

Versuche mit Eisenbetonschwellen in Sachsen.

Von Reichsbahnrat Döhlert, Vorstand des Oberbaubüros der Reichsbahndirektion Dresden.

Hierzu Abb. 1 bis 7 auf Tafel 17 in Heft 10.

Über die Brauchbarkeit von Eisenbetonschwellen gehen die Urteile noch weit auseinander. Soweit sie sich nur auf Vermutungen und theoretische Erwägungen stützen, kann man sie beiseite legen. Entscheiden können nur die Ergebnisse von Versuchen, bei denen man den Eigenschaften des Stoffes Rechnung trägt und bei Fehlschlägen den Ursachen gründlich nachgeht. Nun ist es eine bekannte Tatsache, daß der Arbeiter sich nur schwer an die Eigenart der Betonschwelle gewöhnen kann, daß er immer wieder die Betonschwelle wie eine Holzschwelle behandelt. Deshalb sind auch Berichte über das vollständige Scheitern von Versuchen mit Vorsicht aufzunehmen. In der Regel wird sich bei genauer Prüfung herausstellen, daß die Schwellen nicht sachgemäß behandelt worden sind, oder daß sie unrichtig gebaut oder nicht sorgfältig genug hergestellt waren.

Die Reichsbahndirektion Dresden erprobt Eisenbetonschwellen seit 1909. Es dürfte daher an der Zeit sein, die Ergebnisse der Versuche, soweit sie bis jetzt feststehen, auch weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Fragt man nach den Gründen, die zu den Versuchen in Sachsen geführt haben, so ist in erster Linie die zunehmende Teuerung der Holzschwellen zu nennen. Unter mehrfachen Schwankungen stiegen die Preise für eine Kieferschwelle der Sachsenform erster Klasse, zweiseitig bearbeitet, 2,5 m lang, 16 cm stark von 3,42 \mathcal{M} im Jahre 1899 auf 4,06 \mathcal{M} im Jahre 1907, um nach weiteren Schwankungen bis zum Jahre 1914 auf 4,42 \mathcal{M} zu klettern. Diese Preise galten frei Tränk-anstalt. Heute kostet die Schwelle 4,6 \mathcal{M} frei Versandstelle. Ein weiterer Grund kommt hinzu: Die drohende Holzknappeit (Raubbau, Verwüstung der Wälder durch den Krieg, Insektenfraß usw.), die allenthalben dazu anregen sollte, nach einem brauchbaren Ersatz für Holzschwellen zu suchen.

Hat man auch die Eisenschwelle beim Einheitsoberbau zu einer bemerkenswerten Vollkommenheit entwickelt, so darf man doch nicht vergessen, daß Eisen zu Zeiten sehr knapp werden kann. Man braucht nur an den vergangenen Krieg und die Nachkriegszeit zu denken. Ohne Eisen kommt freilich auch die Eisenbetonschwelle nicht aus. Der Verbrauch beträgt aber nur einen Bruchteil dessen, was die Eisenschwelle erfordert.

Inwieweit die Mode an den ersten Versuchen beteiligt gewesen ist, läßt sich natürlich heute nicht mehr feststellen. Beim Aufblühen der Eisenbetonindustrie wurden alle möglichen Dinge aus Eisenbeton hergestellt, darunter auch Schwellen. Allerwärts wurden im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts Versuche damit angestellt, meist in kleinerem Umfange. Da sich Werke fanden, die die Schwellen kostenlos lieferten, fiel es nicht schwer, die Mode mitzumachen. In Sachsen fügte es ein günstiger Zufall, daß man die Versuche gleich mit vier verschiedenen Bauarten anstellen konnte. Dadurch war man zu Vergleichen und zur weiteren Verarbeitung der gewonnenen Erkenntnisse geradezu gezwungen, nachdem man die Bedenken wegen des großen Gewichtes der Schwellen überwunden hatte.

Der Übersichtlichkeit wegen sind im folgenden die Versuche einzeln der Zeitfolge nach behandelt worden.

Die Bruknerschwelle.

Im Juli 1909 wurden auf Bahnhof Pirna in ein Hauptgleis der Schnellzuglinie Bodenbach—Dresden 20 Eisenbetonschwellen von M. Brukner in Wien eingebaut. Die Bruknerschwelle ähnelt der in größerem Umfange in Italien verwendeten Eisenbetonschwelle. Sie wiegt 130 bis 140 kg, enthält 12 kg Eisen, ist 2,5 m lang und 13 bis 14 cm stark (Abb. 1, Taf. 17). Die Schienen der schwersten sächsischen Form ruhen auf eisernen Unterlagsplatten und sind auf der Schwelle mit drei Schrauben in 40×40 mm starken, durchgehenden Eichenholzdübeln befestigt. Die Schwellen sind mit 81 cm Abstand verlegt.

Schon vor dem Einbau zeigten sich von den Ecken der Dübellöcher ausgehend Risse im Beton, die durch das Quellen des Dübelholzes entstanden waren. Sie erweiterten sich nach und nach und zerstörten bei einigen Schwellen das Plattenlager.

Außerdem stellten sich nach etwa $2\frac{1}{2}$ Jahren weitere zahlreiche feine Querrisse in der Mitte der Schwellen ein, die, an der oberen Seite beginnend, meist bis zur Unterfläche reichten. Sie hätten nach den Erkenntnissen, zu denen man im Laufe der späteren Jahre kam, wahrscheinlich zum Teil verhütet werden können. Soweit sie nicht auf die allgemeine Schwäche der Schwelle zurückzuführen sind, sind sie durch unsachgemäßes Stopfen entstanden. Jede Betonschwelle darf nur unter den Schienenlagern gestopft werden. Sonst werden ihr Biegebbeanspruchungen und Formänderungen zugemutet, die sie im Gegensatz zur biegsamen Holzschwelle nicht vertragen kann. Es hat sich aber gezeigt, daß nicht zu starke Risse bei richtiger Behandlung der Schwelle in der Regel auf viele Jahre hinaus nicht von Bedeutung sind. Von den Bruknerschwellen hat man wohl aus übergroßer Ängstlichkeit eine Anzahl vorzeitig ausgebaut, die, nach ihrem Zustande zu urteilen, heute noch im Gleise liegen könnten und wahrscheinlich nicht anders aussehen würden, als die noch darin befindlichen sechs Stück, die in der Mitte leicht angebrochen sind, sich aber sonst gut gehalten haben.

Schwellen von Dyckerhoff & Widmann.

Im Juli 1910 wurden 20 Eisenbetonschwellen von der Firma Dyckerhoff & Widmann in dasselbe Gleis wie die Bruknerschwellen eingebaut. Sie wiegen 178 kg und sind mit etwa 15 kg Eisen bewehrt. Die Länge beträgt 2,5 m, die Stärke 16 cm (Abb. 2, Taf. 17). Die auf eisernen Unterlagsplatten liegenden Schienen sind mit Schrauben in Hartholzdübeln befestigt, die die Form abgestumpfter Pyramiden haben. Die Dübel sind an der Schwellendecke 45×90 mm groß, um Spurerweiterungen herstellen zu können. Sie sind aber nur 12 cm hoch, gehen also nicht durch die Schwelle hindurch.

Auch bei diesen Schwellen zeigten sich schon vor dem Einbau Risse an den Dübellöchern, die sich rasch vermehrten und stark erweiterten, so daß schon nach einigen Jahren mehrere Plattenlager stark mitgenommen waren. Das Quellen des Holzes trat natürlich bei den großen Dübeln noch mehr in die Erscheinung als bei den kleinen der Bruknerschwelle. Inwieweit die scharfe Kröpfung der Eisenbewehrung die Zerstörung der Schienenlager begünstigt hat, läßt sich nicht ein-

wandfrei nachweisen. Die feinen Bruchrisse quer durch die Schwelle, die sich bald einstellten, sind auf die schwache Bauart und auf unsachgemäßes Stopfen zurückzuführen.

Auch hier hat man sich durch übergroße Vorsicht verleiten lassen, eine Anzahl Schwellen vorzeitig auszubauen. Heute liegen noch fünf Stück im Gleise, die in der Mitte mehrfach leicht angebrochen sind, sich aber sonst nicht schlecht gehalten haben.

Asbestonschwellen von Rudolf Wolle.

Ältere Bauart.

Im Oktober 1910 wurden 25 von der Firma Rudolf Wolle in Leipzig gelieferte Schwellen in ein Vorortgleis auf Bahnhof Pirna (leichte sächsische Schienenform, Schwellenabstand 81 cm) eingebaut. Sie wiegen im Mittel 215 kg und sind mit etwa 13 kg Eisen bewehrt. Die Länge beträgt 2,7 m, die Breite 22 cm, die Stärke am Schienenlager 19 cm in der Mitte und an den Enden 15 cm (Abb. 3, Taf. 17). Von den Bruknerschenschen und Dyckerhoffschenschen Schwellen unterscheiden sie sich grundsätzlich dadurch, daß die Schwellenschrauben nicht in Holzdübeln, sondern in einem Kissen aus Asbestbeton sitzen. Der Asbestbeton besteht aus einem Gemisch von Asbestfaser und Zement, das sich bohren läßt und eine je nach dem Mörtelverhältnis und nach der Güte der Mischungsarbeit mehr oder weniger große Festigkeit besitzt. Die Kissen sind etwa 30 cm lang und seitlich nur durch eine dünne Zementmörtelschicht bedeckt. Die Schienenunterlagsplatten liegen also vollständig auf Asbestbeton. Das Kissen reicht bei dieser Schwellenform bis etwa 3 cm über Schwellenunterkante. Man dachte demnach noch nicht daran, die Löcher für die Schwellenschrauben durchzubohren. Die Kissen litten an einigen Ungenauigkeiten in der Herstellung. Beim Vorbohren der Schraubenlöcher stiefs man z. B. bei einigen Schwellen auf Eisen.

Schon nach wenigen Monaten stellte sich heraus, daß sämtliche Schwellen in der Mitte durchgebrochen waren. Man glaubte damals, daß die Schwächung des Schwellenquerschnittes in der Mitte schuld daran sei. Möglich ist es, daß sie dazu beigetragen hat. In der Hauptsache sind aber die Brüche auf ungleichmäßiges Setzen des Untergrundes zurückzuführen. Die Schwellen liegen gerade über einer früheren Böschungskante und zwar mit einem Ende auf der alten, mit dem anderen auf der neueren Schüttung. Ein ungleichmäßiges Setzen wirkt sich aber genau so aus, als wenn die Schwelle in der Mitte unterstopft wäre, das heißt es muß Brüche geben, weil für derartige Beanspruchungen keine Betonschwelle hergestellt werden kann. Auch die Einbauzeit, kurz vor dem Winter, war denkbar ungünstig gewählt, da Nachhilfen durch Stopfen nicht gegeben werden konnten.

Von den Schwellen liegen jetzt noch 13 Stück im Gleise, sämtlich in der Mitte gebrochen. Die Plattenlager sind zum Teil eingedrückt.

Asbestonschwellen von Rudolf Wolle.

Neuere Bauart.

Da der Mißerfolg mit den eben behandelten Schwellen auf die Schwächung des Querschnitts zwischen den Schienenlagern zurückgeführt wurde, war leicht Abhilfe zu schaffen. Die Firma Wolle lieferte 25 Schwellen mit anderen Querschnittsabmessungen. Sie wurden im April 1912 in dasselbe Gleis wie die früher gelieferten Asbestonschwellen eingebaut. Eine Schwelle wiegt im Mittel 220 kg; sie ist bewehrt mit etwa 23 kg Eisen. Die Länge beträgt 2,7 m, die Breite 22 cm, die Stärke an den Schienenlagern und in der Mitte 20 cm, an den Enden 15 cm (Abb. 4, Taf. 17). Die Schwellen scheinen sorgfältiger hergestellt zu sein als die der älteren Bauart. Man hatte eben schon gelernt.

Die drei Schwellenschrauben sitzen in Asbestbetonkissen, die ebenso groß sind wie bei der älteren Bauart, aber durch die ganze Schwelle hindurchgehen. Die Schraubenlöcher wurden nicht durchgebohrt.

Nach und nach haben sich die Schienenunterlagsplatten bei sieben Schwellen in die Asbestonkissen leicht eingearbeitet. Im übrigen sind jetzt noch alle Schwellen in tadellosem Zustande.

Asbestonschwellen von Rudolf Wolle

in Potschappel und Leisnig.

Die Betonschwellen in Pirna lagen unter dem fahrenden Zuge wesentlich ruhiger als Holzschnellen. Man glaubte daraus schließen zu können, daß sie weniger Unterhaltung erfordern, war sich aber klar darüber, daß man bei Versuchen so kleinen Umfanges zu einwandfreien Schlüssen nicht kommen könne, weil sich dabei immer der Einfluß der benachbarten Holzschnellen geltend machen muß. Zudem hatte man sich über die Einbau- und Unterhaltungskosten bei den bisherigen Versuchen kein richtiges Bild machen können. Man entschloß sich daher zu einem Versuche in etwas größerem Maßstabe und bezog von der Firma Rudolf Wolle in Leipzig 1000 Stück Asbestonschnellen, und zwar zur Hälfte mit rechteckigem, zur Hälfte — aus Ersparnisgründen — mit trapezförmigem Querschnitt zwischen den Schienenlagern.

Die Schwelle mit rechteckigem Querschnitt wiegt im Mittel 230 kg, die mit trapezförmigem etwa 220 kg; beide sind bewehrt mit rund 22 kg Rundeisen. Sie sind 2,7 m lang, 22,5 cm breit und 19 cm stark. (Abb. 5 und 6, Taf. 17). Das große Asbestbetonkissen reicht hier durch die ganze Schwelle hindurch. Die Schienenunterlagsplatten haben auf der Unterfläche die in Sachsen üblichen Rippen, die die seitliche Verschiebung der Platten verhindern sollen. Versuchsweise sind sie an einigen Platten beseitigt worden. Die Schraubenlöcher im Asbestbetonkissen wurden mit Maschine vorgebohrt, aber auch wieder nicht durch die ganze Schwelle hindurch, was sich später rächte. Der Oberingenieur W. Gropp der Firma Wolle, der sich auch sonst Verdienste um die Weiterentwicklung der Asbestonschnellen erworben hat, hatte schon damals ganz vortreffliche Leitsätze für das Verlegen und die Unterhaltung der Asbestonschnellen aufgestellt, die in großen Zügen alles Notwendige enthielten. Es ist u. a. darin vorsichtige Behandlung der Schnellen beim Transport und beim Abladen verlangt, ferner ein festes und ebenes Bett unter den Schienenlagern, sorgfältiges Stopfen nur unter den Schienen usw. Leider hat man die Leitsätze nicht allenthalben befolgt.

500 Schwellen und zwar je 250 von jeder Form wurden auf der Linie Dresden—Werdau in der Nähe des Bahnhofs Potschappel in Schnellzugsgleise mit besonders starkem und dichtem Zugverkehr eingebaut, 500 auf der Linie Borsdorf—Coswig in der Nähe des Bahnhofs Leisnig in ein etwas weniger belastetes Personen- und Güterzugsgleis. In Potschappel handelte es sich um Neubaugleise mit der stärksten sächsischen Schienenform und 81 cm Schwellenentfernung, in Leisnig um ein Betriebsgleis mit 64 cm Schwellenentfernung und der schwächeren Schienenform. Auf beiden Strecken kam etwa die Hälfte der Schwellen in Bogen mit 350 und 370 m Halbmesser zu liegen. Die Verhältnisse sind so verschiedenartig, daß es notwendig ist, die beiden Versuchsstrecken gesondert zu betrachten.

Versuchsstrecke bei Potschappel.

Die Schwellen wurden im Juli 1913 eingebaut und die Gleise im August 1913 und im Oktober 1914 in Betrieb genommen. Die Einbaukosten für 1 m Asbestonschnellenoberbau waren rund 30 v. H. höher als die entsprechenden Kosten für 1 m Holzschnellenoberbau. Sehr bald rächte sich ein Fehler, den man nach den Erfahrungen in Pirna und bei Berücksichtigung der Leitsätze nicht hätte begehen dürfen.

Man hatte die Schwellen auf ganz frisch geschüttete Dämme verlegt, die sich erst im Laufe der Zeit setzten. Die Folgen waren einige Schwellenbrüche zwischen den Schienenlagern. Nur durch die Aufmerksamkeit und sachgemäße Unterhaltungsarbeit des dortigen Bahnmeisters konnten weitere Brüche verhütet werden. Die Schwellenschrauben saßen im großen recht fest; wo sie sich lockerten, — das sind im Verhältnis nur wenige Fälle — hatten sich die Schienenunterlagsplatten unter den Schlägen der Fahrzeuge nach und nach in die Asbestkissen eingedrückt. Wenn dann die Schrauben nachgezogen werden sollten, wurden sie mitunter überdreht, weil die Schraubenlöcher nicht durch die ganze Schwelle durchgebohrt waren. Sie konnten aber sehr leicht wieder fest gemacht werden, wenn man ein Stück Asbestschnur, in Zementmilch eingetaucht, in das tiefer gebohrte Loch einführte, und die Schrauben dann wieder eindrehte. Dieses Mittel hat sich sehr gut bewährt.

Nur bei einem Teil der Schwellen drückten sich die Unterlagsplatten ein und zwar gleichgültig, ob es Platten mit oder ohne Rippen waren. Die Beschädigung der Plattenlager führte zu Spurerweiterung und ging zum Teil so weit, daß die Schienenfüße auf den Schwellen aufsaßen und die schwache Schutzschicht des Asbestbetonkissens abdrückten. Derartig beschädigte Schwellen brachen dann häufig am Kissen durch und mußten ersetzt werden.

Ein Teil der Schwellen hat sich sehr gut gehalten und liegt auch heute noch unversehrt im Gleise. Die Zerstörung der Asbestkissen ist durch einen Herstellungsfehler begünstigt worden, der auf mangelnde Erfahrung zurückzuführen ist. Asbest und Zement waren nicht sorgfältig genug gemischt. Man fand in den zerstörten Kissen ganze Nester von reiner Asbestfaser. Schon beim Vorbohren der Schraubenlöcher fiel es auf, daß eine Anzahl sich sehr leicht, andere wieder schwerer herstellen ließen.

An den eingebauten Schwellen war natürlich nichts zu ändern. Ersatzschwellen konnten in größerem Umfange nicht geliefert werden, weil während des Krieges Asbestfaser überhaupt nicht, Zement nur sehr schwer und in sehr schlechter Beschaffenheit zu haben waren. Man half sich, so gut es ging, mit notdürftiger Ausbesserung der Plattenlager, die aber zu keinem befriedigenden Ergebnis führte. Selbstverständlich wurden durch den schlechten Zustand eines Teiles der Schwellen auch die guten, gesunden in Mitleidenschaft gezogen. Es leuchtet ein, daß dort, wo eine Schwelle mit eingedrücktem Plattenlager zwischen zwei guten Schwellen lag, diese durch das stärkere Arbeiten der Schienen ganz gewaltig in Anspruch genommen wurden. Die Schläge der Fahrzeuge vergrößerten sich und übten nicht nur auf die Befestigungsmittel, sondern auch auf die Plattenlager einen recht ungünstigen Einfluß aus. Unter diesen Verhältnissen konnte man natürlich die Unterhaltungskosten nicht einwandfrei feststellen. Den wertvollen Versuch wollte man aber nicht aufgeben, sondern wartete das Ende des Krieges ab und suchte durch eingehende Beobachtungen die bisher gewonnenen Erkenntnisse zu erweitern.

Nach sorgfältigen Feststellungen Mitte 1920, also nach einer Liegedauer der Schwellen von sieben Jahren, waren von den 500 Schwellen 159 Stück (rund 32 v. H.) vollständig gesund, 138 (rund 27 v. H.) beschädigt und 213 Stück (rund 40,5 v. H.) ersetzt oder ausgebessert. Es sei hier besonders betont, daß nicht etwa in der Mitte gebrochene Schwellen ausgewechselt werden mußten, sondern nur Schwellen, bei denen das Plattenlager weit eingedrückt und damit im Zusammenhange zum Teil Brüche im Asbestbetonkissen entstanden waren. Der Eisenbeton selbst hat sich bei zweckentsprechender Bewehrung und richtiger Unterhaltung als Schwellenstoff gut bewährt. Als Beweis dafür, was eine Betonschwelle aushält, diene die Tatsache, daß auf der Versuchsstrecke infolge einer Flankenfahrt

ein Wagen entgleiste und mehrere Schienenlängen weit geschleppt wurde, ohne daß Schwellen brachen. Einige Ecken und Schalen waren ausgeschlagen. Im übrigen gab es nur die üblichen Schäden, abgesprengte Schraubenköpfe usw.

Durch mehrjährige Beobachtung hatte man einwandfrei festgestellt, daß die Schwellen zugrunde gingen, wenn die großen Asbestbetonkissen, die überdies den tragenden Querschnitt an der gefährlichsten Stelle außerordentlich schwächten, ungleichmäßig oder zu weich hergestellt waren. Es lag nahe, diese Kissen durch einzelne kleine Einsätze zu ersetzen, so daß die Schienenunterlagsplatten im wesentlichen auf dem festeren Zementbeton aufliegen. Aus praktischen Gründen war die Herstellung von drei Einsätzen an jedem Schienenlager nicht möglich. Die Ersatzschwellen, die im Herbst 1920 geliefert wurden, hatten daher nur zwei Einsätze, die zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit mit Draht umschnürt waren. Leider scheiterte der Versuch an Fehlern, die zweifellos hätten vermieden werden können. Die Einsätze saßen zum Teil nicht an der richtigen Stelle, so daß die Schwellenschrauben nicht eingedreht werden konnten. Ferner war bei einer Anzahl Schwellen die Oberfläche windschief. Der zur Herstellung verwendete Zement taugte anscheinend nichts (Kriegszement?), vielleicht waren die Schwellen auch noch zu frisch. Zum Überflus beging man den Fehler, die Schwellen im Spätherbst in das Gleis einzubauen. Alles das hatte zur Folge, daß schon nach einigen Monaten, im Frühjahr 1921, sich die Platten tief in den Zementbeton eingefressen hatten. Es war ein Fehlschlag, den man nicht erwartet hatte, und der noch besonders unangenehme Folgen hatte, insofern als man nunmehr in größerem Umfange die stark beschädigten Betonschwellen durch Holzschwellen ersetzen mußte. Wie schon erwähnt, ist aber ein häufiger Wechsel zwischen Holz- und Betonschwellen für beide nicht günstig, für letztere sogar verderblich. Eine große Anzahl bis dahin gesunder Betonschwellen wurden jedenfalls arg in Mitleidenschaft gezogen. Da die Firma weiteren Ersatz der Schwellen angesichts der fortschreitenden Teuerung und Geldentwertung ablehnte, mußte man sich wohl oder übel entschließen, im Jahre 1923 die Versuchsstrecke als solche aufzugeben. Der Entschluß fiel nicht schwer, da man alle gewünschten Aufschlüsse in zehnjähriger Beobachtungszeit bekommen hatte. Die heute noch gruppenweise im Gleise liegenden 191 Schwellen werden auch weiterhin überwacht, um ihre Lebensdauer und etwaige besondere Vorkommnisse festzustellen. 135 Stück sind noch vollkommen gesund, 38 haben leicht eingedrückte Plattenlager, 17 Stück leichte Anrisse und Brüche; eine ist stark beschädigt. Außerdem ist eine Anzahl noch guter, gleisfähiger Schwellen ausgebaut worden, von denen 19 Stück zur Wiedereinwechslung bereit liegen.

Versuchsstrecke bei Leisnig.

Die Schwellen wurden im Juli 1913 in das Gleis unter Aufrechterhaltung des Betriebes eingebaut. Die Einbaukosten für 1 m Asbestschwellenoberbau sind rund 36 v. H. höher als die entsprechenden Kosten für 1 m Holzschwellenoberbau. Im großen ganzen wurden dieselben Erfahrungen gemacht wie bei Potschappel nur mit dem Unterschied, daß entsprechend der geringeren Belastung der Strecke die Schäden an den Schwellen — das Eindringen der Asbestbetonkissen — nicht so umfangreich und häufig waren. Die Ausbesserung der Kissen hatte auch hier keinen Erfolg. Brüche zwischen den Schienenlagern sind bei der sachgemäßen Unterhaltung und dem festen Untergrund nur in einem einzigen Falle beobachtet worden. Die Schwellen mit den kleineren Asbestbetoneinsätzen haben sich ebensowenig gehalten wie in Potschappel.

Für die Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit der Betonschwelle ist eine Spurberichtigung von Wert, die im Bogen wegen der seitlichen Abnutzung der äußeren Schienen vor-

genommen werden mußte. Die alten Schraubenlöcher wurden mit Asbest-Zementmischung ausgegossen und dann neue Löcher gebohrt. Diese nachgebohrten Schwellen haben sich sehr gut gehalten. Um das Versuchsergebnis nicht zu trüben, wurden sie bei einer Beurteilung Mitte 1920 ausgeschieden. Es ergab sich damals, daß von den verbleibenden 264 Schwellen 155 Stück (rund 59 v. H.) noch vollkommen gesund, 30 Stück (rund 11 v. H.) beschädigt und 79 Stück (rund 30 v. H.) ersetzt oder ausgebessert waren. Auch hier ist aus denselben Gründen wie in Potschappel die Versuchsstrecke im Jahre 1923 aufgegeben worden. Heute liegen noch, einschließlic der nachgebohrten, 430 Schwellen im Gleise. Davon sind 54 am Plattenlager mehr oder weniger eingedrückt, zwei sind im Asbestonkissen durchgerissen, eine hat einen durchgehenden feinen Bruchriß in der Mitte.

Erfahrungen.

Durch die Versuche namentlich in Potschappel und Leisnig war der Beweis erbracht, daß der Eisenbeton, zweckmäßige Bewehrung und sachgemäße Behandlung vorausgesetzt, ein durchaus brauchbarer Schwellenstoff ist. Die Bewehrung muß möglichst klar und einfach sein, schon um die sorgfältige Herstellung des Betons nicht zu hindern. Scharfe Eisenabbiegungen und Kröpfungen müssen mit Rücksicht auf etwaige Sprengwirkungen ebenso wie schroffe Querschnittsänderungen vermieden werden.

Der Asbestbeton ist dem Holzdübel wegen seiner Raumbeständigkeit und Unvergänglichkeit unbedingt überlegen. Befürchtungen, daß sich etwa die Asbestbetoneinsätze von dem Zementbeton loslösen könnten, sind völlig grundlos. Die Schwellenschrauben sitzen im Asbestbeton mindestens ebenso fest wie im Holz. Lockere Schrauben lassen sich ebenso gut und auf einfachere Weise wieder fest machen als im Holz. Ein Fehler ist es, die Löcher für die Schwellenschrauben nicht tief genug vorzubohren. Bleibt Bohrgut in dem Loche sitzen oder muß man die Schrauben nachziehen wegen des Eindrückens der Unterlagsplatte in die Asbestonkissen, so werden sie leicht überdreht. Diesem Mangel kann man begegnen, wenn man die Schwellenschraubenlöcher durch die ganze Schwelle durchbohrt. Gründe, die dagegen sprechen, wie bei der Holzschwelle, gibt es nicht.

Unbedingt nötig ist die größte Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit bei der Herstellung der Schwelle. Fehler in der Lage der Einsätze, windschiefe Lagerflächen, Verschiebung von Eisen beim Stampfen, die beim Eindrehen der Schrauben sehr hinderlich werden können, müssen auf jeden Fall vermieden werden. Ein einziger solcher Fehler genügt, um die Schwelle von vornherein unbrauchbar zu machen.

Größter Wert ist auf die Auswahl der Stoffe zu legen. Nur die hochwertigsten und besten Stoffe dürfen verwendet werden, da man im Oberbau mit zufälligen großen Überanspruchungen rechnen muß.

Die Versuchsschwellen waren zum größten Teil an der ungleichmäßigen Zusammensetzung der Asbestbetonkissen zugrunde gegangen. Hat aber ein Teil gehalten, weil bei ihm die Mischung des Asbestbetons besser war, so muß es bei sorgfältiger Arbeit möglich sein, diesen Grund der Zerstörung auszuschalten. Auch die Faser des Asbestes spielt dabei eine große Rolle; sie darf nicht zu kurz sein. Da man bei der Herstellung mit der mehr oder weniger großen Zuverlässigkeit der menschlichen Arbeit rechnen muß und man auch den Asbestbeton nicht zu hart machen darf, wenn er sich noch bohren lassen soll, tut man gut, sich auch noch weiter zu schützen. Mehrere Möglichkeiten, die man je nach Bedarf vereinigen kann, stehen zu Gebote: Die Anwendung von Einzelsätzen aus Asbestbeton, die Härtung des Plattenlagers und

das Einschieben von elastischen Zwischenlagen zwischen Schwellendecke und Unterlagsplatte.

Die Eingriffe in die Schwelle bei der Unterhaltung des Oberbaues müssen auf ein Mindestmaß beschränkt werden, ein Grundsatz, der ja auch für die Holzschwelle gilt. Spurberechtigungen schädigen bei der jetzigen Ausbildung des Oberbaues schon die Holzschwelle, noch viel mehr aber die Betonschwelle. Es muß also bei der Betonschwelle besonderer Wert auf Regelung der Spur durch Verschieben der Schiene in der Platte gelegt werden (Trennung der Befestigung der Platte auf der Schwelle von der der Schiene auf der Platte). Dabei wird man darauf achten müssen, daß die Übertragung der Kräfte von der Schiene auf die Platte möglichst zentrisch erfolgt. Durch geeignete Ausbildung der Platte oder des Stuhles muß man versuchen, die schädlichen Einflüsse auszuschalten, die bei der Arbeit der Schiene infolge Hebelwirkung auf die Befestigungsmittel ausgeübt werden.

Wichtig ist die Behandlung der Schwelle. Ebenso wie es niemandem einfallen wird, eine steinerne Zaunsäule von einem Wagen abzuwerfen, muß man solche Gewalttaten auch bei der Betonschwelle unterlassen. Es ist den Leuten allerdings schwer beizubringen, daß eine Betonschwelle nicht so behandelt werden darf wie die biegsame Holzschwelle. Ferner muß Grundsatz sein, die Betonschwelle nur unter den Schienenlagern zu stopfen. Groß ist hier der Unterschied gegenüber der Behandlung der Holzschwelle allerdings nicht. Auch diese wird ja mit Rücksicht auf ihre ruhige Lage im Gleise nur unter den Schienenlagern festgestopft, während man sich in der Mitte mit leichten Stopfschlägen begnügt. Bei Betonschwellen muß die Mitte hohl liegen. Die Betonschwelle sollte also von vornherein in der Form zweier Einzellager mit fester Verbindung hergestellt werden. Es liegt ja nahe, die Stopffläche sichtbar zu begrenzen, so daß kein Arbeiter in die Versuchung kommt, sich an der Schwellenmitte zu vergreifen. Kann man dazu noch von vornherein ein festes, ebenes und dabei elastisches Bett für die Schwellen schaffen, so ist einer weiteren Grundforderung beim Betonschwellenoberbau Genüge geleistet.

Die neueste Schwellenform.

Die im vorstehenden festgestellten Forderungen suchte man zu erfüllen durch die in Abb. 7, Taf. 17 dargestellte Schwelle, deren äußere Form schon im Jahre 1920 festgelegt war, als man noch mit Stopfen der Schwelle rechnen mußte. Das ist auch der Grund dafür, daß die Einschnürung des Querschnittes an der Verbindung der beiden Lagerklötze sehr reichlich und damit im Zusammenhange der Übergang zu schroff ausgefallen ist. Man wollte, wie schon erwähnt, durch diese Einschnürung einerseits die Stopffläche deutlich abgrenzen, andererseits mit Sicherheit verhindern, daß die Schwelle in der Mitte auf dem Steinbett aufsitzt. Diese Gefahr ist beim Stopfen natürlich größer als beim Rammen der Bettung, wo, wie später noch zu besprechen ist, in der obersten Rammschicht ein Streifen ausgespart wird.

Die Größe der Stopffläche ist abhängig von der Größe der Raddrücke und von der Beanspruchung, die man der Bettung zumuten will. Da man außerdem danach strebte, den Schienendruck möglichst zentrisch auf den tragenden Teil der Schwelle abzusetzen, und da man weiter große Biegebbeanspruchung vermeiden wollte, kam man zu einer Auflagerflächengröße von 75×36 cm und damit ungezwungen zu einer Schwellenlänge von 2,3 m. Die Größe der Asbestbetoneinsätze ist mit 90×140 und 70×90 mm so gewählt, daß die Spur des Gleises erweitert werden kann.

Leider ist die im Vorentwurfe vorgesehene Stärke der Schwelle unter den Schienenlagern von 18 auf 16 cm vermindert worden, so daß die Eisenbewehrung etwas reichlich ausfiel, rund

19,5 kg, und nicht vorteilhaft angeordnet werden konnte. Das Stampfen des Betons wurde dadurch nicht unerheblich erschwert. Trotzdem führte die Firma Dyckerhoff & Widmann, Zweigstelle Dresden, die Arbeiten im Auftrage der Deutschen Asbestwerke in Köln während des Sommers 1923 ganz vorzüglich aus. Insbesondere wurde auf die Mischung des Asbestbetons die größte Sorgfalt verwendet. Der Schwellenbeton besteht aus 1 Teil Zement, 2 Teilen Steinsplitt und 2 Teilen Kies. Bei der Hälfte der insgesamt beschafften 4000 Schwellen ist das Plattenlager mit Stahlzement gehärtet worden, selbstverständlich unter Ausparung der Asbesteinsätze.

Versuchsstrecke zwischen Priestewitz und Niederau.

Die Schwellen wurden 1924 im linken Hauptgleise der Schnellzuglinie Leipzig—Dresden zwischen den Bahnhöfen Priestewitz und Niederau eingebaut. Von der Einbaustrecke, bei der gleichzeitig auch die Bettung nach dem in Bayern schon in größerem Umfange angewendeten Rammverfahren erneuert wurde, liegen 1000 m im flachen Bogen und 2150 m in der Geraden. Die Strecke wird im Gefälle 1:500 bis 1:300 befahren. Im ersten Teile der Strecke sind die Schwellen mit 81 cm, im letzten Teile mit 64 cm Abstand verlegt. Auf die Verbesserung der Schienenbefestigung (Trennung der Befestigung der Schiene auf der Unterlagsplatte von der Unterlagsplatte auf der Schwelle) mußte man nach Lage der Verhältnisse noch verzichten. Zwischen Unterlagsplatte und Schwelle ist ein Pappelholzplättchen eingeschoben.

Die Löcher für die Schwellenschrauben wurden im Werke mit Maschine 16 mm weit vorgebohrt. Das Bohren bot keine Schwierigkeiten, solange die Asbestmasse noch frisch war. Bei älteren Schwellen kostete es viel Mühe, und der Verschleiß an Bohrern war sehr groß. Noch schwieriger und sehr zeitraubend war auf der Baustelle das Eindrehen der Schwellenschrauben. Diese sollen 15 mm Kern- und 20 mm äußeren Gewindedurchmesser haben. Zum Teil waren sie bis 18 mm im Kern stark. Da die Schwellen seit der Herstellung durchschnittlich zwölf Monate gelegen hatten, schnitten sich die Schraubengewinde nur schwer in die harten Lochwandungen ein. Um den Reibungswiderstand zu mildern, tauchte man die Schrauben in Steinkohlenteer ein, hatte aber keinen Erfolg, weil der Teer sich mit dem Bohrmehl zu einer zähen Masse verdichtete. Auch Wasser half wenig. Besser wurde es erst, als man die Schrauben sorgfältig nach Stärke aussuchte. Man wird daraus die Nutzanwendung für spätere Ausführungen ziehen müssen. Einesteils wird es notwendig sein, die Löcher zeitig genug vorzubohren, andernteils wird man den Zementzusatz für den Asbestbeton so wählen müssen, daß das Bohren auch nach größerer Liegedauer nicht unnötig erschwert wird. Bei den Versuchsschwellen war die Mischung zweifellos zu fett. In den meisten Fällen wird es auch zugänglich sein, die Schienenunterlagsplatten schon im Werke aufzuschrauben, wenn der Beton noch ziemlich frisch ist. Sorgsames Aussuchen der Schwellenschrauben ist selbstverständlich auch dabei nötig.

Das Abladen der Schwellen vom Betriebswagen war auf der Strecke etwas umständlich, weil kein Kran zur Verfügung stand. Man mußte sich geeignete Stellen aussuchen, wo man die Schwellen über Rutschhölzer in flacher Neigung vom Wagen schieben konnte. Erst von da aus konnte man sie dann mit Kleinwagen weiterverteilen. Trotz aller Belehrung der Arbeiter wurden dabei die Schwellen nicht immer sachgemäß und schonend behandelt. Davon zeugen eine große Anzahl feiner Anrisse oben in der Mitte und an den Verjüngungsstellen. Viele Risse gehen durch.

Für das Rammen der Bettung und den Einbau des Gleises standen zwei Zugpausen von je drei Stunden zur Verfügung. In der ersten Zeit baute man in einer Pause Felder von 15 m,

später von 30 m Länge um. Auf die gut gerammte Bettungssole wurde der Steinschlag in 3 Schichten aufgetragen. Die beiden unteren Schichten rammt man vollständig durch, in der obersten sparte man einen Streifen von 40 cm Breite etwa 4 cm tief aus, damit die Schwellen in der Mitte keinesfalls aufsitzen können.

Die für die Oberbaubettung übliche Korngröße des Steinschlags von 6 bis 7 cm ist bei gerammter Bettung unzumutbar. Kleine Höhenunterschiede können damit nur schwer ausgeglichen werden. Feinschlag ist zum Nachbessern auch ungeeignet, weil er sich bald in den größeren Steinen verliert. Am brauchbarsten dürfte ein Steinschlag von 3 bis 4 cm Korngröße sein.

Zum Tragen und Verlegen der 240 kg schweren Schwellen sind besondere Zangen angefertigt worden, die die Handhabung sehr erleichterten. (Textabb. 1).

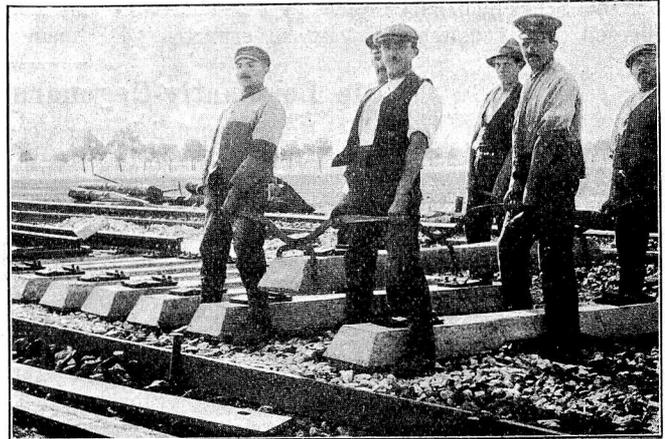


Abb. 1. Zangen zum Tragen der Schwellen.



Abb. 2. Gleisverfüllung bei Eisenbetonschwellen.

Lag eine Schwelle auf der gerammten Bettung zu tief, so wurde Schotter untergelegt und abgerammt. Bei zu hoch liegenden Schwellen halfen sich die Arbeiter anfangs aus Bequemlichkeit damit, die Schwelle an einem Ende 40 bis 50 cm anzuheben und dann fallen zu lassen. Das hatte nicht nur zur Folge,

dafs am anderen Ende das erst sorgsam hergestellte Bett eingedrückt wurde, sondern die Schwellen erhielten auch vielfach durch das heftige Aufschlagen feine Anrisse. Trotz strenger Verbote und scharfer Aufsicht dauerte es einige Zeit, bis sich die Leute daran gewöhnten, zu hoch liegende Schwellen durch Einreiben in die Bettung in die richtige Lage zu bringen.

Die Gleisverfüllung ist soweit ausgespart, dafs die freie Lage der Schwellenmitte unbedingt erhalten bleibt und jederzeit ohne weiteres mit dem Auge nachgeprüft werden kann. Verfüllt sind nur die Schwellenköpfe und Lagerklötze (Textabb. 2). Durch leichtes Rammen der Verfüllung hat man den Schwellen eine Stütze gegen Wanderschub zu geben versucht.

Nachhilfearbeiten am Gleise waren bis jetzt nur in geringem Umfange nötig. Es ist dabei streng darauf geachtet worden, dafs Gleissenkungen nicht durch Stopfen, sondern durch Unterlegen von Schotter beseitigt werden.

Die Schwellen haben sich in der allerdings nur kurzen Liegezeit gut gehalten. Es ist zu erwarten, dafs man mit

ihnen keine schlechten Erfahrungen machen wird. Zweifellos hätten sie die rauhe Behandlung beim Abladen und Einbauen besser vertragen, wenn die Mitte weniger stark eingeschnürt und die Einschnürung sanfter verzogen gewesen wäre. Lässt man die Schwellenmitte hohl liegen, wie es beim Rammverfahren ohne weiteres angängig ist, so genügt ein kleiner Absatz vollständig, um die Lagerfläche deutlich kenntlich zu machen und gleichzeitig unerwünschte Biegebbeanspruchungen fernzuhalten.

Die ersten Kinderkrankheiten hat die Eisenbetonschwelle überwunden. In kleineren Betrieben und für Grubengleise wird sie jetzt schon gern und mit Vorteil verwendet. Aufgabe weiterer Versuche, für die Anregungen in genügender Menge vorliegen, mufs es sein, auf den bisherigen Erkenntnissen weiterzubauen. Dann ist auch die Erwartung gerechtfertigt, dafs eines Tages eine Eisenbetonschwelle auf dem Plane erscheint, die den Holz- und Eisenschwellen an Brauchbarkeit mindestens gleichwertig, an Lebensdauer aber weit überlegen ist.

Die Lokomotiv-Gegendruckbremse im Hauptbahnbetrieb.

Unter Zugrundelegung der Versuche des Eisenbahn-Zentralamts.

Von Professor H. Nordmann, Reichsbahnoberrat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts.

Die Gegendruckbremse (Riggenbachbremse) war im Betrieb der Zahnradbahnen ein längst bekanntes und allgemein angewandtes Mittel zur völligen oder teilweisen Beherrschung der Talfahrt. Die Bindung an die Zahnstange ist an sich kein Charakteristikum für sie. Ebenso wie eine genügend hohe, bei störenden Einflüssen durch den Sandstreuer sicher gestellte Reibungsziffer für die Bergfahrt bis zu starken Steigungen (60 bis 70 ‰) die Zahnstange erübrigt, so kann auch die reine Reibungsmaschine als sicher und gut bremsender Kompressor bei der Talfahrt arbeiten. In meinem Aufsatz »Der Betrieb auf Steilrampen mit Zahnrad- oder Reibungslokomotiven« im Organ 1924 habe ich darüber bereits berichtet.

Diese Bremsart im Betrieb steiler Hauptbahnen ist allerdings erst eine dem vorigen Jahre entstammende Neuerung. Sie verdankt ihren Ursprung eigentlich nicht einem an sich verständlichen Versuchsbestreben, grundsätzlich die auf den noch bestehenden und ehemaligen Zahnradstrecken von der Gegendruckbremse geleisteten Bremskräfte, die dort das Produkt aus einem kleineren Zuggewicht oder Zuganteil und einer sehr grossen Schwerkraftkomponente (60 ‰) sind, umzusetzen in solche aus grösseren Zuggewichten oder -anteilen und kleineren, an sich freilich immer noch beträchtlichen Schwerkraftkomponenten (20 bis 25 ‰). Die Anwendung ist vielmehr erfolgt unter dem Zwange, den Betrieb der verkehrsreichen Steilrampe Probstzella—Rothenkirchen (25 ‰) flüssiger zu gestalten.

Zunächst sei ein mögliches Mißverständnis von vornherein abgelenkt: Angesichts der allgemeinen Einführung der Kunze-Knorr-Güterzugbremse, die ja doch gerade eine in beiden Richtungen vorzüglich abstufbare Bremse darstellt, bei der Deutschen Reichsbahn könnte die Anwendung eines anderen Bremssystems daneben überflüssig erscheinen oder gar stutzig machen. Dagegen ist zu bedenken, dafs von den gesamten Reichsbahnkilometern nur ein bescheidener Prozentsatz in so steilen Gefällen liegt, dafs für sie die Gegendruckbremse in Frage kommt. Der Fuhrpark ist demnach mehr dem wesentlich geringeren Durchschnittsgefälle hinsichtlich des anteiligen Bestandes an Bremswagen angepaßt; die Zugrundelegung der hohen Druckluftbremsprozente für die Steilrampen würde ganz ausserordentliche, meist unnötige Kosten erfordern, oder eine im wirklichen Betriebe für die freizügigen Güterwagen nicht durchführbare Konzentration von Bremswagen auf die Steilstrecken verlangen. Es handelt sich also bei unserem Thema nicht um Mängel oder Leistungsgrenzen der Kunze-Knorr-

bremse, sondern nur um die Erzeugung der fehlenden Bremskraft infolge des für die Steilrampe zu geringen Bremswagenbestandes.

Die nötigen Bremsprozente mußten natürlich auch bisher schon geschafft werden. Der normale 1200 t Güterzug auf der Probstzellaer Strecke*) erhielt zu diesem Behuf ausser den normalen Bremswagen noch besondere Bremsballastwagen, soweit die im Zuge vorhandenen Druckluft- und Handbremsen die nötigen Bremsprozente noch nicht hergaben. Solange noch nicht sämtliche Güterwagen mit Luftleitung ausgerüstet sind, ist der Kunze-Knorr-Bremsbetrieb noch auf die sogenannte Spitzengruppe beschränkt; die übrigen Bremsen mußten von Hand bedient werden, was in der Wirkung keinerlei Nachteile bedeutete, aber viel Personal kostete. In der Regel reichten diese Bremswagen aber noch nicht aus; es mußten in manche Güterzüge bis zu neun Ballastbremswagen eingestellt werden, wozu selbst Bereitschaftspersonenwagen gelegentlich benutzt wurden.

Überblickt man die Mißstände eines solchen Betriebes, so leuchtet es ein, dafs sie auf die Dauer als für eine verkehrsreiche Hauptbahn unhaltbar bezeichnet werden mußten, und es ist verständlich, dafs sich zwei Sitzungen ganz oder teilweise mit ihrer Behebung beschäftigten (Frankfurt 4. April, Saalfeld 10./11. April 1924). Die Mißstände bestanden ausser in dem schon erörterten hohen Personalbedarf in der Notwendigkeit von Rangierarbeiten, um die für 1:40 ungenügend abgebremsten Züge, gegebenenfalls unter Zurücklassung von Nutzlast, durch Einstellung von Bremsballastwagen für die Talfahrt genügend zu sichern und um die Leitungswagen aus der starken Spitzengruppen auszusondern (bis zu 15 Wagen bei manchen Zügen). Damit hing die Erhöhung der Zugzahl zusammen, oder mindestens die Gefahr ihrer Erhöhung, durch Beförderung der aus den ausgelasteten Zügen zugunsten der Bremsballastwagen ausgesetzten Nutzlasten**). In diesem Falle waren weitere Lokomotivgestellungen, also Personalaufwand und Verbrauch von Betriebsstoffen erforderlich, wie denn auch den Betriebskosten der Lokomotiven, soweit sie auf die Hubarbeit der Ballastwagen auf der Bergfahrt entfielen, keinerlei Einnahmen gegenüberstanden.

*) Auf der Steilrampe vorn 2 G 10, hinten eine T 20 oder Gt 2.4/4 als Schub.

**) Im ersten Vierteljahr 1924 wurden täglich ausser den fahrplanmäßigen Güterzügen bis zu fünf Bedarfzügen in jeder Richtung gefahren, zweifellos z. T. mit aus diesem Grunde.

Die Verschiebearbeiten waren sehr zeitraubend und unwirtschaftlich nicht nur durch ihre Kosten, sondern auch angesichts des sehr lebhaften Verkehrs einerseits und der beschränkten Größe der in Betracht kommenden Bahnhöfe andererseits, und nur unter großen Schwierigkeiten zu leisten, wozu auch noch die Lokomotivumsetzungen beitrugen, solange nicht die Beförderungsart streng geregelt war. So waren in sieben Tagen in Probstzella 155 Güterzüge durchschnittlich je 79 Minuten verspätet. Hierzu trug auch die Belastung der Strecke mit den leer zu Tal fahrenden Schiebelokomotiven bei.

Der Ausweg wurde in der erwähnten Saalfelder Sitzung in dem Beschlufs gesucht, die Schiebelokomotive mit über den Berg gehen zu lassen, um die Belastung der Strecke mit Leerfahrten zu beseitigen, dann und vor allem, um sie zur Talbremsung mit heranzuziehen. Die Bremsstufen beziehen sich ja stets nur auf den eigentlichen Zug; die Lokomotiven liefs man nur für ihre eigene Bremsung sorgen (im Sinne der Bremskraft). Die großen Gewichte von Lokomotive und Tender — stets bis auf die Lokomotivlaufachsen abgebremst — gestatten aber, eine sehr beträchtliche Bremskraft an den Zug abzugeben.

Nach der Bremsstapel wird für die Fahrt auf 1:40 mit 25 km/Std. ein Klotzdruck von 27 t für 100 t Wagengewicht gefordert (28 t bei 30 km/Std.); daraus ergibt sich durch Beachtung der Klotzdrücke bei den A 10 und A 2 Wagen, daß für beladene Züge ein Bremswagen 1,6 bzw. 2 Wagen auf der Talfahrt beherrscht, bei Leerwagenzügen bei beiden Wagengattungen etwa 3 Wagen. Da Lokomotive und Tender bzw. Tenderlokomotive sich mit ihrem relativ viel weniger schwankenden Gesamtgewicht in ihren Bremsverhältnissen dem günstigeren Leerwagenfall nähern, so konnte auf eine Beherrschung bis nahe zum Dreifachen des auf den gebremsten Achsen lastenden Gewichts (bei stark aufgebrauchten Vorräten) bei gleicher Sicherheit gerechnet werden. Es läßt sich also überschlagen, daß man sehr erhebliche Wagengewichte auf die Vorspann- und Schiebemaschine übernehmen kann. Die Zugmaschine sollte nach dem Saalfelder Programm als Sicherheitsfaktor außer Ansatz bleiben. Dort wurde übrigens sofort an die Riggenbachbremse gedacht, die von der T 20 her aus dem Betrieb schon bekannt war und mit der auch die G 10 Lokomotiven der Stationsorte Saalfeld und Rothenkirchen ausgestattet werden sollten. Auch für die bayerische Schiebemaschine, die Gt 2. 4/4, rechnete man darauf, wobei allerdings die großen Schwierigkeiten, diese Bremse bei ihr als einer Verbundmaschine anzubringen, übersehen waren*).

Die auf diese Weise zu bremsenden Zuganteile wurden in Saalfeld auf 250 t für eine G 10 und 300 t für die schweren Schiebetenderlokomotiven geschätzt, und der große wirtschaftliche Vorteil beruhte eben darauf, daß die zu diesem Zuggewicht sonst erforderlichen Bremsen erspart werden und die in ihm etwa sonst enthaltenen Bremsballastwagen entfallen könnten. Da die Sicherheit des Betriebes in hohem Maße von der richtigen Bemessung jener Zahlen abhängt, ordnete das Reichsverkehrsministerium zunächst Versuchsfahrten an, die vom Eisenbahn-Zentralamt mit dem Lokomotivmefswagen gemeinsam mit den beteiligten Reichsbahndirektionen Nürnberg und Erfurt auszuführen waren. Da der Einbau der Riggenbachbremse in die G 10 Lokomotive erst bevorstand und bei der Gt 2. 4/4 eine Sache auf lange Sicht war, so war vorerst das Thema nicht allein auf die nur bei der T 20 vorhandene Riggenbachbremse zuzuschneiden, sondern die Frage so zu stellen: wieviel Tonnen Zuggewicht vermag mit der Gegendruck- oder Druckluftzusatzbremse jeweils eine Lokomotive der drei Gattungen als Bremsfahrzeug mit Sicherheit auf sich zu nehmen?

*) Die größere Kürze der bisherigen, noch sehr geläufigen Lokomotivbezeichnungen, die im Text häufig vorkommen, mag ihre Beibehaltung in diesem Fall rechtfertigen (G 10 = G 55.15, T 20 = Gt 57.18, Gt 2. 4/4 = Gt 88.15 bzw. Gt 88.16).

Die Fahrten fanden in der Zeit vom 23. bis 25. April 1924 unter reger Beteiligung der zuständigen Referenten, Dezenten und Amtsvorstände, Betriebskontrolleure und Dienststellen-vorsteher auf der Strecke Probstzella — Rothenkirchen statt in der Art, daß am Vormittag des 23. eine Vorversuchsfahrt nach Rothenkirchen unternommen, am Nachmittag in Probstzella das Versuchsprogramm eingehend besprochen wurde und am 24. und 25. die planmäßigen Versuche gefahren wurden. Am 24. wurden vom oberen Brechpunkt der Strecke, Steinbach am Wald, Wagengruppen wechselnden Gewichtes aus bestimmten Anfangsgeschwindigkeiten im Gefälle abgebremst. Die Wagen waren für den Notfall mit Bremsern besetzt, die aber ohne Notsignal nicht eingreifen durften. Bremskraft, Bremszeiten und -wege wurden mit dem Lokomotiv-Mefswagen II festgestellt. Der ganze Zug — der Mefswagen nächst der Lokomotive — hing zu Tal, da die Zugkraftmefsdose des Mefwagens auf Zug von der bremsenden Lokomotive her beansprucht sein mußte.

Es wurde so in 14 Fahrten ermittelt, welche Lasten von den einzelnen Lokomotivgattungen bei einer bestimmten Geschwindigkeit, auf welchem Wege und in welcher Zeit zum Halten gebracht werden konnten.

Die Ergebnisse der Versuche sind in der Zusammenstellung 1 wiedergegeben. Außer den Bremsungen mit Gegendruckbremse bei der T 20 Lokomotive handelt es sich um Bremsungen mit der Zusatzbremse bei allen drei Lokomotivgattungen. Zu den 14 Bremsungen auf Halt gesellen sich dann unter 15 und 16 je zwei Talfahrten zur Rückkehr nach Probstzella (mittags und abends), wo die Gegendruckbremse zum gleichmäßigen Absenken des Zuges diente. Die Übersicht zeigt, daß die Stillsetzung mit Ausnahme der Fahrt 6, wo der Zug abrutschte und erst durch den Zusatzwiderstand einer Krümmung zum Stehen kam, jedesmal erreicht wurde. Aber auch die Fahrten 5, 10 und 14 wären wegen Überschreitung des höchstzulässigen Bremsweges von 700 m betrieblich unstatthaft. Soweit übrigens unter sonst gleichen Umständen die Bremswege

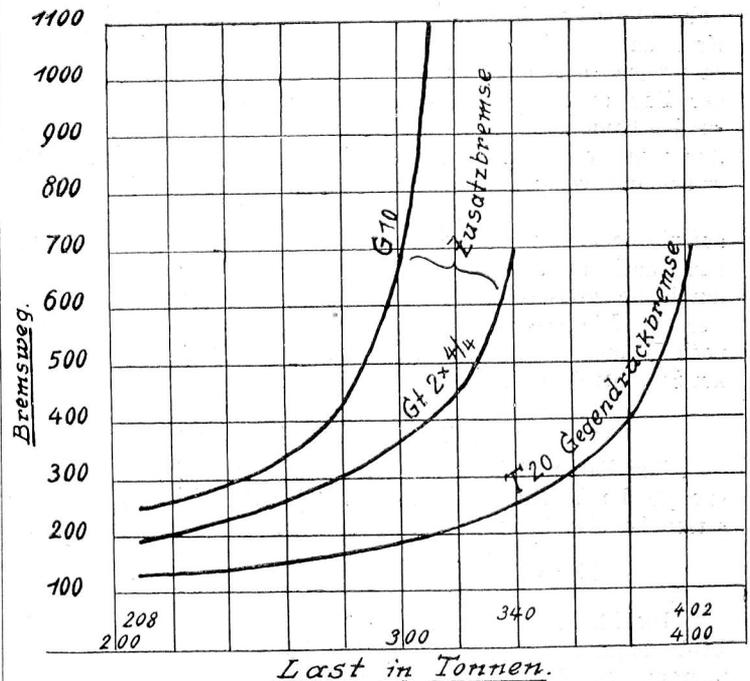


Abb. 1. Zusammenhang zwischen Zuglast und Bremsweg bei den Haltversuchen auf 1:40.

stark verschieden ausfielen, liegt die Erklärung jedenfalls darin, daß die Bremsungen sich an verschiedenen Stellen des Gefälles mit verschiedenen Krümmungen abspielten. Abb. 1 gibt die Mittelwerte der Bremswege in zeichnerischer Darstellung.

Zusammenstellung 1.

Abbremsversuche auf der Strecke Steinbach a. W.—Rothenkirchen im Gefälle 25⁰/₀₀ am 24. 4. 24.

Laufende Nummer	Lok. Gattung	Art der Abbremsung	Last		Geschwindigkeit		Bremsweg von		Bremszeit von		Bremsdruck im Schieberkasten oder Bremszylinder at	Bremszugkraft	
			Achsen	Tonnen	beim Einsetzen der Bremsung km/Std.	nach Erreichen der Höchst-kraft km/Std.	Beginn der Bremsung m	Erreichen der höchsten Brems-kraft m	Beginn der Bremsung Sek.	Erreichen der höchsten Brems-kraft Sek.		höchste kg	mittlere kg
1	T 20	Gegendruck	16	208	30	31,5	148	103	32	27	8—9	7700	—
2	"	"	26	340	30	30	246	222	60	52	11	10550	—
3	"	"	26	340	35	35	546	485	87	81	12	10550	—
4	"	"	26	340	40	42	596	550	100	95	12—13	11800	—
5	"	"	30	402	30	31	710	552	146	127	10—12	10500	—
6	"	Zusatzbremse	26	340	30	35,5	—	—	—	—	5,0 dann 7,0	5440*)	—
7	Gt 2. 4/4	"	16	208	30	27	163	92,5	36	27	4,6—5,0	7200	—
8	"	"	16	208	30	28,5	240	163	62	38	5,0—5,5	5750	—
9	"	"	20	269	30	29	288	218	58	50	5,0	8000	—
10	"	"	26	340	30	31	710	635	133	120	5,0	8300	—
11	"	"	26	340	30	30	562	495	105	98	5,0—5,2	8640	—
12	G 10	"	16	208	30	30	242	177	45	38	5,0	5750	—
13	"	"	20	256	30	30	317	248	62	—	5,0	7040	—
14	"	"	24	311	30	30,5	1083	1012	191	124	5,0—5,2	7690	—
15	T 20	Gegendruck	26	340	30	—	—	—	—	—	5,0—6,0	6100	5750**)
16	"	"	26	340	20	—	—	—	—	—	4,0—5,0	6400	5140

*) Zug konnte nicht zum Halten gebracht werden. — **) Zug wurde mit gleichmäßiger Geschwindigkeit hinabgelassen.

Die Lasten, die gleichmäßig zu Tal gebremst werden könnten, also für die ungestörte Talfahrt, sind natürlich größer, da es dann nur gilt, die Schwerkraftkomponente auszugleichen, während im Fall des Anhaltens noch außerdem eine verzögernde Kraft aufgebracht werden muß. Trotzdem ist selbstverständlich zu fordern, daß auch aus der gleichmäßigen Fahrt im Notfall der Zug auf zulässigem Bremsweg zum Stillstand gebracht werden kann. Für den in gleichmäßiger Fahrt abzusenkenden Zug vom Gewicht Q^t auf einem Gefälle $s^0/_{00}$ bei einem Laufwiderstand von w kg/t ist nur die ausgleichende Bremskraft

$$P_0 = Q(s - w)$$

aufzubringen. Um dagegen das Halten des Zuges herbeizuführen, muß auch noch die anfängliche lebendige Kraft des Zuges durch die größere Kraft P_h auf dem Bremswege l vernichtet werden. Die Arbeitsgleichung für diesen Vorgang lautet, wenn noch V die Geschwindigkeit beim Beginn der Bremsung in km/Std. bezeichnet:

$$P_h \cdot l = 1,05 \frac{1000 Q \cdot V^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2} + Q(s - w)l \text{ mkg.}$$

Der Faktor 1,05 berücksichtigt die zusätzliche Drehungsenergie der Räder. Die Steigerung der Bremskraft zum Stillsetzen ist also je nach dem Bremsweg verschieden und beträgt

$$\Delta P = P_h - P_0 = 1,05 \frac{1000 Q \cdot V^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2 \cdot l}$$

Die hiernach ermittelten Haltekräfte P_h stimmen mit den Beobachtungsergebnissen in einigen Fällen wenig befriedigend überein, so daß nennenswerte Abweichungen in manchen Bestimmungsgrößen noch außerhalb der Fehlergrenzen der Messungen vermutet werden müssen. Namentlich gehört hierher, wie gesagt, der Einfluß der Krümmungen, der in obiger Gleichung nicht enthalten ist und sich in einer Vergrößerung von w äußert, wohl auch stellenweise Abweichungen der wirklichen Neigung s von der planmäßigen. Zum Beispiel seien die Fälle 2, 3, 10 und 11 behandelt, die sich sämtlich auf 340 t

Wagenlast beziehen. Die bloße Senkbremskraft beträgt einfach

$$P_0 = 340(25 - 2,5) = 7650 \text{ kg.}$$

Dagegen wäre bei Fahrt 2 mit nur 246 m Bremsweg eine durchschnittliche Haltekraft P_h nach der Gleichung

$$1,05 \cdot \frac{340000 \cdot 30^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2} + 7650 \cdot 246 = P_h \cdot 246$$

mit $P_h = 12670$ kg zu erwarten, während an der Mefsdose als Höchstwert, nicht als Durchschnitt, nur 10550 kg beobachtet wurden. Bei Fahrt 3 ist die Übereinstimmung wenigstens mit dem Höchstwert (10800 kg gegen 10550 kg) angesichts des längeren Bremsweges von 546 m besser. Dagegen bleiben in den Fällen 10 und 11 die zu erwartenden Durchschnittskräfte P_h mit 9420 kg und 9900 kg wieder mit je mehr als 1000 kg selbst über den beobachteten Höchstwerten.

Am 25. April schlossen sich den planmäßigen Einzelbremsungen für die Bremswegermittlung vier Fahrten mit planmäßigen Güterzügen über die ganze Strecke Probstzella—Rothenkirchen und zurück an. Abb. 2, die keiner weiteren Erklärung bedarf, zeigt die Zusammensetzung der Züge. Zusammenstellung 2 gibt die Messungsergebnisse und die aus ihnen ermittelten Zuggewichte wieder.

Für einen Vergleich der Gegendruck- und Zusatzbremse (Klotzbremse) könnte es vielleicht zunächst scheinen, daß in der Wirksamkeit der Lokomotivtreibräder ein grundsätzlicher Unterschied nicht besteht, da ja in beiden Fällen dieselbe Reibung zwischen Rad und Schiene entweder die gleitende Reibung an den Bremsklötzen überwinden oder das Drehmoment für die als Verdichter arbeitende Lokomotivmaschine hergeben muß.

Um den Verschleiß der Bremsklötze in einigermaßen erträglichen Grenzen zu halten, ist man aber zu mäßigen Bremszylinderdrücken gezwungen. Dann beginnt die Überlegenheit der Gegendruckbremse, denn selbst bei dem beträchtlichen Bremszylinderdruck von 5 bis 5,2 at weisen die Fahrten

Zusammenstellung 2.

Zugfahrten mit Verwendung der Schiebelokomotive als Bremslokomotive bei Talfahrten auf der Strecke Probstzella—Rothenkirchen.

Fahrt Nr.	Zug		Strecke	Mittleres Gefälle ‰	Art der Bremsung der Schiebelokomotive	Mittlerer Bremsdruck im Schieberkasten bzw. Bremszylinder at	Mittlere Zugkraft am Zughaken gemessen kg	Mittlere Abbremsung durch die Schiebelokomotive t	Bemerkung
	Nr.	Last t							
1	8079	1606	Steinbach—Förtschendorf	21,6	Gegendruck	6,6	7540	390	Die abgebremsen Tonnen sind errechnet ohne Berücksichtigung des Kurvenwiderstandes
			Förtschendorf—Rothenkirchen	13,0	"	4,0	2630	246	
2	6803	1189	Steinbach—Ludwigstadt	24,2	Zusatz	2,5	4920	246	
			Ludwigstadt—Probstzella	16,0	"	2,0	5380	392	
3	6818	1256	Steinbach—Förtschendorf	21,6	"	1,4	2790	185	
			Förtschendorf—Rothenkirchen	13,0	—	1,0	—	—	
4	34239	590	Steinbach—Ludwigstadt	24,2	Gegendruck	6,5	7900	360	
			Ludwigstadt—Probstzella	16,0	"	5,3	7040	500	

10 und 11 der Zusammenstellung 1 Bremswege von 562 und 710 m auf, während die im Reibungsgewicht wesentlich leichtere T 20 Lokomotive (95 t gegen 120 t bei vollen Vorräten) den gleichen Zug auf 246 m (Fahrt 2) und aus der größeren Geschwindigkeit von 35 km/Std. auf 546 m zum Stehen brachte.

Klötze handelte, bedeutete diese eine Fahrt den endgültigen Verschleifs. Die Reifen waren bereits sehr warm geworden, so dafs ein derartiger Dauerbetrieb das Gespenst von Reifenlockerungen heraufbeschwört. Dabei waren im starken Gefälle von 24,2 ‰ (im Mittel) nur 246 t Zuggewicht abgebremsen, während die Gegendruckbremse mit 6,5 at Schieberkastendruck 360 t übernahm. Bei weiterer Ermäßigung der Bremszylinderdrücke (Fahrt 3) wird der Unterschied noch größer.

Die Frage war noch zu erörtern, wieviel Tonnen abzubremsendes Zuggewicht man den einzelnen Lokomotivgattungen, sei es mit Zusatzbremse, sei es mit der Gegendruckbremse, zumuten soll und woran für den Lokomotivführer das Vorhandensein der gewollten Bremskraft erkenntlich ist. Die eindeutige Beantwortung war insofern nicht leicht, als auch die Geschwindigkeit eine Rolle spielt, verschieden allerdings für Zusatz- und Gegendruckbremse. Während bei einem bestimmten Bremszylinderdruck die Bremswirkung mit steigender Geschwindigkeit abnimmt, weil die Reibungsziffer der Klötze sinkt, steigt die Haltekraft der Gegendruckbremse bei gleicher, nahezu geschlossener Stellung des Drosselventils mit zunehmendem Schieberkastendruck beträchtlich, weil zum Herausdrücken des mit der Geschwindigkeit steigenden sekundlichen Luftvolumens durch das Drosselventil ein immer größerer Schieberkastendruck erforderlich wird. Für die G 10 ist das weiter unten noch genauer nachgewiesen. Dabei bewegten sich in gleicher Richtung die Forderungen einerseits bei der Zusatzbremse nach einem nicht zu hohen Bremsklötzverschleifs, andererseits bei der Gegendruckbremse nach sicherer Vermeidung des Schleifens (ohne nennenswerte Inanspruchnahme des Sandstreuers), auch bei ungünstiger Reibung, und zu hoher Stopfbuchstemperaturen mit derjenigen nach einer möglichen Verstärkung auch der Lokomotivbremse für den Notfall.

Es wurde während der Versuche auch die Frage aufgeworfen, was geschieht, wenn durch ungeschickte Handhabung der Bremse der am Schluss laufenden Lokomotive im Gefälle die Schlufskuppung reißt. Die Antwort liefert folgende Betrachtung: Übernahme die Schlufsmaschine selbst 250 t Zuggewicht, so würden beim Reissen der Schlufskuppung diese 250 t mit ihrer Schwerkraftkomponente, vermindert um ihren Eigenwiderstand (2,5 kg/t), für die Beschleunigung des Zuges (ohne Schlufsmaschine) frei. Beim 1200 t-Zug auf 25 ‰ bedeutet dies eine Beschleunigungskraft von $250 \cdot (25 - 2,5) = 5625$ kg, diese erteilen dem 1200 t-Zug mit den beiden G 10 Lokomotiven an der Spitze, also einem Gesamtgewicht

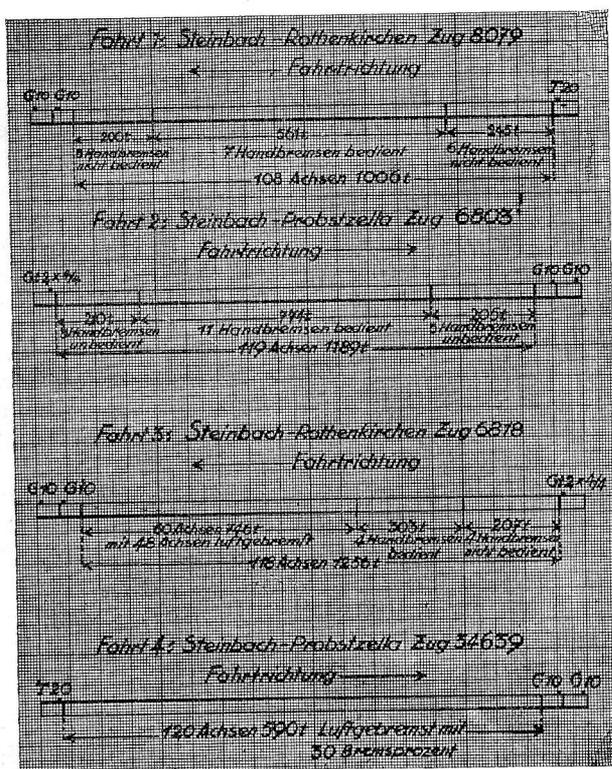


Abb. 2. Zugbilder der Bremsfahrten mit normalen Zügen.

Noch augenfälliger zeigte sich die Überlegenheit der Gegendruckbremse an ein und derselben T 20, wo der Zug von 340 t mit der Zusatzbremse überhaupt nicht zum Stehen gebracht werden konnte. Dabei sind so hohe Drücke im Bremszylinder auf die Dauer gar nicht tragbar. Bei der Fahrt 2 der Zusammenstellung 2 waren bei Bremszylinderdrücken von 2,5 bzw. 2 at die Bremsklötze bei der einen Talfahrt (13 km) um 23 mm abgenutzt. Da es sich um bereits zum Teil abgeschliffene

von 1420 t (bei mittleren Tendervorräten) eine Anfangsbeschleunigung

$$p = \frac{5625 \cdot 9,81}{1420000 \cdot 1,05} = 0,0385 \text{ m/Sek.}^2$$

worin der Wert 1,05 wieder die zusätzliche Drehungsenergie der Räder berücksichtigt.

Sieht man von dem Luftwiderstand bei den immerhin noch mäßigen Güterzuggeschwindigkeiten ab, so ist diese Beschleunigung als annähernd unveränderlich zu betrachten und hat beispielsweise die Wirkung, daß nach einer Minute der Geschwindigkeitszuwachs

$$\Delta V = 60 \cdot 0,0385 = 2,31 \text{ m/Sek.}$$

oder auf km/Std. bezogen

$$\Delta V = 3,6 \cdot 2,31 = 8,3 \text{ km/Std.}$$

beträgt.

Von 25 km/Std. wäre dann die Geschwindigkeit auf rund 33 km gestiegen. Diesen Zuwachs merkt aber der aufmerksame Lokomotivführer zweifellos, ja schon vorher, selbst wenn ungünstigerweise das Pfeifensignal der abgerissenen Lokomotive auf der Zuglokomotive nicht gehört wird. Da nun niemals für den Betrieb die Grenzwerte der Bremskräfte angewandt werden, so ist eine Verstärkung der Bremskraft der Vorspannlokomotive noch möglich, und da die Zuglokomotive normal überhaupt noch nicht zur Abbremsung der Zugkraft eingesetzt war, sie also selbst für 250 t Zuggewicht einspringen kann (Abb. 1 und Fahrt 13 der Zusammenstellung 1), so ist der Vorfall nicht gefährlich. Und zwar kann sie einspringen nicht nur für die Ausgleichung der Schwerkraft, sondern auch für die zum Anhalten nötige Verzögerungskraft, die zu ergänzen sein würde durch schärferes Anlegen der normalen Zugbremsen. Vor allem aber ist für die Gegendruckbremse der T 20 Lokomotive zu sagen, daß beim Zutalbremsen von 250 t Wagen- gewicht der Schieberkastendruck so klein bleibt, daß ein Schleifen der Räder nicht zu befürchten ist, und nur ein Aussetzen der Bremswirkung nach einem Schleifen und ungeschicktes Wiedereingansetzen der Gegendruckbremse könnte überhaupt einen Kupplungsbruch herbeiführen. Beim normalen, vorsichtigen Ingangsetzen der Gegendruckbremse ist im Gegenteil das Auffangen des Zuges auf dem Druckluftpolster immer ein geradezu elastisches. Ebenso ist nicht ersichtlich, wie die mäßig angesetzte Zusatzbremse plötzliche, mit Rißgefahr am Zugende verquickte Zerrungen ergeben sollte. Es handelt sich also zusammenfassend um ein unwahrscheinliches, aber selbst dann noch zu beherrschendes Ereignis.

Und das bleibt auch so in dem ungünstigeren Falle, daß der Zug nur 800 t schwer ist, so daß also die entfesselte Schwerkraftkomponente der 250 t sich auf die kleinere Masse von 1020 t auswirken würde. Der minutliche Geschwindigkeitszuwachs würde dann einfach ein im Verhältnis 1420 : 1020 vergrößerter sein, also $\Delta V = 11,6 \text{ km/Std.}$ betragen. Diese größere Beschleunigung müßte aber dem aufmerksamen Führer noch schneller auffallen, und die Verhältnisse hinsichtlich der Bremsung durch die Lokomotiven liegen insofern noch günstiger, als der auf sie entfallende Zugteil relativ größer ist. Übrigens wäre die Bildung solcher Züge, wenigstens beladen oder unter 120 Achsen eine Ungeschicklichkeit der Stationen, da dann für nur 100 t eine schwere Schiebelokomotive angesetzt werden müßte.

Im Sinne betrieblicher Vorsicht leisten diese Überlegungen noch eins: sie unterstreichen die Wichtigkeit der Ausrüstung der Lokomotiven mit augenblicklich anzeigenden Geschwindigkeitsmessern, bzw. rechtfertigen deren Vorhandensein auch auf langsam fahrenden Lokomotiven. Denn sie unterstützen das Gefühl des Lokomotivführers für einen Geschwindigkeitszuwachs in sicherster Art. Daß in starken Gefällen der Führer öfter einen Blick auf den Geschwindigkeitsmesser wirft, und ganz sicher dann, wenn er eine Beschleunigung zu verspüren meint, ist eine selbstverständliche Forderung an sein Pflichtgefühl.

In das Gebiet der Betriebssicherheit gehört auch die Ausrüstung der Steilrampen-Lokomotiven mit weittönenden Pfeifen (oder Typhonen) zur gegenseitigen Verständigung und der des Zugpersonals; denn gerade die Steilrampen mit ihren oft häufigen, z. T. im Tal verlaufenden Krümmungen pflegen nicht gerade ein akustisches Optimum zu sein.

Das Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald glaubte auf Grund der beschriebenen Versuche die Übernahme von 200 t Wagenlast auf die G 10 Vorspannlokomotive oder die bayerische 2 . 4/4 gek. Schiebelokomotive empfehlen zu sollen, während die mit der Gegendruckbremse ausgerüstete Schubmaschine für die Talfahrt 250 t beherrschen sollte. Angesichts des starken Bremsklotzverschleißes empfahl das Amt weiter, es bei 1,5 at Bremszylinderdruck bewenden zu lassen. Bei einer solchen Regelung würde aber die erforderliche Bremskraft aus der bayerischen Tenderlokomotive kaum noch, und noch weniger aus der G 10 herauszuholen sein.

Die damals unterlassene Rechnung, wie ich sie oben gebracht habe, weist nämlich darauf hin, daß die Kraft zum Ausgleichen der Schwerkraftkomponente bei kleinen Bremswegen und erst recht bei solchen von 500 m und mehr ausmacht; im letzteren Fall etwa das $\frac{3}{4}$ fache. Wenn also die G 10 Lokomotive mit 5 at Bremszylinderdruck 208 t auf allerdings 242 m aus 30 km/Std. Geschwindigkeit anzuhalten vermochte, so sind für die Absenkung jedenfalls mehr als 1,5 at erforderlich, und zwar auch dann noch, wenn man für die wirkliche Geschwindigkeit von 25 km/Std. bereits mit einer kleinen Zunahme der Reibungsziffer (gegenüber 30 km Std.) rechnet. Aus der Zusammenstellung 2 geht weiter hervor, daß für die Talfahrt auf 1 : 40 mit gleichmäßiger Geschwindigkeit die bayerische Gt 2 . 4/4 mit 2,5 at 246 t abzusenken vermag, so daß also bei der Forderung von 200 t Wagenlast noch 2 at Zylinderdruck erforderlich bleiben würden. Da man unter 200 t mit der an sich schweren Lokomotive nicht gut herunter gehen will und ein Umbau für die Gegendruckbremse zunächst noch nicht ausgeführt werden kann, so muß es schon bei der damit verbundenen Bremsklotzabnutzung verbleiben. Für die G 10 Lokomotive ist diese Bemerkung allerdings überholt, weil die auf der Strecke Probstzella—Rothenkirchen verkehrenden Lokomotiven dieser Gattung inzwischen sämtlich Gegendruckbremse erhalten haben.

Die Reichsbahndirektion Nürnberg, die als örtlich zuständige Verwaltung die Vorschriften für den Betrieb der Steilrampe ausarbeiten hatte, sah gleichfalls 200 t für die G 10 Lokomotive und weitere 200 t für die Schubmaschine vor; sie unterscheidet drei Fälle:

einmal: die Beförderung eines Zuges von 701 und mehr Tonnen mit zwei G 10 an der Zugspitze und einer Gt 2 . 4/4 oder einer T 20 am Zugschluß,

zweitens: Züge mit einem Zuggewicht zwischen 350 und 700 t mit einer G 10 Lokomotive vorn und einer hinten und drittens: Züge von 350 und weniger Tonnen mit einer G 10 Lokomotive.

Die Übertragung der Bremsung von 400 t Zuggewicht auf die Lokomotiven sollte dabei für den ersten Fall, die für 200 t für den zweiten Fall gelten, während für den leichten Güterzug mit einer Lokomotive auf deren Mitwirkung als Bremsfahrzeug verzichtet wurde. Den Grad der Abbremsung der Zug- und Schiebelokomotive mittels Gegendruck- oder Zusatzbremse sollten die örtlichen Stellen bestimmen, doch war die Entscheidung, daß die G 10 mit 200 t und eben damit die schwere Schiebelmaschine anzusetzen sei, schon in der oben genannten Bestimmung vorweg genommen.

Inzwischen wurde die Ausrüstung der G 10 Lokomotiven mit Gegendruckbremse betrieben und eine der ersten derartigen Lokomotiven in der Zeit vom 27. August bis 3. September 1924 auf der Strecke Grunewald—Wiesenburg mit dem Mef-

wagen I des Lokomotiv-Versuchsamts eingehenden Versuchen unterzogen. Die Versuche wurden diesmal so vorgenommen, daß die Lokomotive mit Gegendruckbremse von einer G 12 Lokomotive mit dazwischen gekuppeltem Mefswagen geschleppt wurde. Das Mefsdosenende war dabei naturgemäß der G 10 Lokomotive zugekehrt. Die auftretenden Zugkräfte wurden selbsttätig registriert, die Lokomotive außerdem in bestimmten Intervallen indiziert. Bei den Versuchen wurde die Geschwindigkeit mit 25 km/Std. auf einem Wert gehalten, der der höchsten Geschwindigkeit der Güterzüge auf der Probstzeller Steilrampe entspricht. Die Abb. 3 zeigt die bei diesen Fahrten erreichten Zugkräfte in ihrer Abhängigkeit vom Schieberkastendruck.

Angesichts des wechselnden Profils (mit an sich mälsigen Neigungen) waren die beobachteten Kräfte zweckmälsig noch umzurechnen auf die Ebene, indem also die jeweils zum Heben und Senken der geschleppten Lokomotive erforderliche Kraft noch in Anrechnung gebracht ist (Abzug bzw. Zuzählung). Diese Bremskräfte der Ebene, als einheitliche Basis, nicht die in der wechselnden Neigung beobachteten Einzelwerte, kommen in der Abbildung zum Ausdruck.

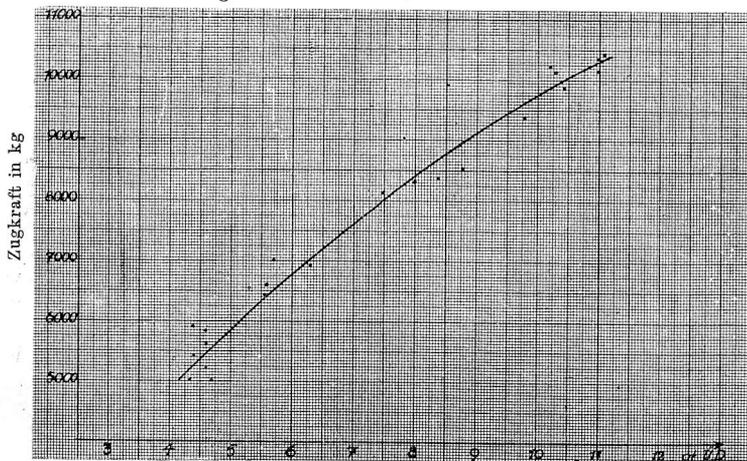


Abb. 3. Mit der Gegendruckbremse der G 10-Lokomotive bei 25 km/Std. erreichte Zugkräfte bezogen auf die Ebene.

Aus dieser Kurve ist dann auf dem Berechnungswege die Kurvenschar der Abb. 4 entwickelt, dabei ist als Abszisse das Gefälle in ‰, als Ordinate das Zuggewicht aufgetragen, das jeweils in gleichförmiger Fahrt mit 25 km/Std. abgesenkt werden kann. Der Widerstand der Wagen- und Tenderachsen ist hierbei mit 2,5 kg/t, derjenige der Treibachsen mit 5 kg/t eingesetzt. Auf die Berücksichtigung des Luftwiderstandes wurde angesichts der geringen Geschwindigkeit verzichtet.

Das hier gewonnene Material ist wesentlich erschöpfender als das der Halteversuche und Talfahrten mit den Zügen des Betriebs bei Probstzella, auch weil der Systematik bei den reinen Versuchsschleppfahrten noch besser Rechnung getragen werden konnte.

Die Kurve der Abb. 5 zeigt, daß bei ein und derselben Stellung des Drosselventils und zwar derjenigen, mit der die Höchstwerte der Abb. 3 für 25 km/Std. erhalten wurde, der Schieberkastendruck außerordentlich mit der Geschwindigkeit veränderlich ist. Bei kleinen Geschwindigkeiten ist die Veränderlichkeit fast linear, bei größeren Geschwindigkeiten steigt der Druck langsamer. Wenn das Lokomotiv-Versuchsamt den Grund dafür in den bei höheren Drücken sich stärker bemerkbar machenden Undichtigkeitsverlusten sucht, so ist dem um so mehr beizutreten, als man für unbedingte Dichtigkeit eigentlich ein stärkeres als das lineare Wachsen annehmen müßte, da die Strömungswiderstände der Luft doch mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, die ihrerseits theoretisch linear mit der Fahrgeschwindigkeit steigt, wachsen. In Wirklichkeit dürfte indes das sekundlich angesaugte Luftvolumen, eben wegen der Wider-

stände beim Ansaugen, schwächer als die Fahrgeschwindigkeit zunehmen.

Überträgt man den Inhalt der Abb. 5, nämlich die starke Beeinflussung des Schieberkastendruckes durch die Geschwindigkeit, auf die Abb. 4, so erkennt man, daß die hier verzeichneten Drücke nur einer bestimmten Geschwindigkeit zugeordnet sein können — eben 25 km/Std.; jede abweichende Geschwindigkeit wird eine andere Kurvenschar ergeben. Man kann also nicht ohne gleichzeitige Geschwindigkeitsangabe einen Schieberkastendruck benennen, der die Übernahme eines bestimmten Wagen Gewichtes auf die Lokomotive als Bremsfahrzeug gewährleistet. Eine solche Geschwindigkeitsangabe erfolgt dann zweckmälsig für die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der Gefällstrecke, also die 25 km/Std.

Hierbei übernimmt also die G 10 auf 1:40 bei 6 at Schieberkastendruck mit der Rigenbachbremse 200 t Zuggewicht. Die Inanspruchnahme des

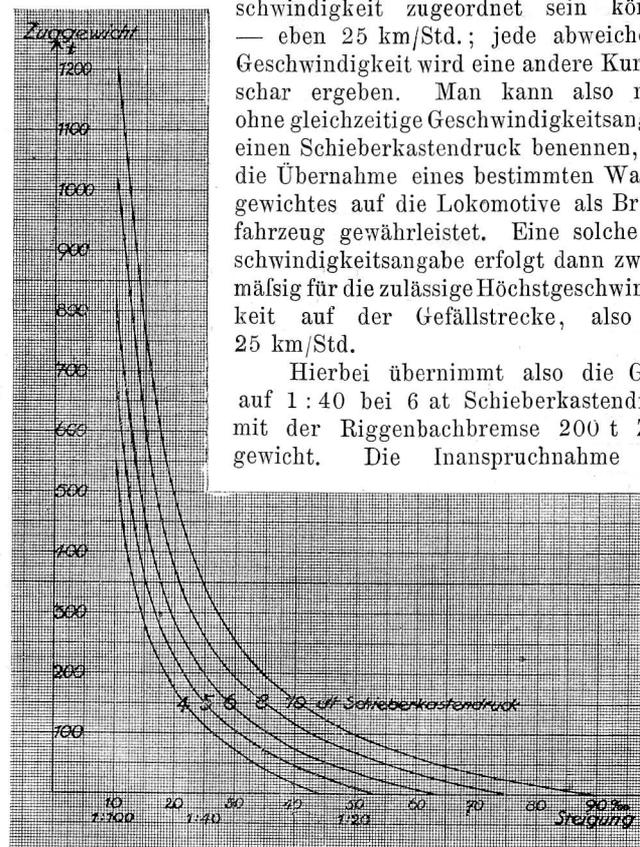


Abb. 4. Mit der Gegendruckbremse auf Gefällstrecken bei versch. Schieberkastendrücken auf gleichbleibender Geschwindigkeit von 25 km/Std. gehaltene Zuggewichte (G 10 Lok.).

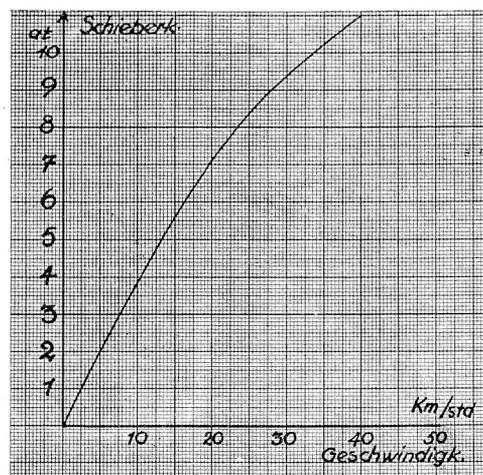


Abb. 5. Zunahme des Schieberkastendruckes mit wachsender Geschwindigkeit bei unveränderter Stellung des Drosselventils.

Reibungsgewichtes ist dabei bescheiden, eine Steigerung des Druckes auf 10 at ergibt eine kräftige Reserve für mälsige Bremswege. Selbst bei dem unwahrscheinlichen Ausfall der Schiebemaschine in der Bremswirkung könnten die beiden G 10 unter Ausnutzung hoher Schieberkastenspannungen — nötigen-

falls unter Sicherung der Reibung durch den Sandstreuer — bis zu 700 t auf sich nehmen, während doch 400 bis 450 t nur vorgesehen sind, d. h. sie könnten nicht nur die gleichmäßige Talfahrt sichern, sondern auch den Zug unter gleichzeitiger Verstärkung der Wirkung seiner übrigen Bremsen im Gefälle stellen. Die vollen 700 t würden allerdings schon geschickte Führer voraussetzen.

Der normale Betrieb mit 200 t Wagengewicht als Senklast für die G 10 sichert zugleich eine Schonung der Stopfbüchsen gegenüber hohen Temperaturen. In dieser Beziehung verhält sich überhaupt die G 10 günstiger als die T 20; bei den Versuchen stieg die Temperatur erst nach Erreichung von 9 at ohne Einspritzung auf 350°; bei der dann in Tätigkeit gesetzten Wassereinspritzung (Kesselwasser*) überschnitt die Temperatur auch bei 11 at diesen Wert nicht.

Es erhebt sich die Frage, ob man nicht einfach aus diesem Material Rückschlüsse auf die Bremskraft der T 20 ohne nochmalige Versuche wenigstens annähernd ziehen kann. Die Frage ist zu bejahen. Man könnte zunächst an eine Proportionalität der Bremskräfte mit den Reibungsgewichten denken. Hierzu ist zu bemerken, daß die Reibungsgrenze immerhin nicht ganz die Rolle spielt, wie bei der Bergfahrt. Das Bremsdiagramm ist gegenüber dem aktiven Dampfdiagramm erheblich kleiner*) und zwar soviel, daß die Verkleinerung auch nicht ausgeglichen wird durch den Umstand, daß die Triebwerksreibung ihr Zeichen umkehrt, bei der Talfahrt also bremsen hilft. Ein Vergleich der Reibungsgewichte führt dann (bei vollen Vorräten) auf eine Wagenbremslast der T 20 von 253 t. In anbetracht der vorzüglichen Sandung der T 20 — volles Reibungsgewicht für beide Fahrtrichtungen — könnte man diese je Tonne Reibungsgewicht sogar etwas höher bewerten. Man muß aber andererseits bedenken, daß die Schiebelokomotiven auf dem Brechpunkt mit bereits stark verminderten Vorräten, also vermindertem Reibungsgewicht ankommen, so daß man über 250 t doch zweckmäßig nicht hinausgehen wird. Auf fast genau den gleichen Betrag (246 t) führt auch der Vergleich der Triebwerkscharakteristiken $C = \frac{d^2 \cdot h}{D}$, wobei man sogar

noch eine Vermehrung für die T 20 angesichts ihres höheren Kesseldruckes im Verhältnis von 14 zu 12 at an sich würde rechtfertigen können. Von dem damit sich ergebenden Wert von 288 t wird allerdings aus den oben erörterten Gründen zweckmäßig abzusehen sein. Einen Fehler hinsichtlich verschiedener Lastgruppierung vom Reibungs- zum Gesamtlokomotivgewicht begeht man bei den beiden Lokomotivgattungen im Falle teilweiser erschöpfter Vorräte nicht.

Damit ist dann auch die Anweisung für den Lokomotivführer gegeben. Er wird mit der Gegendruckbremse der G 10-Lokomotive bei der Höchstgeschwindigkeit von 25 km/Std. im Gefälle 1:40 mit einem Schieberkastendruck von 6 at zu fahren haben, um auf 200 t gebremstes Zuggewicht rechnen zu können, während bei der T 20, wenn man nur 200 t zulassen will, das Manometer etwa 5 at zeigen müßte. Daß auch eine Übernahme von 250 t auf die T 20 als bremsende Schlußmaschine (bei 6 at) unbedenklich wäre, ist oben gezeigt worden. Dagegen muß man bei der Gt 2.4/4, solange die Gegendruckbremse noch fehlt, den durch 2 at Bremszylinderdruck bedingten Bremsklotzverschleiß in Kauf nehmen, da sonst wenigstens im vollen Gefälle 1:40 keine 200 t mehr von der Lokomotive übernommen werden. Auf den schwächer fallenden Teilen der Steilrampe müssen natürlich unter sonst gleichen Umständen auch die Drücke der Riggenbachbremse ermäßigt werden.

Am 18. und 19. Dezember 1924 sind dann auf der Probstzellaer Steilrampe noch Versuche mit einer geschleppten

T 20 gemacht worden, bei denen das Einspritzkühlwasser für die Gegendruckbremse nach dem Vorschlage des Erfurter Maschinenamtsvorstandes (Reichsbahnrat Schleifenheimer) nicht in den Schieberkasten, sondern unmittelbar in die Zylinder durch die Deckel eingeleitet wurde. Der Zweck dieser Maßnahme sollte eine Herabsetzung der hohen Verdichtungs-temperatur sein, und er ist, wie die Messungen ergaben, auch in vollem Umfange erreicht worden. Die Kühlung findet hier an der Entstehungsstelle der hohen Temperatur im Zylinder, sozusagen in statu nascendi, statt.

Die Höchsttemperatur bei der neuen Einspritzungsart lag 40° tiefer, auch der Wasserverbrauch blieb mit 750 kg im Mittel für jeden Zylinder unter 1050 kg der bisherigen Anordnung bei zwei völlig vergleichsfähigen Fahrten. Bei den vorhandenen Lokomotiven ist diese Einrichtung ohne sonstige Abänderung der Zylinderdeckel nur durch die Einführung der Spritzrohre durch die Indikatorstützen möglich, die damit ihrer eigentlichen Verwendung entzogen werden. Für den Neubau müßten die Zylinderdeckel zusätzliche Rohrnocken erhalten, es wird noch zu erwägen sein, ob, wenn man sich auf mäßige Schieberkastendrucke und also auch auf mäßige Verdichtungs-temperaturen beschränkt, diese Maßnahme erforderlich ist. Allerdings wäre die Hinzufügung dieser Nocken ein an sich billiges Mittel, im Notfalle auch hohe Verdichtungs-temperaturen besser zu beherrschen, freilich wäre auch die Möglichkeit zu Wassersschlägen bei kleinen Drücken eher vorhanden. Bei den geschilderten Versuchen, wo stets auf Zugkräfte von 10 t und darüber gefahren wurde, war die Bildung von Kondenswasser nicht festzustellen.

Neue Erkenntnisse für die Wirkung der Gegendruckbremse brachten diese Versuche naturgemäß nicht, zumal das Fahren mit mittleren Drücken unterlassen wurde, um die Wirksamkeit des Abänderungsvorschlages gerade für die höchste Beanspruchung festzustellen.

Das Thema des Gegendruckbetriebes auf der Steigung 1:40 ist im vorstehenden nunmehr erschöpfend behandelt. Es erhebt sich noch die Frage, bis zu welchen Neigungen man die Gegendruckbremse zweckmäßig anwendet. Hier mag nun zurückgegriffen werden auf die Abb. 4, aus der hervorgeht, daß man auf einem Gefälle von 1:100 mit der G 10 bei der üblichen Inanspruchnahme des Reibungsgewichtes 1000 t mit 8 at Schieberkastendruck und 25 km/Std. zu Tal zu bremsen vermag, d. h. dasselbe Zuggewicht, das die Lokomotive zu Berg zu schleppen vermag. Hieraus darf allerdings auch nicht einmal theoretisch der Schluß gezogen werden, daß man unter Umständen den ganzen Zug restlos mit der Gegendruckbremse bedienen könnte; denn es handelt sich in dieser Abbildung immer nur um das gleichmäßig herabzulassende Wagengewicht, ohne eine Reserve für Verzögerung bei voller Inanspruchnahme des Reibungsgewichtes. Sieht man eine solche Reserve vor, unter gleichzeitiger Beschränkung auf kleinere Schieberkastendrucke zur Schonung der Stopfbüchsen, so muß auch auf der mäßigeren Steigung 1:100 ein großer Anteil des Zuges den üblichen Bremsen verbleiben. Dazu kommt noch, daß bei alleinigem Vorhandensein der Gegendruckbremse ohnehin ein gleiches Maß von Betriebssicherheit nicht als vorhanden angenommen werden darf, weil die Gegendruckbremse schlimmstenfalls gleich ganz oder mit einem erheblichen Anteil ausfällt, während bei der Luftdruckbremse kaum gleichzeitig mehrere Bremsapparate in Unordnung sein werden, und überdies die Möglichkeit einer Bremsprobe auch im Stillstand vorhanden ist. Bei den Fahrten mit mehreren Lokomotiven mit Gegendruckbremse tritt dieser Gesichtspunkt mehr in den Hintergrund; es müßte schon ein unwahrscheinlicher Zufall sein, daß gleichzeitig an mehreren Lokomotiven die Riggenbachbremse schadhafte würde. Daß es für eine der Lokomotiven unbedenklich wäre, wurde oben in etwas anderem Zusammenhange gezeigt.

*) Organ 1924, S. 98.

Für kleine Bremskräfte ist die Gegendruckbremse nicht geeignet; will man ihren Bestandteilen keine übermäßig grossen Abmessungen geben, so bedeutet bereits das ganz geöffnete Drosselventil bei Geschwindigkeiten um 30 km/Std. herum einen solchen Durchgangswiderstand für die verdichtete Luft, daß Schieberkastendrucke von 2 bis 3 at nicht unterschritten werden können. Für geringere Gefälle, wo man also für die ungestörte Talfahrt mit kleinen Bremskräften auskommt, verliert damit die Gegendruckbremse ihre Bedeutung als Senkbremse. Zum eigentlichen Anhalten des Zuges ist sie der Klotzbremse gleichfalls unterlegen. Ihre Wirksamkeit, gegeben durch den Schieberkastendruck als Funktion des sekundlichen Luftvolumens, sinkt mit abnehmender Geschwindigkeit, während die Wirkung der Klotzbremse im gleichen Falle wegen der Zunahme der Reibungsziffer steigt.

Wenn das Drosselventil und alle an der Gegendruckbildung beteiligten Organe nicht vollständig dicht sind, ist in starken Gefällen sogar ein ganz langsames Weitergleiten des Zuges möglich, weil dann die Undichtigkeiten genügen, um die bei sehr kleinen Geschwindigkeiten sekundlich aufkommenden geringen Luftvolumina wieder zu entlassen. Das letzte Anhalten wird deshalb vorsichtigerweise häufig durch Geben eines kurzen Gegendampfstoßes (die Steuerung liegt ja schon rückwärts) oder durch Anziehen der Zusatzbremse bewirkt. Das Festhalten des Zuges im Gefälle bedingt ohnehin das Anlegen der Luftdruckbremse, die also auch aus diesem weiteren Grunde nicht entbehrt werden kann.

Bis zu welchem unteren Grenzwert der Neigung man in der Anwendung der Gegendruckbremse gehen will, ist bis zu einem gewissen Grade willkürlich, wenn nur die Bedingung erfüllt ist, daß ein Schieberkastendruck von mindestens 3 at (besser 4 at) notwendig ist, um einen ansehnlichen Teil des Zuges (allerdings zweckmässig i. a. weniger als 50 v. H.) zu beherrschen. Diese Bedingung wird bei 1:100 noch häufig erfüllt sein. Auch eine grössere Anzahl G 12 Lokomotiven, die auf dieser Steigung nach Ausrüstung mit völliger Sandung ihres Reibungsgewichtes den 1200 t-Zug allein zu befördern vermögen, werden zur Zeit mit Gegendruckbremse ausgerüstet. Eine der ersten wird dem Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald überwiesen werden.*

Die Abhandlung ist wiederum ein Beweis dafür, daß den Versuchen mit dem Lokomotiv-

Mefswagen ein hoher Wert sowohl nach Seiten der Wirtschaftlichkeit als auch der Betriebssicherheit innewohnt. Die erzielten genauen Ergebnisse wären durch bloße Betriebsversuche nicht zu gewinnen gewesen.

Zusammenfassung.

Das Ergebnis der vorstehend erörterten Versuche läßt sich kurz in folgenden Leitsätzen zusammenfassen:

1. Die Gegendruckbremse ist eine vorzügliche Senkbremse für grössere Gefälle, um einen nennenswerten Anteil des Zuges (je nach dem Gefälle) für die gleichmässige Talfahrt zu bedienen; als Haltbremse daneben und für den von der Gegendruckbremse nicht beherrschten Zugteil ist das Vorhandensein der durchgehenden Luftdruckbremse zu fordern.

2. Die Bemessung derjenigen Zuganteile, die von den Lokomotiven mit Gegendruckbremse zu übernehmen sind, geschieht zweckmässig unter der Voraussetzung, daß Schieberkastendrucke von 6 at für die normale Talfahrt nicht überschritten werden. Dies gewährleistet eine mässige Inanspruchnahme der Reibung an den Treibrädern (kein Gleiten) und vermeidet hohe Stopfbuchstemperaturen. Auch verbleibt eine Reserve für Verzögerung durch Drucksteigerung. Die dabei zu beherrschenden Zuggewichte betragen auf dem stärksten deutschen Hauptbahngefälle 1:40 etwa das 2,7 fache des Reibungsgewichtes der Lokomotive; sollte dieser Anteil aus anderen Erwägungen schon zu erheblich erscheinen, so wäre der Schieberkastendruck entsprechend nachzulassen.

3. Der wirtschaftliche Erfolg der Gegendruckbremse beruht auf der Verminderung der Bremsprocente des Zuges nach der Bremstafel, d. h. es wird das Mitschleppen von Bremsballastwagen einschliesslich der Rangierarbeiten für ihre Einstellung unnötig. Solange die Kunze-Knorrbremse noch auf die Spitzengruppe beschränkt ist, entfallen auch die Personalkosten für dasjenige Bremspersonal, das die ersparten Bremsprocente zu bedienen hätte. Die Ausgaben für Bremsklötze werden in jedem Falle entsprechend geringer.

4. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Talfahrt gegen alle Gefahrfälle ist die Ausrüstung der Lokomotiven mit augenblicklich anzeigenden Geschwindigkeitsmessern und weit tönenden Pfeifen (Typhonen) zu fordern.

Der Viadukt über die Orbe bei Vallorbe.

(Linie Lausanne-Vallorbe.)

Von Ad. Bühler, Brückeningenieur bei der Generaldirektion der Schweizer Bundesbahnen.

Zur Zeit wird der grosse Talübergang über die Orbe zwischen den Stationen Le Day und Vallorbe umgebaut. Der Umbauvorgang ist ein eigenartiger und dürfte bisher zum ersten Male angewendet worden sein.

Die alte in den Jahren 1867 bis 1869 erstellte Brücke bestand aus zwei gemauerten, mit Sparöffnungen versehenen Widerlagern und zwei hohen steinernen Pfeilern, die einen eisernen Überbau mit Stützweiten von 23,5 + 56,0 + 36,5 m trugen. Die grösste Höhe über der Orbe beträgt 59 m. Entsprechend dem von Anfang an doppelspurig angelegten Unterbau dieser wichtigen Durchgangslinie wurde der Viadukt für zwei Gleise angelegt, einschliesslich dem eisernen Überbau. Letzterer wurde »zweispurig« angeordnet, das heisst für die Aufnahme der zwei Gleise wurden nur zwei Hauptträger im Abstände von 5 m vorgesehen. Auf der Strecke wie auf dem Viadukt wurde zunächst nur ein Gleis gelegt. Erst im Jahre 1905 erfolgte die Legung der Doppelspur auch zwischen Le Day und Vallorbe, so daß, nach mannigfachen Änderungen und Verstärkungen am Überbau, der Viadukt von diesem Zeitpunkt an das in Abb. 1 ersichtliche Aussehen aufwies.

Mit der Elektrifikation der Linie Lausanne—Vallorbe galt es auch diesen Viadukt umzubauen, da er in verschiedener Hinsicht für den neuzeitlichen Verkehr nicht mehr als genügend tragfähig angesehen werden konnte. Nach eingehenden Untersuchungen wurde der Umbau in einen steinernen Viadukt vorgesehen, unter Benützung des gesamten Unterbaues der alten eisernen Brücke, und zwar erfolgt der Umbau ohne den eisernen Überbau zu verschieben. Der Abbruch des letzteren geschieht während der Erstellung des oberen Viaduktteils.

Die Durchführung der Bauarbeiten — die sich zur Zeit der Beendigung nähern — begann damit, daß eines der beiden Gleise abgebrochen, sodann in die Brückenachse gelegt und schliesslich an das eine der durchgehenden Gleise angeschlossen wurde, worauf das zweite äussere Gleis gleichfalls abgebrochen werden konnte. Durch den einspurigen Betrieb der Linie Le Day—Vallorbe war der eiserne Überbau so weit entlastet, daß die seinerzeit zur Verstärkung angebrachten Hängewerke entfernt werden konnten. Hierauf wurden die drei grossen Gewölbe von 30, 44 und 19 m Lichtweite zwischen die beiden Hauptpfeiler und Widerlager eingebaut und die Pfeiler der

Entlastungsgewölbe erstellt (Abb. 2). Nachdem diese genügend hoch aufgeführt waren, konnte der eiserne Überbau darauf abgestützt werden. Im Anschluß hieran wurden zwischen den Hauptträgern des eisernen Überbaues die Pfeiler der Entlastungsgewölbe weiter aufgebaut bis in die Nähe der Längsträger (Abb. 3). Um die alte Eisenkonstruktion nun raschestens entfernen zu können und um Platz für den Baubetrieb zu gewinnen, wurden Hülfssträger (Zwillingsträger) eingebaut, die den Raum zwischen den Entlastungspfeilern überbrücken. Diese Träger

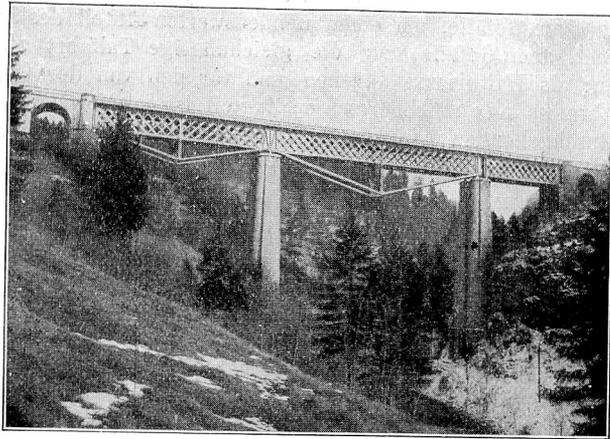


Abb. 1. Viadukt über die Orbe bei Vallorbe vor dem Umbau.

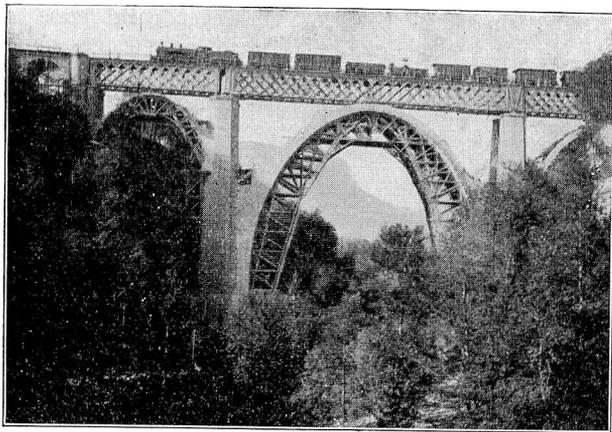


Abb. 2. Einbau der drei großen Gewölbe nach Entfernung des Hängewerks.

wurden in geeigneten Betriebspausen eingelegt, in Abschnitten von 10 bis 40 m Länge auf einmal, worauf sich der eiserne Überbau leicht abbrechen ließ, und zwar mit Hilfe eines auf den Obergurten laufenden Bockkranes. Nach Freilegung der Steinkonstruktion können nunmehr die Entlastungspfeiler im oberen Teile verbreitert und die Entlastungsgewölbe auf die ganze Breite betoniert werden (Abb. 4). Anschließend daran kann der Aufbau vollendet, sowie die Doppelspur in ursprünglicher Lage gelegt und an die Streckengleise wieder angeschlossen

werden. Die gesamten Bauarbeiten sollen auf 1. Juni d. Js. beendet sein.

Die Kosten des Brückenumbaus betragen mit Einschluß aller Nebenarbeiten, der Verwaltungskosten und Verzinsung rund Fr. 1 150 000; diejenigen der Unterbauarbeiten rund Fr. 900 000, worin die großen Lehrgerüste mit Fr. 100 000 inbegriffen sind. Das Ausmaß des fertigen Viaduktes wird 19 000 cbm betragen, wovon 10 000 cbm neu und 9 000 cbm alt (Fr. 260 000 Buchwert) sind.

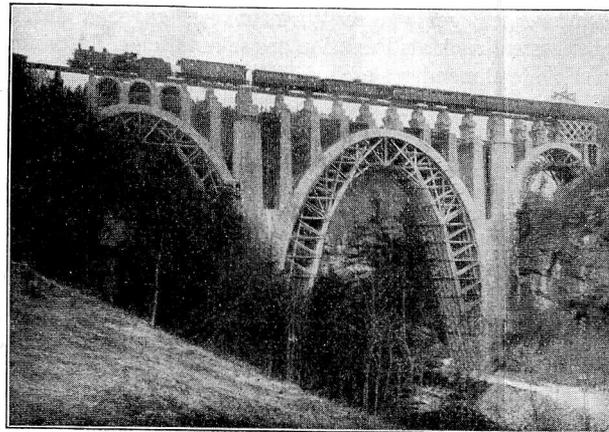


Abb. 3. Aufbau der Pfeiler der Entlastungsgewölbe.

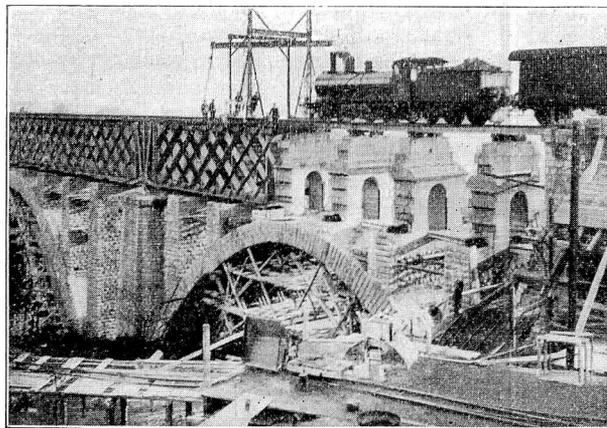


Abb. 4. Fertigstellung der Entlastungs-Pfeiler und -Gewölbe.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß im Benehmen mit den interessierten Gemeinden über den großen Gewölben ein öffentlicher Gehsteig erstellt wird, der durch die Sparöffnungen der Entlastungspfeiler führt. Die Ausführung der Arbeiten erfolgt durch die Unternehmung Bollini & Chiavazza in Baulmes, die ihrerseits die Erstellung der kühnen Lehrgerüste dem bekannten Gerüstbauer Coray übertragen hat.

Das gute Gelingen des Umbauvorganges hat dazu Veranlassung gegeben, beim Umbau des Grandfeyviaduktes, unseres größten und höchsten Talüberganges, ein gleiches Vorgehen in Aussicht zu nehmen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Werkstätten, Stoffwesen.

Druckluft-Hebevorrichtung zum Auswechseln schadhafter Tragfedern an Güterwagen.

Der große Schadwagenbestand in Nürnberg Rbf. zu Beginn des Jahres 1924 erforderte dringend eine wirksame Entlastung der zuständigen Ausbesserungswerke. Die Behebung kleinerer Schäden an

Güterwagen, wie Ersatz von Puffern und Pufferfedern, Zugstangenfedern, Bremsklötzen, Achsbüchsen, Kupplungen usw., wurde bereits ausgiebig gehandhabt. Nun wurde auch noch der Wechsel schadhafter Tragfedern übernommen, als ein eigenes Ausbesserungsgleis und ein genügender Tragfedervorrat beschafft waren.

Bisher mußten alle Wagen mit gebrochenen oder verschobenen

Auch die auf S. 79 stehende Angabe: „Gewöhnlich soll bei Lokomotiven durch 1 qm Heizfläche 60 bis 65 kg Dampf erzeugt werden“ ist in dieser allgemeinen Fassung nicht zutreffend. Diese Zahlenwerte sind bekanntlich nur auf P- und S-Lokomotiven anwendbar; für G-Lokomotiven liegt die Verdampfungsziffer bei etwa 40 bis 45 kg, also wesentlich niedriger.

3. Bauliche Einzelheiten. Den Angaben über Festigkeit der kupfernen und eisernen Stehbolzen liegen in Wirklichkeit qmm zugrunde, gedruckt sind jedoch qcm. — Bei Besprechung der Messing-Heizrohre hätte wohl erwähnt werden können, daß solche reines Speisewasser verlangen, da sie sonst bei Kesselsteinansatz an Festigkeit einbüßen und durch den Dampfdruck zusammengedrückt werden; ein Hauptgrund, weshalb die deutschen Bahnverwaltungen schon frühzeitig eiserne Heizrohre eingeführt haben. Die Serve-Rohre (S. 128) werden zu günstig besprochen. Bei uns haben sie, wie bekannt, versagt. Dieser Hinweis dürfte nicht fehlen, damit Unkundige vor ihrer Verwendung gewarnt werden.

Über die zulässige Dampfgeschwindigkeit v in den Zuleitungen heißt es auf S. 131: „Bei voller Fahrt v im Regler nicht größer als 60 bis 80 m/sek, wonach die Regler-Durchgangsfläche und der Rohrlängendurchmesser zu bestimmen sind“; dagegen auf S. 135: v in den Einströmrohren „höchstens 50 bis 70 m/sek.“

Die Schornsteinskizzen in Abb. 82 und 83 sind unrichtig; in der ersteren ist die Rauchkammer gegen die Esse abgeschlossen, in der anderen läßt sich die untere Schornstein-Erweiterung so wie gezeichnet nicht einbauen. Auch das über die drehbaren Schornsteindeckel Gesagte trifft nicht zu. Sie dienen keineswegs „zur Beschränkung von Funkenauswurf und Rauchbelästigung im Tunnel (in Frankreich üblich)“; denn wo bleiben Abdampf und Rauchgase? Diese würden doch bei zugedektem Schornstein durch die Türspalte dringen und das Lokomotivpersonal in Erstickungsgefahr bringen. Die Deckel sollen lediglich nach beendeter Fahrt verhindern, daß der Kessel zu rasch abkühlt und die Heizrohre in der Rohrwand undicht werden (rinnen).

Die vom Verfasser (auf S. 140) wiedergegebenen Blasrohrformeln von Meyer sind auf neuzeitliche Lokomotiven kaum anwendbar, wie überhaupt der Abschnitt über Schornsteinabmessungen zu wünschener läßt. Die Behauptung: „Die konische Schornsteinform ist günstiger als die zylindrische“ ist unzutreffend. Die zylindrische Esse ist bei richtig gewähltem Durchmesser und Blasrohrabstand ebenso wirksam wie der richtig bemessene Kegelschornstein und da jene den 1,5fachen Querschnitt hat wie ein gleichwertiger Kegelschornstein der Neigung $1/6$ (Kegelerzeugende = $1/12$), so bietet sie beim Anheizen der andern Form gegenüber noch den Vorteil leichterer Rauchabführung. Die Kegelschornsteine der Heißdampflokomotiven der ehemaligen preussischen Staatsbahn sind z. T. so wenig in ihrem untern und obern Durchmesser verschieden, daß sie fast zylindrischen Schornsteinen gleichen und ihre Feueranfächung ist eine gute.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Versuche der Königlich Ungarischen Staatsbahnen mit dem neuen Elektrisierungssystem.

Die unter obigem Titel von Staatsbaurat Ingenieur L. v. Verebely im Doppelheft 9/10 des Jahrganges 1924 dieser Zeitschrift erschienene Arbeit könnte den Eindruck erwecken, als ob es sich hier um ein durchaus neues System der elektrischen Zugförderung handle. Demgegenüber möchten wir betonen, daß das von den Ungarischen Staatsbahnen für ihre Probestrecke und ihre Probelokomotive angenommene System mit dem amerikanischen »split-phase«-System prinzipiell identisch ist. Nach letzterem hat die Westinghouse Elc. & Mfg. Co. in Pittsburgh bekanntlich schon in den Jahren 1912/13 die 1 B - B 1-Doppelmaschinen der Norfolk & Western-Bahn mit asynchronem Phasenumformer gebaut, 1917 folgte die 1 C - C 1-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn bereits mit synchronem Phasenumformer, 1922 wurde die neue Reihe der 1 B - B 1-Doppellokomotiven der Norfolk und Western-Bahn und 1923 die Dreifachlokomotiven gleicher Achsfolge der Virginia Ry. bei der Westinghouse Co. in Auftrag gegeben. Neu und zwar durchaus neu und außerordentlich geistreich

Bei der Besprechung der Tragfedern ist die Angabe (S. 253) zu beanstanden, daß „preussisch normal 950 mm Länge ist“. Dieses Maß ist nur für G-Lokomotiven vorgeschrieben; die P- und S-Lokomotiven haben 1200 mm lange Federn, damit sie bei den heftigen Stößen in schneller Fahrt genügend sanft federn und das Personal geschont wird.

Im Abschnitt „Bremsen“ (S. 312) hätte neben dem Engländer Galton auch Wichert genannt werden müssen, der zwei Jahre später als jener ebenfalls höchst verdienstvolle Versuche über die mit wachsender Fahrgeschwindigkeit stark abnehmende Reibungsziffer zwischen Rad und Bremsklotz auf den preussischen Staatsbahnen angestellt und veröffentlicht hat.

Eines der wichtigsten Kapitel in einem Buche über Lokomotivbau bildet allemal das über die Umsteuerungen. Leider sind die Ausführungen des Verfassers darüber zu knapp bemessen worden. Ein geübter Konstrukteur bedarf dieser nicht, der junge Ingenieur oder Studierende findet zu wenig. Selbstverständlich kann sich der Verfasser überall nur auf das Wichtigste einstellen, wenn das „Handbuch“ handlich bleiben soll. Unbeschadet aller Vorzüge des Buches hätten aber ruhig zwei bis drei Seiten in der überreichen Zusammenstellung fremder Lokomotiven fehlen können und wertvoller Raum für die Steuerungen wäre gewonnen gewesen. Jetzt fehlen in diesem Abschnitt u. a. die kritischen Abwägungen der verschiedenen Steuerungsarten gegeneinander, insonderheit das Hervorheben ihrer Vor- und Nachteile. Auch die Namen Trick bei der Allan-Steuerung, Walschaerts bei der Heusinger-Steuerung durften nicht fehlen; denn beide Männer haben selbständig die betreffende Steuerung erfunden, der Belgier sogar fünf Jahre früher als Heusinger. Die Bezeichnung Walschaerts-Heusinger-Steuerung ist um so gerechtfertigter, als seit langen Jahren die Schwinge und das Verbindungsstück zwischen Kreuzkopf und Voreilhebel nicht in der von Heusinger angegebenen Gestaltung ausgeführt werden, sondern in der zweckmäßigeren Form von Walschaerts. Auch mit einigen baulichen Angaben, wie Größe der Voreilung, der Exzentrizität usw. würde dem jungen Lokomotivgenieur gedient sein; so aber muß dieser zu anderen Quellen greifen, um sich über einfache Dinge Rat zu holen.

Es ist zu bedauern, daß durch derartige Flüchtigkeiten und Unterlassungen der Wert einer an sich fleißigen und mühevollen Arbeit, die so manchen wertvollen Beitrag (wie z. B. Verbesserung des Speisewassers, des Dampfes usw.) enthält, herabgedrückt wird. Hoffentlich macht sich schon bald eine zweite Auflage dieses Buches notwendig, in der der Verfasser die vorstehend genannten Unstimmigkeiten und andere nicht erwähnte Ungenauigkeiten ausmerzen, sowie etwas mehr Literaturangaben einfügen kann. Die Arbeit kann dann für die Studierenden des Eisenbahn-Maschinenwesens ein nützliches Nachschlagebuch und für die in der Praxis tätigen Lokomotivgenieure ein geschätzter Ratgeber sein.

Troske.

ist bei der ungarischen Lokomotive lediglich die besondere, auf K. v. Kandó zurückgehende Bauart des Phasenumformers und dessen den Bedürfnissen des Netzes und der Motoren gleich gut angepaßte Spannungsregelung.

Was die Übertragung dieses Systemes, d. h. also des amerikanischen »split-phase«-Systems, auf europäische Verhältnisse, dessen Eignung für höhere Frequenzen und die dadurch erzielbare Eingliederung des elektrischen Bahnbetriebes in die allgemeine Energieversorgung anbelangt, so wurde auf diese dem Fachmann allerdings nicht sehr fernliegenden Zusammenhänge in einer öffentlichen Zeitschrift wohl erstmalig von uns in dem Aufsatz »Die Phasenumformerlokomotive und ihre Verwendungsmöglichkeit in Europa« aufmerksam gemacht (siehe »Elektrotechnik und Maschinenbau«, Wien 1919, S. 437), eine Arbeit, deren erste Konzeption in das erste Kriegsjahr fällt. Es kann uns mit einer gewissen Befriedigung erfüllen, daß die von uns gegebenen Anregungen nicht unbeachtet geblieben sind.

Dr. K. Sachs. Dr. A. Couwenhoven.

Baden (Schweiz), den 15. April 1925.

Explosion eines Ölschalers im Umformerwerk Berlin-Pankow.

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1925 Nr. 5.)

Im Reichsbahn-Umformerwerk Pankow ereignete sich am 13. Januar 1925 dadurch ein schwerer Betriebsunfall, daß im 30000 Volt Ölschalterraum ein druckfester Ölschalter explodierte. Dabei wurden auch drei Bedienstete schwer verbrannt und im Gebäude beträchtlicher Schaden angerichtet. Gleichzeitig wurden im städtischen Elektrizitätswerk Moabit, das durch 2 Kabel das Umformerwerk Pankow mit Drehstrom versorgt, beide Kabelölschalter durch Feuer zerstört.

Die Untersuchung des zerstörten Schalters ergab, daß die Ölschalterkontakte sich allmählich so weit gelöst haben müssen, daß nur noch die Kontakte des im Ölkessel liegenden Schutzwiderstandes in Eingriff waren. Bei der dabei aufgetretenen Dauerbelastung

ist der Widerstand durchgebrannt und der starke Lichtbogen hat plötzlich so viel Gas entwickelt, daß das verdrängte Öl das Gasabzugsrohr versperrte. Dadurch brachte der immer größer werdende Druck des eingeschlossenen Gases den Ölkessel zum Zerspringen. Die Zerstörung ist also erfolgt, ohne daß ein schwerer Kurzschluß oder ein Bedienungsfehler vorlag.

Der Unfall machte sich außer der Störung des Probetriebes auf der Strecke Berlin-Bernau noch dadurch bemerkbar, daß große Teile von Berlin einige Zeit im Dunkeln lagen. Infolge dieser unangenehmen Begleiterscheinung wird künftig zu prüfen sein ob eine Verkuppelung der Stromversorgung für Bahnbetrieb mit Werken, die der allgemeinen Landesversorgung dienen, ratsam ist.

Schn.

Bücherbesprechungen.

Igel, *Handbuch des Dampflokomotivbaues* *). Mit 550 Textabbildungen und 10 Tafeln. Verlag von Krayn, Berlin.

Abermals ein neues Buch über Lokomotivbau neben den früher erschienenen Werken von Lotter, Stürzer und Bauer, Garbe und dem inhaltreichen Band I der Eisenbahntechnik der Gegenwart, zu dem vor nicht langer Zeit, ein ganz vortrefflich durchgeführter Ergänzungsband von Brückmann hinzugekommen ist. Der Lokomotivingenieur hat also eine verhältnismäßig reiche Auswahl.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick, dem sich bemerkenswerte, statistische Angaben über die deutschen Bahnen, über in- und ausländische Lokomotivbauanstalten usw. anschließen, wird auf 71 Seiten die Ermittlung der Bewegungswiderstände, der Zugkräfte und der Hauptabmessungen der Lokomotiven gegeben. Ihr folgt eine Besprechung und Berechnung der baulichen Einzelheiten: Kessel, Laufwerk, Triebwerk nebst Schmiervorrichtungen. Diesem Hauptteil des Buches sind 319 Seiten gewidmet. Den Beschlufs macht eine ungewöhnlich reichhaltige, nicht weniger als 178 Seiten umfassende Zusammenstellung von 102 ausgeführten Reibunglokomotiven, und zwar von 31 deutschen und 71 ausländischen, sowie von 13 Tendern. Neun Tafeln mit den Hauptabmessungen einer großen Zahl neuzeitlicher Lokomotiven der verschiedensten Länder ergänzen diese reich illustrierte Zusammenstellung, während eine zehnte Tafel eine Übersicht der gebräuchlichsten Widerstandsformeln gibt.

Das handliche, 601 Seiten zählende Buch ist mit großem Fleiß geschrieben, bringt eine Fülle des Wissenswerten, auch alle bis 1922 im Lokomotivbau eingeführten Verbesserungen und Neuerungen. Der geübte Lokomotivingenieur kann es mit Nutzen bei seinen Entwurfsarbeiten verwenden; namentlich werden ihm die vorerwähnten Zahlentafeln, sowie die bilder- und zahlenreiche Zusammenstellung ausgeführter Lokomotiven willkommen sein. Für die angehenden und die jungen Lokomotivingenieure, für die das Buch laut Vorrede auch bestimmt sein soll, müssen jedoch noch die vorhandenen Unstimmigkeiten ausgemerzt werden, damit sie in dem Buche einen zuverlässigen Ratgeber finden. Auf einige dieser Ungenauigkeiten sei hier kurz hingewiesen.

1. Geschichtlicher Teil. Die erste Zahnradlokomotive ist nicht von Blankinshop (S. 1 und 2) erfunden, sondern von Blenkinsop und von Murray ausgeführt. Bei dieser Lokomotive, die mit ihren beiden, um 90° versetzten Kurbeln zugleich die erste Zwillingsdampfmaschine der Welt darstellt, waren die zwei Dampfzylinder in den Kessel gehängt. Dieses war aber nicht der Fall bei der auf Seite 1 erwähnten Hedleyschen Lokomotive vom Jahre 1813, deren Zylinder beiderseits des Kessels angebracht und von je einem Blechmantel umgeben waren, der seinerseits an den Kessel genietet war und durch Schlitze mit dem Kesselwasser in Verbindung stand zwecks Warmhaltung der Zylinder. Der Verfasser lehnt sich hier offenbar an den Wortlaut des Organs 1896, S. 29 an, aber diese Quelle ist leider in diesem Punkte auch abwegig. Ferner griff das Triebzahnrad der Blenkinsop-Lokomotive nicht „in eine neben der Schiene liegende Zahnstange ein“, sondern deren Zähne waren den damals bekanntlich noch gußeisernen Schienen angegossen, wie solches auch von Blenkinsop in seiner Patentschrift Nr. 3431 vom Jahre 1811 betont wird. Zahnstange und Fahrstange waren also ein Ganzes. Eine besondere Zahnstange wurde erstmalig im Jahre 1847 bei der Madison—Indianapolis-Bahn angewendet. Sie

*) Die Besprechung des schon 1923 erschienenen Buches ging uns leider erst vor kurzem zu, wir glauben aber, daß auch jetzt noch dafür bei unseren Lesern Interesse vorhanden ist.

lag hier inmitten des Gleises, wie dies seitdem bei allen späteren Zahnbahnen der Fall ist.

Die Kgl. Gießerei in Berlin hat 1816 nicht „eine“ Dampflokomotive nach Blenkinsops Muster hergestellt (S. 2), sondern zwei; die eine für Oberschlesien und die andere, größer als diese ausgeführt, für den Saarbezirk. Für die damalige Zeit waren dies zwei ganz hervorragende Leistungen jener Gießerei.

Auf der im Jahre 1825 eröffneten Stockton—Darlington-Bahn dienten die Lokomotiven, da sie nur mit etwa 4 engl. Meilen/Std. = 6,4 km/Std. die Züge fahren konnten, nicht dem Personenverkehr, sondern lediglich dem Lasten-(Kohlen)-Verkehr. Dies gilt daher auch von der auf S. 2 genannten Lokomotive „Locomotion“. Die Personen wurden durch die damals schneller laufenden Pferde befördert. Eine Lokomotivfahrt auf dieser rund 32 km langen Bahn währte je nach dem Aufenthalt und der Rangierdauer auf den Zwischenstationen 11 bis 14 Stunden, mit dem Pferdegespann dagegen nur wenige Stunden.

Die erste öffentliche Dampfeisenbahn für Personen- und Güterverkehr ist also nicht diese Bahn, sondern die im Jahre 1830 dem Betrieb übergebene Linie Manchester—Liverpool.

Bei der von Borsig gebauten LA1-Lokomotive fehlte nicht der Führerstand (S. 5), sondern, wie damals allgemein üblich, die Überdachung mit dem oberen Teil der Seitenwände. Torffeuerung für Lokomotiven ist in Westfalen (S. 6) niemals gebräuchlich gewesen, wohl aber in Oldenburg, Hannover und Bayern. Für die westfälischen Bahnlagen stellte sich schon damals die Steinkohle wirtschaftlicher als der wasserreiche, sperrige Torf, der aus Ostfriesland oder Oldenburg hätte bezogen werden müssen.

Mallet (S. 8) hat nicht „1867 brauchbare Verbundlokomotiven gebaut“, sondern solche erst neun Jahre später nach seinen Entwürfen bei Schneider-Creusot bauen lassen.

2. Abschnitt Lokomotivberechnungen. In der Erörterung des Krümmungswiderstandes heißt es auf S. 35: „Es kommt auf Achsstand und Art der Achsen an, d. h. ob feste oder Lenkachsen (z. B. Drehgestelle) vorhanden sind“. Bekanntlich unterscheidet der Eisenbahner a) steife Achsen, b) Lenkachsen, c) Drehgestelle. Drehgestelle sind nicht Lenkachsen, sondern Wagengestelle mit steifen Achsen und kleinem Radstande. Die v. Röcklsche Formel gilt für regelspurige Lokomotiven und Wagen mit steifen Achsen. Für Wagen mit Lenkachsen kann in guter Übereinstimmung mit der Wirklichkeit das 0,6fache des Wertes der v. Röckl-Formel gesetzt werden und für Drehgestellwagen das 0,4fache. Also ein großer Unterschied im Krümmungswiderstande der steifen Achsen, Lenkachsen und Drehgestelle.

Die auf S. 41 unter a) gegebenen Zahlwerte für den Reibungswiderstand mehrfach gekuppelter Lokomotiven sind mit 3 bis 4 kg/t zu gering bemessen. Die über zwei Textseiten (S. 48—49) sich erstreckende Zahlentabelle der „Fahrwiderstände“ für neun verschiedene Steigungen soll sich nach Angabe des Verfassers auf ein Gesamtzuggewicht $G_{gz} = 1000$ t beziehen. Die Nachprüfung zeigt aber, daß sie nur für einen 1000 t schweren Wagenzug Gültigkeit hat, der Fahrwiderstand der Lokomotive also unberücksichtigt geblieben ist. Auf S. 43 wird ausdrücklich mit G_{gz} die Summe aus Wagen- und Lokomotivgewicht bezeichnet und zudem noch auf S. 44 betont, daß die Zahlwerte dieser Tabelle „für ein Gesamtzuggewicht von 1000 t errechnet sind“ und zwar nach den daselbst abgedruckten „vereinfachten Widerstandsformeln“. Diese sind jedoch größtenteils die nur für Wagenzüge gültigen Formeln von Strahl. Benutzer dieser Tabelle können da leicht Irrtümern verfallen.

oder den mittleren Kohlenstoffgehalt der Sorte. Im Din-Blatt über Werkstoffprüfung sind sämtliche bei den Festigkeitsversuchen eingeführten Begriffe festgelegt und zusammengestellt, auch wird das Erforderliche über die Probeentnahme gesagt. In klassischer Kürze sind Richtlinien für die Prüfung und Eichung des benötigten maschinellen Geräts aufgenommen und die Abmessungen der Proben verzeichnet. Bemerkenswert ist das Erläuterungsblatt zu „Geschmiedeter Stahl“ durch seine leichtverständlichen Angaben über die Abhängigkeit der mechanischen Güteverhältnisse des Stahls von seiner Wärmebehandlung und durch die knappe Darstellung der Vorgänge beim Härten, Einsetzen und Vergüten, einschließlich des sogenannten Normalisierens (einfaches Ausglühen behufs Kornverfeinerung). Der Eisenbahner wird gern bemerken, daß die Markenspalte B in Din 1611, Geschmiedeter Stahl, einer so genügenden Sortenzahl enthält, daß der neue hochwertige Werkstoff für Kupplungsteile wie z. B. für Laschen und Zughaken, ihnen entnommen werden kann (St. 60:11).

Die Normblätter über Eisenbahnoberbau, Rohre, Stahlguß und Gußeisen mußten für die nächste Ausgabe zurückgestellt werden; obwohl sie in allen wesentlichen Punkten fertiggestellt sind, ist noch eine Nachprüfung einiger Verbraucherkreise erwünscht.

Die Din-Blätter stellen kein starres Gebilde dar, vielmehr ist grundsätzlich Gelegenheit für ihre Ergänzung nach dem jeweiligen Stande der Technik geboten und Raum dafür vorgesehen worden. Sie haben für alle Auftraggeber, Konstrukteure, Einkäufer, Betriebsleiter und für die Erzeuger der Werkstoffe die Bedeutung eines Katechismus. Es genügt hier nicht, den Wunsch nach ihrer allgemeinen Verbreitung auszusprechen, vielmehr ist den verantwortlichen Betriebsleitern und Wirtschaftsführern eine schärfere Maßnahme ans Herz zu legen, z. B. die Abfertigungsstellen für Bestellungen zu ermächtigen, alle Ausgänge, welche Bestellungen ohne Bezug auf die Din enthalten, ihren Verfassern zur Nachprüfung oder Begründung zurückzugeben.

Ein äußerer Vorzug liegt in ihrem handlichen Taschenbuch-Format. Sie sind als Beuth-Heft 1., Ausgabe September 1924, zu beziehen durch Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19., oder Verlag Stahleisen, Düsseldorf, der Stückpreis beträgt 1 R-Mark, bei Abnahme von 10 Exemplaren und mehr je \mathcal{M} 0,75 — ausschließlich Versandkosten. F.ü.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Freileitungs-Meßgeräte.

Die Überkreuzung von Bahnlinien mit Starkstromfreileitungen hat in den letzten Jahren einen beträchtlichen Umfang angenommen, so daß diesen Anlagen hinsichtlich ihrer vorschriftsmäßigen Ausführung künftig auch ein besonderes Augenmerk zuzuwenden sein wird. Von Wichtigkeit ist hauptsächlich die Bestimmung des Durch-

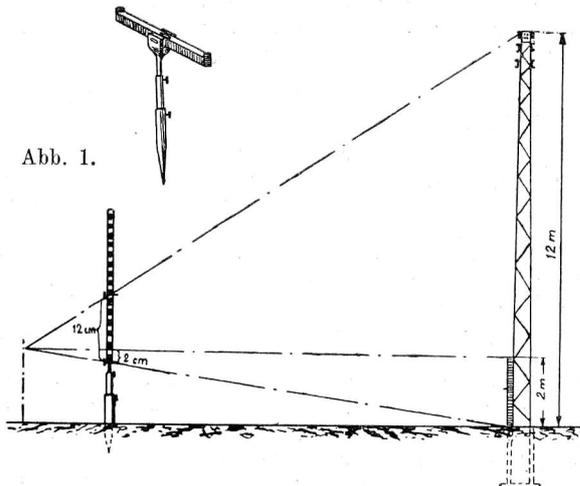


Abb. 2. Messung der Masthöhe.

hangs der Leitungen, da die in den Drähten auftretende Zugspannung vom Durchhang abhängig ist und diese Spannung ein gewisses Maß nicht übersteigen darf. Im Elektrojournal 1925, Heft 2 ist auf Meßgeräte hingewiesen, die in einfacher Weise die Geländemessung, die Bestimmung des Durchhangs, sowie der Masthöhen ermöglichen.

Verwendung von Generatorgas in Eisenbahnwerkstätten.

Die Bestrebungen, die zahlreichen Feuerstellen größerer Werkstätten hinsichtlich der Brennstoffwirtschaft zu verbessern und auch die in den Brennstoffen enthaltenen wertvollen Nebenbestandteile, besonders die Teere, für weitere nutzbringende Verwendung zu sichern, haben dazu geführt, die Brennstoffe in zentralen Anlagen zu vergasen und die Verbrauchsstellen für Gasfeuerung einzurichten. Als Vorteile treten dabei besonders hervor: Leichte Überwachung des Kohlenverbrauchs, gleichmäßiger Betrieb der Zentrale, Befreiung der Feuerungsarbeiter von körperlichen und gesundheitsnachteiligen Arbeiten durch mechanische Beschickungs- und Entschlackungsvorrichtungen.

Die Anlagekosten für einen größeren Betrieb sind allerdings beträchtlich; auch sind die technischen Voraussetzungen noch nicht in befriedigender Weise geschaffen. Aus diesem Grunde bestehen noch wenig Anlagen dieser Art.

Einen Versuch in großem Stil auf diesem Gebiet hat, wie in einem Aufsatz der Verkehrstechnischen Woche (Nr. 50 v. 15. Dez. 1924) unter Beigabe zahlreicher Abbildungen ausgeführt ist, die Reichsbahndirektion Elberfeld angestellt durch die Umgestaltung der Feuerungsanlagen verschiedener Ausbesserungs- und Betriebswerke. So besteht im Betriebswerk Altenhuden eine Vergasungsanlage, die zu den verschiedensten Zwecken benützt wird: für Sandtrockenöfen, Hausheizungskessel, Anheizen kalter Lokomotiven usw. Dem Eisenbahnausbesserungswerk in Schwerte ist es möglich, durch seine Vergasungsanlage mit Feinreinigung den gasförmigen Brennstoff mit etwa $\frac{1}{3}$ der Gesteungskosten des Leuchtgases zu erzeugen und über die gewöhnliche Anwendung des Leuchtgases hinausgehend nicht nur Radreifenfeuer, sondern auch Gieß- und Schmelzöfen mit Generatorgas zu betreiben.

Das EAW Arnsberg hat die Schmiede mit ihren zahlreichen Öfen auf die Generatorgasfeuerung umgestellt, wobei die Wärme der Abgase noch zur Vorwärmung der Heizluft und Heizgase auf 400 bis 500° C verwendet wird. Über das wirtschaftliche Ergebnis der Umstellung ist in dem Aufsatz leider nichts enthalten. Sämtliche Anlagen sind von der Firma Gafag in Frankfurt a. M. gemeinsam mit der RBD Elberfeld durchgebildet und zeigen neue Wege für die Ausbildung industrieller Feuerungsanlagen. GI—r.

Das zum Geländemessen verwendete Gerät besteht aus zwei leichten ineinanderschlebbaren Rohren, von denen eines mit einer Spitze zur Befestigung im Boden versehen ist. In das obere Rohr wird eine Gabel eingeschoben, an der eine Setzwage befestigt ist (siehe Abb. 1). Nach Einstellen der horizontalen Lage mittels der Libelle kann die Geländemessung ausgeführt werden.

Zur Vornahme einer Höhenmessung wird die Setzwage mit der Gabel abgenommen und hierfür eine mit Zentimeter- und Millimeterteilung versehene Meßschiene eingesetzt, welche zwei schmale Schieber ähnlich wie bei einer Schiebellehre enthält. Man stellt sich nun etwa 40 m von dem zu messenden Gegenstand, hier beispielsweise einem Leitungsmast, auf und markiert am Mast eine Höhe von 2 m (siehe Abb. 2). Der Augenpunkt wird nun so gewählt, daß die Schenkel des Schenkels beim Anvisieren der 2 m in einem Abstand von 2 cm durch die Skala der Meßschiene verlaufen. Alsdann drückt man den oberen Schieber der Meßschiene so weit in die Höhe bis die durch dessen Unterkante gehende Sehlinie die Mastspitze bzw. den Aufhängepunkt der Leitung erreicht. Eine zweite Kontrollablesung genügt um einen etwaigen Fehler zu verbessern. Der Gesichtspunkt für das Anvisieren des Zweimetermaßes und der Mastspitze muß natürlich ein und derselbe sein. Sofern kleinere Unterschiede mit in Kauf genommen werden können, ist zwar das Anvisieren ohne besondere Hilfsmittel möglich, es dürfte sich jedoch empfehlen hierfür am Beobachtungsstandort das oben beschriebene Geländemessgerät zu benutzen um eine größere Genauigkeit zu erhalten.

In ähnlicher Weise wird auch die Höhe des tiefsten Punktes der Leitung gemessen und schließlich der Durchhang ermittelt.

Wie aus der Abbildung zu ersehen ist hat die angegebene Art der Messung den Vorteil, daß auf der Meßschiene die gesuchte Höhe des betreffenden Gegenstandes ohne besondere Umrechnung abgelesen werden kann. Es verhalten sich die am Mast bezeichneten 2 m zur gesuchten Gesamthöhe (12 m) wie auf der Skala der Meßschiene 2 : 12 cm.

Je höher der zu messende Gegenstand ist, desto weiter hat man sich davon mit dem Meßgerät aufzustellen. Schn.

Tragfedern zur Wiederinstandsetzung dem Betriebswerk Nürnberg Rbf. zugeführt werden. Dies verursachte umfangreiche Rangierarbeit und erheblichen Wagenstillstand von durchschnittlich zwölfstündiger Dauer. Mit Aufnahme des Tragfederwechsels auf dem Ausbesserungsgleis im Ausfahrbahnhof seit Mitte März 1924 ist der Wagenstillstand auf höchstens sechs Stunden herabgemindert. In den Monaten Januar bis März 1925 wurden insgesamt 672 Tragfedern an Reichsbahn- und fremden Güterwagen ausgewechselt, was einem monatlichen Durchschnitt von 224 Tragfedern entspricht.

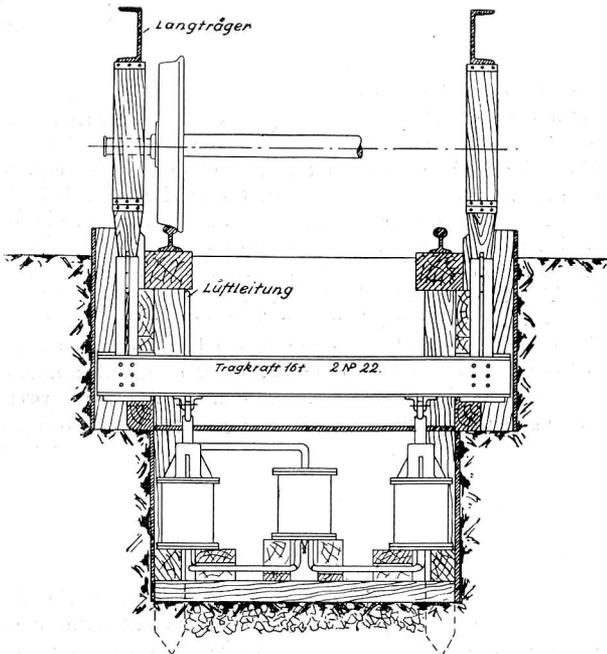


Abb. 1.

Das Auswechseln einer Tragfeder erfordert bekanntlich zuvor ihre Entlastung durch Anheben des Wagenkastens. Das gebräuchlichste Hebewerkzeug ist bei schweren Wagen die eiserne Winde mit einer Tragkraft bis zu 20 t. Der Transport einer solchen schweren Winde von einem Wagen zum andern, das Ansetzen am Wagenkasten und das Aufwinden schwerer Wagen erfordert eine erhebliche körperliche Anstrengung, die um so ermüdender wirkt, je öfter der Arbeitsvorgang sich wiederholt.

Zur Vermeidung dieser Nachteile wurde von dem technischen Eisenbahnoberinspektor Krönert eine ortsfeste maschinelle Hebevorrichtung ausgearbeitet, der sämtliche aufkommende Wagen mit schadhafte Tragfedern zugeführt werden. Die ausschließlich aus Altmaterial hergestellte, mit Druckluft von 8 at aus

der benachbarten Füllanlage für die Kunze Knorr-Güterzugbremse betriebene Hebevorrichtung wurde im Laufgraben des Ausbesserungsgleises eingebaut. Sie besteht in der Hauptsache (siehe Abb. 1 bis 3) aus vier Luftzylindern nebst Windkessel von zerlegten Fahrzeugen, einem Querträger und einem alten Führerbremsventil mit den zugehörigen Luftleitungen.

Der Vorteil dieser einfachen Druckluft-Hebevorrichtung gegenüber der bisherigen Windenarbeit liegt in der Schonung der körperlichen Kräfte der aus zwei Schlossern bestehenden Arbeitsmannschaft und in dem erzielten Zeitgewinn von 10 Minuten für jede zu

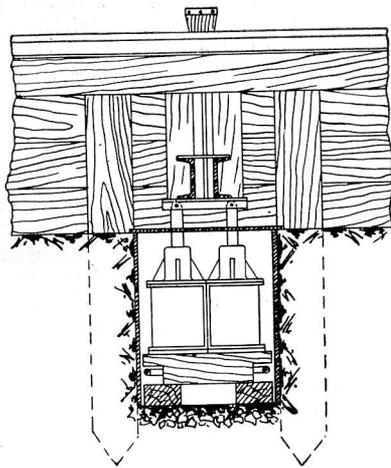


Abb. 2.

wechselnde Tragfeder. Durch weitere zweckmäßige Arbeitsorganisation insbesondere durch größtmögliche Verkürzung der Förderwege wurde der früher erforderliche Zeitaufwand von 60 bis 70 Minuten beim Tragfederwechsel eines beladenen Wagens mit Windenarbeit nunmehr auf 30 bis 40 Minuten herabgemindert.

Während früher zum Heben mit den zwei Winden mindestens zehn Minuten erforderlich waren, ist jetzt das Hubgeschäft in einer Minute erledigt; die Hubhöhe läßt sich auch beim schwerst beladenen Wagen genau einstellen. Die Betriebskosten sind nicht nennenswert. Nicht allein zum Tragfederwechsel, sondern auch bei der Instandsetzung von Warmläufern ist die Hebevorrichtung zu verwenden. Überall da, wo Prefsluft zur Verfügung steht, dürfte der Einbau einer solchen Druckluft-Hebevorrichtung vorteilhaft sein.



Abb. 3.

Die Werkstoffnormen Stahl und Eisen

sind nach 5jähriger Beratung im Normenausschuß der deutschen Industrie in einer vorläufigen Ausgabe September 1924 erschienen. Eine für die erzeugende Industrie, die verbrauchende Technik und den Handel gleich bedeutsame Arbeit ist hierdurch zu einem gebrauchsfertigen Ergebnis gekommen. In 15 Normblättern sind die zur Zeit geltenden Anschauungen und Handelsgepflogenheiten über Sortenbezeichnung, Werkstoffprüfung, Anforderungen an geschmiedeten und gewalzten Stahl, Formeisen, Niet- und Schraubeneisen, Eisenbleche, Einsatz und Vergütungsstahl niedergelegt. Die Vorschriften für die Lieferung von Eisen und Stahl des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und die Arbeiten des deutschen Verbands für die Materialprüfungen der Technik sind in den vorliegenden Heft Werkstoffnormen aufgegangen. Damit sind gleichzeitig zwei der bedeutendsten Gruppen Mitarbeiter genannt. Eine dritte, aus den Gruppen der Großverbraucher, die deutsche Reichsbahn, war durch das Eisenbahnzentralamt vertreten und hat den Obmann gestellt. Der Reichsverkehrsminister, bzw. die jetzige Hauptverwaltung, hatte die Weisung ausgegeben, die technischen Lieferbedingungen der Reichsbahn tunlichst in Übereinstimmung mit den Industrienormen zu bringen. Das ist auch in weitestem Umfang gelungen. Bei den Normungsarbeiten ging man ohnehin von dem Grundsatz aus, solche Verhältnisse, die in weiten Verbraucherkreisen eingeführt sind, zu erfassen und Neuerungen erst dann anzufügen, wenn sie ihre Einlaufzeit in der Praxis mit Bewährung überstanden haben. Es hat sich gezeigt, daß die im Eisenbahnwesen verwendeten Lieferungsgegenstände derart allgemeine technische Bedeutung haben und große Handelsmengen darstellen, daß die Voraussetzung für ihre Normung ohne weiteres gegeben war. In ganz wenigen Fällen, in denen Eisensorten des Fahrzeugbaus eine begrenzte Verwendung besitzen, wie z. B. das Eisen der Kupplungsteile nach den alten Festigkeitsanforderungen $\sigma_B = 45 - 52 \text{ kg/qmm}$ ist es erforderlich, bei der Bestellung der fraglichen Güteklasse (hier St. 42. 11. Din 1611) ein besonderes Kennzeichen durch Angabe des Verwendungszwecks (für Zugstangen) hinzuzufügen. So ist der weitere Vorteil, welcher mit dem Normungsgedanken verbunden sein soll, erreicht, daß die genormten Lieferungsgegenstände bei den Erzeugern und Händlern auf Lager gehalten werden und voraussichtlich wohlfeiler einzukaufen sind, als die nicht genormten.

Zu den einzelnen Din-Blättern ist hervorzuheben: Die verschiedenen Flußeisen- und Stahlsorten werden im Einklang mit der englischen Bezeichnungswise (steel) schlechthin mit Stahl bezeichnet. Wo bisher die Bezeichnung Flußeisen (mit $\sigma_B < 50 \text{ kg/qmm}$) üblich war, ist sie in Klammer gesetzt worden. Das Gleiche gilt sinngemäß für Flußeisen- und Stahlguß. Die Markenbezeichnung enthält im übrigen entweder einen Hinweis auf die Mindestfestigkeit