwurf I überdies noch manche Vorteile an, wie z. B. die hohe Lage der Bahnsteige, das Mehr an beseitigten Kreuzungen und weniger verlorene Steigungen. Freilich ist auch bei Entwurf II der Mehraufwand nicht ganz ohne Nutzen; der Bahnhof hat eben mehr Gleisraum; die Blockstrecken können Züge aufnehmen. Aber das ist teuer erkaufte. Aufnahmgleise liegen, wenn man sie schon braucht, besser im Bahnhof; zudem ist Entwurf II auf knappste gezeichnet, um nicht ungerecht zu vergleichen; die Blockstrecken sind recht kurz und geben unerwünschte Signalhäufungen; macht man sie länger, so ist

der Aufwand noch größer. Bei dem Kostenunterschied fällt vor allem der Grund und Boden ins Gewicht; aber auch wo dieser billig ist, bleibt noch Gewinn genug.

Offenbar haben so kurze Gleisentwicklungen so viel Verführerisches an sich, daß man sich ihrer auch in einem weiteren Rahmen bedienen möchte, wenn die Verhältnisse sonst dazu angetan sind. Dann können aber die Entfernungen so groß werden, daß man wenigstens in den Personengleisen, manchmal auch in den Gütergleisen, aus praktischen Gründen Blockstrecken einschalten muß und dann liegen die verbleibenden schienengleichen Kreuzungen auf der sogenannten freien Strecke. Das ist der große Stein des Anstoßes. Darf man das oder darf man es nicht? Ich meine nicht formell, sondern sachlich.

In meinem ersten Aufsatz bin ich wohlweislich über den Rahmen der Einfahrsignale nicht hinausgegangen. Das hätte ich festhalten können, dann bot mein Vorschlag keine Angriffsflächen und die Auseinandersetzung wäre unterblieben. Aber wenn die Kritik die Überschreitung dieses Rahmens ohne weiteres unterstellte, so lag dem trotz des grundsätzlichen Mißverständnisses über meine nächsten Absichten eine im Kerne nicht ganz unberechtigte Anschauung zugrunde, insofern meine Gleisentwicklungen diese Neigung zum Hinauswachsen tatsächlich haben, wie alle anderen Gleisentwicklungen auch. Ich hätte es unter diesen Umständen kleinlich gefunden, wenn ich mich eng an meine Aufstellungen geklammert hätte, so unanfechtbar sie auch waren, wie jeder zugeben wird, der sie nochmals liest. Ich erkannte also die erwähnte Tendenz an. Es war eine Anpassung an die Auffassung des Gegners. Leider ist mir dieses Entgegenkommen als Schwäche des Standpunktes ausgelegt worden. Darauf kann ich allerdings nur erwidern, daß mich außer der Höflichkeit die tiefe und volle Überzeugung leitete, daß solche Gleisentwicklungen auch in dem weiteren Rahmen gut, notwendig und berechtigt seien.

Ich hätte schon früher die angeführten Beispiele bringen und mich damit einstweilen bescheiden können. Wenn sie ein paarmal durchgeführt worden wären, wenn auch nur auf dem Papier, dann wäre man von selbst auf die Frage gestoßen, ob man nicht hier und da über den engen Rahmen der Einfahrsignale hinausstoßen sollte und dürfe. Man hätte sich sicher gar nicht so sehr viel Gedanken gemacht. Tut man es doch sonst auch nicht. Wie viele haben wohl bei den zahlreichen Spaltungskreuzungen, die von Bahnhöfen auf Blockstellen mit Abzweigung hinausverlegt wurden, überlegt, ob der § 13 der B. O. das zulasse? Man tat es einfach, weil man mußte, es »gab sich so«. Gewisse Dinge haben ihre natürliche Entwicklungsrichtung; sie tragen sie in sich, darüber wird am wenigsten geredet. Vielen Menschen treten sie gar nicht in das Oberbewußtsein.

Es ist nicht möglich, hier die Ausführungen des vorigen Aufsatzes über die Fragwürdigkeit der Begriffe Bahnhof und freie Strecke noch einmal zu wiederholen. Die Anschauungen werden sich von selbst durchsetzen, einfach durch die Logik der Tatsachen. Es sind ihrer genug und zwar gerade an den entscheidenden Stellen, denen diese Untersuchungen sehr eingeleuchtet haben. Die Betriebsleute empfinden die Blockstellen mit Abzweigung als einen Pfahl im Fleische, aber nicht als solche oder wegen einer besonderen Gefährlichkeit, sondern weil sie in die Fahrdienstvorschriften begriffsmäßig noch nicht richtig eingegliedert sind.

Ich will übrigens niemanden veranlassen, den Schritt über den Rubikon — die Überschreitung des Rahmens der Einfahrsignale — zu tun, der es nicht selbst für geboten hält. Ich selbst werde mich gegebenenfalls nicht scheuen und viele andere auch nicht.

Einige Einzeleinwendungen bedürfen der Aufklärung. Ich hätte einen schnellfahrenden Zug mit einer Schutzweiche von 190 m Halbmesser ablenken wollen! Wir können doch heute

mit Steilweichen bei 1 : 9 leicht 500 m Halbmesser erzielen. Das war mir, als einem der Miterfinder dieser Weichen, schon bei dem ersten Aufsatz vollkommen klar. Wenn man bei einer neuen Formung, in die auch viele neue Einzelteile eingehen, diese alle ausführlich bringen will, wird man so bald nicht fertig. Man muß da schon ein wenig auf das Zutrauen der Leserschaft rechnen, daß man sich die Einzelheiten überlegt habe, auch wenn man sie nicht nennt.

Nun zu den »Schutzwegen«. Abb. 6a, Taf. 11 stellt die hauptsächlich vorkommende Einfahrt nach meinen Vorschlägen, Abb. 6b, Taf. 11 die Ausfahrt dar. In Abb. 6a sind ohne weiteres Schutzweichen für jede Fahrt vorhanden. In Abb. 6b kreuzen sich der ausfahrende Personenzug der A-Strecke (Fahrt 3-A) und der ausfahrende Güterzug der B-Strecke (Fahrt 2-B). Es handelt sich darum, den Personenzug, der so gut wie immer den Vorrang hat, gegen den Güterzug zu schützen. Wie man bei Nachblättern meiner Beispiele leicht erkennt, dienen dazu regelmäßig die Endweichen des Güterbahnhofes; ein Güterzug, der verbotener Weise anfahren wollte, könnte gar nicht aus dem Bahnhof heraus. Damit ist eigentlich schon die ganze Schutzfrage erledigt. Wo aber auch für die Gütergleise eine Blockstrecke dazwischen liegt, was sehr selten vorkommen wird, würde ein besonderer genügend langer Schutzstrang (in Abb. 6b, Taf. 11 gestrichelt) möglichst gesendet und mit Steigung anzulegen sein. Daß entgleisende Wagen nicht ins Hauptgleis geraten, falls der Güterzug doch noch den Prellbock erreicht, läßt sich durch genügenden Abstand leicht erreichen. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß wir mit derartigen Maßnahmen schon weit über das hinausgehen würden, was wir heute an den Blockstellen mit Abzweigung — Abb. 7a und 7b, Taf. 11 — für nötig halten.

Man könnte vielleicht wünschen, obwohl das sehr weit geht, auch den Güterzug 2-B, falls man ihm einmal den Vorrang geben muß, gegen den Personenzug 3-A zu schützen. Das geht mit der in Abb. 5b eingetragenen Verbindung zwischen den Gleisen 3 und 4. Diese wird meist von selbst da sein, zum Übergang der Züge und kann und wird dementsprechend auch so flache Weichen enthalten, daß ein schnellfahrender Zug gefahrlos abgelenkt werden kann. Schiebt man dann die Vereinigungsweiche der Gleise 2 und 4 ein genügendes Stück in der Richtung B vor, so kann man auch diese Gefahr beliebig mildern. Man überzeugt sich leicht, daß in Abb. 7b, Taf. 11 dem einen Fall der Blockstelle mit Abzweigung, eine entsprechende Aushilfe nicht anwendbar ist; man kann, wenn der Güterzug Einfahrt hat, dem ausfahrenden Personenzug keinen Schutzweg bieten.

Von Zusammenstoßmöglichkeiten an den Vereinigungsweichen ist hier nicht die Rede, sie sind bei allen überhaupt möglichen Gleisentwicklungen gleich und nur durch besondere Maßnahmen vermeidbar (lange steigende Parallelgleise).

Zusammengefaßt heißt das: Bei meinen Gleisentwicklungen lassen sich für alle Fahrten, die durch die Kreuzungen gefährdet sind, Schutzwege gegen Flankenfahrt herstellen, für alle wichtigen sind sie meist von vornherein da. Bei Blockstellen mit Abzweigung geht das nicht in allen Fällen. Nimmt man hinzu, daß bei diesen die Kreuzungen immer entgegengesetzte Fahrrichtungen, bei mir immer gleiche Fahrrichtungen betreffen und daß bei diesen stets Einfahrkreuzungen vorkommen, die bei mir immer wegfallen, so darf man wohl ohne Unbescheidenheit sagen, daß die Sicherheit bei meinen Gleisentwicklungen nicht nur voll ausreichend, sondern erheblich größer ist. Von diesen schon früher angestellten Überlegungen hatte ich, zur Vermeidung der Weitschweifigkeit, in meinem letzten Aufsatz nur das knappe Ergebnis genannt.

Herr Geheimrat Cauer wird hiergegen einwenden, daß sein Ziel ja die gänzliche Beseitigung aller Kreuzungen, insbesondere auch der Spaltungskreuzung sei. Es fragt sich nur

wie weit das überhaupt erreichbar ist und hier kommen wir freilich auf den tiefsten Unterschied der Auffassung. Allerdings hat sich das Gesicht des Eisenbahnbetriebes gegen früher vollkommen geändert; es gibt mehr und schneller fahrende Züge. Ich gehe sogar noch weiter. Ich halte es für möglich, daß wir, namentlich unter dem Druck des Wettbewerbs der Kraftwagen, noch häufiger, noch schneller und mit noch knapperen Abfertigungszeiten werden fahren müssen, ja sogar — die Entwicklung bahnt sich schon an — mehr oder weniger ohne Fahrplan, kurz, daß wir einen Betrieb bekommen, bei dem uns nach unseren heutigen Begriffen die Haare zu Berge stehen, ja noch mehr, daß wir gleichzeitig, unter dem Druck desselben Wettbewerbs, gezwungen sind, unbedingt sicher zu fahren und daß wir bei allen diesen äußerst schweren Anforderungen, wieder unter dem Druck des Wettbewerbs, die Mittel nicht aufbringen können, um schienenfreie Gleisentwicklungen zu bauen, wenigstens nach den älteren Regeln. Wenn man dem ausweicht, weil es unerfüllbar sei, so kann das vielleicht bedeuten, daß sich die Eisenbahn selbst aufgibt. Einstweilen sind wir noch nicht so weit, aber wer will verkennen, daß manches in dieser Richtung drängt? Der erste bedeutungsvolle Schritt zur Abhilfe ist die Signalübertragung, die nächstens kommen wird; so nützt sie wenigstens auch uns; bisher machen wir sie mehr unter dem Druck einer öffentlichen Meinung, die den Kraftwagen die häufigen Unfälle leider nicht übel nimmt. Der zweite Schritt dürfte die Verbesserung der Güterzugbremse sein, so anspruchsvoll das heute klingt, wo wir gerade erst die Kunze-Knorr-Bremse eingeführt haben.

Weil wir die Mittel nicht haben werden, darum halte ich so weitgehende Bestrebungen, wie sie mein Gegner vertritt, heute nicht für vordringlich. Man kann sich damit beschäftigen, wird auch den einen oder anderen Fall finden, wo man mit Vorteil Gebrauch davon machen kann, aber die Gesamtrichtung, der Schwerpunkt wird wo anders liegen. Wir werden leider überhaupt nicht mehr sehr viele Gleisentwicklungen zu bauen haben, aber dies werden sicher nur solche sein, die nicht zu große Kosten erfordern.

Das sind freilich Dinge, über die man verschiedener Ansicht sein kann; die obige ist nur die meine. Gegen eine Behauptung in den Ausführungen meines Gegners muß ich aber entschiedenen Widerspruch erheben und kann nicht verschweigen, daß ich sie bedauere. Er stellt es so dar, als ob er auf größere, ich auf geringere Sicherheit abziele. Was habe ich denn mit meinen Gleisentwicklungen angestrebt? Doch eine Lösung für die Fälle, wo man die bisher gebräuchlichen Entwicklungen aus Mangel an Mitteln und namentlich Platz nicht bauen kann. Ich habe gezeigt, daß man auch da noch ein gut Teil der Kreuzungen, oft zwei Drittel und mehr, beseitigen kann. Und dafür muß ich mir sagen lassen, ich wolle die Sicherheit verringern? Weil nämlich die wenigen übrigbleibenden Kreuzungen andere sind, als sonst nach den älteren Regeln, während man nach diesen im gegebenen Falle alle stehen lassen müßte.

Und noch eins, was mit dieser Auffassung eng zusammenhängt, die Behauptung, ich hätte versucht, durch schematische Auslegung der B. O. zu rechtfertigen, was sachlich verkehrt sei. Als ob nicht auch ich von den sachlichen Gesichtspunkten ausgegangen wäre, und die formalen nur genannt hätte, weil man sich eben mit ihnen auseinandersetzen muß. Es besagt doch nichts, wenn diese Auseinandersetzung sehr lang wurde. Das ist meist so, daß das Formale einen unverhältnismäßigen Raum einnimmt. Und die voll bewusste Sophistik, die ich angewendet haben soll? Wohl jeder Praktiker hat schon hunderte Male in seinem Leben Bestimmungen bis zum Brechen »gebogen«, nur um sachlich Notwendiges formal möglich zu machen, bis die Bestimmungen geändert sind. Man spricht nur meist nicht davon.

Nun bewegt sich alles bisher Erörterte auf akademischem Boden. Richtig greifbar werden solche Dinge erst in der Praxis. Meinem letzten Aufsatz war deshalb mit voller Absicht ein vollständig durchgeführtes Beispiel angefügt, die Gleisentwicklung bei Pasing. Mein Gegner sagt darüber nur:

»Das von Herrn Dr. Bäseler zum Schluß gegebene Beispiel von Pasing habe ich aus der kleinen Darstellung nicht nachprüfen können. Wenn es aber unzweifelhaft zweckmäßig sein kann, eine unglückliche alte Gleisanlage, falls es durchaus nicht anders geht, wenigstens so zu verbessern, daß immer noch Stellen darin verbleiben, die den Regeln guter Anlagen nicht entsprechen, so werden doch dadurch diese Regeln nicht umgeworfen; vielmehr wird dann aus besonderen Gründen eine Ausnahme zugelassen, die bekanntlich die Regel nur bestätigt.«

Ich wüßte nicht, was auf den Fall Pasing weniger zuträfe, und glaube, daß Herr Geheimrat Cauer dieses Urteil bei näherer Betrachtung selbst nicht aufrecht erhalten wird. Ich möchte ihn einladen, die Aufgabe mit durchzudenken; sollten die Abbildungen nicht deutlich genug sein, so stehen ja die Urpläne gern zur Verfügung.

Wie liegt denn der Fall Pasing? Von Westen kommen sechs Linien an und gehen für den Personenverkehr im Linienbetrieb nach München weiter. Das ist durchaus gewöhnlich. Abgesehen von der hier nicht interessierenden Vereinigung gewisser Linien (Herrsching, Lindau, Augsburg) entstehen dabei keine Kreuzungen; die Personengleise brauchen uns weiter nicht zu beschäftigen.

Nun zweigen zur Zeit in Pasing aus den Personengleisen nach Norden die Gütergleise ab. Hierbei entstehen viele Kreuzungen. Diese sollen beseitigt werden, indem man die Gütergleise schon auf den Vorstationen abzweigt und unter den Personengleisen schienenfrei durchführt. Was ist an all dem ungewöhnlich? Ist denn dieser Fall nicht die Regel? So sehr die Regel, daß ich mir einen regelmäßigeren gar nicht denken kann. Dabei ist das Gelände ziemlich billig und fast ganz frei — das kürzlich erbaute bekannte Unterwerk ist schon so gestellt, daß es nicht stört — man kann ohne erhebliche Schwierigkeit sowohl über wie unter Gelände gehen, die Strecken liegen schön wie auf einer Tafel und sind so flach, daß man, da sie in ihrem späteren Verlauf zum Teil durch ziemlich gebirgige Gegenden gehen, erhebliche Steigungen anwenden und leicht Höhen und Tiefen gewinnen kann, auch die Kurven sind flach — könnte eine Aufgabe günstiger liegen? Ist das eine »unglückliche alte Gleisanlage« in dem Sinn, daß sie Verbesserungen ein in ihrem Wesen begründetes, schon an sich fehlerhaftes Hemmnis entgegenstellt? Wenn diese Aufgabe nicht nach den »Regeln guter Anlagen« zu lösen ist, welche denn dann? Mir scheint, Pasing ist eher ein akademisches Beispiel reinsten Wassers.

Die Gütergleise gehen nun nicht, wie die Personengleise, in lauter einzelnen Linien weiter, sondern nur in zweien, eine für die Durchfahrt nach Osten, und eine zu dem Verschiebebahnhof Laim (wobei von und nach Laim zwei Gleise vorgesehen sind). Infolgedessen entsteht hier durch die Übergänge eine Reihe von Kreuzungen, die für einen dichten Betrieb immer noch zu zahlreich erschienen. Es wäre sehr erwünscht, auch hiervon noch einen Teil zu beseitigen; versucht war es zunächst gar nicht worden, weil es nach den älteren Entwicklungsregeln schlechterdings ausgeschlossen ist, hier überhaupt noch eine Abhilfe zu finden.

Ist hieran etwas ungewöhnlich? Etwa, daß nicht gleich in Pasing schon der Verschiebebahnhof Laim beginnt, so daß man alle ankommenden acht Gütergleise unmittelbar in ihn einführen kann, sondern daß seine Spitze 3 km entfernt liegt? Das wird wohl recht oft so sein. Oder daß man nicht so viel Platz hat, um alle acht Gleise auf diese Länge durchzuführen?

Selbst wenn man ihn hätte, wer würde den Aufwand wagen? Man kommt eben einfach nicht um die höchst natürliche Tatsache herum, dafs bei Ausgestaltung des Gleisnetzes Punkte entstehen, an denen sich die Trennung, Vereinigung und auch Kreuzung von Gleisen vollzieht, ohne dafs daselbst gerade immer ein »Bahnhof« zu sein braucht.

Hier scheint er allerdings da zu sein, eben Pasing. Wie steht es damit? Die Gütergleise sind in Abb. 8, Taf. 11 nochmals dargestellt. Ihre Vereinigung geschieht durch ein großes doppeltes Weichenkreuz, wobei bemerkt sein mag, dafs hierin noch verschiedene überflüssige Berührungen stecken; man müfste die eine Weichenstrafse vervierfachen, wenn man wenigstens alle unnötigen Hemmungen ausschließen will. Niemand hat bei dem Entwurf bedacht, das Weichenkreuz an dieser Stelle vorzusehen; ohne Zweifel würde es auch mein Gegner nicht beanstanden; es liegt ja im »Bahnhof«. Nun gehen die Gütergleise von diesem Kreuz aus nach beiden Seiten etwa 3 bis 5 km lang unverändert durch. In Pasing selbst hat kein einziger Güterzug planmäßigen Aufenthalt (so war der Zukunftsbetrieb gedacht). Der Ortsgüterbahnhof sollte von Laim aus durch ein besonderes Gleis im Rangierwege bedient werden. Warum ist denn diese Stelle für die Gütergleise eigentlich ein »Bahnhof«? Vielleicht, weil südlich davon in den Personengleisen ein paar Bahnsteige liegen, in den Personengleisen, die von den Gütergleisen nach beiden Seiten auf viele Kilometer getrennt laufen und keinerlei Verbindung mit ihnen haben? Oder weil nördlich davon ein kleiner Ortsgüterbahnhof liegt, der an einen entfernten Verschiebebahnhof besonders angeschlossen ist?

Augenscheinlich liegt hier in reinster Form jener Fall vor, den ich dadurch begrifflich in Ordnung zu bringen suchte, dafs täglich zum Schein ein Zug halten sollte. Ich nehme gern auch andere Lösungsversuche an, nur um sachlich Selbstverständliches formal möglich zu machen. Die Praxis hat es sich natürlich — mit vollem Recht — viel bequemer gemacht; sie hat hierüber überhaupt nicht nachgedacht, um so weniger, als Pasing ja heute sicher ein Güterbahnhof ist. Es wäre wohl so weiter gegangen — und wird überhaupt, wenn diese Lösung gewählt wird, so weitergehen —, dafs man Ein- und Ausfahrtsignale aufstellt, um das Weichenkreuz zu decken, zumal noch eine gewisse Weichenverbindung für seltene,

nicht signalmäßige Übergänge hinzukommt. Aber kann das alles etwas daran ändern, dafs der Punkt für die Gütergleise eben doch kein Bahnhof ist, nämlich keine »Betriebsstelle«, an der Züge regelmäßig halten«, sondern nur ein dazu erklärter »Übergangspunkt«? Wenn man das praktisch darf, und wenn Herr Geheimrat Cauér dem zustimmt, ist es mir sehr lieb; dann bin ich der gezwungenen Aushilfe des »einen haltenden Zuges« ledig und werde die Lösung um so lieber auch an anderen Stellen verwenden.

Was ist nun weiter geschehen? Ich habe statt der vorstehenden Lösung eine andere ausgedacht, bei der der Vereinigungspunkt der Gleise etwa 1 km weiter westlich liegt. Es ist hier natürlich nicht mehr und nicht weniger »freie Strecke« oder »Bahnhof«, als in Pasing; diese Begriffe haben ihren Sinn vollständig verloren. Dafür ist es aber gelungen, hier nicht weniger als zwei Drittel aller Hemmungen durch Brücken zu beseitigen, ohne dafs die Entwicklung irgendwie umfänglicher wird. Ich darf mir die Frage erlauben, was ist hier sachlich — sachlich, nicht formal — besser und sicherer: Das große Weichenkreuz im sogenannten Bahnhof Pasing mit 20 wahrscheinlichen Zughemmungen täglich oder das kleine auf der sogenannten freien Strecke mit 7?

Ein amtlich beteiligter Fachgenosse des Sicherungswesens äußerte, ihm wäre die zweite Lösung schon deshalb lieber, weil der Mann, der dort die Zugfolge regelt, nicht durch soviel anderes abgelenkt würde, wie der Fahrdienstleiter in Pasing mit seinen vielen Personenzügen. Das ist das Urteil aus der Praxis, das man nur unterschreiben kann.

Mein Gegner schliefst mit der Mahnung, das Wort zu beherzigen: »Leicht beieinander wohnen die Gedanken, doch hart im Raume stoßen sich die Sachen.« Kein Techniker wird sich dem Ernst dieses Satzes verschließen; er war immer mein Leitmotiv. Aber wenn es nun gelingt, die Sachen im Raume so zu stellen, dafs sie sich nicht mehr stoßen? Ist dann nicht die eigentliche Aufgabe des Ingenieurs gelöst? Ob es mir im vorliegenden Falle gelang? Ich mag die Hoffnung nicht aufgeben, dafs eine ruhige Kritik mir das zuerkennen wird, sei es auch äußerstenfalls mit einigen jener Abstriche und Unvollkommenheiten, die zwischen Wollen und Vollbringen zu liegen pflegen.

Versuche über die Beweglichkeit der Schienenenden in Stofsverbindungen.

Von Professor Dr. Ing. Otto Ammann, Karlsruhe.

Hierzu Tafel 13.

Nachdem schon vor dem Kriege bei einer Reihe von Klein- und Strafsenbahnen Fufsklammerstöße System Melaun (Textabb. 1a und 1b) in Gebrauch gestanden hatten, wurden



Abb. 1a.



Abb. 1b.

diese Stöße nach dem Kriege von verschiedenen Bahnen, darunter auch Hauptbahnen, insbesondere zur Wiederinstandsetzung alter, niedergefahrener Gleise neu in Verwendung genommen. Verschiedentlich wurde dabei die Frage aufgeworfen,

ob nicht durch die starke Verspannung des verkeilten Stofses die Beweglichkeit der Schienenenden in den Stofsverbindungen, die mit Rücksicht auf die Ausdehnung der Schienen unter wechselnder Temperatur gewahrt bleiben soll, zu stark beeinträchtigt oder gar aufgehoben wird, so dafs u. U. bei freiliegendem Gleis Verschiebungen auf mit Melaun-Fufsklammerstößen versehenen Strecken zu gewärtigen wären.

Um den Einfluß der Verspannung des Stofses durch die Melaunsche Keilfufsklammer klarzustellen, wurden im Laboratorium des Instituts für Strafsen- und Eisenbahnwesen an der Technischen Hochschule Karlsruhe eine größere Zahl von Versuchen über die Beweglichkeit der Schienenenden mit verschiedenen Stofsverbindungen vorgenommen. Dabei handelte es sich darum, zunächst die Verhältnisse bei den gebräuchlichen Stößen mit Flach- und Winkellaschen, die lediglich mit Schraubenbolzen zusammengehalten sind, klarzulegen und dann die zusätzlichen Kräfte zu bestimmen, die beim Hinzufügen einer Melaunschen Keilfufsklammer zur Überwindung der durch sie hervorgerufenen — der Bewegung der Schienenenden in den Stofsverbindungen sich entgegenstellenden — Widerständen erforderlich werden. Kommen doch die Fufsklammerstöße von Melaun stets nur in Verbindung mit ver-

schraubten Stofslaschen vor, die von der Fußklammer getrennt oder mit ihr in ein Stück verbunden sein können, so daß man den Einfluß der durch Schraubenbolzen befestigten, keilförmig in die Laschenkammern der Schienen eingesetzten Stofslaschen von jenem der hinzutretenden verkeilten Fußklammern zweckmäßig getrennt hält.

Bei den Untersuchungen wurde für die ersten Versuche eine leichtere, zu diesem Zweck gebaute Prüfmaschine, die das Zusammendrücken und Auseinanderziehen eines in sie eingesetzten Schienenstößes mit Hilfe zweier hydraulischer Pressen, die abwechselungsweise auf den beiden Seiten eines zweiarmigen Hebels angriffen, bewirkte. Da sie aber nur beschränkte Kräfte auszuüben gestattete, wurde für die späteren Versuche eine kräftigere Maschine benutzt, die in Textabb. 2 dargestellt ist: mit ihr ist man in der Lage, Stofsverbindungen auf ca. 30 t Druck und 25 t Zug zu beanspruchen. Wie die Versuchsergebnisse zeigten, ist selbst diese Maschine nicht in allen Fällen imstande, die in Schienenstößen auftretenden Widerstände zu überwinden, sie genügte aber, um die vorliegende Aufgabe zu lösen.

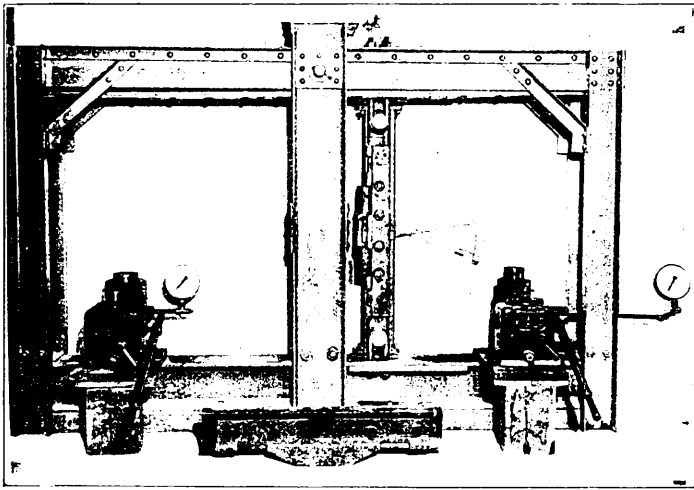


Abb. 2.

Um brauchbare und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, kommt es darauf an, daß die Bedingungen bei den einzelnen Versuchen möglichst dieselben sind. Die ersten Versuche zeigten schon, wie außerordentlich groß der Einfluß verschiedener starken Anziehens der Schraubenbolzen und jener des Eintreibens des Keils in die Fußklammer ist. Wenn auch schon bei den ersten Versuchen größte Sorgfalt darauf verwendet wurde, beide Handhabungen so gleichmäßig wie möglich durchzuführen, so gelang es doch erst vollkommen bei den späteren Versuchen, nachdem für das Anziehen der Schrauben ein besonderer Schraubenschlüssel (Textabb. 3 a), an dem die Anzugskraft abgelesen werden kann, gebaut worden war und auf einer eigenen kleinen Prüfmaschine (Textabb. 3 b) die einzelnen Schrauben daraufhin untersucht werden konnten, welche Spannkraft bei verschiedener Anzugskraft am Schraubenschlüssel in ihnen auftrat. Mit beiden Apparaten zusammen war es möglich, die Schraubenbolzen in die Laschen mit genau gleicher Spannkraft einzusetzen. Das Eintreiben des Keiles wurde bei jedem Versuch mit dem gleichen Schlaghammer, der gleichen Schlaghöhe und gleicher Schlagzahl ausgeführt, wie sie sich in Vorversuchen für die zu prüfenden Keilfußklammerverbindungen als entsprechend erwiesen hatte. Der Einfluß dieser Fehlerquellen war damit, soweit das bei solchen Versuchen überhaupt möglich, beseitigt.

Natürlich können bei solchen Versuchen mit gewöhnlichen Oberbauteilen, die nie ganz gleiche Form und Maße, nie

tadellos ineinanderpassende Teile oder glatte, fehlerfreie Berührungsf lächen besitzen, keine genauen Zahlenwerte ermittelt, sondern nur die ungefähre Größenordnung der zur Wirkung kommenden Kräfte bestimmt werden, was aber auch für die praktische Beurteilung der Konstruktionen genügen dürfte. Es zeigen das auch die Ergebnisse der nachstehenden Versuche, die trotz ihrer Verschiedenartigkeit doch alle ungefähr zu dem gleichen Ergebnis für die Einwirkung der Verkeilung des Stößes nach System Melaun führen.

Die Versuche wurden so durchgeführt, daß die sorgfältigst zusammengebauten Stöße in die Prüfmaschine eingespannt wurden, zunächst längere Zeit ohne genaue Messung und Aufzeichnung der Kräfte hin- und herbewegt wurden, bis zufällige Unebenheiten oder Unregelmäßigkeiten verschwunden waren, dann, nachdem alles nochmals nachkontrolliert und insbesondere die Schrauben

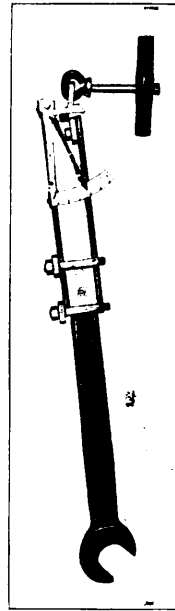


Abb. 3 a.

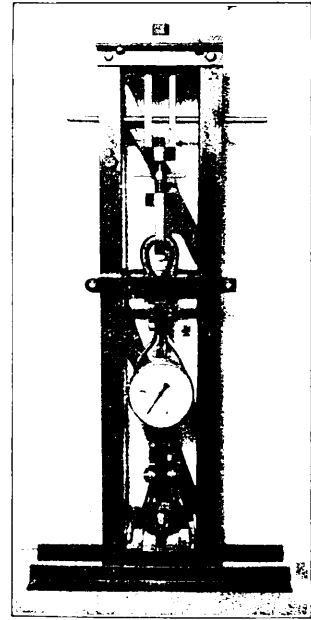


Abb. 3 b.

richtig angezogen waren, mit den eigentlichen Versuchen begonnen wurde. Die Versuche (Zusammendrücken und Auseinanderziehen der Schienenstöße) wurden anfangs bis 50 mal wiederholt, später aber nur noch etwa zehnmal bei jedem Stofs durchgeführt, da die ersten Versuche gezeigt hatten, daß eine öftere Wiederholung keinen wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis ausübt.

Die Stöße wurden bei Beginn der eigentlichen Prüfung auf 12 mm Stofslückenweite eingestellt, dann zusammengedrückt, wobei bei der ruckweise vor sich gehenden Zusammendrückung der jeder Vorwärtsbewegung entsprechende Weg an einem in Textabb. 2 sichtbaren Zeigerapparat und der bei Eintritt der Bewegung vorhandene Druck am Manometer abgelesen wurde. Nach vollständigem Zusammendrücken (Schließen der Lücke) wurde die Bewegung mittels der zweiten hydraulischen Presse umgekehrt und der Stofs in gleicher Weise wieder auseinandergezogen, bis die volle Lückenweite von 12 mm erreicht war.

Die Ergebnisse jeder Versuchsreihe wurden gemittelt und die Mittelwerte derart graphisch dargestellt, daß in einem Koordinatensystem auf der Abszissenachse die Lückenweiten von 0 bis 12 mm und als Ordinaten über den Lückenweiten jeweils die Druck- oder Zugkraft, die erforderlich war, um die Stofslücke auf dieses Maß zu verengen oder zu erweitern, aufgetragen wurde. Es wurde also z. B. in dem Moment, in dem die Stofslückenweite von 8 auf 9 mm sprang, die beim Einsetzen der Bewegung vorhandene Zugkraft am Manometer be-

stimmt und als Ordinate über der Abszisse 9 mm aufgetragen. Die Verbindungslinie der einzelnen Ordinatenendpunkte gibt ein anschauliches Bild über den Kraftbedarf.

Es seien nun nachstehend in einigen Schaulinien die Ergebnisse der Untersuchungen verschiedener Stofsverbindungen gegeben; die Ergebnisse selbst sollen anschliessend kritisch besprochen werden.

Abb. 1, Taf. 13 zeigt zwei Schaulinien einander gegenübergestellt und zwar:

- a) für einen Versuch mit einem normalen badischen Schienenstofs für 140 mm hohe Schienen mit 80 cm langen Winkellaschen, sechs Laschenschrauben von 24 mm Durchmesser in kreisrunden Laschenlöchern von 26 mm Durchmesser mit Unterlagsringen;
- b) für einen Versuch mit einem Melaunstofs für 138 mm hohe Schienen, Flachlaschen mit vier Laschenschrauben von 22 mm Durchmesser, ohne Federringe, mit Melaunfußklammern und Keil.

Bei diesen beiden Versuchen wurde zum Anziehen der Schraubenbolzen nur ein gewöhnlicher 30 cm langer Schraubenschlüssel verwendet, mit dem die Schrauben nach dem Gefühl möglichst gleichmäÙig angezogen wurden.

Abb. 2 und 3, Taf. 13 stellen Schaulinien für zwei für Prüfungszwecke von der Firma Melaun gelieferte Schienenstöße mit ausgeklinkten Winkellaschen, je vier Laschenschrauben, Fußklammern und Keil dar.

Auch hier wurde noch ein einfacher Schraubenschlüssel, diesmal aber ein solcher von 60 cm, wie er bei den Bahnunterhaltungsarbeiten gebräuchlich ist, verwendet, mit dem die Schrauben stärker als bei den ersten Versuchen, aber doch nicht sehr scharf angezogen wurden.

Abb. 4 und 5, Taf. 13 stellen die zuletzt vorgenommenen Versuchsergebnisse in Schaulinien dar und zwar:

- a) für einen Melaunstofs für 138 mm hohe Schienen, ausgeklinkten Winkellaschen mit vier Laschenschrauben von 22 mm Durchmesser, ohne Federringe, mit Fußklammern und Keil;
- b) für einen Stofs bestehend aus badischen 140 mm hohen Schienen, Flachlaschen des neuen Reichsoberbaues B mit vier Bolzen von 24 mm Durchmesser mit untergelegten doppelten Federringen, Fußklammern und Keil.

Die Laschenschrauben wurden bei diesen beiden Stößen, nachdem vorher das Verhältnis von Anzugskraft am Schlüssel zu der Spannkraft der einzelnen Schrauben in der kleinen Prüfmaschine für Schraubenspannkraft festgestellt worden war, mit dem neuen Schraubenschlüssel mit Mefsvorrichtung derart angezogen, daß stets alle vier Schraubenbolzen die gleiche Bolzenzugkraft Q bei einer Versuchsreihe aufwiesen. Diese Bolzenzugkraft wurde jedesmal vor Umkehrung der Bewegungsrichtung jedes Versuches wieder hergestellt. Die Bolzenzugkraft wurde bei den Versuchen mit dem Melaunstofs einmal zu 1,5, dann zu 3,0 t, beim badischen Stofs zu 1,5 und zu 2,5 t je Bolzen gewählt. Beide Stöße wurden in beiden Fällen zunächst ohne und dann mit Fußklammern und Keil geprüft, im ganzen also mit jedem vier Versuchsreihen erledigt, entsprechend erhalten die Abb. 4 und 5, Taf. 13 je vier Schaulinien.

Betrachtet man die fünf Abbildungen, so fällt als charakteristisch einmal das starke Anwachsen der Kräfte jeweils auf dem zweiten Teil des Weges der Schienen auf und zum andern Mal der im großen und ganzen betrachtet ziemlich gleichmäÙige Abstand der Schaulinien für verkeilte Stöße von jenen der unverkeilten.

Zu der ersten Feststellung ist zu bemerken, daß die Widerstände, die die beiden Schienenenden der Bewegung in der Stofsverbindung entgegensetzen, infolge der kleinen Abweichungen in der Form der beiden Schienen und der dadurch

bedingten verschieden starken Anpressung der Laschen in den Kammern sehr verschieden ist. Es bewegt sich daher stets zuerst nur die eine Schiene, die weniger fest eingespannt ist, soweit sie kann, dann erst folgt die zweite, für deren Bewegung aber erheblich gröÙere Kräfte notwendig werden. Diese Erscheinung ist die gleiche bei verkeilten und unverkeilten Stößen.

Zur zweiten Erscheinung ist zu bemerken, daß die Versuche mit den verschiedenartigsten Stößen übereinstimmend zeigten, daß der Mehrkraftbedarf für das Bewegen der Schienenenden nach der Anbringung der Keilfußklammern im Mittel etwa 2,5 t beträgt. Dieser Wert blieb annähernd derselbe bei stark und bei schwach angezogenen Schraubenbolzen.

Gegen die Versuchsanordnung könnte eingewendet werden, daß die Laschenbolzen bei den Versuchen nicht so stark, wie das in der Praxis zu geschehen pflegt, angezogen waren und somit die Versuche den Verhältnissen der Praxis nicht ganz entsprächen. Hierzu ist folgendes zu bemerken: Tatsache ist, daß von den Bahnunterhaltungsarbeitern die Laschenschrauben mit dem 60 cm langen Schraubenschlüssel, der sogar vorschriftswidrig manchmal noch durch aufgeschobene Rohrstücke verlängert wird, da und dort viel stärker, ja unsinnig stark angezogen werden. Auf einer Strecke der badischen Hauptbahn wurde mit dem Schraubenschlüssel mit Mefsvorrichtung des Instituts nachgeprüft, wie stark die Laschenschrauben tatsächlich angezogen waren. Es ergab sich dabei, daß die Anzugskraft am Schraubenschlüssel mehrfach auf 40 bis 50 kg gesteigert war, was einer Schraubenspannung von 6 bis 7 t entspricht. Bei derartig angezogenen Schraubenbolzen spielt aber der Einfluß der Verspannung des Stofses durch die Melaunkeilfußklammer überhaupt keine Rolle mehr, da die keilförmig in die Laschenkammern eingreifenden Laschen in diesen Fällen derartige Reibungswiderstände aufweisen, daß sich die Schienen im Stofs auch bei erheblichen Temperaturunterschieden nicht mehr bewegen. Es wurden im Institut beispielsweise die sechs Schrauben eines normalen badischen Stofses mit dem 60 cm Schraubenschlüssel wirklich kräftig, aber ohne Übertreibung angezogen und der Stofs dann in die Prüfmaschine eingesetzt. Bei der größten Druckkraft der Prüfmaschine von 30 t war es unmöglich, die Lücke des Stofses zu schließen. Das zeigt auch eine einfache Berechnung. Der Druck D zwischen Schiene und Lasche beträgt je Bolzen

$$D = \frac{Q}{2 \cdot \sin \alpha}$$

Bei den untersuchten Schienenstößen ist $\tan \alpha = 1/3$, demnach $D = 1,58 Q$.

Der gesamte durch einen Bolzen hervorgerufene Druck ist dann:

$$D' = 4 D = 6,30 Q.$$

Hiernach beträgt die Kraft K , die zum Auseinanderziehen oder Zusammendrücken des Stofses ohne Verkeilung notwendig ist, wenn:

n = die Anzahl der Bolzen einer Schiene,

μ = der Reibungskoeffizient ist:

$$K = n \cdot D' \cdot \mu = n \cdot 6,30 Q \cdot \mu.$$

Q ergibt sich aus der gemessenen Anzugskraft am 60 cm langen Schraubenschlüssel zu 6 t.

μ kann nach diesbezüglichen Versuchen zu 0,30 angenommen werden, so daß sich für K folgender Wert ergibt:

$$K = 3 \cdot 6,3 \cdot 6,0 \cdot 0,3 = 34,0 \text{ t.}$$

Demgegenüber treten die 2,0 bis 3,0 t Zusatzkraft, die die Verkeilung verlangt, ganz zurück.

Es war daher, um den Einfluß der Verkeilung klar herauszuschälen, einfach geboten, die Laschenschrauben nicht zu stark anzuziehen, wie dies bei den Versuchen geschehen ist. Die Versuchsergebnisse berechtigen jedenfalls zu sagen, daß sich der Einfluß der Verspannung des Stofses durch die Melaunkeilfußklammern, gegenüber dem Einfluß der festverschraubten

Flach- und Winkellaschen in Grenzen hält, die zu Bedenken keinerlei Anlaß geben. Dies um so mehr, als ja normalerweise in einem Betriebsgleis die Schienenenden sich schon bei viel kleineren Längsspannungen in den Stofsverbindungen bewegen werden, als bei der ruhenden Belastung in der Prüfmaschine, da durch die hämmernde Stofswirkung der darüberrollenden Räder die Bewegung rascher ausgelöst wird. Ferner kann festgestellt werden, daß eine Vermehrung der Laschenschrauben von vier auf sechs Stück im allgemeinen stärker die Beweg-

lichkeit beeinträchtigen wird, als die Zugabe einer dem Schienenprofil entsprechenden Melaunischen Keilfußklammer zu einer Stofsverbindung mit vier Laschenschrauben.

Zum Schlusse sei noch mitgeteilt, daß auch die Erfahrungen der Praxis, wie solche auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, auf der Vorortstrecke Berlin—Lichterfelde und auf einer Versuchsstrecke der badischen Hauptbahn gesammelt wurden, bestätigen, daß die mit Fußklammerstößen System Melaun versehenen Stöße dem Temperaturwechsel entsprechend arbeiten.

Die neueren Baustähle.

Von Reichsbahnoberrat Föchsel, Berlin.

Der Krieg, der für seine eigenen Zwecke nur Werkstoffe höchster Wertigkeit bevorzugte, hat bei uns und in anderen Staaten eine wirtschaftliche Lage, die ebenfalls durch den Ruf nach Gütesteigerung der von der Technik benötigten Werkstoffe gekennzeichnet ist, geschaffen. Die Verbraucher industrieller Erzeugnisse drängen auf Bereitstellung hochwertigen Baustoffs, weil er die Unterhaltungskosten herabsetzt und die Lebensdauer verlängert. Die Erzeuger stellen sich in ihrer ganzen Betriebsführung darauf ein, dem Verlangen ihrer Abnehmer nachzukommen. Soweit die Werkstoffe des Eisenbahnwesens in Frage kommen, hat die vom Verein Deutscher Ingenieure und der Deutschen Reichsbahn veranstaltete Eisenbahntechnische Tagung vom September 1924 einschließlich der Seddiner Ausstellung ausgiebig Gelegenheit gegeben, ihre qualitative Entwicklungslinie zu zeigen*). Zum Abschluß ist diese Bewegung in der Werkstoffherzeugung noch keineswegs gelangt. Notgedrungen haben sich zunächst Erzeuger und Verbraucher gewisser wichtiger Werkstoffe auf bestimmte, dem Verwendungszweck angepaßte Anforderungen geeinigt, um möglichst hohe Wirtschaftlichkeit in der Erzeugung auf den Hüttenwerken und der Lagerhaltung im Handel und in den Verbraucherbetrieben herbeizuführen**).

Unter den Werkstoffen, die im Haushalt der Eisenbahnverwaltungen zufolge ihrer Güteanforderungen und Verbrauchsmenge eine hohe Bedeutung besitzen, stehen die Stahlsorten für ihre Bauwerke, Brücken, Hallendächer usw. mit an erster Stelle. Bei der Reichsbahn liegt außerdem zufolge Einführung der Großraumwagen und der höheren Achslasten der Lokomotiven ein erhöhtes Bedürfnis zur Auswechslung älterer Brücken vor.

Zwei Vorgänge haben die Entwicklung des hochwertigen Baustahls merklich beeinflusst. Die Stahlwerke des In- und Auslands haben in den letztvergangenen Jahrzehnten wohl für einzelne Bauwerke dem Konstrukteur Stahl beträchtlich höherer Gütewerte, als wie sie zumeist bei Verwendung des in die Normen aufgenommenen St 37 üblich sind, zur Verfügung gestellt. Das waren Ausnahmen des Gesamtbilds. Etwa zeitlich zusammenfallend mit dem Ruhreinfall der Franzosen haben zunächst einzelne deutsche Stahlwerke mit aller Energie die Aufgabe angepackt, einen hochwertigen Stahl, der für Verbraucher zugleich Ersparnisse der zu bestellenden Menge bedeutet, herauszubringen und seine laufende Fertigung aufzunehmen. Die Gesamtheit der deutschen Stahlwerke schloß sich, sobald sie an der Ruhr wieder freie Hand hatten, der Bewegung an und arbeitete mit Erfolg darauf hin, daß für die neuen Baustähle Stoffe geschaffen wurden, die einestils die Wünsche der Verbraucher erfüllten, andererseits aber auch der Lage der deutschen

Stahlindustrie hinsichtlich der Rohstoffe, Hüttenöfen und Walzwerkenanlagen tunlichst Rechnung trugen.

Das andere Merkmal des Entwicklungsganges liegt auf seiten der Verbraucher. Ihre Konstrukteure hatten an den erwähnten, bisher vereinzelt ausgeführten großen Eisenbauwerken in hochwertigerem Stahl, wie, um einige Beispiele zu nennen, an einer von der Gutehoffnungshütte in Nickelstahl erbauten Brücke, an einer Donaubrücke in Budapest, an der Hall-Gate-Brücke bei New York, den Vorteil schätzen gelernt, die Berechnungsgrundlage des Bauwerks auf der zulässigen Spannung an der Streckgrenze anstatt wie bisher auf der Bruchfestigkeit aufzubauen. Die von der neueren Materialkunde entwickelte Erkenntnis der Bedeutung der Streckgrenze als Grenzzone zwischen dem Gebiet elastischer Formveränderung und dem Gebiet der bleibenden Formveränderung war in weitere Kreise gedrungen und hatte die Überzeugung gefestigt, daß die Belastungsgröße eines Bauwerks stets so getroffen werden muß, daß seine Formänderungen in allen Teilen im elastischen Bereich vor sich gehen. In diesem Zustand ist dann das Bauwerk weder der sogenannten Alterung mit ihren Sprödigkeitserscheinungen ausgesetzt, noch wird seine Lebensdauer durch einen geringeren Widerstand gegen Ermüdung herabgesetzt.

Die kleineren Unterfragen, wie bei der Werkstoffprüfung auf dem Lieferwerk die Spannung an der Streckgrenze einwandfrei und mit einfachen Hilfsmitteln festzustellen sei, konnten für Abnahmezwecke durch Begrenzung der Zerreißgeschwindigkeit auf eine Belastungszunahme von 0,5 kg je mm² und Sekunde und durch Verwendung von Meßgerät, wie das der Bauart Martens-Kennedy, vorläufig befriedigend gelöst werden, bis von dem beim Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik eingesetzten Unterausschuß für die Bestimmung der Streckgrenze eine endgültige Festlegung und Ergänzung der Din 1602 getroffen sein wird. Die Anschauung über die Bewertung der Streckgrenze hatte kurz zuvor bereits bei den Konstrukteuren des Fahrzeugbaues hinsichtlich dynamisch beanspruchter Teile, wie z. B. der Federn, der Kupplungsteile, festen Fuß gefaßt und zu ihrer Einführung in die Lieferungsbedingungen geführt. Es war für den Brückenkonstrukteur eine nicht ganz einfache Aufgabe, nachträglich den Sicherheitsgrad der in St 37 ausgeführten Bauwerke in Beziehung zur Streckgrenze zu setzen. Die nach Abnahmeunterlagen angeordnete Großzahlforschung liefs erkennen, daß der Streckgrenzenwert für St 37 recht erheblich streute, etwa zwischen 18 und 28 kg/mm² lag. Dieser Zustand ist in der freigegebenen Art der Stahlerzeugung und bei dem Fehlen einer entsprechenden Forderung bezüglich der Streckgrenze als ein durchaus natürlicher anzusehen. Für die Bauwerksberechnung wäre ein mittlerer Wert von etwa 22 kg/mm² in Frage gekommen. Der Konstrukteur kam zu der Forderung, daß hier ein Mindestwert von etwa 30 kg/mm² vorhanden sein müsse, wenn beim Verlassen des bisherigen Werkstoffs St 37 und beim Übergang zu einem Stahl höherer Wertigkeit und höheren Erzeugungskosten ein wirtschaftlicher Vorteil für den Besteller des Bauwerks erwachsen soll.

*) Vergl. meinen Aufsatz über die qualitative Entwicklungslinie der Eisenbahnbaustoffe in „Glaser's Annalen“ vom 15. 9. 24.

***) Die vom Verein Deutscher Ingenieure mit dem Verein deutscher Eisenhüttenleute und der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde zum Oktober 1927 geplante Werkstofftagung, verbunden mit Werkstoffprüfschau in Berlin wird eine neue Übersicht über die Eigenschaften und Verwendungszwecke unserer Werkstoffe bringen.

Unter diesen Erwägungen, die Gegenstand wiederholter Beratungen von Vertretern der hauptbeteiligten Erzeuger- und Verbraucherkreise, des Vereins Deutscher Ingenieure, des Eisenbauverbands, der Deutschen Reichsbahn und von Baubehörden bis zum Ende des letzten Jahres gewesen sind, haben die deutschen Stahlwerke zwei Wege beschritten, um die angestrebte höhere Festigkeit des Werkstoffs zu erreichen. Die Erhöhung des Kohlenstoffgehalts von etwa 0,1% im St 37 auf 0,25 — 0,3% führte zum Stahl St 48; die noch weit größere Steigerung des Siliziumgehalts von etwa 0,1% auf etwa 0,8% — unter Beibehaltung des dem St 37 zukommenden niederen Kohlenstoffgehalts — führte zum Siliziumstahl St Si, dessen Erzeugungsperiode kaum drei Jahre hinter der des St 48 einsetzte.

Es sei nur kurz darauf verwiesen, daß die Anschauungen über die zweckmäßigste Festlegung der Eigenschaften der beiden Werkstoffe sich erst während der ersten Jahre der Verwendung allmählich zu Lieferungsbedingungen dauernden Charakters verdichtet haben; Erzeuger und Verbraucher mußten an Erfahrungen lernen. Ihr Grundcharakter wich indes von dem anfänglich von ihren Vätern ins Auge gefaßten nicht wesentlich ab. Ich übergehe die Einzelheiten der Entwicklung und werde die Eigenschaften dieser Stähle in der Verfassung, wie sie sich um die Jahreswende als allgemeine Vereinbarung darstellt, behandeln.

St 48. Die Bezeichnung ist der Normensprache entlehnt und deutet an, daß seine Mindestbruchfestigkeit 48 kg/mm^2 betragen soll; eine obere Grenze ist auf 58 kg/mm^2 festgelegt, um auszudrücken, daß eine beliebige Steigerung des Kohlenstoffgehalts nicht erwünscht ist. Hiermit kann eine gewisse Empfindlichkeit des St 48 in der Warmbehandlung besprochen werden. Wegen seines Kohlenstoffgehalts muß er bei anfallender Feuerverarbeitung vor zu hohen Temperaturen und vor schneller Abkühlung geschützt werden, weil sonst Überhitzung bzw. Härtung eintritt und damit die Zähigkeit des Stahls vermindert wird. Aus dem Erläuterungsblatt Din 1606 kann ersehen werden, daß die Schmiedetemperatur des St 48 um 50 bis 100° tiefer liegt, als wie sie dem St 37 zukommt.

Der für die Streckgrenze von den Verbrauchern als erwünscht erachtete Wert von 30 kg/mm^2 schien nach einer großen Zahl ausgeführter Lieferungen auch erfüllbar zu sein. Bei Nachprüfungen ausfallender Lieferungen trat mit Deutlichkeit die Abhängigkeit des Streckgrenzenwertes von der Dicke der ausgewalzten Profile zutage. In ein und derselben Schmelzung genügten die dünnen Profile, während bei den dickeren, bei denen ein geringerer Grad der Warmknetung vorliegt, der gewünschte Wert nicht erreicht wurde. Eine Abstufung der Werte nach der Profilstärke erschien nicht zweckmäßig. Man einigte sich auf die Zahl 29 kg/mm^2 als Mindestwert für alle Querschnitte.

Die Forderung für die Bruchfestigkeit 48 bis 58 kg/mm^2 entspricht nach Höhe und Spanne den natürlichen Erzeugungsverhältnissen dieser hochwertigen Stahlsorten.

Die Dehnungsgröße mit 18% für Lang- und Querproben ist nicht gerade eine hohe zu nennen. Es sollte jedoch der Abhängigkeit von der Profilstärke und Walzrichtung Rechnung getragen werden. Darum wurde ein Einheitswert, gültig für alle Fälle, festgesetzt. In Lieferungen von Formeisen dünner Profile ($< 10 \text{ mm}$) werden sich tatsächlich höhere Dehnungswerte in der Walzrichtung als 18% finden.

Die andere Zähigkeitsgröße, der Biegewinkel beim Faltversuch (nach Din 1605) und die Größe des hierbei verwendeten Dorndurchmessers ist zum gleichen Wert wie bei St 37, d. h. 180° bei einem Dorndurchmesser $= 2 \times$ Blechdicke, in die Vorschrift übernommen worden.

Die Untersuchungen der Erzeuger und Verbraucher, darunter die der Mechanischen Versuchsanstalt des Eisenbahn-

Zentralamts, haben sich auf weitere Güterwerte als: Kerbzähigkeit, Dauerschlagzahl, Ermüdungsfestigkeit, Gefügebau, Schweißbarkeit auf der elektrischen Widerstandsschweißmaschine, sowie die chemische Zusammensetzung und den Reinheitsgrad, erstreckt. Bei diesen Laboratoriumsversuchen wurden befriedigende Werte erhalten. Es wurde aber nicht für notwendig erachtet, Ergebnisse dieser Ermittlungen in die Lieferungsbedingungen aufzunehmen, weil die zu verlangende Beschaffenheit des St 48 durch die zuvor mitgeteilten Zahlen hinreichend festgelegt wird und nur eine für beide Teile unerwünschte Belastung des Abnahmedienstes geschaffen worden wäre.

Eine ergänzende Festsetzung war für Nietstahl zu treffen. Es war zunächst durch Werkstattversuche an Nietarbeiten zu prüfen, ob der höhere Kohlenstoffgehalt des St 48 beim Einziehen rotwarmer Niete in dickere Bleche unter der abkühlenden Wirkung der kalten Wandungen sich nicht unliebsam bemerkbar mache. Eine gewisse Erhöhung der Festigkeit wurde wohl beobachtet, doch konnte die bekannte Kopfschlagprüfung bei sachgemäßer Nietfertigung immer bestanden werden, ohne daß Sprödigkeitsanzeichen auftraten. Für die Bedingungen mußte der Stauchversuch unter gleichen Verhältnissen wie bei St 37, d. h. Stauchbarkeit der Proben (Höhe = zweifacher Durchmesser) auf ein Drittel der anfänglichen Höhe, vereinbart werden. Die Scherfestigkeit wurde auf die Lage der Bruchfestigkeit abgestimmt und zu 36 bis 48 kg/mm^2 bemessen.

Der neue Werkstoff mußte durch eine Reihe Bestimmungen äußerlich gekennzeichnet werden, damit Verwechslungen mit anderen Baustahlsorten, wie St 37, sowohl im Verlauf der Herstellung auf den Hüttenwerken, als bei der Lagerung in den Werkstätten der Eisenbauanstalten und im Handel vermieden werden. So werden die Blöcke im Stahlwerk durch ein in das Kopfe gestecktes Stück Eisen kenntlich gemacht, die ausgewalzten Profile rotwarm mit dem Stempel »St 48« und nach dem Erkalten mit einem durchgehenden weißen Ölfarbestreifen versehen. Bleche erhalten die Beschriftung »St 48« in weißer Farbe, umrahmt durch einen weißen Ölfarbkreis. Die ausgewalzten Nietstangen werden vor Kopf mit weißer Ölfarbe gestrichen. Die geschlagenen Niete tragen erhaben das Kopfzeichen »H«. Nach der Vorschrift müssen hierzu geeignete Nietwerkzeuge verwendet werden.

Als Erfolg der Einführung des St 48 in den Brückenbau konnte bei einer Reihe ausgeführter Eisenbahnbrücken eine Gewichtsersparnis von 15% gegenüber der Ausführung in St 37 mit entsprechender Kostenersparnis gebucht werden!

St Si. Die Steigerung der zulässigen Spannung an der Streckgrenze von 29 auf 36 kg/mm^2 , wie sie nach den Angeboten der Erzeuger des Siliziumstahls möglich sein sollte, bot einen starken Anreiz, mit aller Energie die Eigenschaften des Siliziumstahls und seiner Erzeugungsmöglichkeiten zu prüfen. Es ist bekannt, daß die Freund-Aktiengesellschaft in Charlottenburg, unter Verwendung einer besonderen Ofenbauart des Schweizers Bosshardt, vor wenigen Jahren den Anstoß gegeben hat, dem Si-Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt von etwa 0,1% und einem Siliziumgehalt von annähernd 1% als Konstruktionsstahl für Eisenbauten in weiteren Kreisen Geltung zu verschaffen, und selbst hierzu gewisse Mengen Stahl aus ihrem kleinen 3 t-Ofen zur Verfügung gestellt hat. Weniger bekannt ist, daß bereits vor 20 Jahren die Schiffe Mauritania und Lusitania aus Si-Stahl mit 0,27% Kohlenstoffgehalt und 1,12% Siliziumgehalt erbaut worden sind und vor 15 Jahren der Italiener Paglianti eingehende Laboratoriumsversuche an einer Stahlsorte mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,1% und einem Siliziumgehalt von 1% angestellt hat. Vorzügliche Erfahrungen mit Si-Stahl höheren Kohlenstoffgehalts deutschen Erzeugnisses lagen für andere Verwendungszwecke, z. B. Federstahl, Kupplungsstahl, seit einer Reihe von Jahren vor. Sie konnten zu Großversuchen mit dem Si-Stahl niedrigen Kohlen-

stoffgehalts durchaus ermutigen. Die gesamte deutsche Stahlindustrie nahm die Bewegung auf und erhärtete an Lieferungen ihre Auffassung, daß das Ausbringen der gewünschten Eigenschaften nicht von einer besonderen Ofenbauart abhängig ist, bzw. daß für die Herstellung in großen Mengen gerade der Siemens-Martin-Ofen geeignet sei. Die Deutsche Reichsbahn unter Führung ihres Brückenbau-Referenten, Geheimrat Dr. Ing. e. h. Schaper, darf sich das Verdienst zuschreiben, daß sie als erste die Verantwortung für Aufträge zur betriebssicheren Ausführung eiserner Brücken aus Si-Stahl übernommen und der Stahlwerkindustrie damit ein schätzbares Absatzgebiet für den zu entwickelnden Stahl höherer Wertigkeit erschlossen hat. Die Beratungen zwischen der Deutschen Reichsbahn und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute über die Gestaltung der Anforderungen an den Si-Stahl wurden u. a. unter dem Gesichtspunkt gepflogen, daß der neue Werkstoff auch im Eisenbahnfahrzeugbau, z. B. für die Profile und Blechsorten der Großraumgüterwagen und anderer geeigneter Spezialwagen, verwendet werden könnte.

Aus den zahlreichen Versuchslieferungen und den kritischen Erörterungen, die gleich wie beim Stahl St 48 stattfanden, entwickelten sich folgende Lieferungsbedingungen, bezogen auf den langen Proportionalstab:

Formeisen und Bleche.

Streckgrenze $> 36 \text{ kg/mm}^2$.

Bruchfestigkeit $> 48 \text{ kg/mm}^2$, mit der Maßgabe, daß auch in der Einführungszeit eine obere Grenze von 62 kg/mm^2 nicht überschritten werden darf.

Dehnung in der Walzrichtung $> 20\%$,
> quer zur Walzrichtung $> 18\%$.

Faltversuch wie bei St. 48, d. h. Biegewinkel 180° bei einem Dorndurchmesser von $2 \times$ Blechdicke.

Nieteisen.

Stauchversuch: Endhöhenmaß des Probekörpers = die Hälfte der ursprünglichen Höhe.

Scherfestigkeit wie bei St. 48, d. h. zwischen 36 und 48 kg/mm^2 .

Kerbschlagversuch wie bei St 48.

Als Kurzzeichen wurde die Bezeichnung StSi gewählt.

Die äußere Kennzeichnung erfolgt sinngemäß nach den Vorschriften für St 48. An Stelle der Stempelung »St 48« ist »Si« zu setzen. An Stelle der weißen Ölfarbe tritt silberglänzende Aluminiumfarbe, sowohl bei Formeisen und Blechen als auch bei Nieteisen. Die Nietköpfe erhalten statt des »H« die erhabenen Buchstaben »Si«.

Auf Grund der höheren Gütewerte des Si-Stahls konnten für die Berechnung von Bauwerken die zulässigen Spannungen abermals erhöht werden um 50% der für St 37 bestimmten, während die für St 48 zugelassene Erhöhung nur 30% beträgt. Einige Brücken aus Si-Stahl befinden sich z. Zt. in Ausführung.

Der Aufpreis des gewalzten Si-Stahls gegenüber der Marke St 37 beträgt etwa 25% .

Über die Verarbeitbarkeit von St 48 und Si-Stahl auf den Arbeitsmaschinen der Eisenbauanstalten und auf den Montageplätzen kann etwa die gleiche Wahrnehmung ausgesprochen werden, daß der Kraftverbrauch der Arbeitsmaschinen etwas größer ist als bei St 48, daß aber Schwierigkeiten nicht aufgetreten sind. Die höhere Lage der Streckgrenze erklärt, daß der Formänderungswiderstand ein größerer ist. Z. B. macht der Nieter die Erfahrung, daß diese Eigenschaft auch für den warmen Zustand zutreffend ist.

Eine Betrachtung über neuere Baustähle würde unvollständig sein, wenn man nicht auch den Vorgängen in der Erzeugung hochwertiger geschmiedeten Si-Stahls und des Stahlgusses Erwähnung tun wollte. Die gewalzten St 48 und Si-Stähle gehören ihrer Art nach, wenn man sie unter den Gesichtspunkten der Normungsarbeiten bezeichnen wollte, in die Reihe derjenigen Sorten, die das Din-Blatt 1612 aufführt. Den geschmiedeten Si-Stahl möchte ich der Art nach mit den Sorten, die in Din 1611 und 1661 eingereiht sind, vergleichen. Seine Verwendung geht vorzüglich den Fahrzeugbauer an. Bisher bestand Bedürfnis, für Treibzapfen (Einsatzmaterial) die Marke St C 10.61 und für Kolbenstangen, Treib- und Kuppelstangen die Marke St 50 in größeren Mengen zu verwenden. Mit steigender Leistung der Lokomotiven entstand der Wunsch, Stahlorten höherer Wertigkeit zur Verfügung zu haben. Die Stahlindustrie hat hierfür ebenfalls Si-Stahl, jedoch von erhöhtem Si-Gehalt von etwa $1,4$ bis $1,6\%$ und niedrigem C-Gehalt ($0,1\%$), geeignet sowohl als Ausgangsstoff für einatzgehärtete Zapfen, als auch für Stangen, die nach dem Schmieden normal geglüht werden, angeboten. In der derzeitigen Entwicklungsstufe beschränke ich mich darauf, zu erwähnen, daß die Streckgrenze des normal geglühten Zustands etwa bei 40 kg/mm^2 liegt, die Dehnung am langen Proportionalstab $> 20\%$ ist, die Kerbzähigkeit $> 10 \text{ mkg/cm}^2$. Die Einsetzbarkeit ist gut. Der Preis liegt etwa 15% höher als beim bisherigen Flußstahl für Einsatzzwecke.

In der Entwicklungslinie des Stahlgusses ist ebenfalls höhere Wertigkeit an der Streckgrenze und Dehnung als Merkzeichen anzusehen. Diese Gütewerte werden durch höheren Si-Gehalt bei niedrigem C-Gehalt erreicht. Versuche, bei denen die verschiedenen Eigenschaften nach einschläglichen Prüfverfahren ermittelt und Festigkeitswerte in höheren Temperaturen, zwischen 200 und 600° , festgelegt werden sollen, sind von berufenen Stellen in Angriff genommen worden; hierüber folgt weitere Mitteilung zu gelegener Zeit. Vorausichtlich kann auch denn übersehen werden, welche Gütewerte der im 10 t Bofshardtöfen*) erschmolzene Si-Stahl in laufender Fertigung besitzt.

*) Neuerdings bei den Mitteldeutschen Stahlwerken, Abteilung Gröditz, aufgestellt.

Wärmeableitung aus den Schienen nach der Bettung und Weglassung der Stofslücken im Eisenbahngleise.

Von R. Scheibe, Finanz- und Baurat a. D., Klotzsche bei Dresden.

Der hier besprochene Versuch wurde im Materialprüfungs- und Versuchsamt an der technischen Hochschule zu Dresden mit einem von der Aktien-Gesellschaft Lauchhammer in Riesa a. E. zur Verfügung gestellten Modelle (natürliche Größe) ausgeführt. Das Modell bestand aus einem 50 cm langen Schienenstück, das auf einem 63 cm langen Stücke der Scheibe-Hohlschwelle starr befestigt und in trockenem groben Kiese innerhalb eines Holzkastens gebettet war. In ähnlicher Weise war ein zweites, auf einem Holzschwellenstücke wie üblich befestigtes Schienenstück gleicher Form behandelt. Beide hintereinander geschalteten Schienenstücke trugen auf ihren Köpfen (Abb. 2)

Wicklungen von Rheotendraht, die den aus dem Hauptnetz entnommenen Strom in Wärme umsetzten. Das Verhalten der auf diese Weise den Schienenstücken zugeführten Wärme wurde in beiden Fällen mittels thermoelektrischer Elemente dadurch festgestellt, daß diese Elemente mit denjenigen Punkten der Schienen, der Schwellen, der Verbindungsteile und der Bettung, die für die Beurteilung der Wärmesteigerung und Wärmeleitung in Frage kamen, in Berührung gebracht waren. Die in diesen, vorher geeichten, Elementen durch den jeweilig an den Messpunkten herrschenden Wärmezustand erzeugten Schwachströme wurden mit Hilfe eines Millivoltmeters (Hart-

mann & Braun, Frankfurt) gemessen und dann in Celsiusgrade umgerechnet.

Die Thermolemente waren sinngemäß nummeriert und auf schmelzendes Eis bezogen, mit einer Schalttafel verbunden, die in bestimmten Zeitabständen die Ablesungen am Millivoltmeter vermittelte.

Um genügend viele Vergleichs- und Durchschnittswerte zu erhalten, wurden zunächst an 22 Tagen je fünf bis sieben Beobachtungsreihen abgelesen und aus diesen die Diagramme (Beispiel: Nr. 1 bis 4) entwickelt. Letztere enthalten als Abszissen die Zeitdauer der Heizung und als Ordinaten die Steigerung der Wärme von der Anfangstemperatur an gerechnet.

Die ersten 14 Beobachtungstage waren lediglich den Ableitungsverhältnissen am Hohlwellenmodell gewidmet, während die nächsten vergleichsweise auch die Schiene auf der Holzschwelle mit umfaßten.

Da der Schienenfuß der die Wärme unmittelbar abgebende Teil ist, so wurde seine Wärme und nicht die des Schienenkopfes als Maßstab für den Versuch angenommen.

Aus den Beobachtungen ergeben sich folgende Tatsachen:

a) Die Hohlschwelle reagiert auf die ihr zugeführte Wärme auch dadurch, daß sich die inneren Abmessungen ihres Quer-

einen langsamer steigenden Verlauf nehmen als Folge der geringer werdenden Wärmeaufnahmefähigkeit des Eisens und der nicht schärfer werdenden Heizung. Auf welcher Ursache die Senkung im letzten Teile der Schienenfußkurve in Diagramm 3 beruht, ist nicht aufgeklärt. Unterdessen geht aber die Wärmesteigerung in der Füllmasse und in der Bettung weiter, deren Kurven stetig ansteigen. Bei stärkerer Heizung (24 Ampere von 110 bis 140 Volt) treten vorstehende Tatsachen stärker in die Erscheinung.

d) Die Abweichungen der Millivoltabmessungen in den Beobachtungstabellen hinsichtlich der einzelnen Beobachtungspunkte an verschiedenen Tagen bei derselben Heizung sind darin begründet, daß Gebäudeerschütterungen, die zur Zeit der Beobachtung durch andere Arbeiten entstanden, die Thermolemente beeinflussten, so daß sie nicht in gleichbleibender Weise den Kontakt mit der Beobachtungsstelle, der sie dienten, hielten und dementsprechend verschiedene Schwachströme erzeugten, die dann auch verschiedene Wärmegrade ergaben. Der Beurteilung wird deshalb vorläufig der Durchschnittswert aus den Spalten 11, 13 und 15 der Übersicht I zugrunde gelegt.

e) Die Erwärmung des Fußes der auf der Holzschwelle verlegten Schiene beträgt bei gleicher Wärmezufuhr mindestens das $1\frac{1}{2}$ fache derjenigen des Fußes der Hohlwellenschiene. Bei stärkerer Erhitzung, die aber aus örtlichen Gründen nicht statthaft war, würde sich der Unterschied noch schärfer heraus-

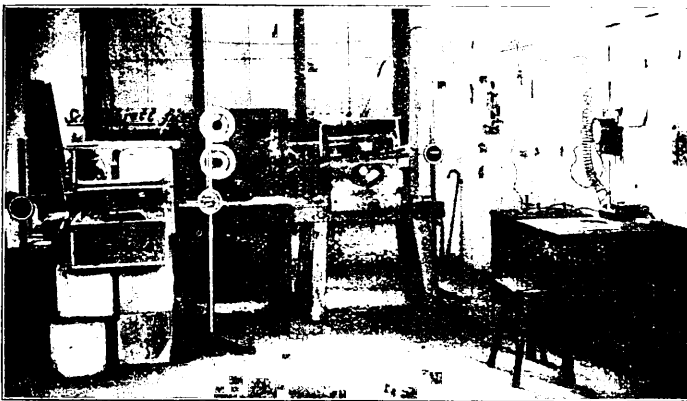


Abb. 1.

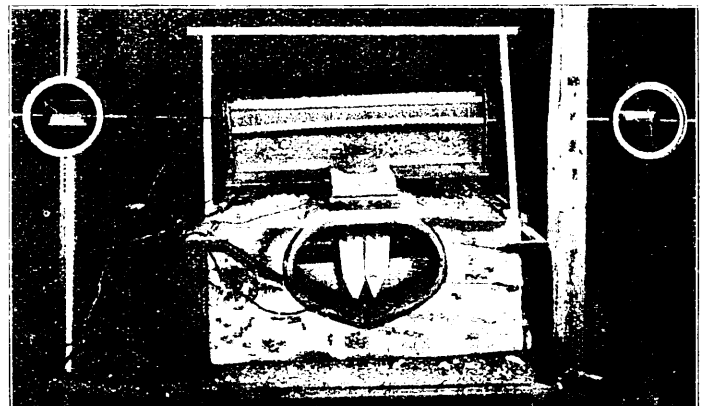


Abb. 2.

schnittes vorübergehend verändern. Dieser Vorgang, der bei den angewendeten Wärmesteigerungen bis 25 Hundertstel Millimeter umfaßt, wurde durch Messuren im Schwelleninnern festgestellt.

b) Die Gleichheit des Stoffes der Schiene und der Hohlschwelle des Modells und die innige gegenseitige Berührung auf großen Flächen unter stärkster Anpressung aneinander vermitteln den sofortigen Beginn des Übertrittes der der Schiene zugeführten Wärme nach dem 1,6 mal mehr Eisen enthaltenden Schwellenstücke mit Befestigungsteilen, aus dem sehr bald, wie die Diagramme zeigen, die Weitergabe von Wärme an die Ausfüllmasse der Schwelle und die außerhalb liegende Bettung erfolgt. Die Anwesenheit von Luft in der Bettung und deren Trockenheit verlangsamen und beschränken zwar zunächst die Wärmeaufnahmefähigkeit der Bettung, sie läßt aber die Steigerung ihrer Temperatur auch dann noch zu, wenn der Wärmezufuß aus der Schiene schon aufgehört hat und die Wärme nur aus der Schwelle bis zum Ausgleich entnommen wird.

c) Im Anfang der Schienenheizung findet infolge des großen Wärmegefälles ein rascherer Wärmeabfluß, eine stärkere Steigung der Wärmekurven der Eisenteile statt, die dann

gestellt haben. Außerdem war der Wärmeverlust durch Strahlung infolge Luftzuges bei der Holzwellenschiene größer als der bei der Hohlwellenschiene.

f) Soweit nicht die jeweilig angewandte Heizungsenergie oder die in Punkt d) behandelten Gründe Abweichungen hervorriefen, wurden 68 bis 63,4% der Schienenfußwärme in der Hohlschwelle mit Befestigungsteilen nachgewiesen, 29 bis 31,3% in der Schwellenfällmasse und 17 bis 15,8% in der Bettung.

Die praktisch vorkommenden Temperaturgrenzen wurden dabei eingehalten. Das berechtigt zu der Annahme, daß sich die Wärmeableitung aus der Schiene nach einer gewissen Gesetzmäßigkeit vollzieht, die von den erreichten Wärmegraden unabhängig ist.

g) Eine Beurteilung der Frage der Längsausdehnung, die infolge der in der Schiene verbleibenden Restwärme entsteht und die durch die starre Schienenbefestigung hinderlich beeinflusst wird, ist nach folgendem möglich: Mittels der an den Enden der Schienenstücke aufgestellten Zeigerapparate (Abb. 1 und 2), deren Angaben bis auf $\frac{1}{100}$ mm genau sind, wurde bei vier aufeinander folgenden Ablesungen die Dehnung gemessen zu:

Ablesungs-Nr. am 25. März 1926	Holzschwellenschiene					Hohl-schwellenschiene				
	Wärme-Steigerung des 50 cm langen Schienenstückes in °C	Gemessene Dehnung			Berechnete Dehnung $\lambda = \frac{L \cdot x}{85000}$	Wärme-Steigerung des 50 cm langen Schienenstückes in °C	Gemessene Dehnung			Berechnete Dehnung $\lambda = \frac{L \cdot x}{85000}$
		links	rechts	zusammen			links	rechts	zusammen	
in Hundertstel Millimeter										
1	25,3	5	5,5	10,5	13	15,1	2	3	5	8
2	31,0	8	9	17	18	18,6	5	3,5	8,5	11
3	31,9	8,5	9	17,5	18	20,5	6	4	10	12
4	33,1	8,5	10	18,5	19	22,5	8	4	12	13

Das Verhältnis von annähernd 3:2 der Ausdehnung der Holzschwellenschiene zu der der Hohl-schwellenschiene ist bei allen vier Ablesungen der Beobachtung vom 25. März bemerkenswert. Die Heizung beider Schienenstücke war die gleiche, während eine Ableitung der Wärme, abgesehen von der durch Strahlung erfolgten, nur bei der Hohl-schwellenschiene stattfand.

Eine Schiene von 15 m Länge wird etwa an 20 Unterstützungspunkten festgehalten. Es kommt also für jede Schienenbefestigung auf Hohl-schwellen eine Schienenstücklänge von 2375 mm in Betracht, was, im Vergleiche zum vorliegenden Versuche, einer Ausdehnung von 0,19 mm bei einer Wärme-Steigerung von 33° C entspräche. Dieser, von der in der Schiene verbliebenen Restwärme erzeugten Ausdehnung wird

durch das elastische Zusammendrücken der Schiene ausgeglichen.

h) Aus den Diagrammen 1 bis 3 (Abb. 3) ersieht man unter Beachtung des Punktes d), daß eine größere oder geringere Erhitzung der Schiene, oder eine lange Wärme-einwirkung die Verhältnisse der Ableitung nur unwesentlich beeinflusst und etwaige Mehrrestwärme der Mitverarbeitung im Schwellenquerschnitte nach dem Schlußsatze des Punktes g) vorbehalten bleibt.

i) Über den Umfang der in der Hohl-schwellenschiene verbleibenden Restwärme werden spätere Versuche Aufschluß geben. Vermutlich wird sie nach Aufhören der Heizung gering sein, denn nach Diagramm 4 (Abb. 4) kommt die Deckenwärme der Hohl-schwelle auf die Höhe der Schienenfußwärme. Dafs letztere

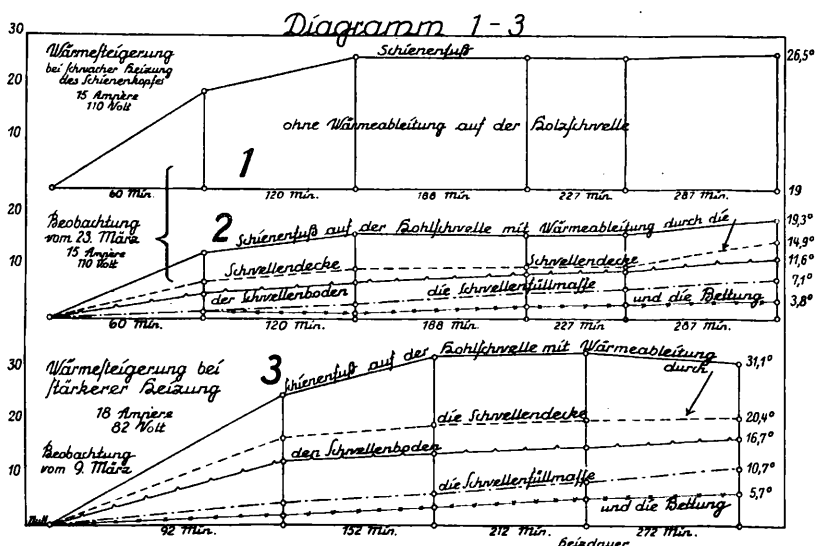


Abb. 3.

durch die starre Schienenbefestigung entgegengewirkt. Da letztere die Schiene und Hohl-schwelle zu einem elastischen Einheitskörper verbunden hat, so wird die durch die Dehnung in der Schiene erzeugte Längsdruckspannung auf die Schwellendecke als innere Tangentialkraft wirken und damit eine gewisse elastische Verdrückung des Schwellenquerschnittes zustande bringen.

Der Ausdehnung der 15 m langen Schiene auf Hohl-schwellen, die nach obigem überhaupt höchstens nur $\frac{2}{1,3}$ so warm werden kann, als die Schiene auf Holzschwellen, werden auf mindestens 20 Befestigungspunkten Kräfte entsprechen, die, falls sie nicht infolge des Zusammenstoßens der Schienenstirnen, durch die gleichen Gegenkräfte aus der Nachbarschiene aufgehoben werden, im Verdrückungsvorgange von 20 Schwellenquerschnitten ihre Auswirkung finden. Wahrscheinlich werden bis zu einer gewissen Temperatur alle Wärmelängenänderungen

in dem Diagramm 4 etwas kleiner erscheint, kann nur in einer Kontaktlockerung des Thermo-elementes mit dem Schienenfuß begründet sein. Voraussichtlich kommt ein voller Wärme-ausgleich zwischen den Eisenmengen der Schiene und den 1,6 mal größeren der Schwelle zustande, die ihrerseits dann ihre Wärme an die Bettung weitergeben.

k) Das Verhältnis der Teilnahme der äußeren Bettung an der Wärmeaufnahme zu der der Schwellenausfüllungsmasse ist etwa 2:3 bis 1:2. — Ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt der (hier ganz trockenen) Bettung würde ihre Wärmeleitfähigkeit begünstigt und die Ergebnisse noch besser gestaltet haben.

Schlufsbemerkung.

Aus 20 Beobachtungstabellen und Diagrammen, die das vorstehend im Auszuge vorgelegte Ergebnis des Versuches bilden, und den Schlufsfolgerungen unter a) bis k) darf angenommen

Diagramm 4. Wärme-Steigerung bei starker Heizung 24 Amp. 110 Volt. 9. Februar 1926.

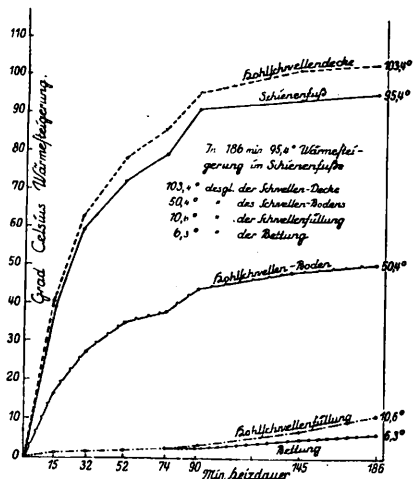


Abb. 4.

werden, daß die Wärmeableitung nach der Bettung in der vorgeschlagenen Weise erreichbar ist.

Hiernach ist es möglich, sowohl die Stofslücken im Schienenstrange wegzulassen und die Schienen scharf aneinander zu stoßen, als auch die starre Verlaschung der Schienen anzuwenden, um damit eine stetig fortlaufende, seitlich wie lotrecht unveränderliche Fahrkante zu erzielen.

Die elastische Schienenunterstützung auf der Hohlschwelle bietet also folgende Vorteile:

1. Schließung der Stofslücken und Herstellung einer unwandelbaren Fahrkante mit der Folge eines ruhigeren

Fahrens und der Schonung der Fahrzeuge wie des Unterbaues.

2. Verminderung der Abnutzung aller Oberbauteile einschließlich der Bettung.
3. Verringerung der Gleisunterhaltungskosten.
4. Ortsbeständigkeit des Gleises nach Höhe und Lage und Fortfall aller aus der gegenwärtigen Gleisbeweglichkeit entspringenden Folgen, weil die unvermeidlichen Betriebsstöße im Gleise selbst unschädlich verarbeitet werden.

Vergl.: „Der Bauingenieur“, 1927, Heft 9.

Berichte.

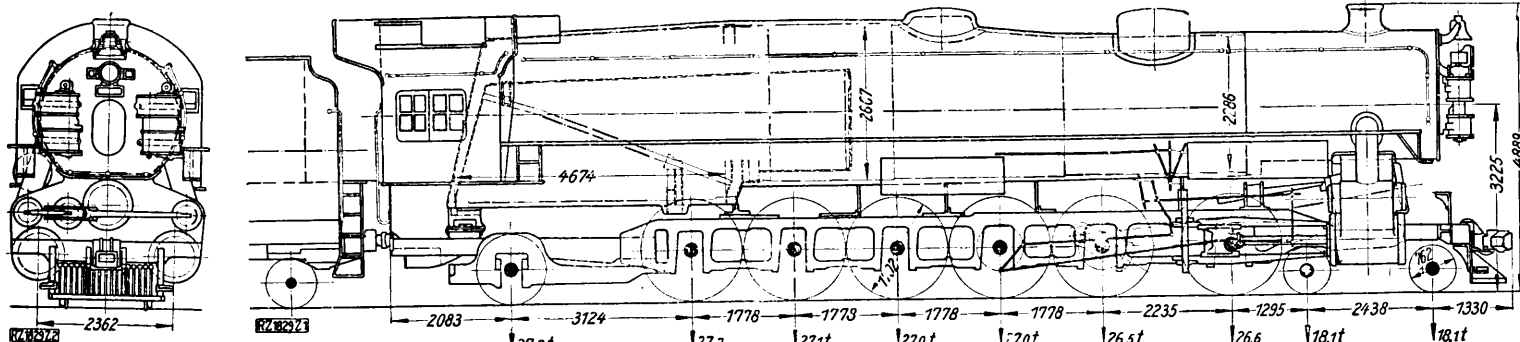
Lokomotiven und Wagen.

2 F 1-h 3 Lokomotive der Union Pacific Bahn.

Die von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft vor kurzem fertiggestellte und nach der Eigentumsbahn als „Union Pacific Type“ bezeichnete Lokomotive ist die schwerste bisher gebaute Lokomotive überhaupt, wenn man von den Gelenklokomotiven absieht. Sie ist für den schweren Güterzugdienst bestimmt, den bisher in der Hauptsache 1 D + D-h 4 v Gelenklokomotiven besorgt haben. Da sich diese ihrer Bauart nach für höhere Geschwindigkeiten nicht eigneten, wurde für die rascher fahrenden Züge 1917 eine 1 E 1-h 2 Lokomotive und hieran anschließend im vergangenen Jahr eine 2 E 1-h 3 Lokomotive*) beschafft. Die guten Erfahrungen mit dieser letzteren Lokomotive haben nunmehr den Anstoß zu der neuen Bauart gegeben, die auch die schwersten Züge beschleunigt befördern soll. Die Bahn hofft mit ihr die Grundgeschwindigkeit von 32 auf 64 und die durchschnittliche Geschwindigkeit von 20 auf 32 km/Std. steigern zu können. Da sich zwei Zylinder von der

Die sechsfach gekuppelte Lokomotive in ihrer heutigen, brauchbaren Form ist eine Schöpfung Gölsdorfs, der 1911 seine bekannte 1 F-Gebirgs-Schnellzuglokomotive entwarf. Anschließend daran baute 1912 die Hanomag ihre 1 F 1-h 2 Tenderlokomotive für Java, Württemberg 1917 die 1 F-h 4 v Güterzuglokomotive Klasse K, jetzt G 67.16, und 1922 wiederum die Hanomag die F-n 2 v Tenderlokomotive für Bulgarien. Wenn jetzt der amerikanische Lokomotivbau diese Bauart übernimmt, so muß man sich erinnern, daß schon die erste sechsfach gekuppelte Lokomotive ebenfalls in Amerika entstanden ist. Im Jahre 1857 baute Milholland eine F-Tenderlokomotive für die Philadelphia und Reading Bahn*), die immerhin verschiedene Jahre in dieser Form gelaufen sein soll, wenn auch Angaben, wonach sie sich bewährt habe, vorsichtig aufzunehmen sein werden.

Die neue 2 F 1-Lokomotive weicht hinsichtlich Trieb- und Laufwerk von den erwähnten früheren Lokomotiven teilweise ab.



2 F 1-h 3 Lokomotive der Union Pacific Bahn.

erforderlichen Größe nicht mehr hätten unterbringen lassen, war die Dreizylinderbauart das nächstliegende, um so mehr, als man mit der 2 E 1-h 3 Lokomotive gegenüber der im allgemeinen gleichgroßen 1 E 1-h 2 Lokomotive im regelmäßigen Dienst angeblich um 20% mehr Anhängelast schleppen konnte und dabei noch um 16% weniger Brennstoff brauchte. Die folgende Zusammenstellung gibt einen Vergleich der vier Güterzuglokomotiven:

Bauart	1 D + D-h 4 v	1 E 1-h 2	2 E 1-h 3	2 F 1-h 3	
Baujahr . . .	1911	1917	1925	1926	
Reibungsgewicht	211	130	131	161	t
Dienstgewicht der Lok. . .	226	162	184	224,4	"
Treibrad-Durchmesser .	1448	1600	1600	1702	mm
Heizfläche — im ganzen — . . .	635	595	640	781	m ²
Rostfläche . . .	8,2	7,8	7,8	10,5	"
Größte Zugkraft	56000 Zwill. 47000 Verb.	32000	35500	44000	kg

*) Organ 1926, S. 50.

Wie bei der Lokomotive Gölsdorfs treiben zwar auch hier die Außenzylinder die dritte Kuppelachse an, der Innenzylinder aber die zweite. Diese Anordnung ergab sich aus dem großen Treibraddurchmesser von 1702 mm, der seinerseits wieder mit Rücksicht auf eine gute Durchbildung der Kropfachse gewählt werden mußte. Dabei ist der Hub des Innenzylinders immerhin noch etwas kleiner als bei den äußeren Zylindern. Da in Amerika vierfach gekuppelte Lokomotiven meist ohne seitenverschiebbare Achsen gebaut werden, war es auch hier naheliegend, die vier mittleren Kuppelachsen fest anzuordnen. Die vierte Kuppelachse ist zwar bei der ersten Ausführung ohne Spurkränze geblieben, soll aber künftig solche erhalten. Nur die vordere und hintere Kuppelachse sind seitlich verschiebbar und haben Rückstellfedern, die Schleppachse ist in der üblichen Weise krümmungsbeweglich. Die umständliche Kupplung der beiden letzten Achsen nach Gölsdorf ist also vermieden. Die vorderen vier und die hinteren fünf Achsen sind je unter sich ausgeglichen. Bemerkenswert ist die Verbindung dieses Ausgleichs mit dem Drehgestell ähnlich der Ausführung bei Bissel-Achsen. Um möglichst alle Schrauben- und Nietverbindungen zu vermeiden, ist dasselbe nur aus drei Stahlgußteilen, einem Mittelstück und zwei Seitenteilen zusammengesetzt. Die an die Seitenteile angegossenen Achsbüch-

*) Jahn, Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaus, S. 328.

gehäuse sind durch vorn bzw. hinten angebrachte Deckel zugänglich. In dem unter dem Angriffspunkt des Ausgleichhebels liegenden Trog ist eine aus schiefen Ebenen und Rollen bestehende Rückstellvorrichtung eingebaut, die beiderseits eine Verschiebung um je 159 mm zulässt. Der Drehzapfen greift dazwischen hindurch in das Mittelstück ein. Die Lager für die Treib- und Kuppelachsen sind ähnlich dem Obergethmann-Lager dreiteilig ausgeführt. Die beiden unteren Teile sind nachstellbar. Die Achsschenkelabmessungen betragen bei den Treibachsen 304 bis 330, bei den Kuppelachsen 254 bis 330 mm.

Die Zylinder sind zum erstenmal bei einer Dreizylinder-Lokomotive aus Stahlguss mit gußeisernen Büchsen hergestellt. Der Innenzylinder ist um $9^{\circ} 30'$ geneigt. Das Einströmröhr auf der rechten Seite dient zugleich für den mittleren Zylinder; dessen Dampfzuleitung ist erst im Zylindergußstück abgezweigt und zwar so, daß etwa mitgerissenes Wasser in den Außenzylinder gelangt, der sich leichter entwässern läßt als der mittlere. Die Ausströmkanäle vereinigen sich ebenfalls noch innerhalb des Gußstücks. Das Triebwerk entspricht demjenigen der übrigen amerikanischen Dreizylinder-Lokomotiven.

Der Kessel mit Kleinrohr-Überhitzer zeigt die übliche amerikanische Bauform. Eine gewisse Schwierigkeit lag aber darin, daß die zur Verfügung stehende Kohle einen großen und tiefliegenden Rost mit großem Brennraum und langem Flammenweg erforderte. Der Rost wurde daher bis über die letzte Kuppelachse

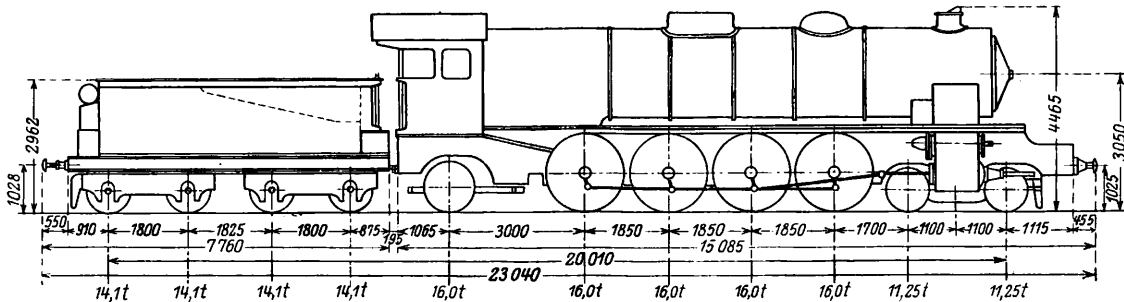
Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	27902 mm
Reibungsgewicht G_1	161,0 t
Achsdruck des Drehgestells	36,2 "
" der Schleppachse	27,2 "
Dienstgewicht der Lokomotive G	224,4 "
" des Tenders	130,0 "
Vorrat an Wasser	56,5 m ³
" Brennstoff	19,0 t
H : R	72
H : G	3,5
H : G_1	4,8

(Railw. Age 1926, 1 Halb., Nr. 24.)

R. D.

2 D 1-h 2 Schnellzuglokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn.

Die Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn hat 1920 eine 2 D-h 2 Lokomotive in engster Anlehnung an ihre 1914 von der Hanomag gebaute 2 D-h 4 v-Lokomotive beschafft*). Um die Kesselleistung noch weiter steigern zu können, hat die Bahn aus der genannten Zwillingslokomotive jetzt eine 2 D 1-Lokomotive entwickelt. Eine Vergrößerung des Kessels ohne Hinzufügen der Schleppachse war nicht möglich, weil der Achsdruck nicht über 16 t erhöht werden konnte. Die neue Bauart ist von der Firma La Maquiniste in Barcelona entworfen worden. Die erste Lokomotive ist im Juni 1925 fertiggestellt worden; gegenwärtig sind schon 25 im Dienst, 40 weitere sollen demnächst vergeben werden.



2 D 1-h 2 Schnellzuglokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante Bahn.

vorgezogen, die wegen des großen Durchmessers teilweise in denselben hineinragt. Eine über 2 m lange Verbrennungskammer gibt den erforderlichen Brennraum. Die ebenfalls mehr als 2 m betragende Entfernung des Schornsteins von der vorderen Rohrwand soll gleichmäßige Verteilung des Zuges über sämtliche Rohre gewährleisten.

Von der Ausrüstung ist der Worthington-Vorwärmer zu erwähnen. Der sechssachsige Tender hat Vanderbilt-Form. Die Lokomotive ist seit Anfang April im Dienst und soll bisher den Erwartungen voll entsprochen haben. Ihre Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	15,5 at
Zylinderdurchmesser d	686 mm
Kolbenhub h, Außenzylinder	813 "
" " Innenzylinder	787 "
Kesseldurchmesser innen vorn	2286 "
Kesselmitte über Schienenoberkante	3226 "
Feuerbüchse: Länge und Weite	4670 × 2760
Heizrohre: Anzahl	40 Stück
" Durchmesser	89 mm
Rauchrohre: Anzahl	222 Stück
" Durchmesser	89 mm
Rohrlänge	6706 "
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungskammer und Wasserrohren	55,0 m ²
Heizfläche der Rohre	488,0 "
" des Überhitzers	238,0 "
" — im ganzen — H	781,0 "
Rostfläche R	10,5 "
Durchmesser der Treibräder	1702 mm
" Laufräder vorn 762, hinten	1143 "
" Tenderräder	838 "
Fester Achsstand	5334 "
Achsstand der Kuppelachsen	9347 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive	15951 "

Die in der Textabbildung dargestellte Lokomotive lehnt sich im wesentlichen an die verschiedenen in Spanien laufenden 2 D-Lokomotiven deutscher Herkunft an. Der Kessel hat jedoch Trapezfeuerbüchse und die Schleppachse ist als Bisselachse amerikanischer Bauart durchgebildet. Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	12 at
Zylinderdurchmesser d	620 mm
Kolbenhub h	710 "
Kesseldurchmesser, innen	1800 "
Kesselmitte über Schienenoberkante	3050 "
Heizrohre: Anzahl	164 Stck.
" Durchmesser	45/45 mm
Rauchrohre: Anzahl	34 Stck.
" Durchmesser	125/133 mm
Rohrlänge	5790 "
Heizfläche der Feuerbüchse	19,2 m ²
" Robre	211,6 "
" des Überhitzers	90,0 "
" — im Ganzen — H	320,8 "
Rostfläche R	5,0 "
Durchmesser der Treibräder	1750 mm
" Laufräder vorn 975, hinten	1150 "
Durchmesser der Tenderräder	975 "
Ganzer Achsstand der Lokomotive	15085 "
" (einschl. Tender)	20010 "
Reibungsgewicht G_1	64,0 t
Dienstgewicht der Lokomotive G	103,0 "
Leergewicht	92,5 "
Dienstgewicht des Tenders	56,0 "
Leergewicht	25,0 "
Anzahl der Achsen	4 Stck.
Vorrat an Wasser	25 m ³

*) Organ 1925, S. 413 und 1923, S. 231.

Vorrat an Brennstoff	6 t
Verhältnis H:K =	64
„ H:G =	3,1 m ² /t
„ H:G ₁ =	5,0
(Rev. Gén. d. Ch. d. f. 1926, 2. Halbj., Nr. 2.)	R. D.

2 D 1-h3 Lokomotiven für schweren Personenzugdienst der Denver und Rio Grande Western Bahn.

Zehn derartige Lokomotiven wurden von Baldwin als erste Drillingslokomotiven geliefert. Sie sind bemerkenswert, weil die Baufirma dabei besonderen Wert auf möglichst leichte Durchbildung aller Teile, vor allem des Triebwerks, gelegt und damit die sonstige Gepflogenheit des amerikanischen Lokomotivbaues verlassen hat.

Jeder der drei Zylinder ist für sich gegossen. Die Außenzylinder treiben die dritte, der mittlere Zylinder die zweite Kuppelachse an. Die Steuerung für diesen Zylinder wird ähnlich wie bei der P 4619 Lokomotive der Reichsbahn von der rechten Aufsenkurbel abgeleitet und nach innen übertragen. Die erste Kuppelachse ist seitenverschiebbar. Der Kessel ist ungewöhnlich groß, weist aber keine Besonderheiten auf. Das Feuergehölbe ruht auf zwei Wasserkammern und drei Wasserrohren. Um die Schleppachse nicht allzu sehr belasten zu müssen, ist der Antrieb für den Rostbeschicker auf den Tender verlegt. Die eine Hälfte der Lokomotiven hat Einspritzvorwärmer von Worthington, die andere Oberflächenvorwärmer. Bauart Elesco erhalten.

Die Hauptabmessungen sind:

Kesselüberdruck p	14,8 at
Zylinderdurchmesser d	3 × 635 mm
Kolbenhub h	762 „
Kesseldurchmesser aufsen, größter	2642 „
Kesselmitte über Schienenoberkante	3251 „
Feuerbüchse: Länge × Weite	3204 × 2743 „
Länge der Verbrennungskammer	1524 „
Heizrohre: Anzahl	244 Stck.
„ Durchmesser	57 mm
Rauchrohre: Anzahl	64 Stck.
„ Durchmesser	140 mm
Rohrlänge	5944 „
Heizfläche der Feuerbüchse mit Verbrennungskammer und Wasserkammern	48 m ²
Heizfläche der Rohre	426 „
Heizfläche des Überhitzers	138 „
Heizfläche — im ganzen — H	612 „
Rostfläche R	8,8 „
Durchmesser der Treibräder D	1702 mm
„ „ Laufräder vorn 914, hinten	1245 „
Fester Achsstand	3607 „
Achsstand der Kuppelachsen	5563 „
Ganzer Achsstand der Lokomotive	12649 „

Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender	26340 mm
Reibungsgewicht G ₁	132,0 t
Achsdruck des vorderen Drehgestells	30,8 „
„ der Schleppachse	27,6 „
Dienstgewicht der Lokomotive G	190,4 „
„ des Tenders	133,6 „
Vorrat an Wasser	56,5 m ³
„ Brennstoff	22,6 t
H:R	69,5
H:G	3,2 m ² /t
H:G ₁	4,6 „
(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 10.)	R. D.

Sammler-Lokomotive mit benzol-elektrischer Hilfsmaschine.

Die Chicago und North Western Bahn hat neuerdings eine Sammler-Lokomotive in Dienst gestellt, die 100 t wiegt und in der Ebene einen Zug von 1360 t mit einer Geschwindigkeit von 16 km/h ziehen soll. Die Lokomotive wird z. Z. im Verschiebedienst verwendet und scheint sich hierfür recht gut zu eignen.

In der Regel gibt nur die Sammler-Batterie Kraft ab; sie ist so bemessen, daß sie bei normaler Beanspruchung der Lokomotive für einen Tag ausreicht und dann bei Nacht wieder aufgeladen werden muß. Die Lokomotive kann damit für kürzere Zeit bis zu 1000 PS leisten. Die Hilfsmaschine soll nur bei länger andauernder, starker Belastung die Leistung steigern, sowie gegebenenfalls einen ununterbrochenen Dienst und ein Arbeiten abseits von der Lade-station ermöglichen. Während der beim Verschiebedienst häufigen Ruhepausen oder bei schwächerer Belastung wird in diesem Fall der Sammler mit ihr aufgeladen.

Die Lokomotive ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit Aufsenlagern. Jede Achse wird durch einen Motor mit einer Übersetzung von 66:16 angetrieben. Über den Drehgestellen sitzt an den beiden Endseiten der Lokomotive je die Hälfte der Sammler-Elemente, der Führerstand liegt dazwischen. In ihm ist die Benzolmaschine eingebaut, welche sechs Zylinder von 184 mm Durchmesser und 203 mm Hub besitzt und 1000 Umdrehungen in der Minute macht. Der Kühler liegt auf dem Dach des Führerstandes, ein Behälter für 570 l Benzol ist unter dem Fußboden aufgehängt.

Die Gewichte und Hauptabmessungen der Lokomotive sind im folgenden zusammengestellt:

Dienstgewicht der Lokomotive	107,0 t
Gewicht des Sammlers	35,8 „
„ der Motoren	13,5 „
„ der Hilfsmaschine mit Stromerzeuger	3,6 „
Ganze Länge der Lokomotive	15850 mm
Ganzer Achsstand	11887 „
Achsstand eines Drehgestells	2438 „
Größte Geschwindigkeit	48 km/h
(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 16.)	R. D.

Buchbesprechungen.

W. Gehler, Erläuterungen mit Beispielen zu den Eisenbetonbestimmungen 1925. 3. Auflage. Berlin 1926. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn. Preis geheftet 6,30 RM.

Das vorliegende Buch gehört zu einer Art von Erscheinungen, die im technischen Schrifttum nur in wenig Stücken vertreten, während sie in der Rechtswissenschaft sehr häufig sind. Gemeint sind dabei die Kommentare zu Gesetzen und Verordnungen, die es ermöglichen, in Zweifelsfällen bei der Handhabung bis auf den Willen des Gesetzgebers zurückzugehen oder die Auslegungen von maßgebenden Berufsstellen als Stütze zu suchen. Um es gleich auszusprechen: Das Gehler'sche Buch kann als vorzüglich gelungenes Musterbeispiel eines technischen Kommentars bezeichnet werden.

Schon die Behandlung einiger Rechtsbegriffe (Haftung des Unternehmers und des Bauleiters oder die „anerkannten Regeln der Baukunst“) ist sehr überzeugend und für jeden Ingenieur lesenswert. Weiter ist in dem Abschnitte „Allgemeine Vorschriften“ eine Fülle von praktischen Winken über die Art und Zusammensetzung der Baustoffe, über ihre Verarbeitung und Prüfung, über Schalungen und Probelastungen gegeben, Winke, die das Buch zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel des bauleitenden Eisenbetoningenieurs machen. Um nur eine Einzelheit zu erwähnen: auch ein Verzeichnis von amtlichen Prüfungsstellen für Baustoffe ist für Streitfälle nicht vergessen.

Der Abschnitt über die Konstruktionsgrundsätze und statische Berechnung besticht durch eine äußerst lichtvolle Darstellung älterer und neuerer Berechnungsweisen, die in den Bestimmungen von 1925 einen Niederschlag gefunden haben. Das Verständnis wird unterstützt durch zahlreiche, ausnehmend klare Skizzen. So werden neuere Begriffe wie Verdillungsspannungen oder die letzten Ergebnisse über das Knickproblem dem ausübenden Ingenieur mühelos nahe gebracht. Auch wer nicht unmittelbar im Eisenbetonbau tätig ist, wird sich in dem Buche gern über neuere Fortschritte, wie über hochwertigen Zement oder über Pilzdecken u. dergl. unterrichten.

Alles in allem sind in dem Buche die Vorschriften, die in der praktischen Handhabung leicht zur Erstarrung neigen, durch die glückliche Verbindung mit der wissenschaftlichen Erläuterung in schönster Weise lebendig gemacht. Auf nur 200 Seiten eines Taschenformats ist ein umfassender Überblick über das ganze Gebiet des Eisenbetons gegeben. Die Ausstattung ist gut, höchstens wäre noch ein Sachverzeichnis als Zugabe zu wünschen.

Für jeden Bauingenieur, der mit dem Entwurf und der Ausführung von Eisenbetonbauten zu tun hat, ist das Buch geradezu unentbehrlich; aber auch für andere Ingenieure, die sich nur allgemein unterrichten wollen, wird das Buch eine reiche Quelle des Genusses und der Erkenntnis sein.

Dr. Bl.