

Die Verstärkung der Brücke über die Trisannaschlucht.

Von Ministerialrat Ing. Friedrich Roth, Abteilungsvorstand der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Abb. 1 bis 6 auf Tafel 20 und Abb. 1 bis 3 auf Tafel 21.

Auf der östlichen Zufahrtsrampe zum Arlbergtunnel überschreitet die Bahnlinie Innsbruck—Bludenz zwischen den Stationen Pians und Strengen unmittelbar hinter dem alten, malerisch gelegenen Schlosse Wiesberg auf der Trisannabrücke das Patznaunertal. Es war keine geringe Aufgabe, vor die sich die Erbauer dieser Talübersetzung gestellt sahen; die steilen Felswände der Schlucht in Verbindung mit der hohen Lage der Bahn — die Bahnkronen liegen hier 86 m über der Talsohle — bedingten ein Bauwerk, das zur Zeit seiner Entstehung, die in die Jahre 1883 bis 1884 fällt, zu den größten seiner Art zählte und für welches damals kein Vorbild unter den Bahnbrücken des europäischen Festlandes gefunden werden konnte.

Aus einer ganzen Reihe von Entwürfen, unter denen sich, beiläufig bemerkt, nicht nur der Vorschlag für eine eiserne Bogenbrücke, sondern — ein besonders kühner Gedanke für jene Zeit — sogar ein solcher für eine Brücke mit 80 m weit gespannten Gewölben befand, wurde die der Ausführung zugrunde gelegte Lösung (Abb. 1) als die wirtschaftlichste gewählt. Hierbei kam für die Hauptöffnung, auf nahezu 60 m hohen Steinpfeilern ruhendes Halbparabeltragwerk von 120 m Stützweite in Anwendung, an welches beiderseits anschließend gemauerte Viadukte mit Halbkreisgewölben von 9 m lichter Weite angeordnet wurden. Es könnte zunächst befremdlich erscheinen, daß man trotz der großen Höhe des Mittelfeldes einem Tragwerk mit unten angeordneter Fahrbahn den Vorzug gab, statt einen Fischbauchträger mit in Obergurthöhe liegender Fahrbahn auszuführen; bestimmend für diese Wahl war das Bestreben, die Fahrbetriebsmittel auf der Brücke zwischen die Tragwände einzuschließen um bei einer etwaigen Entgleisung dem Absturze nach Möglichkeit vorzubeugen.

Der Zusammenbau des Tragwerkes, für welches steirisches Schweißseisen verwendet wurde, erfolgte im Sommer des Jahres 1884 auf einem die ganze Mittelöffnung erfüllenden Gerüste, von dessen bedeutendem Holzbedarf die Abb. 2 einen Begriff gibt. Mit der Aufnahme des Betriebes der Arlbergbahn im Oktober des eben genannten Jahres wurde auch die Brücke dem Verkehr übergeben. Sie blieb durch 26 Jahre unverändert in Dienst.

Der rasche Aufschwung des Verkehrs der neueröffneten Linie hatte zwar alsbald eine Steigerung der Fahrbetriebsmittelgewichte, namentlich in den Rampenstrecken, im Gefolge, doch blieb das Tragwerk, dank der Voraussicht seiner Erbauer, welche der Berechnung wesentlich höhere Lasten zugrunde gelegt hatten, als die damalige Brückenverordnung vorschrieb, den erhöhten Anforderungen zunächst gewachsen. Erst im Jahre 1910 ergab sich die Notwendigkeit, der inzwischen unaufhaltsam fortgeschrittenen Steigerung der Betriebslasten durch den Einbau drucksteifer Gegenstreben in den drei letzten Feldern jedes Brückendes Rechnung zu tragen. Bei diesem Anlasse wurden auch die alten Stelzenlager der Brücke, die trotz wiederholter Eingriffe immer wieder die Neigung zum Schiefstellen der Stelzen zeigten, durch Rollenlager ersetzt.

Wenn nun auch der Überbau vermöge dieser Verbesserungen den augenblicklichen Verkehrsbedürfnissen wieder vollkommen entsprach, so liefs er doch, wenigstens in seiner alten Form, eine weitere Steigerung der Lasten nicht mehr zu; die Grenze

des Tragvermögens der Brücke war erreicht und es wurden, sollte das Bauwerk nicht ein Hemmnis der ferneren Entwicklung werden, Maßnahmen für die Zukunft notwendig. Man entschied sich damals für den Bau einer neuen Brücke, die bei gleichzeitiger Verlegung der Bahnlinie neben der bestehenden hätte errichtet

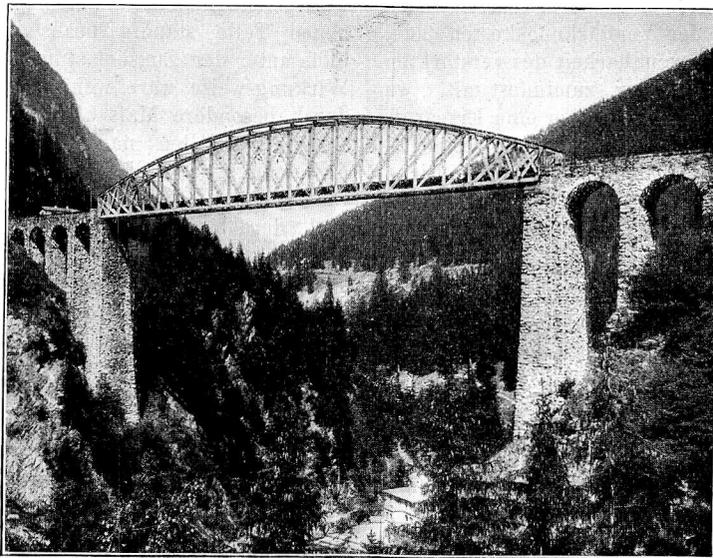


Abb. 1. Trisannabrücke. Zustand vor der Verstärkung.

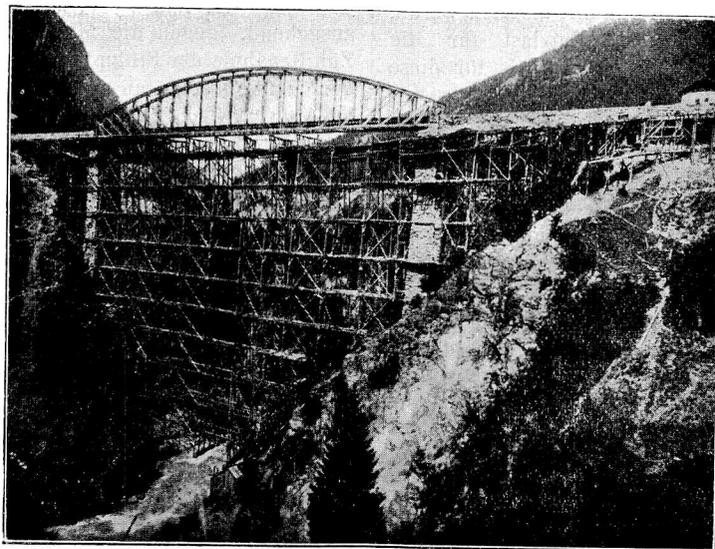


Abb. 2. Trisannabrücke. Einbau des alten Tragwerks.

werden sollen. Die sofort in Angriff genommenen Vorarbeiten waren bereits weit gediehen, als sie durch die im Jahre 1914 einsetzenden kriegerischen Ereignisse eine Unterbrechung erfuhren. Sie wurden seither nicht wieder aufgenommen, weil die geänderten wirtschaftlichen Verhältnisse nach dem Kriege einem so großen Unternehmen wenig günstig schienen. Da aber trotzdem die Notwendigkeit, das Tragwerk den künftigen Betriebserfordernissen anzupassen, bestehen blieb, ja durch die geplante Einführung der elektrischen Zuförderung sogar dringend wurde, trat nunmehr die Frage nach der Verstärkungsfähigkeit des Überbaues in den Vordergrund.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte schien eine befriedigende Lösung möglich. Eingehende Studien ergaben, daß die durchgreifende Verstärkung des Tragwerkes nur etwa den zehnten Teil jener Summe kosten würde, die der Bau einer neuen Brücke erfordert hätte, daß also die Zinsersparnis, welche durch den Aufschub des Neubaus zu erreichen wäre, bereits nach etwa zwei Jahren volle Deckung der Verstärkungskosten böte. Da aber die Dauer der weiteren Verwendbarkeit des verstärkten Tragwerkes naturgemäß wesentlich länger, zumindest mit etwa zehn Jahren, angesetzt werden konnte, so schien eine Ersparnis in der Höhe von wenigstens 40 v. H. der Neubausumme gesichert. Dazu kam der Vorteil, daß der schließlich doch unvermeidliche Neubau, dem durch die Verstärkung in keiner Weise vorgegriffen werden sollte, auf eine Zeit mit günstigeren wirtschaftlichen Verhältnissen verschoben werden konnte.

Auch technisch erwies sich die Verstärkung als durchführbar. Die tragenden Teilen des Überbaues entnommenen Eisenproben ergaben eine einwandfreie Beschaffenheit des Baustoffes und auch die eingehende Untersuchung des Tragwerkes lieferte den Nachweis eines tadellosen Erhaltungszustandes. Nachdem somit alle Voraussetzungen gegeben schienen, wurde die Verstärkung der Brücke beschlossen und der Verfasser mit der Ausarbeitung des Entwurfes und in weiterer Folge auch mit der Beaufsichtigung der Bauarbeiten betraut.

Als Berechnungsgrundlage kam für die Planung der durch die Norm I der gegenwärtig in Kraft stehenden österreichischen Brückenverordnung vorgeschriebene Belastungszug in Betracht. Darüber hinausgehend sollte aber noch, damit auch der Übergang einzelner schwerer Fahrbetriebsmittel in Zukunft möglich werde, die durch die Verordnung vorgesehene Nutzlast für die Fahrbahnträger um 12 v. H. erhöht werden, so daß für diese Bauteile Achsdrücke von 18 t und, an ungünstigster Stelle sogar, eine Achse von 22,5 t in Rechnung zu stellen waren. In Abb. 1, Taf. 20 ist dieser Lastenzug jenem gegenübergestellt, welcher der Berechnung des alten Tragwerkes seinerzeit zugrunde gelegt worden war. Wie schon ein flüchtiger Vergleich dieser beiden Züge vermuten läßt, ergab die eingehende Nachrechnung des bestehenden Tragwerkes für die neue Belastungsannahme in allen Bauteilen mit Ausnahme der Windverbände, für welche die Vorschriften keine nennenswerte Änderung erfuhren, wesentliche Überschreitungen der zulässigen Baustoffanstrengungen, so daß sowohl für die Hauptträger, als auch für die Fahrbahnanteile sich die Notwendigkeit einer durchgreifenden Verstärkung herausstellte.

Die größte Schwierigkeit der Aufgabe lag naturgemäß in der Verstärkung der Haupttragwände, für welche, neben der selbstverständlichen Forderung einer tunlichst geringen Verkehrsbehinderung während der Bauarbeiten, der Umstand ausschlaggebend war, daß an die Verwendung fester Rüstungen, mit deren Hilfe eine wenn auch nur teilweise Entlastung des Tragwerkes während der Bauarbeiten sich hätte erzielen lassen, der hohen Kosten wegen nicht gedacht werden konnte. Damit war auch die bisher in der Regel angewandte Art der Verstärkung — Vergrößerung des tragenden Querschnittes der einzelnen Bauteile — nicht anwendbar, weil sich hierbei eine wirtschaftliche Ausnutzung des Baustoffes nur dann erzielen

läßt, wenn es gelingt, die Tragwandglieder zumindest von den Eigengewichtsspannungen zu befreien. Von den Lösungen, deren Erfolg an diese Voraussetzung nicht gebunden ist, traten zwei in engeren Wettbewerb. Der eine dieser beiden Vorschläge sah den Zubau je einer neuen, dritten Tragwand an der Außenseite jedes Hauptträgers vor, während bei dem anderen die Anbringung eines dritten, als Zugband wirkenden Gurtes ins Auge gefaßt wurde. Vergleichende Studien ließen die zweite Lösung als empfehlenswerter erscheinen und deshalb wurde sie auch dem endgültigen Entwurfe zugrunde gelegt.

Die Wirkungsweise eines dritten Gurtes von der in Abb. 2, Taf. 20 wiedergegebenen Anordnung ist ohne weiteres verständlich. Können aber beim nachträglichen Einbau eines solchen Zuggurtes, wie im vorliegenden Falle, nur Hängegerüste zur Anwendung gelangen, und würden hierbei sämtliche Nietverbindungen sofort endgültig geschlossen, so bliebe der alte Überbau auch nach Fertigstellung der Verstärkung durch das Eigengewicht der neuen Teile ständig beansprucht, während der dritte Gurt bloß unter der Zugbelastung in Spannung käme. Eine solche Wirkungsweise wäre wenig befriedigend gewesen und mußte durch besondere Maßnahmen vermieden werden. Man hat in ähnlichen Fällen nach vorangegangener Fertigstellung des Entlastungsgurtes diesen durch Anheben des alten Tragwerkes vor Vernietung der Stützpfostenanschlüsse gezwungen, einen Teil der bleibenden Last des bestehenden Überbaues zu übernehmen, wobei das Maß der Hebung durch Rechnung, oder besser durch Versuch ermittelt werden mußte*). Dieser Arbeitsvorgang wird jedoch bei Tragwerken von solch bedeutenden Abmessungen, wie sie der Überbau der Trisannabrücke aufweist, außerordentlich schwierig. Namentlich kann die Unsicherheit in der erzielten Spannungsverteilung, die beim Anheben eines Tragwerkes an vielen Punkten — im vorliegenden Falle wären es ihrer 18 gewesen — unvermeidlich ist, und die noch durch den hohen Grad der statischen Unbestimmtheit des Hauptträgers vergrößert wird, den beabsichtigten Erfolg stark beeinträchtigen. Es wurde daher von einer künstlichen Anspannung des Verstärkungsgurtes ganz abgesehen und für die Ausführung folgender Arbeitsplan festgesetzt:

1. Der Zusammenbau des Gurtes samt seinen Querverbindungen und samt dem Windverbände erfolgt, von beiden Tragwerksenden ausgehend, gegen die Mitte zu auf Hängegerüsten, die unter Zuhilfenahme der Stützpfosten herzustellen sind. Der Anschluß der Stützpfosten an den bestehenden Überbau (Punkte a in Abb. 2, Taf. 20) wird zunächst nur durch Verschraubung bewerkstelligt, während die übrigen Stoffsstellen sofort endgültig zu vernieten sind. Die Windverbandanschlüsse sind zunächst nur an je einem Ende jeder Strebe herzustellen; ebenso bleiben die Anschlüsse der Tragwandlängsriegel in den Punkten b vorläufig offen.

In diesem Zustande ist der alte Überbau durch das gesamte Gewicht der Verstärkungsteile und der Rüstungen belastet und weist infolgedessen gegenüber seiner ursprünglichen Form eine entsprechende Einsenkung auf. Nach Herstellung des Gurtschlusses (im Punkte 11), der in einer mehrstündigen Verkehrssperre erfolgt, tritt der dritte Gurt unter jeder Zuglast bereits in Spannung, erfährt aber bei unbelasteter Brücke, von der geringfügigen Wirkung etwa auftretender Wärmeunterschiede in den Tragwandteilen abgesehen, keinerlei Beanspruchung.

2. Durch Lösen der Schraubenverbindungen a wird der Gurt samt seinen Verbänden mittels Winden in jene Lage abgesenkt, die er vermöge der durch seine Eigenlast hervorgerufenen elastischen Formänderungen einzunehmen strebt.

Da nun das Gesamtgewicht der Verstärkungsteile vom dritten Gurt allein getragen und unmittelbar an die beiden Stützpunkte des Tragwerkes abgegeben wird, ist der alte Überbau nunmehr

*) Vergl. Schweizerische Bauzeitung Jahrg. 1901: Lubini, Einige Brückenverstärkungen der Gotthardbahn.

vom Gewicht der neuen Teile nicht nur vollständig entlastet, sondern er erfährt noch eine weitere Entlastung durch den unterhalb seiner Schwerachse angreifenden wagrechten Schub des Verstärkungsgurtes.

Die unter der Last der neuen Teile aufgetretene Einsenkung verschwindet wieder und macht einer Sprengung gegenüber der ursprünglichen Gurtlinie Platz. Dabei haben sich die Stosfugen in den Punkten a um das Maß der gegenseitigen Verschiebung der Knotenpunkte des Unter- bzw. Hänggurtes geöffnet.

3. Die Verbindungen der Stützpfosten bei a werden wieder hergestellt.

Der dritte Gurt übernimmt nun außer seiner Eigenlast auch den ihm zukommenden Teil der Verkehrslasten. Die unter 2. und 3. genannten Arbeiten sind in der gleichen Verkehrspause vorzunehmen.

Den Erfordernissen dieses Arbeitsplanes gemäß wurde der Bauentwurf aufgestellt, dessen wichtigste Einzelheiten den Abb. 2 und 3, Taf. 21 zu entnehmen sind.

Die Pfeilhöhe des Verstärkungsgurtes wurde gleich jener des parabolischen Tragwerksobergurtes mit 10,5 m angenommen, der Gurt selbst jedoch nicht nach der reinen Parabel gekrümmt, sondern jener Seillinie entsprechend geführt, die aus den nach Absenken des Gurtes (Punkt 2 des Arbeitsplanes) tatsächlich auftretenden Knotenlasten errechnet wurde. Die Abweichung dieser Linie von der Parabel ist so geringfügig, daß sie dem Beschauer am ausgeführten Bauwerke nicht merkbar wird und also auch keinen störenden Eindruck erweckt; es sollte aber durch diese Anordnung dem Auftreten von Nebenspannungen im frei gelassenen Gurte nach Möglichkeit begegnet werden. Um den Einbau der einzelnen Gurtstäbe, die durch die Fahrbahn der Brücke an ihre Plätze hinabgelassen werden sollten, zu erleichtern, erhielt der Gurtstrang in jedem Knoten einen Gesamtstofs, zu dessen Deckung auch die Windverbandknotenbleche herangezogen wurden. Abweichend von den verwandten schweizerischen Ausführungen, bei welchen, wenigstens soweit dem Verfasser bekannt, die Verstärkungsurte überall in einigem Abstände von den Auflagerpunkten an Zwischenknoten angeschlossen erscheinen, gelang es in vorliegendem Falle, den dritten Gurt bis an die Endknotenpunkte zu führen und damit eine noch günstigere Wirkung zu erzielen. Allerdings ergab sich hierbei die Notwendigkeit einer Verstärkung der Untergurte in den beiden letzten Feldern jedes Brückenendes, die aber keine besondere Schwierigkeit bot. Bei der Ausbildung dieser wichtigen Endknotenpunkte wurde auf den guten Anschluß des Gurtquerschnittes besonderer Wert gelegt; aus diesem Grunde erhielten nicht allein die Stegbleche, sondern auch die Kopfbleche durch eigene, zwischen Lagerkörper und Überbau eingeführte Platten unmittelbare Verbindung mit den Untergurten. Zwecks Einbau dieser Verbindungsglieder mußte die Brücke von ihren Lagern abgehoben werden. Da aber die für das Ansetzen der Hebevorrichtungen allein in Frage kommenden alten Endquerträger nicht imstande gewesen wären, das Gewicht des Überbaues zu übernehmen, wurde deren Ersatz durch hinreichend starke Vollwandträger in den Entwurf aufgenommen. Für die Durchbildung dieser Träger, namentlich ihrer Anschlüsse an die bestehenden Eckbleche, war die Absicht, diese Querträger in einem Stücke einzubauen, bestimmend.

Eine besondere Ausgestaltung erhielten die Anschlüsse der Stützpfosten an den Tragwerksuntergurt. Jeder Ständer wurde an seinem oberen Ende aus zwei gegeneinander verschieblichen Teilen A und B (Abb. 3, Taf. 20) hergestellt, von welchen der Teil A mittels Kopfwinkel und Flachlaschen, die durch Schlitzlöcher in den Windstrebenknotenblechen geführt sind, Anschluß an den Untergurtknoten erhielt, während Teil B zunächst nur durch vier Winkel w mit diesem Oberteil verschraubt wurde. Diese Verbindung war so bemessen, daß sie nicht nur während des Einbaues das Gewicht der Verstärkungsteile samt der

Einrüstung zu tragen vermochte, sondern auch imstande war, die in der Zeitspanne zwischen dem Schluß des dritten Gurtes und seiner Absenkung auf sie entfallenden Wirkungen der Verkehrslast zu übernehmen. Zum Zwecke der Absenkung des Verstärkungsgurtes waren die Schrauben s zu lösen, so daß sich die Stützpfosten nunmehr in ihre neue Lage einstellen konnten. Da die beiden Teile A und B nach der hierbei eintretenden Verschiebung die in der Abbildung gezeichnete gegenseitige Lage einnehmen sollten, waren die zu erwartenden Knotenbewegungen schon bei der Verbindung der beiden Teile durch die Winkel w entsprechend berücksichtigt worden. Für Abweichungen von der rechnerisch ermittelten Endlage war ein Spielraum von ± 100 mm vorgesehen. Die endgültige Verbindung beider Teile unmittelbar nach dem Absenken des Verstärkungsgurtes erfolgte zunächst durch Einführung von je zwei Keilpaaren bei jedem Ständeranschluß, von welchen das obere Keilpaar einer Verlängerung, das untere Paar jedoch einer Verkürzung des Ständers entgegenwirkt. Um einem Ausweichen der äußeren Führungswinkel M infolge der Keildrücke vorzubeugen, waren noch geschmiedete Klammern K vorgesehen, die erst gelegentlich der Vernietung des Anschlusses entfernt wurden. Jeder Keil wurde durch eine Schraube b gegen Lockerwerden versichert. Zweck der Verkeilung war, die Anschlüsse der Ständer, für deren Vernietung die verhältnismäßig kurze zur Verfügung stehende Gleissperre nicht ausgereicht hätte, rasch bewirken zu können; die sonst am meisten Zeit beanspruchende Bohrarbeit konnte bei dieser Art der Verbindung auf die Herstellung der wenigen Schraubenlöcher b beschränkt werden. Zwecks endgültiger Verbindung der beiden Teile A und B wurden sodann, unbehindert vom Verkehr, die nur durch einen Teil der Eisendicke reichenden Löcher l_1 und l_2 ganz durchgebohrt und vernietet und schließlich auch die einseitig versenkten Nieten n durch solche ersetzt, welche alle Blechstärken miteinander verbinden.

Alle übrigen Teile der Hauptträgerverstärkung sind in der allgemein üblichen Weise durchgebildet und geben daher zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß.

Die Verstärkung der Fahrbahnträger bot keine nennenswerten Schwierigkeiten. Hier war es vor allem die Forderung nach Vermeidung jeder Betriebsstörung, welche für die Wahl der Verstärkungsart den Ausschlag gab. Durch die Anwendung von Hängewerken für die Versteifung der Längsträger, die unter den verkehrenden Zügen eingebaut werden konnten, wurde es möglich, das störende Abheben des Oberbaues, wie es beim Einbau neuer Kopfbleche notwendig geworden wäre, ganz zu vermeiden. Um ein sicheres Mitwirken der neuen Teile zu erreichen, wurden vorerst nur die Stellen A und a jedes Hängewerkes (siehe Abb. 4, Taf. 20) vernietet, das Verbohren und Vernieten der Anschlüsse B aber erst nach gegenseitiger Verspannung je zweier benachbarter Hängewerke bewirkt, eine Arbeit die bei entsprechender Vorbereitung leicht während der fahrplangemäßen Zugspausen durchgeführt werden konnte, und durch die somit eine Hemmung des Verkehrs nicht eintrat.

Bei den Querträgern hätte sich dank der geringen Beanspruchung infolge des Eigengewichtes durch Vergrößerung der tragenden Querschnitte eine befriedigende Verstärkung erzielen lassen, wengleich der Umstand, daß diese Träger als Fachwerke ausgebildet sind, die Ausführung einigermaßen erschwert hätte. Nun war es aber naheliegend, die für die Versteifung des großen Hängewerkes ohnehin notwendigen Querverbindungen gleich auch zur Querträgerverstärkung heranzuziehen. Die oberen Querriegel der Andreaskreuze wurden zu diesem Zwecke entsprechend tragfähig ausgebildet, und durch Vermittlung niedriger, über den Mittelknoten angeordneter Stühle zur Unterstützung der oberhalb liegenden Querträger herangezogen. Da die Querriegel aber bei der Absenkung des

dritten Gurtes mit diesem ihre Lage veränderten, konnten die schließlichen Höhenabmessungen dieser Stühle erst nach vollzogener Hauptträgerverstärkung ermittelt werden. Jeder Stuhl wurde in zwei getrennten Teilen eingebaut, von welchen der obere, Kopfwinkel und Stegblech umfassende Teil mit dem Querträger, der von den Fußwinkeln gebildete untere aber mit dem Querriegel vernietet wurde. Hierauf erst erfolgte das Verbohren der Löcher für die Verbindungsniete n (vergl. Abb. 3, Taf. 21). Durch diesen Einbauvorgang konnte auch bei der Querträgerverstärkung eine sicher zu beurteilende Kraftübertragung und somit ein plangemäßes Zusammenwirken der alten und neuen Teile erzielt werden.

Zur Aufnahme der Bremswirkungen, denen die Querträger der in starker Steigung liegenden Brücke in besonderem Maße ausgesetzt sind, erhielt das Tragwerk in vier Feldern Bremsverbände. Die Lastübertragung auf diese Verbände erfolgt durch die bereits erwähnten Schwellenträgerhängewerke, die in den betreffenden Feldern bis zur Ebene des unteren Windverbandes hinabgeführt sind und dort Anschluss an die Bremsträger erhielten.

Schließlich wären noch zwei Maßnahmen zu erwähnen, die zwar keine unmittelbare Erhöhung der Tragfähigkeit des Überbaues bezweckten, durch welche aber eine wesentliche Versteifung des alten Tragwerks erreicht wurde. Es war dies die Aussteifung der mittleren Hauptträgerstreben und die Auswechslung der beiden oberen Endquerverbindungen in den Obergurtnotenpunkten 2 (vergl. Abb. 2, Taf. 20).

Die durchwegs flach ausgebildeten Streben des Tragwerks zeigten in den mittleren Feldern, in denen sie bei verhältnismäßig geringem Querschnitt schon große Längen besitzen, bei der Vorüberfahrt von Zügen nicht unbedeutende seitliche Schwankungen, die sich auch den übrigen Tragwerksgliedern mitteilten. Durch Einbau von Aussteifungen in der bei Streben allgemein üblichen Form konnte dieser Übelstand vollkommen behoben werden.

Der Umbau der oberen Endquerverbindungen war, abgesehen von ihrer für ein so großes Tragwerk etwas zu schwachen Querschnittsbemessung, schon aus dem Grunde notwendig, weil der für den kommenden elektrischen Betrieb geforderte Umriss des lichten Raumes an diesen Stellen nicht gewahrt erschien. Die neue, vollwandig ausgebildete Querverbindung (Abb. 5, Taf. 20) wurde so entworfen, daß ihr Einbau, noch vor Entfernung der alten Aussteifung erfolgen konnte, daß das Tragwerk somit in keinem Augenblicke dieser wichtigen Rahmenverbindung entbehren mußte.

Nachdem die Herstellung der Verstärkungsteile in der Werkstätte soweit vorgeschritten war, daß eine Stockung nicht mehr zu befürchten stand, begannen die Arbeiten an der Baustelle im Sommer 1922 mit dem Einbau der eben erwähnten oberen Querverbindungen und dem für die Stützpfostenanschlüsse notwendigen Ausschlitzen der unteren Windverbandknotenbleche. Für die letztgenannte Arbeit war die Verwendung von Schneidbrennern nicht zugelassen worden, um eine Beschädigung der Untergurte in der Umgebung der Schlitzstellen zu verhüten; die Herstellung der Schlitz wurde vielmehr durch Ausbohren der Bleche bewirkt, und lieber der hierdurch bedingte größere Zeitaufwand in Kauf genommen.

Gleichzeitig waren auch die Vorbereitungen für den Ersatz der alten Endquerträger getroffen worden. Nach Entfernen der die letzte Brückenschwelle tragenden Konsolen wurde zunächst eine besondere Hilfsquerverbindung H (Abb. 6, Taf. 20) eingebaut, der die Aufgabe zufiel, nach Entfernung des alten Querträgers die gegenseitige Absteifung der Tragwände zu übernehmen. Die Maschenteilung dieser Querverbindung war so gewählt, daß alle Anschlussstellen des alten wie auch des neuen Querträgers leicht zugänglich blieben. Inzwischen waren auch alle Anschlusnieten der Schwellenträger des letzten Feldes

durch Schrauben ersetzt und diese Träger selbst auf einen kräftigen Holzbock gelagert worden, während die letzte Schwelle mit Stempeln gegen das Widerlager abgestützt worden war. Nach diesen Vorbereitungen konnte sodann der alte Querträger mittels Gebläsebrenner in handliche Stücke zerschnitten und entfernt werden. Alle diese Arbeiten waren unter Ausnutzung der fahrplanmäßigen Zugspausen bewirkt worden. Erst zum Einbringen des neuen Querträgers wurde eine sechsstündige Gleissperre erforderlich, in welcher, nach Lösen der benachbarten Schienenstöße, das Schwellenträgerfeld samt seinem Oberbau beiseite gehoben, und der neue Querträger in lotrechter Lage, an den Eckblechen gleitend, eingesenkt wurde. Da die Bohrung der Anschlusflaschen des neuen Querträgers gleich nach Entfernen des alten durch Anlegen der Platten an die Eckbleche des Tragwerkes schon vorher bewirkt worden war, erschien eine genaue Übereinstimmung der Löcher und damit eine leichte Verschraubbarkeit der Teile gesichert. Nach Ausheben der Hilfsquerverbindung wurden die unterdessen verlängerten Schwellenträger wieder aufgelegt, mit den Querträgern gleichfalls verschraubt und die Schienenstöße geschlossen, womit die Brücke wieder befahrbar war. Der Ersatz der Schrauben durch Nieten erfolgte nachträglich schrittweise während des Zugverkehrs.

Der gleiche Vorgang wurde, unter Verwendung derselben Hilfsquerverbindung, zwei Tage später bei der Auswechslung des Endquerträgers am zweiten Brückenende eingehalten.

Mit dem Abschluss dieser Arbeiten waren nunmehr auch die Vorbedingungen für den Einbau des großen Hängewerks gegeben, der mit der Herstellung der Gurtanschlüsse bei den Auflagerknoten in Angriff genommen wurde. Während das Anbringen der Stegknotenbleche, welches gleichzeitig mit der Verstärkung der anschließenden Untergurte vorgenommen wurde, leicht von statten ging, bot das Einpassen und Vernieten der zwischen Tragwerk und Lagerkörper eingreifenden Anschlussbleche insofern einige Schwierigkeit, als das 500 t schwere, und in einer Steigung von $25\frac{0}{100}$ liegende Tragwerk hierbei zur Schaffung eines genügenden Arbeitsraumes um etwa 30 cm gehoben werden mußte. In zwei je vierstündigen Gleissperren wurde aber auch diese Arbeit ohne Zwischenfall bewältigt. Nachdem auch noch die Stützpfosten in allen Knotenpunkten eingebaut waren, erfolgte die Herstellung des Hängegerüsts mit Hilfe eines auf besonderer Laufbahn über die ganze Brückenlänge beweglichen Fahrstuhles, der, an Kettenflaschenzügen hängend, in die jeweils erforderliche Höhenlage eingestellt werden konnte. Die Anordnung dieses Gerüsts ist aus Abb. 1, Taf. 21, sowie aus Textabb. 3 zu entnehmen. Sämtliche Bauteile wurden vom Lagerplatze auf leichten, im Bahngleis laufenden Rollwagen zur Stelle geschafft und mit Hilfe von Seilzügen, die von zwei auf Rüstungen unter der Fahrbahn aufgestellten Winden betätigt wurden, in einfachster Weise abgesenkt. Sämtliche Gurtstäbe mit Ausnahme des Gurtes 10 bis 11 waren bereits in der Werkstatt genau abgelängt worden, so daß die Vernietung dem Vorbau in angemessenem Abstände folgen konnte. Die endgültige Länge des als letzter zum Einbau gelangenden Stabes 10—11 konnte aber von vornherein nicht mit völliger Sicherheit ermittelt werden, weil sie nicht allein von den wohl mit aller Sorgfalt nachgeprüften Abmessungen des alten Tragwerkes abhing, sondern auch vom Maße der elastischen Einsenkung des Überbaues unter der Last der neuen Teile und der Rüstungen beeinflusst werden mußte. Wiewohl nun auch die zu erwartende Durchbiegung der Brücke durch eine mit genau gewogenem Wagenzuge vorgenommene Erprobung bestimmt worden war, so blieb doch das nicht mit aller Schärfe zu ermittelnde Gewicht der Rüstungen als Unbekannte in der Rechnung. Gurt 10—11 wurde darum in der Werkstätte nur an einem Ende angearbeitet und erhielt an seinem anderen Ende eine Überlänge von 100 mm, die für die unvermeidliche

Unsicherheit genügend Spielraum bot. In der Tat zeigte sich beim Einpassen des Stabes, daß er gegenüber seiner planmäßigen Länge um 25 mm gekürzt werden mußte.

Im Arbeitsplane war ursprünglich vorgesehen, das Verbohren und Vernieten des letzten Gurtstosses (in Knoten 11) in der gleichen Verkehrssperre vorzunehmen, in welcher auch die Absenkung des dritten Gurtes erfolgen sollte. Da der engbegrenzte Raum aber nur die Anstellung je einer Arbeitsmannschaft bei jeder Tragwand gestattete, für das Schließen des Stosses also mehrere Stunden erforderlich waren, während andererseits die vorgerückte Jahreszeit nur mehr etwa acht durch Tageslicht erhellt Arbeitsstunden bot, mußte für das Schließen des Gurtes eine besondere Gleissperre eingelegt werden. Wohl führte dieser Bauvorgang dazu, daß nunmehr die Ständer schon vor der endgültigen Verbindung ihrer beiden Teile A und B unter jeder Zugbelastung Beanspruchungen erfuhren, dies konnte aber unbedenklich zugelassen werden, weil, wie bereits erwähnt, die Querschnittsbemessung der vorläufigen Verbindung w unter Annahme dieses Falles erfolgt war.

Für die Absenkung des dritten Gurtes wurden, von Punkt 3 beginnend, in jedem zweiten Knoten Schraubwinden angebracht. Ihre Anordnung, die aus Abb. 3, Taf. 20 zu ersehen ist, ermöglichte es, nach Lösen der Verschraubungen den Verstärkungsgurt samt allen seinen Verbänden durch Nachlassen der Spindeln zu senken. Aus Gründen der Sicherheit waren an den gleichen Knotenpunkten die einer Verlängerung der Ständer entgegenwirkenden oberen Keilpaare eingeführt, aber nicht festgezogen, sondern mit einigen Millimetern Spiel belassen worden. Während der Senkung wurde darauf geachtet, daß dieser Spielraum erhalten blieb, so daß die Keile, ohne die Senkung zu behindern, doch in Bereitschaft standen, beim etwaigen Bruch einer Spindel die Lasten zu übernehmen und so das Tragwerk vor einer unzulässigen Verformung zu bewahren. Das Ausmaß der zu erwartenden Bewegungen war für jeden

Knotenpunkt berechnet und, in 20 Stufen unterteilt, bei jedem Ständer an geeigneter Stelle angerissen worden, so daß die bei der Senkung jeweils erreichte Verschiebung in jedem

Augenblick überprüft werden konnte. Die mit zwei Männern für jede Winde bemessene Arbeitsmannschaft stand unter Aufsicht je eines Vorarbeiters für eine Windengruppe, während gleichzeitig zwei Windengruppen von je einem Ingenieur überwacht wurden, der seine Weisungen unmittelbar von dem auf der Brücke aufgestellten Arbeitsleiter erhielt. Die Senkung erfolgte, den angebrachten Teilungen entsprechend, in 20 Abschnitten, wobei die gleichzeitige Betätigung der Spindeln durch ein auf der ganzen Baustelle hörbares Glockenzeichen erreicht wurde. Die Absenkung vollzog sich planmäßig; die hierbei erreichte größte Verschiebung bei Ständer 11 betrug, in bester Übereinstimmung mit der Rechnung, 136 mm beim linken, 139 mm beim rechten Hauptträger, während sich gleichzeitig der Mittelknoten des alten Tragwerks beiderseits um 30 mm hob. Als Beweis für die sorgfältige Ausführung der Verstärkung darf die Tatsache angesehen werden, daß mit dem Erreichen der vorausgerechneten Gesamtverschiebung die Winden aller Knotenpunkte gleichzeitig spannungslos wurden, daß also der Verstärkungsgurt in plangemäßer Lage unter volle Spannung trat.

Die Verkeilung erfolgte durch Einbringung erst der unteren, dann der oberen Keilpaare, die sämtlich nicht eingetrieben, sondern mit einigen schwachen Hammerschlägen nur eben festgezogen und hierauf sogleich verbohrt und verschraubt wurden.

Die ganze Arbeit hatte einen Zeitaufwand von acht Stunden erfordert. Eine im Anschlusse hieran vorgenommene, vorläufige Belastungsprobe, deren bemerkenswerte Ergebnisse mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum leider nicht vollständig wiedergegeben werden können

zeigte, daß die durch die Verkehrslast im alten Tragwerk erzeugten Spannungen nach der Verstärkung nur mehr 0,35 bis 0,50 jener Werte erreichten, die unter dem gleichen

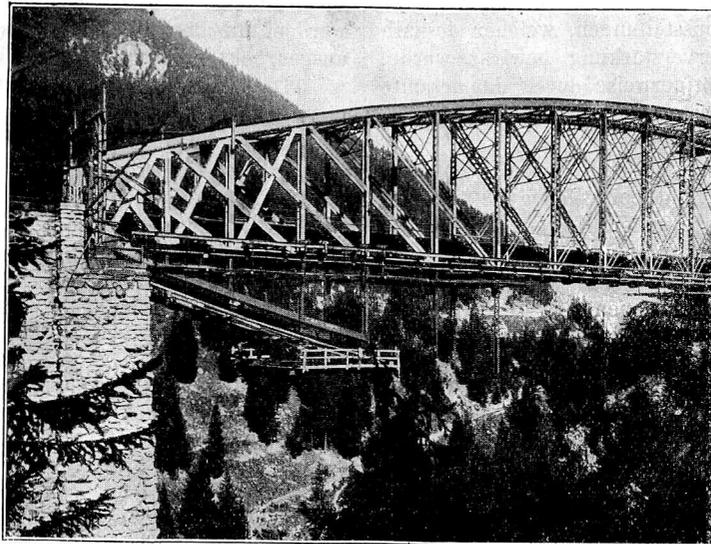


Abb. 3. Trisannabrücke. Verstärkungsgurt im Bau.



Abb. 4. Trisannabrücke. Tragwerk nach der Verstärkung.

Belastungszuge im unverstärkten Tragwerk gemessen worden waren. Die beweglichen Lager, welche ehemals unter dem Zuge eine wagrechte Verschiebung von 20 mm aufwiesen, erfuhren nunmehr bloß eine solche von 2 mm.

Der noch folgende Einbau der Schwellen- und Querträgerverstärkungen sowie der Strebenaussteifungen, welcher deshalb erst nach vollzogener Hauptträgerverstärkung bewirkt wurde, um das alte Tragwerk nicht unnötigerweise durch das gesamte Gewicht dieser neuen Teile zu belasten, bot keinerlei Schwierigkeiten mehr.

Die gesamte Verstärkung, welche eine Bauzeit von rund sechs Monaten in Anspruch nahm und bei welcher 230 t neuer Teile eingebaut wurden, erforderte einen Kostenaufwand von 4,1 Milliarden Kronen, was einem Betrage von 273 000 Friedenskronen im ganzen oder 118,7 Kronen für je 100 kg Eisen gleichkommt. Da die Kosten einer neuen Brücke nach dem

Entwurfe mit 2,2 Millionen Friedenskronen veranschlagt waren, so kann mit Rücksicht auf den Umstand, daß diese Ziffer bei der Ausführung möglicherweise noch eine Änderung erfahren hätte, die eingangs angestellte Vorausberechnung der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens als eingehalten betrachtet werden. Die augenblickliche Ersparnis muß, in heutiger Währung ausgedrückt, mit rund 30 Milliarden Kronen beziffert werden.

Die Ausführung der ganzen Arbeit, von der Textabb. 4 einen guten Gesamteindruck gibt, war der Aktiengesellschaft R. Ph. Waagner, L. und J. Biró und A. Kurz in Wien übertragen. Die Arbeit wurde von dieser Firma in mustergültiger Weise besorgt. Nicht allein die genaue Anarbeitung und der sorgfältige Zusammenbau aller Teile, die eine Vorbedingung des guten Gelingens bildeten, auch die umsichtige Bauführung, der es zu danken ist, daß die schwierige Arbeit ohne jeden Unfall beendet werden konnte, verdienen besondere Anerkennung.

Laufschienen und Randaufleger für Drehscheiben und Schiebebühnen.

Von Reichsbahnoberrat A. Wöhr, Nürnberg.

Hierzu Abb. 4 bis 7 auf Tafel 21.

Die Ausführungen des Artikels im Organ, Heft 4, 1924 (siehe auch Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Heft 3) bezüglich der Mittel, um entsprechend den heutigen erhöhten Achslasten der Lokomotiven eine unschädliche Druckübertragung auf die Betonkränze der Lokomotivdrehscheiben und Schiebebühnen zu erzielen, dürfen nicht unwidersprochen bleiben, da sie m. E. geeignet sind, bei weiteren Ausführungen Unheil anzurichten und die bisher schon außerordentlich schwierige Unterhaltung der maschinentechnischen Anlagen, deren ingenieurtechnische Durchbildung im Argen lag, noch weiter zu versteifen. Vor allem gilt dies von den neuen Gelenkdrehscheiben, deren Laufkränze wesentlich stärker belastet werden wie die der alten, einbalkigen Drehscheiben.

Dem in der praktischen Unterhaltung stehenden Ingenieur ist bekannt, daß sie bisher übliche Art der Auflagerung von Laufschienen und sonstigen Schienen auf den Betonkränzen mittels eiserner Unterlagplatten fast ausnahmslos in kurzer Zeit zu einer Zerstörung des Betons führte und daß man dann vor der ohne größeren Umbau nicht lösbaren Aufgabe stand, die Betonunterlagen wieder instand zu setzen. Aus diesen Erwägungen sind wohl auch die neueren Vorschläge (siehe Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Heft 3) mit entstanden, nach denen bei neu zu beschaffenden Lokomotivdrehscheiben der Deutschen Reichsbahn durch Einbetonieren eines breitflansigen I- oder eines Kastenträgers diese Nachteile vermieden werden sollen. Das gleiche ist auch für die Schiebebühnen vorgeschlagen. Die Träger sollen im Drehscheiben- oder Schiebebühnenkranz einbetoniert werden, dessen gesamte Masse durch besondere Rundseineinlagen zum Mittragen benützt wird.

Die gründliche Änderung der bisherigen Auflagerung entspricht zweifellos einem dringenden Bedürfnis, aber das vorgeschlagene Mittel wird m. E. nicht zum Ziele führen und den Unterhaltungsingenieur über kurz oder lang vor die gleich unangenehme Aufgabe der Erneuerung der Betonunterlagen stellen. Die Eisenträger im Beton lockern sich im Laufe der Zeit unter den außerordentlich hohen Lasten und Stößen und das Ende ist eine vollständige Erneuerung der Betonfundamente auf große Tiefe. Und wenn man dann die Eisenträger nicht mehr einbauen will, was dann?

Als oberster Grundsatz für jeden Bau muß gelten, daß die Unterhaltungsarbeit so niedrig wie möglich gehalten wird. Dieser Grundsatz ist nicht gewahrt bei starren Verbindungen zwischen den Schienen und den Betonunterlagen. Der Ruf nach elastischen Zwischenlagen, der aus der Bahnunterhaltung kommt (siehe Zeitschrift des V. D. E. 1924, Nr. 10, ferner »Die Gleistechnik« Heft 1, 1925), muß mehr als bisher

beachtet werden. Ich gehe noch einen Schritt weiter als dies mit dem Vorschlag, zwischen Eisenunterlagplatte und Beton Pappelholzplättchen zu legen, geschieht, und zwar dadurch, daß ich die Laufkränze von Lokomotivdrehscheiben auf Eichenholzschnellen von 1,10 m Länge, 0,26 m Breite, 0,16 m Höhe (0,55 m Abstand) mit starken Unterlagplatten 26/32/2 cm (vierlochig) lege und einige dieser Schnellen mit dem Beton verankere, damit die Laufschienen, die nie genau in einer Ebene gebogen sind, nach unten in die Horizontale angezogen werden können. Die Stöße werden am besten verschweißt oder mindestens soll eine starke Platte als Brücke untergelegt werden.

Solche Kränze wurden im Rangierbahnhof Nürnberg 1924 ausgeführt an einer neuen Gelenkdrehscheibe von 23 m und an einer alten Drehscheibe von 20 m Durchmesser, deren Kranz bisher nur eine Breite von 63 cm aufwies und unter den Eisenplatten zerschlagen war.

Der Kranz wurde verbreitert und die 110 cm langen Eichenholzschnellen eingelegt. Siehe Abb. 7, Taf. 21, sowie die Ansicht Textabb. 1.

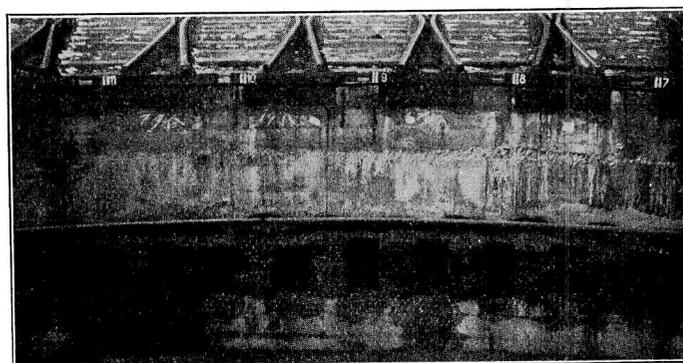


Abb. 1. Laufschienen für Drehscheiben auf Holzschnellen.

In gleicher Weise wurde die Laufbahn für eine neue Schiebebühne von 120 t Tragkraft auf Schnellen ausgeführt (siehe Textabb. 2). Die Verwendung von Schnellen mit Pappelholzunterlagen hat sich auch hier als besonders vorteilhaft erwiesen, weil jede Laufbahn aus je zwei Schienen bestand, deren Köpfe genau auf gleicher Höhe liegen mußten, um eine einseitige Abnutzung der Laufräder und dadurch ein Zwängen der Schiebebühne zu verhüten.

Die Kränze haben sich bisher tadellos bewährt, fahren sich äußerst ruhig, können durch Unterlagen von Pappelholz-

plättchen zwischen Auflagerplatte und Eichenholzschwelle jederzeit auf richtige Höhe genau reguliert werden. Infolge des Fehlens von Steinschrauben ist die Verlegung des Gleises nach Richtung wesentlich erleichtert. Der Unterhaltungsingenieur kann mit Ruhe allen weiteren Abnutzungen entgegensehen und die auftretenden Mängel mit geringem Aufwand beheben.

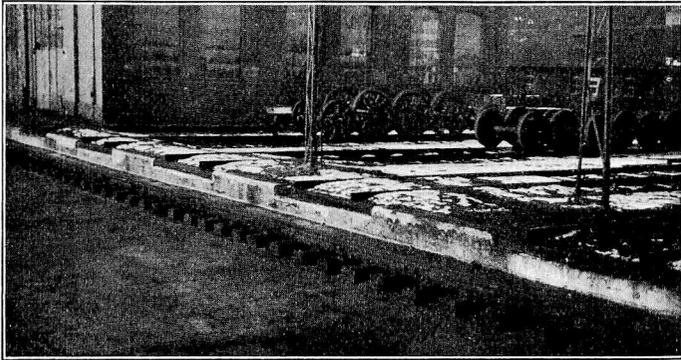


Abb. 2. Laufschiene für Schiebebühnen auf Holzschwellen.

Was ferner die Verwendung von Kranschiene an Stelle gewöhnlicher Schienen anlangt, so ist ohne weiteres zuzugeben, daß selbst die Gleisschienen neuester Form den heute bei Drehscheiben und Schiebebühnenkränzen auftretenden Radlasten von 25 bis 30 t und mehr nicht mehr gewachsen sind. Aber es ist kaum zweifelhaft, daß auch durch eine Kranschiene von größter Form eine Lösung der Aufgabe nicht erreicht wird.

Wenn auch durch Versuche bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg festgestellt wurde, daß solche Kranschiene nach dem Halbmesser der Laufkränze gebogen werden können, so ist damit noch nicht der Nachweis erbracht, daß sie im Betrieb auch Stand halten. Da erfahrungsgemäß schon bei gewöhnlichen Schienen infolge der Biegung für so kleine Halbmesser sich kurz nach Inbetriebnahme Schienenbrüche ergeben, so wird dies bei den Kranschiene noch mehr zu befürchten sein.

An der neu erbauten 23 m-Drehscheibe in Nürnberg Rbf. zeigten sich schon nach ganz kurzer Zeit an den vier Laufrädern Abnutzungen von 4 bis 8 mm, einzelne Räder mußten bereits ausgewechselt werden. Infolge des hohen Druckes und wohl auch infolge der ungleichen Abwicklung der Laufräderkränze bilden sich Abschieferungen, die bald zu unzulässiger Abnutzung der Räder führen. Die Konstruktion der Laufräder und Laufkränze bedarf einer völlig neuen Durcharbeitung, die den abnormen Druckbeanspruchungen gerecht wird. Wenn Kranschiene beibehalten werden, müßten die Laufräder kegelförmige Kränze erhalten, so daß sie entsprechend dem Durchmesser der Drehscheibe ohne Schleifen abrollen können, andernfalls werden Schienen und Radkränze ständig schleifen und sich sehr rasch abnutzen. Dies würde voraussetzen, daß die Schienenköpfe nach außen statt wie bisher nach innen geneigt werden, was Schwierigkeiten bieten dürfte. Als einzig sichere Lösung erscheint mir, die Zahl der Laufräder auf das vierfache zu erhöhen, so daß Raddrucke von 10 bis 12,5 t sich ergeben, was zweckmäßig durch Anwendung von Doppelschienen normaler Form und eine Konstruktion der Laufräder nach Art der Drehgestelle der Personenwagen zu versuchen sein wird.

Diese Entwicklung wird m. E. zwangsläufig kommen müssen.

In gleicher Weise wie bei den Laufkränzen wurde für die Auflagerung der Zulaufschienen der Drehscheiben und Schiebebühnen auf den Randauflägern eine starre Verbindung vermieden und Eichenholzschwelle als elastisches Zwischenglied zwischen Schiene und Beton eingefügt.

In dem schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt des Betonkranzes wurden zwei Eichenholzschwelle von 0,75 m Länge hintereinander eingelegt und in dem Beton mittels je zwei versenkter Steinschrauben verankert. Auf die Schwelle wurden Pappelholzplättchen verlegt und auf diese der Winkeleisenkranz mit seiner über die beiden Schwelle greifenden Eisenplatte.

Die weiteren Einzelheiten sind aus Abb. 4 und 5, Taf. 21 zu ersehen. Die eigentliche Schienen-Auflagerplatte ist so gelegt, daß einerseits der Druck möglichst auf die Mitte des Betonkranzes zu liegen kommt und Kantenpressungen vermieden werden, andererseits das Schienenende noch genügende Unterstützung findet.

Die nach Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Heft 3 von der Reichsbahndirektion Cassel mit Erfolg verwendeten Randauflagerplatten (siehe Abb. 6, Taf. 21) sind an sich als vorteilhaft zu bezeichnen, aber ohne Pappelholzunterlagen würde auch in diesem Falle der Betonkranz zerstört werden. Außerdem leiden sie an dem Nachteil, daß die Betonkranzbreite wegen der Beschränkung der Länge dieser Platten auf 45 cm herabgemindert ist, während bei Verwendung von Holzschwelle der Betonkranz auf 60 cm und mehr Breite gehalten werden kann. Diese Auflagerplatten sind ferner teuer zu beschaffen, da sie jeweils nach Maß anzufertigen sind.

Es erscheint ferner nicht nützlich, den Wanderschub der Schienen unmittelbar auf den Betonkranz wirken zu lassen. Es ist vorzuziehen, diese Schubkräfte schon vor dem Betonkranz abzufangen, was möglich ist, wenn hinter dem Betonkranz zwei bis drei Schwellekränze gelegt werden, deren Schwelleenden sich überplatten und verschraubt sind, also je einen festen Ring bilden.

In Textabb. 3 ist ein solcher Schwellekranz gezeigt.

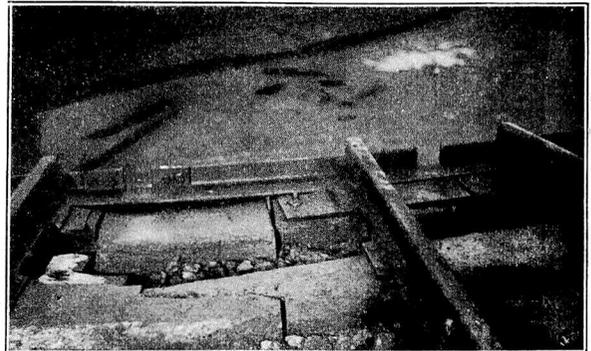


Abb. 3. Schwellekranz für die Zulaufgleise von Drehscheiben.

Mit den so ausgeführten Auflagerungen der Zulaufschienen an den oberen Betonkränzen (Randauflager) der Lokomotivdrehscheiben und Schiebebühnen wurden bisher die besten Erfahrungen gemacht.

Warnen möchte ich nur vor einer zu strammen Befestigung der Zulaufschienen gegen die vordere Kante des Kranzes und gegen zu lange Unterlagplatten, die weit nach rückwärts kragen. Die hintere Kante bildet bei der im Laufe der Zeit meist starken Senkung der Herzstücke einen gefährlichen Hebelpunkt, mittels dessen das vordere Ende der Schienen und damit auch die Holzschwelle oder Auflagerquader hochgehoben und losgerissen werden. Die Schienenenden müssen frei den Bewegungen folgen können, die durch ein Nachgeben der Herzstücke entstehen.

Die in Abb. 4 und 5, Taf. 21 dargestellte Anordnung, bei der das Schienenauflager möglichst in der Mitte des Kranzes zu liegen kommt, hat sich bisher tadelloso bewährt und kann für ähnliche Fälle empfohlen werden.

Grenzen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe durch Anwendung mechanischer Einrichtungen (moderne Rangiertechnik).

Von Reichsbahnoberrat A. Wöhrl, Nürnberg.

Hierzu Abb. 7 und 8 auf Tafel 20.

Es wird heute außerordentlich viel in der Fachpresse geschrieben über die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen der Rangierbahnhöfe durch Anwendung der Mittel der modernen Bremstechnik. Diese Veröffentlichungen sind reichlich theoretisch und lassen noch kein klares, auf sicherer Erfahrung fußendes Urteil zu. Immerhin dürfte feststehen, daß eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen hierdurch möglich wird. Auch in dem amtlichen Organ der Reichsbahngesellschaft »Die Reichsbahn«, Heft 1925/7, ist bereits programmatisch angekündigt, »die Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe zu erhöhen durch Anwendung mechanischer Einrichtungen, die gestatten, mit größeren Abdrückgeschwindigkeiten zu arbeiten«.

Für den Unterfertigten, der seit 1919 im Rangierbahnhof Nürnberg praktisch tätig ist und seit dieser Zeit an einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit dieses Rangierbahnhofs (Gefällsbahnhof) arbeitet, ergab sich daher von selbst der Anlaß, eine Untersuchung anzustellen, inwieweit durch die bisher vorgeschlagenen und vorläufig als brauchbar erwiesenen Mittel der neueren Bremstechnik eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Rangierbahnhofs Nürnberg erzielt werden kann.

Die heutige Spitzenleistung des Rangierbahnhofs Nürnberg beträgt 5000 Wagen im Tag und soll in den nächsten Jahren durch eine entsprechende Erweiterung auf 10000 Wagen täglich erhöht werden. Die obige Untersuchung bietet daher wohl ein allgemeineres Interesse.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß die Leistungsfähigkeit eines Verschiebebahnhofs nicht allein von der Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf und der Ablaufgeschwindigkeit auf diesem abhängt. In gleicher Weise, wie die Geschwindigkeit hier gesteigert wird, muß auch ein rascherer Fluß in den Richtungs-, Stations- und Ausfahrgleisen gesichert werden. Ein einziger Engpaß in einem Rangierbahnhof, der den Strom nicht zu fassen vermag, macht die erhöhte Leistung des Ablaufs am Ablaufkopf hinfällig.

Daher war man schon bisher zu Erkenntnis gelangt, daß Gefällsbahnhöfe mit Rücksicht auf das Versagen der Gefälle bei starkem Frost und Schnee nur dann in strengen Wintern in einem annehmbar gleichmäßigen Fluß gehalten werden können, wenn sämtliche Gleisanlagen (Ablauf-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgleise) so durchgebildet sind, daß in ihnen mit Verschiebelokomotive wie in einem Flachbahnhof gearbeitet werden kann. Ein richtiger Gefällsbahnhof erfordert also zwei Entwurfsbearbeitungen — die eine für reine Gefällsarbeit, die zweite für Lokomotivarbeit.

Die nachstehende Untersuchung beschränkt sich auf die Erhöhung der Leistungsfähigkeit am Ablaufkopf, sowie der Zulaufgeschwindigkeit zu diesem. Wie die Leistung in den Richtungs- und Stationsharfen in Gefällsbahnhöfen erhöht werden kann ohne Änderung der bestehenden Gefälle — eine Änderung wird in den meisten Fällen sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein —, soll hier nicht weiter untersucht werden.

Der Rangierbahnhof Nürnberg, der als einseitiger reiner Gefällsbahnhof gebaut ist (etwa 5 km lang, 2 km breit, 22 m Gesamtgefälle), hat sich bisher bei frost- und schneefreiem Wetter tadellos bewährt und allen Ansprüchen genügt, selbst bei den häufig auftretenden Westwinden, die gegen die Ablaufrichtung wirken.

Dagegen ist der Rangierbahnhof bei starkem Frost (über 10°) und Schneefall nicht mehr in der Lage, seine Aufgabe zu erfüllen. Die Gefälle versagen, das ganze Rangiergeschäft

muß in diesem Fall wie in einem Flachbahnhof mit Maschinen geleistet werden. Hierbei ergeben sich völlig ungenügende Leistungen, die bis zu einer vollständigen Verstopfung des Bahnhofs führen, da die Gleisanlagen für Maschinenarbeit nicht durchgebildet sind.

Diese — besonders in dem strengen Winter 1921/22 auftretenden — außerordentlichen Schwierigkeiten veranlaßten den Unterfertigten, nach Mitteln zu suchen, um eine Wiederholung dieses Bankerottbetriebs hintanzuhalten.

Zunächst wurde geplant, durch Einbau eines elektrischen Spills nach dem damals in der Fachpresse auftauchenden Vorschlag des Geh. Baurats Heinrich (Zeitschrift des V. D. E. V. 1921/10) den ablaufenden Wagen eine Zusatzgeschwindigkeit zu geben und auf diese Weise wenigstens am Ablaufkopf die Störungen zu beseitigen. Doch kam man von diesem Plane immer mehr ab, weil eine derartige Anlage ungünstig einzuordnen war und zu Unfällen leicht Anlaß geben konnte, ferner vor allem deshalb, weil die Wagen nur an der obersten Stelle des Ablaufkopfes eine Zusatzgeschwindigkeit erhalten können, also an einer Stelle, an der noch nicht beurteilt werden kann, ob und welche Zusatzgeschwindigkeit ein Wagen erhalten muß.

(Dieser Mangel haftet auch der Pösentrup-Vögele-Konstruktion an, die auf der Verkehrsausstellung in Seddin vorgeführt wurde. Außerdem leidet diese Konstruktion noch daran, daß die den Wagen zu erteilende Beschleunigung für jeden Wagen die gleiche [3 dm/Sek.], also eine Differenzierung des Antriebs entsprechend dem besseren oder schlechteren Lauf der Wagen nicht möglich ist. Dieser letztere Nachteil wird aber wohl durch eine entsprechende Verbesserung der Konstruktion beseitigt werden können. Wäre dies nicht der Fall, so würde im Winter bei starkem Frost trotz der erteilten Zusatzgeschwindigkeit von 3 dm/Sek. ein Einholen der schlechten Läufer durch die guten unvermeidlich sein und der bisherige Mißstand nicht beseitigt werden. Trotz dieses Mangels muß aber diese Beschleunigungsvorrichtung als eine glänzende Lösung des zuerst von dem damaligen Geh. Baurat Heinrich gemachten Vorschlags anerkannt werden, die allen Ernstes mit der Dr. Frölichschen Lösung in Wettbewerb treten wird. Die Erfahrung wird zeigen, wo die Grenzen für die Anwendung der einen oder anderen Anlage praktisch liegen.)

Es bildete sich bei den weiteren Untersuchungen mehr und mehr die Anschauung heraus, daß es das zweckmäßigste sei, alle Wagen bei Frost und Schnee von einem sehr hohen Winterrücken ablaufen zu lassen, so daß selbst der schlechteste Läufer noch rechtzeitig die Verteilungsweichen erreicht, und dabei die zu rasch laufenden Wagen am Ablaufkopf abzubremsen, um Aufstöße zu vermeiden. Also Abbremsung zu hoher Geschwindigkeiten statt Erteilung einer Zusatzgeschwindigkeit!

Aus dieser Erkenntnis heraus hat der Verfasser durch drei Winter (1921 mit 1923) daran gearbeitet, im Rangierbahnhof Nürnberg einen Winterrücken zu schaffen, dessen Höhe auf Grund von Versuchen von Jahr zu Jahr soweit vergrößert wurde, daß schließlich bei den größten vorkommenden Kältegraden (18° R.) die schlechtest laufenden Wagen noch eine genügende Ablaufgeschwindigkeit erhielten. Der Winterrücken wurde — da an eine Beschaffung von Frölichschen Gleisbremsen wegen Mangel an Mitteln und wegen der noch ungenügenden Erfahrungen mit solchen zunächst nicht zu denken war — mit zwei Gleisbremsen System Büssing (Brems-

schuhe, die von einem Mann aufgelegt und von dem Wagen selbsttätig aus dem Gleis geworfen werden) — eine unmittelbar unter dem Scheitel, die zweite im Abstand von etwa 15 m weiter unterhalb — ausgerüstet (siehe Abb. 7, Taf. 20).

Handelt es sich bei diesem Vorgehen im Rangierbahnhof Nürnberg ausschließlich darum, den Ablaufbetrieb auch bei Frost und Schnee zu sichern, so ging Dr. Frölich einen Schritt weiter und suchte durch Anwendung seiner gut wirkenden neuen Gleisbremse die Leistungsfähigkeit der Ablaufköpfe zu vergrößern.

Er ging dabei von der an sich richtigen Anschauung aus, daß die Leistungsfähigkeit eines Verschiebebahnhofs in erster Linie von der Leistungsfähigkeit des Ablaufkopfes, nach der sich auch die Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf richten muß, abhängt.

Er erkannte, daß auf einem sehr steilen Ablaufrücken die Wagenfolge stark beschleunigt werden kann. Der äußerste Grenzfall wäre theoretisch der, daß die Wagen lotrecht abstürzen und in die Verteilungsweichen fallen. Hierbei könnten sich die Wagen in einem theoretischen Zeitabstand von 3 Sekunden folgen, da beim freien Fall in 3 Sekunden ein Abstand der Wagen von $45 \text{ m} \left(h = \frac{g}{2} t^2 \right)$ sich ergeben würde, was genügend wäre. Demnach könnte in diesem Falle auch die Zulaufgeschwindigkeit bei 9 m langen Wagen auf $\frac{9}{3} = 3 \text{ m/Sek.}$ gesteigert werden, während sie z. Zt. praktisch höchstens auf 1 m/Sek. kommt. (Die Bahnhofdienstanweisung Nürnberger Rangierbahnhof bestimmt in § 60 [3], daß die Zulaufgeschwindigkeit nicht mehr als 10 m in 15 Sek. betragen soll, das ist etwa 0,7 dm/Sek.)

Da die Ablaufgeschwindigkeit am Ablaufkopf bei Anwendung der Frölichschen Gleisbremsen sehr weitgehend erhöht werden kann, müssen alle vorausgehenden und nachfolgenden Anlagen sich dem anpassen und es entsteht in erster Linie die Frage: Wie weit kann die Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf erhöht werden, ohne daß zuviel Risiko und Unfallgefahr entsteht?

Geschwindigkeitsmessungen im Rangierbahnhof Nürnberg ergeben nachstehendes Bild:

1. Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf = 0,7 bis 1,0 m/Sek.
2. Ablaufgeschwindigkeit der einzelnen Wagen etwa in halber Höhe des Ablaufkopfes bei normaler Witterung = 3 m/Sek.
3. Wagenabstand vor Einlauf in die Verteilungsweichen 20 bis 45 m bei 10 bis 20 Sek. Wagenfolge, durchschnittlich 35 m bei 14 Sek. Wagenfolge.
4. Ein 600 m langer Güterzug rollt mit 1 m/Sek. zum Ablaufkopf und von dort in durchschnittlich 13 Sek. ab. Die einzelnen Wagen rollen mit etwa dreimal größerer Geschwindigkeit über den Ablaufkopf und erhalten hierbei durchschnittlich 35 m Abstand.
5. Ablaufgeschwindigkeit am Winterrücken im Rangierbahnhof = 5 m/Sek., Zulaufgeschwindigkeit auf 0,5 m/Sek. ermäßigt.

Für die drei Fälle: a) Ablauf über den Sommerrücken, b) Ablauf über den Winterrücken und c) Absturz der Wagen im freien Fall, ergibt sich nachfolgende Übersicht.

Hieraus ist ersichtlich, daß bei einer Zulaufgeschwindigkeit von 3,00 m/Sek. die Wagen schon nach den Gesetzen des freien Falles abstürzen müßten, wenn der Abstand der Wagen nicht unnötig groß (über 45 m) werden soll. Die Zulaufgeschwindigkeit kann also schon theoretisch höchstens auf 3 m/Sek. erhöht werden.

Es ist klar, daß praktisch eine Grenze der Zulaufgeschwindigkeit gegeben ist. Die mit der größeren Zulauf-

Die Wagen folgen sich zum Ablaufkopf in einem Zeitabstand von höchstens	Dabei kann die Zulaufgeschwindigkeit gesteigert werden bis	Die ablaufenden Wagen erreichen eine mittlere Geschwindigkeit von	Der mittlere Wagenabstand beim Ablauf wird
a) Sommer- rücken 10 Sek.	1 m/Sek.	3 m/Sek.	35 m
b) Winterrücken 5,4 Sek. . .	1,66 „	5 „	40 „ (geschätzt)
c) Freier Fall 3,0 Sek. . .	3,00 „	15 „	45 m

geschwindigkeit wachsende Gefahr eines Aufstosfes zweier nicht gleich rasch laufender Wagen, dann die notwendigen Aufenthalte beim Bremsen selbst, das je nach dem Ziel der Wagen stärker oder schwächer erfolgen muß, dann die Furcht des Personals vor Unfällen, für die es haftbar gemacht wird, das Aushängen der Wagenkuppeln im Gefäll*), ferner im Nürnberger Rangierbahnhof das Anschreiben der Gleis-Nr. an die Wagenpuffer, das allerdings durch elektrische Gleismelder oder Ablaufzettel ersetzt werden kann, und anderes mehr ziehen diese praktische Grenze.

Über durchschnittlich 1 m/Sek. Zulaufgeschwindigkeit und 14 Sek. Wagenabstand auf den Ablaufköpfen wird daher praktisch nicht hinausgegangen werden können. Im Rangierbahnhof Seddin wurde dies trotz der Frölichschen Anlage noch nicht erreicht, wenigstens nicht zur Zeit der Ausstellung, während im Nürnberger Rangierbahnhof sogar schon eine höhere Leistung (12 Sek.) bisher erzielt werden konnte.

In den bisherigen Veröffentlichungen über die Frölichsche Gleisbremse ist als erreichbare Höchstleistung 6000 Wagen im Tag (20 Stunden) genannt, außerdem wird angegeben, daß Anlagen mit täglich 2500 Wagenleistung leicht auf 5000 Wagen — also das doppelte der bisherigen Leistung — gebracht werden können.

Wenn die bisherige Höchstleistung des Rangierbahnhofs Nürnberg von täglich 5000 Wagen auf 6000 erhöht werden wollte, müßte — abgesehen von der Erhöhung des Gefälles des Ablaufkopfes und der nachfolgenden Anlagen — die Zulaufgeschwindigkeit um $\frac{1}{5}$ erhöht werden, also beim Sommerbetrieb von 1 auf 1,20 m/Sek.

Dies wäre ohne allzu große Gefahr wohl möglich, es ist indes stark zu bezweifeln, ob praktisch eine Vergrößerung der Geschwindigkeit über 1 m/Sek. hinaus erreicht werden kann.

Im Nürnberger Rangierbahnhof z. B. scheut sich das Personal bei Benutzung des Winterrückens, die Zulaufgeschwindigkeit entsprechend dem rascheren Ablauf (5 m/Sek.) zu erhöhen, im Gegenteil, es ermäßigt diese Geschwindigkeit aus Vorsicht auf die Hälfte (0,5 m/Sek.), da die Folgen eines Aufstosfes bei der hohen Ablaufgeschwindigkeit (18 km/Std.) viel schlimmer sind und das Personal letzten Endes für den Schaden haftpflichtig erklärt wird.

Auch meine Beobachtungen im Rangierbahnhof Seddin bei Gelegenheit der Eisenbahn-Ausstellung konnten mich nicht überzeugen, daß eine Erhöhung der Zulaufgeschwindigkeit über 1 m/Sek. praktisch möglich wird. Es fiel sogar auf, daß in Seddin, und zwar an beiden Ablaufköpfen, der Ablauf im allgemeinen viel langsamer vor sich ging wie im Rangierbahnhof Nürnberg.

*) Im Rangierbahnhof Nürnberg ist zur Erleichterung des Auskuppelns unmittelbar vor dem Ablaufkopf eine kurze Gegenneigung eingelegt, die sich im allgemeinen sehr gut bewährt hat, doch ergeben sich trotzdem noch häufig Schwierigkeiten und Verzögerungen beim Auskuppeln.

Am Ablaufkopf mit den zwei Frölich'schen Gleisbremsen ging durchschnittlich beim Auflösen eines Zuges alle 45 Sek. an der unteren Gleisbremse ein Wagen durchs Ziel. Theoretisch war die Wagenfolge mit 15 Sek. angegebeu.

Im Rangierbahnhof Nürnberg laufen die Wagen bei normalem Wetter durchschnittlich mit 14 Sek. Abstand.

Der auffallend langsame Ablauf in Seddin ist m. Es wohl auf Mangel an Schulung und Erfahrung des Personal-sowohl des Bremsturses wie der Nachschublokomotive zurückzuführen. Die Bremsung in der unteren Bremse erfordert verhältnismäßig viel Zeit und die Turmwärter getrauen sich keinen Wagen von oben folgen zu lassen, bevor der Vorläufer nicht die untere Bremse verlassen hat. Eine Beschleunigung des Ablaufs wird wohl im Laufe der Zeit erzielt werden können, wenn sich das Personal mit der neuen Anlage noch mehr vertraut gemacht hat — ob 14 Sek. oder gar 12 Sek. Wagenfolge möglich ist, muß die Zukunft zeigen.

Es wäre ein Irrtum, anzunehmen, daß im Rangierbahnhof Nürnberg von der Frölich'schen Gleisbremse an sich eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit zu erwarten ist.

Wenn auch die Frölich'sche Gleisbremse die Abstände der Wagen viel sicherer zu wahren vermag als das veraltete Gleisbremsensystem Büssing, und die Gefahr des Einholens der schlechten Läufer durch die guten und damit der Zusammenstöße wesentlich verringert wird, so glaube ich nach meinen Erfahrungen im Rangierbahnhof Nürnberg trotzdem nicht, daß das Personal — und wenn es noch so tüchtig und geschult ist, was bei einer vollen Ausnützung der Frölich'schen Bremse vorausgesetzt werden muß — eine wesentliche Erhöhung der Zulaufgeschwindigkeit riskieren wird. Dauernd unter einer derartigen Aufregung zu arbeiten, kann niemandem zugemutet werden — besonders wenn er für jeden Unfall verantwortlich gemacht und zum Schadenersatz herangezogen wird.

Ich komme daher zu dem Schluß, daß die Frölich'sche Gleisbremse wohl einen wesentlichen Fortschritt in der Brems-technik gebracht hat, daß sie — wenn sie das hält, was sie bisher versprochen — die bisherigen veralteten und gefährlichen Gleisbremsen bald verdrängen wird, daß sie aber eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Rangierbahnhofs Nürnberg nicht bringen kann.

Ihr Einbau in den Winterrücken dort erscheint wünschenswert, ist aber wirtschaftlich schwer vertretbar, da die Benutzung dieses Rückens nur wenige Tage im Winter (bei Frost und Schnee) in Betracht kommt.

Inwieweit in anderen — vor allem in den Flachbahnhöfen — durch die Verwendung der Frölich'schen Gleisbremse eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit möglich ist, was

nicht anzuzweifeln ist, müßte in jedem einzelnen Fall untersucht werden.

Ein Vergleich mit den Verhältnissen im Rangierbahnhof Nürnberg zeigt, daß dort beim Sommerbetrieb und bei den bisher üblichen Gefällsverhältnissen des Ablaufkopfes schon ein Maximum in der Raschheit der sich folgenden Wagen (bis 12 Sek.) erreicht ist. Darüber hinaus kann keinesfalls gegangen werden, da die Abstände der Wagen sonst zu gering werden und die Gefahr von Anfstößen zu groß wird.

Für Rangierbahnhof Nürnberg könnte daher der Vorteil der Frölich'schen Gleisbremse nur für einen Winterrücken ausgenützt werden, durch den selbst unter den widrigsten Umständen, wie bei Schnee und abnormem Frost, ein genügend rascher und sicherer Ablauf selbst der schlechtest laufenden Wagen garantiert wird. Der bisherige Bankrott der Flachwie Gefäll-Rangierbahnhöfe in strengen Wintern ist damit überwunden. Dagegen wäre ein Ersatz der Sommerrücken im Rangierbahnhof Nürnberg durch eine Frölich'sche Anlage zum Zwecke der Erhöhung der Leistungsfähigkeit nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu begründen.

Zurückkommend auf das eingangs erwähnte Projekt der Erweiterung des Rangierbahnhofs Nürnberg auf die doppelte Leistungsfähigkeit (also auf täglich 10000 Wagen), so ist ohne weiteres klar, daß dies durch eine technische Verbesserung des Ablaufs nicht erreicht werden kann. Die theoretische Höchstleistung von Ablaufköpfen durch den Einbau von Frölich'schen Gleisbremsen wird mit 6000 Wagen im Tag angenommen. Selbst wenn dies in der Praxis als richtig erwiesen würde — was ich zunächst nach dem Obigen bezweifle — so würde damit das Ziel nicht erreicht werden können.

Es erübrigt daher nur die doppelte Leistungsfähigkeit des bestehenden Rangierbahnhofs dadurch zu sichern, daß — wie vorgesehen —

1. ein Vorbahnhof gebaut wird, von dem aus mittels zweier Ablaufrücken eine Roh-(Gruppen)auscheidung der Wagen zum eigentlichen Einfahrbahnhof erfolgt,
2. der Ablauf aus dem Einfahrbahnhof in die Richtungsharfen gleichzeitig mittels zweier Ablaufrücken (zwei Sommer-, bzw. zwei Winterrücken) erfolgt (siehe Abb. 8, Taf. 20).

Die Richtungsgleise und voraussichtlich auch die Stations- und Ausfahrtsgleise werden hierbei eine wesentliche Erweiterung und Umgruppierung erfahren, damit der Doppelablaufbetrieb nebeneinander ohne Störung möglich ist, was wegen des Ineinandergreifens der beiden Systeme teilweise sehr schwierige Aufgaben stellt, und damit der Wagenlauf in allen Teilen des Rangierbahnhofs in einem stetigen und gleichmäßigen Fluß erhalten werden kann.

Betriebstechnisch richtige und wirtschaftliche Bahnbeleuchtung.

Von Betriebsingenieur F. Amling, Frankfurt a. M.

Der Zweck der folgenden Ausführungen ist, auf die Mängel der jetzt überwiegend vorhandenen breitstrahlenden Beleuchtungsart hinzuweisen und mit Nachdruck für schnelle, restlose Einführung neuzeitlicher, blendungsfreier Leuchten, der sogenannten »Tiefstrahler« oder besser »Schirmstrahler« einzutreten, denn es ist doch wohl ein Hauptfordernis, bei dem immer mehr zunehmenden Nachtverkehr dem Betriebspersonal die glatte Durchführung des Betriebs nach Möglichkeit zu erleichtern, wozu die Befreiung von der Blendung sehr viel beitragen kann.

Die Brenner der Haupt-, Vor- und anderer Signale besitzen zumeist eine Leuchtstärke von etwa 16 bis 25 Hefnerkerzen; die jetzt noch überwiegend zur elektrischen Bahn- bzw. Gleisbeleuchtung benutzten breitstrahlenden, nicht blendungsfreien Leuchten je nach der benutzten Glühbirne in der Hauptblick-

richtung eine solche von 250, 400, 750, 1150, 1550 bis 2400 Kerzen. Die Lichtstrahlen solcher hochkerzigen, in der Nähe von Lichtsignalen befindlichen Leuchten bewirken naturgemäß ein Abnehmen der Deutlichkeit der Signalbilder, da das scharfer Beleuchtung ausgesetzte geblendete Auge für die schwächeren Strahlen der Signallichter weniger reizbar ist.

Einige Sonderfälle mögen dies zeigen:

Wie Abb. 1 zeigt, fallen die Strahlen einer breitstrahlenden, hochkerzigen Leuchte, die auf einem Bahnübergang angeordnet ist, mit Lichtstrahlen des Signallichtes zusammen. Das Auge des Lokomotivführers, nicht instande, sich auf zwei verschiedene Helligkeiten gleichzeitig einzustellen, paßt sich zu seinem Schutze der stärkeren an mit dem Ergebnis, daß ein deutliches Erkennen des buntén Signallichtes erst verhältnismäßig spät erfolgen wird.

Abb. 2 zeigt ein Stück der Signalbrücke eines mit hochkerzigen, nicht blendungsfreien Leuchten ausgestatteten Bahnhofs. In die Bildebene sind die Brennpunkte der Leuchten projiziert. Dem der Brücke sich nähernden Führer wird infolge Blendung durch die breitstrahlenden Leuchten das klare Erkennen des Signals erschwert.

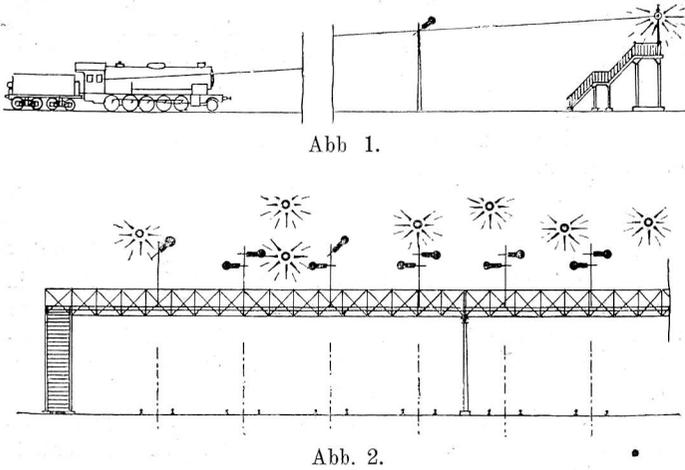


Abb 1.

Abb. 2.

Auch ohne Abbildung ist klar, daß der Führer einer Lokomotive, welche sich im Stumpfgleis einem Prellbock nähert, von einer etwa 20 m hinter diesem befindlichen breitstrahlenden, lichtstarken Leuchte so geblendet wird, daß er die Umrisse des Prellbocks erst verhältnismäßig spät deutlich erkennen kann. Die Beispiele für ungünstige Beeinflussung des Betriebspersonals durch breitstrahlende, nicht blendungsfreie Leuchten lassen sich beliebig vermehren.

Glücklicherweise hat uns die neuzeitliche Beleuchtungstechnik die Mittel zur restlosen Beseitigung dieser Nachteile gegeben, indem sie in Form von Schirmstrahlern blendungsfreie Leuchten geschaffen hat. Die Lichtquelle wird hierbei von einem tiefen Schirm abgedeckt und umgeben und dadurch dem Auge in der üblichen Blickrichtung entzogen, während der ganze Lichtstrom der Lichtquelle gesammelt nach unten in Form eines Kegels austritt mit einem Strahlenwinkel, der etwa zwischen 120° und 160° liegt. Im betrieblichen Interesse müßte man, wo nur irgend zugänglich, den spitzeren Lichtkegel von 120° wählen, da dann auch die äußersten Randlichtstrahlen so steil sind, daß sie niemals mit der üblichen Blickrichtung der Betriebsbediensteten zusammenfallen werden. Im wirtschaftlichen Interesse liegt es allerdings, einen Lichtwinkel größer als 120° zu wählen, da dann größere Lichtmastabstände, also weniger Brennstellen nötig sind. Beim Entwurf von Beleuchtungen ist noch zu beachten, daß die Anwendung von Schirmstrahlern, besonders solchen mit möglichst spitzem Lichtkegel, ohne weiteres einen außergewöhnlich großen Ungleichförmigkeitsgrad der Beleuchtung zuläßt, da das in der üblichen Blickrichtung nicht geblendete Auge gut imstande ist, sich auch bei stark abnehmender Bodenbeleuchtung noch genügend genau zurecht zu finden.

Schirmstrahler sind jetzt für alle Größen von Glühlampen von 25 Kerzen an bis hinauf zu den größten Einheiten zu haben und zwar sowohl in Blechausführung wie auch in der besonders empfehlenswerten schweren, gegen Witterungseinflüsse weniger empfindlichen Ausführung in Gufßeisen. Neuerdings befinden sich kleinere Schirmstrahler für niedrigere Aufhängehöhen auf dem Markt, welche für einen Lichtausfallwinkel bis fast 180° einstellbar sind. Sie gestatten die Anwendung verhältnismäßig großer Lichtpunktabstände und sind besonders zur Beleuchtung von Bahnsteigen mit tiefliegender Überdachung geeignet. Die Einstellung ist leicht so zu treffen, daß der Führer der sich dem betreffenden Bahnhofs nähernden Lokomotive keine Blendung erfährt.

Abb. 3 zeigt zum Vergleich die Lichtverteilungskurve einer breitstrahlenden Leuchte für vorwiegend unmittelbare Beleuchtung neben der gleichartigen Kurve eines Schirmstrahlers, welcher für einen Lichtausfallwinkel von etwa 120° eingestellt ist*).

Abb. 4 zeigt Bodenbeleuchtungskurven derselben Leuchten.

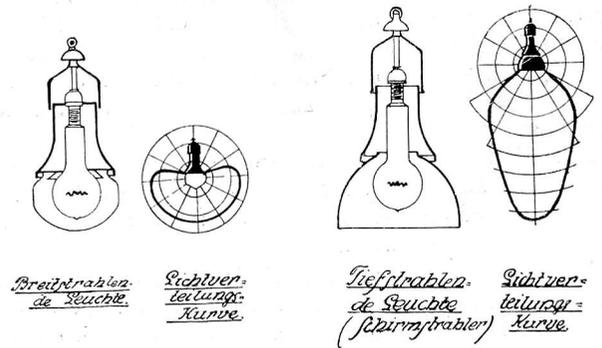


Abb. 3.

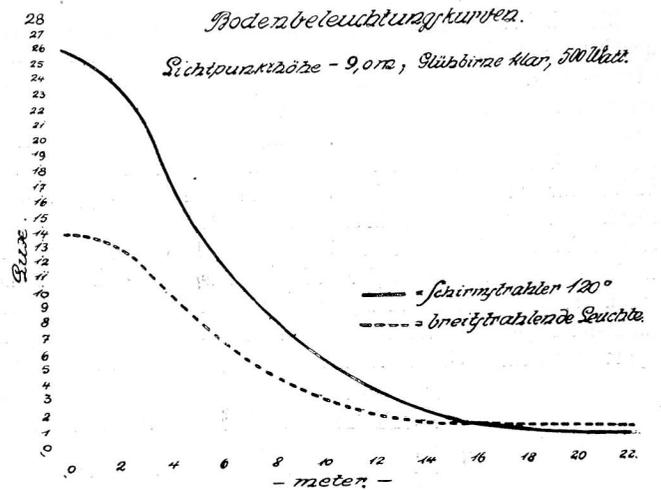


Abb. 4.

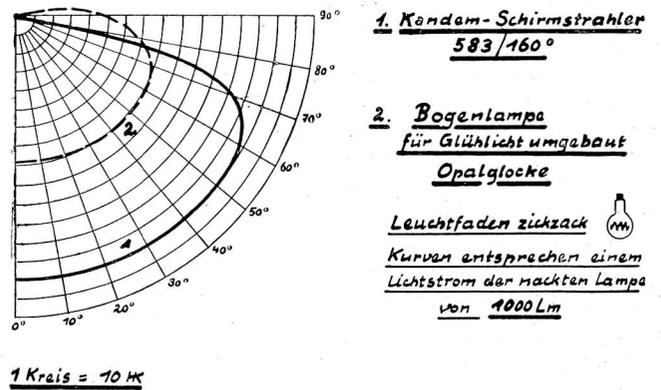


Abb. 5.

In Abb. 5 ist die Lichtverteilungskurve eines Kandem-Schirmstrahlers für 160° Strahlung neben der Lichtverteilungskurve einer für Glühlampenbeleuchtung umgebauten Bogenlampe mit Opalglocke dargestellt. Man findet leider noch häufig solche umgebauten Bogenlampen; die Vergeudung an elektrischer Energie, welche ihre Anwendung mit sich bringt, ist treffend durch die Abbildung illustriert.

*) Dem Betriebstaschenbuch „Beleuchtung“ von Dipl.-Ing. Heyck, Obering. i. F. Körting u. Mathiesen A.-G., Verlag Dr. Max Jäneck, Leipzig entnommen.

Noch besser als aus den Abbildungen erkennt der Beobachter in der Wirklichkeit den ungemein wichtigen Vorzug der Schirmstrahler gegenüber breitstrahlenden Leuchten, den Lichtffluß lediglich dahin zu lenken, wo er zweckerfüllend hingehört — auf die Gleisanlage, den Bahnsteig usw. — Der sich einem mit Tiefstrahlern ausgerüsteten Bahnhof nähernde Führer eines Zuges wird in seiner Blickrichtung nicht mehr von blendenden Lichtstrahlen getroffen. Sein Auge bleibt daher besser befähigt, die Signalbilder rechtzeitig deutlich zu erkennen. Es wird beim Durchfahren längerer Strecken in den einzelnen Bahnhöfen nicht mehr geblendet und kann daher weniger leicht vorzeitig ermüden.

Beim Verschiebedienst in großen Bahnhöfen wird das Rangier- und auch das Lokomotivpersonal die Befreiung von der Blendung und die Ermöglichung einer klareren Beobachtung ebenfalls dankbar begrüßen.

Der Stellwerksbeamte großer Bahnhöfe, der im Strahlenkreuzfeuer nicht blendungsfreier Leuchten sein Auge besonders anstrengen muß, wird die wohltuende, die Sicherheit erhöhende Wirkung des Aufenthalts außerhalb des Strahlenbereichs nach Einführung neuzeitlicher Schirmstrahlerbeleuchtung auch nicht mehr missen mögen.

Die baldige allgemeine Einführung dieser besseren Beleuchtungsart ist nun keineswegs eine Sache, die lediglich im Interesse der Erhöhung der Betriebssicherheit wird erfolgen müssen, sondern sie ist auch eine unmittelbare wirtschaftliche Notwendigkeit. Vergleichende Messungen der Bodenlichtstärken (vergl. auch Abb. 3, 4 und 5) zeigten, daß z. B. ein Schirmstrahler für 120° Strahlung eine um rund 100% bessere Bodenelligkeit ergibt als breitstrahlende Leuchten unter sonst gleichen Verhältnissen. Auf einem mit solchen Breitstrahlern von je 1000 Watt Energieaufnahme ausgerüsteten Bahnhof können also bei Einführung von Schirmstrahlern für jede Leuchtstelle je 500 Watt oder in der Stunde 0,5 kW/Std. gespart werden. Unter Zugrundelegung eines Preises von

\mathcal{M} 0,10 für 1 kW/Std. und \mathcal{M} 25.— Anschaffungskosten für einen Schirmstrahler ergibt sich, daß im vorliegenden Fall die einmalige Ausgabe schon nach $\frac{25,00}{0,5 \cdot 0,10} = 500$ Brennstunden durch Stromersparnis völlig gedeckt ist. Bei rund 2000 Brennstunden jährlich, wie sie Leuchten großer Bahnhöfe aufweisen, würde hiernach eine völlige Tilgung des Anlagekapitals schon in der kurzen Frist von 2 1/2 Monaten erfolgt sein. Die erzielte Ersparnis ist derart hoch, daß man auf die Hälfte verzichten und dafür lieber eine Steigerung der Beleuchtung um 25% erkaufen sollte.

Am Schlusse meiner Betrachtungen über Schirmstrahlerbeleuchtung möchte ich noch auf eine zweite Möglichkeit hinweisen, wie man wohl ohne wesentliche Kosten die Deutlichkeit von Nacht-Signalbildern steigern könnte.

Vor-, Haupt- und andere Signale zeigen jetzt in Ruhe bzw. Grundstellung nach rückwärts volles weißes Licht, in gezogenem Zustande kleines weißes Sternenlicht. Der Führer eines Zuges, welcher sich einer großen, mit zahlreichen Mastsignalen für beide Richtungen besetzten Signalbrücke nähert, erblickt neben dem für ihn bestimmten Signallicht die große Reihe der vollen weißen Rücklichter der Signale für gegenläufige Richtung, wodurch das für ihn bestimmte Lichtzeichen in der notwendigen Aufdringlichkeit gedämpft wird. Ferner zeigt sich dem Rangier- und Streckenpersonal im Rücken der in Rede stehenden Lichtsignale Gleisruhe durch volles weißes Licht, dagegen Gleisbenutzung durch weniger leuchtkräftiges Sternenlicht an.

Vielleicht wäre es zweckmäßig, sofern nicht die völlige Unterdrückung der Rücklichter angängig ist, die Rollen zu vertauschen. Der ankommende Führer würde dann neben dem für ihn bestimmten bunten Signallicht zumeist nur leuchtschwache weiße Sternenlichter erblicken, und das im Rücken von Lichtsignalen tätige Rangier- und Streckenpersonal würde durch das aufdringlichere Lichtzeichen — volles weißes Licht — auf bevorstehende Gleisbenutzung bzw. Gefahr aufmerksam gemacht.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Eisenbahnunfälle.

(Glaser's Annalen Nr. 1141 — 1143, Januar/Februar 1925.)

Der Privatdozent an der technischen Hochschule Darmstadt Regierungsbaurat Dr. Karl Günther, Aschaffenburg, hat über das obengenannte Thema in der Deutschen Maschinentechischen Gesellschaft im Oktober v. J. einen Vortrag gehalten. In der Einleitung weist er daraufhin, daß so alt wie die Eisenbahn auch ihre Unfälle sind und gibt die Richtungen an, nach welchen sie zu betrachten sind: 1. Arten der Eisenbahnunfälle. 2. Häufigkeit und Folgen. 3. Ursache und Verhütung.

1. Arten der Eisenbahnunfälle.

Von den drei Hauptgruppen scheiden für die vorliegende Betrachtung die Bauunfälle und die Unfälle bei den Nebenbetrieben aus, so daß nur die Betriebsunfälle behandelt werden. Sie werden nach von Stockert in folgende Hauptgruppen eingeteilt:

- A 1: Zusammenstoß von Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen mit Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen.
- A 2: Durchschneidung und Streifung von Eisenbahnzügen
- B: Zusammenstoß von Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen mit Hindernissen auf der Fahrbahn.
- C: Entgleisung von Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen ohne vorausgegangenem Zusammenstoß.
- D: Brand im Zuge.
- E: Explosion.
- F: Abstürzen vom Zuge.
- G: Verbrecherischer Überfall im Zuge.
- H: Verbrecherischer Anschlag auf den Zug.
- I: Besondere Ereignisse.

Diese Einteilung, die auch zur Sammlung und Sichtung der Eisenbahnunfälle benutzt wird, ist keine glückliche, da sie nicht das wichtigste, die Unfallursache, in erster Linie berücksichtigt.

2. Häufigkeit und Folgen der Eisenbahnunfälle.

Auf Grund der statistischen Aufzeichnungen in den verschiedenen Zweigen des Eisenbahnwesens wird Aufschluß über den Fortschritt der zur Erhöhung der Betriebssicherheit getroffenen Maßnahmen erlangt. Ein Vergleich dieser Statistiken der verschiedenen Bahnen darf jedoch nicht ohne weiteres erfolgen, da dabei die ganze Eigenart der Bahn mitberücksichtigt werden muß; im besonderen darf nicht die Länge des ganzen Bahnnetzes als Grundlage des Vergleichs benutzt werden, sondern besser der Zug- und Wagenverkehr. Von diesem muß insbesondere die schnellere oder langsamere Bewegung und die Achsenzahl der Züge, sowie vornehmlich die Dichtigkeit des Zugverkehrs berücksichtigt werden. Von der letzteren hängt vor allem die Sicherheit des Verkehrs ab, da bei ihm sich Störungen und Unregelmäßigkeiten viel fühlbarer und übertragbarer auf den Betrieb erweisen, als bei schwachem Verkehr. Da diese Gesichtspunkte bei Beziehung auf einfache Achs- oder Zugkilometer nicht berücksichtigt sind, so sind solche Berechnungen mit der nötigen Vorsicht zu benutzen. Weiter ist erforderlich, daß diese Unfallstatistik, die sich selbstverständlich auch mit den Folgen der Unfälle, mit der Zahl der getöteten und verletzten Personen befaßt, wahrheitsgetreu und rücksichtslos geführt und die Aufnahme der einzelnen Fälle sorgfältig geprüft wird. Wie wertvoll es ist, sich einen Überblick über die Unfallziffern zu verschaffen, wird an der Zahl der Unfälle in Deutschland und an der der getöteten und verletzten Personen auf den nordamerikanischen Eisenbahnen erläutert.

Wenn auch die Untersuchung dieser Verhältnisse eines Landes für sich von Bedeutung ist, so gewinnt sie doch erst besonderen Wert durch Vergleich mit denen anderer Länder. Es muß hierbei jedoch mit kräftigem Mißtrauen gegen die eigenen, vielleicht zu mechanisch abgeleiteten Folgerungen und mit gründlicher Sach-

kennntnis vorgegangen werden, um vor Trugschlüssen bewahrt zu bleiben, da die Zählung der Unfälle nicht in allen Ländern gleichmäÙig und gleich sorgfältig erfolgt und auch die Grundlagen der Statistik geändert worden sind. Weiter ist dabei zur Erlangung einwandfreier Ergebnisse ein möglichst großer Zeitraum, der frei von außergewöhnlichen Einwirkungen (Krieg, mangelhafte Ernährung, ungenügende Beschaffenheit der Betriebsstoffe etc.) sein muß, zu wählen. Der Ruf nach internationaler Regelung der Aufstellung von Unfallnachweisen ist daher begründet.

Für die Jahre 1900 bis 1908 gibt die Abb. 1 nach von Stockert eine vergleichende Zusammenstellung verschiedener Länder, woraus die Ziffern für ihre „Betriebssicherheit“ und ihre „Reisesicherheit“ errechnet werden.

Um jedoch die wichtigste Aufgabe der Unfallstatistik zu erfüllen, muß sie kurz, klar und übersichtlich Auskunft über die Ursachen und über alle für den Unfall wichtigen Punkte geben.

Besonders lehrreich ist es für die Unfallursachen „Gefahrengrade“ zu ermitteln (v. Stockert I. Bd. S. 22, 23), wie sie in Abb. 2 angegeben sind.

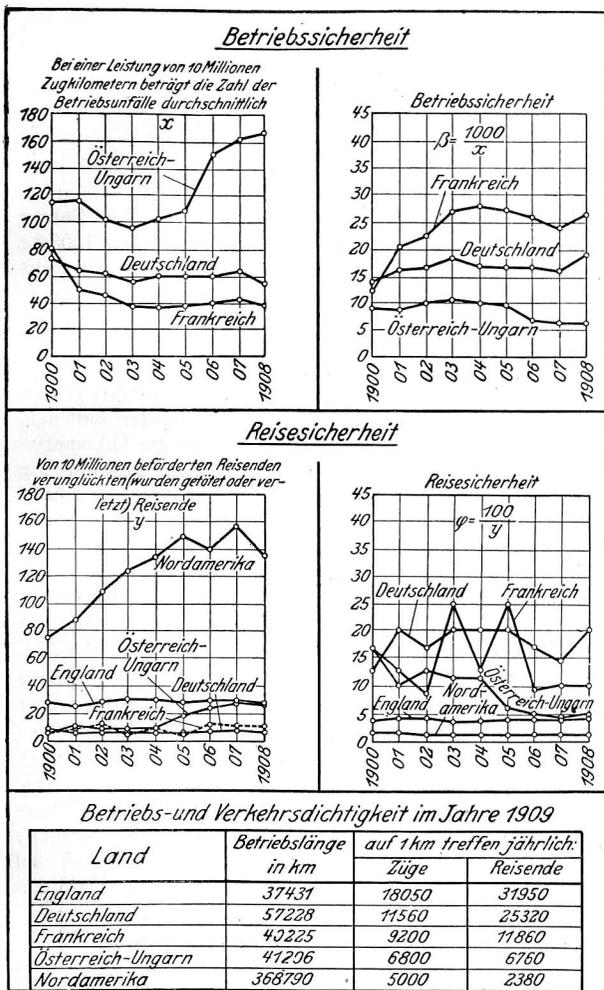


Abb. 1.

3. Ursachen der Eisenbahnunfälle und deren Verhütung.

Die Ursachen können sein:

- I. Das Verkehrsmittel: A. der Weg, B. das Fahrzeug, C. die bewegende Kraft.
- II. Äußere Einflüsse durch: A. die Erde, B. das Feuer, C. die Luft, D. das Wasser, E. Tiere.
- III. Die Verwaltung und zwar: A. Organisation, B. Verwaltungsdienst, C. Personalwesen, D. Bau- und Unterhaltungsdienst, E. Bewachungsdienst, F. Betriebsdienst, G. Verkehrsdienst, H. Wirtschaftsdienst (Finanzwesen).
- IV. Der Mensch: A. das Personal, B. Reisende und Verfrachter, C. fremde Personen.
- V. Unbekannt

Zu diesen Hauptabteilungen sind dann noch Unterabschnitte vorhanden, die eine möglichst eingehende Feststellung veranlassen sollen, um sicher und einwandfrei auf die wirkliche Ursache zu gelangen. Dazu ist außerdem noch reiche Erfahrung und scharfer Blick des bearbeitenden Beamten erforderlich; auch ist es zweckmäÙig, wenn die Vorbildung der Ingenieure auf den Hochschulen darauf schon Rücksicht nimmt. Besonders zu beachten ist auch, daß aus den Einzelheiten der beim Unfälle gemachten Beobachtungen eine Folgerung gezogen wird, die seine Wiederholung möglichst ausschließt.

Es werden dann die durch die einzelnen, vorstehend aufgeführten Ursachen entstandenen Unfälle besprochen und besonders gekennzeichnete, in den verschiedenen Ländern der Erde vorgekommene kurz aber fesselnd beschrieben, die Beschreibung z. T. durch Abbildungen wirksam unterstützt. Im Anschluß daran werden Bedingungen für die betreffenden Betriebsanlagen und Betriebsmittel aufgestellt. Im besonderen wird weiter betont, daß vor allen Dingen die Ursache einwandfrei festgestellt wird. Die Regierungen der meisten Länder haben daraus entsprungene Gesetze und Anordnungen erlassen, Eisenbahnverwaltungen sich deshalb zusammengeschlossen („Technische Vereinbarungen“), sowie zu diesen Zwecken die Presse zur praktisch-wissenschaftlichen Belehrung mit herangezogen. Um von vornherein die Unfälle zu vermeiden, werden in neuerer Zeit zur Feststellung der Berufseignung psychotechnische Prüfungen der

Ursachen der Eisenbahnunfälle				
der Weg	das Fahrzeug		die bewegende Kraft	
171641 Brüche der Schiene.	24372 Brüche der Radreifen	5764 Brüche der Wagenachsen	1475 Brüche der Lokomotiv- u. Tenderradreifen	5432 Brüche der Lokomotiv- u. Tenderachsen
* verursacht auf den Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen in dem zehnjährigen Zeitabschnitt 1900 mit 1909 Entgleisungen:				
125	189	234	23	126
der Gefahrengrad $\left(\frac{\text{Anzahl der Entgleisungen} \times 10000}{\text{Anzahl der Brüche}} \right)$ beträgt daher:				
$\frac{1250000}{171641}$	$\frac{1890000}{24372}$	$\frac{2340000}{5764}$	$\frac{230000}{1475}$	$\frac{1260000}{5432}$
7	78	406	156	232
Von 3600 000 Schienen brechen 17000 jährlich Auf je 200 Schienen 1 Bruch	Von 3900 000 Radreifen brechen 2430 jährlich Auf je 1666 Reifen 1 Bruch	Von 1950 000 Wagenachsen brechen 580 jährlich Auf je 3333 Achsen 1 Bruch	Von 460 000 Radreifen brechen 150 jährlich Auf je 3333 Reifen 1 Bruch	Von 230 000 Achsen brechen 540 jährlich Auf je 500 Achsen 1 Bruch
0,5 vom Hundert	0,06 vom Hundert	0,03 vom Hundert	0,03 vom Hundert	0,2 vom Hundert

Abb. 2.

Anwärter vorgenommen, auch der weitere Ausbau des Eisenbahnbildungswesens durch Lehrfilme empfohlen. B. E. Eck.

Österreichische Schnellzug-Fahrtleistungen.

(Die Lokomotive 1924, Heft 12.)

Die Fahrtleistungen der Österreichischen Bundesbahnen, die vielfach als nicht vollwertig betrachtet werden, haben einen Vergleich mit jenen anderer Bahnverwaltungen nicht zu scheuen, sobald dieser Vergleich auf objektiver Grundlage durchgeführt wird. Keines der europäischen Länder ist durch den Krieg und seine Folgen so empfindlich getroffen worden wie Österreich. Die Beschaffenheit der Kohle ist schlechter geworden und die schon vorher ungünstigen Geländebeziehungen kommen noch stärker zur Geltung, seitdem die

Westbahnstrecke Wien—Salzburg—Innsbruck—Arlberg zur Hauptverkehrsader des neuen Österreich geworden ist, während auf den übrigen Reststrecken der Verkehr erheblich abgenommen hat. Gerade die Westbahnstrecke stellt aber der Erreichung von Reisegeschwindigkeiten, wie sie auf andern Bahnen verhältnismäßig leicht zu erreichen sind, mit den schweren Schnellzügen dadurch fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, daß schon die verhältnismäßig günstige Strecke Wien—Salzburg (313 km) mit längeren Steigungen von 10‰ zwei Hauptwasserscheiden überwindet. Trotzdem werden dort im regelmäßigen Verkehr sehr beachtenswerte Fahrtleistungen erzielt.

So beförderte am 14. Oktober 1924 eine Gölsdorfsche IC2-h4v Lokomotive den D-Zug 204, Salzburg—Wien, mit einer Belastung bis Attnang von 259 t, ab Attnang 331 t und verkürzte dabei die ohnedies sehr knappe Gesamtfahrzeit noch um drei Minuten. Trotz einer gleich nach der Ausfahrt beginnenden Rampe von 11‰/00 wurde schon nach 14 km eine Geschwindigkeit von 68 km/Std. erreicht; dabei war die Reibung fast stets voll ausgenützt. Die Reisegeschwindigkeit betrug auf der Gesamtstrecke, die seit dem Frühsommer 1924 von Lokomotiven mit Ölfeuerung ohne Personalwechsel durchfahren wird, 53,5 bzw. 55 km/Std., jedoch liegt die ganze Strecke in Steigungen von 2 bis 5‰/00 und außerdem war der Zug wegen einiger etwas schleifender Bremsklötze schwer in Gang zu bringen.

Am 14. September 1924 durchfuhr dieselbe Lokomotive mit dem D-Zug 203 von 380 t Wagengewicht die 55 km lange Teilstrecke Linz—Attnang—Puchheim mit zwei Aufenthalten von je zwei Minuten fahrplanmäßig in 63 Minuten. Die Reisegeschwindigkeit betrug dabei allerdings nur 52,4 bzw. 55 km/Std., jedoch liegt die ganze Strecke in Steigungen von 2 bis 5‰/00 und außerdem war der Zug wegen einiger etwas schleifender Bremsklötze schwer in Gang zu bringen.

Eine neue Erscheinung bildet das allmähliche Eintreten der neuen 2D-h2 Schnellzuglokomotiven auf dieser Strecke. Sie sollen Züge von 500 bis 600 t im gewöhnlichen Zugdienst nach Wien bringen und dabei noch vielfach Verspätungen bis 20 Minuten einholen. Bedenkt man zudem noch die erhebliche Fahrzeitkürzung, die sich ergeben wird, wenn erst die Arlbergbahn durchweg elektrisch betrieben werden kann, so sieht man, daß die Österreichischen Bundesbahnen mit Erfolg bestrebt sind, ihr Eisenbahnwesen auch in dieser Hinsicht wieder auf die alte Höhe zu bringen und sogar noch über diese hinaus zu fördern.

R. D.

Betrieb in technischer Beziehung.

Schrankenlose Bahnüberfahrten und Autoverkehr.

Es ist hinreichend bekannt, daß die schrankenlosen Bahnüberfahrten an verkehrsreichen Straßen eine ungeheure Gefahr für den Autoverkehr bilden.

Der Reichsverband der Automobilindustrie, sowie die Automobilklubs bemühen sich seit Jahren angesichts der teilweise geradezu tragischen tödlichen Unglücksfälle an solchen Überfahrten im Benehmen mit den Reichsbahndienststellen eine Lösung zu finden, die einerseits einen sicheren Schutz bietet, andererseits für die Reichsbahn und die Automobilbesitzer finanziell tragbar erscheint.

Als selbstverständlich muß vorausgeschickt werden, daß eine rechtliche Verpflichtung der Reichsbahn nicht besteht, für einen neuerlich entstandenen Verkehr einseitig die finanziellen Lasten der notwendigen Sicherungsmaßnahmen zu tragen. Dies ist in erster Linie Aufgabe der Kraftwagenverbände.

Im nachfolgenden soll ein Vorschlag gemacht werden für eine Sicherung, die zweifellos geeignet ist, die Gefahren an solchen Überfahrten wesentlich herabzumindern, ohne daß hierfür erhebliche Kosten aufgewendet werden müssen.

Bekanntlich hat man in Österreich auf den dortigen Bundesbahnen seit 1915 eine sehr interessante Einrichtung getroffen, um die geschlossenen Schrankenbäume den Autoführern bei Nacht sicher kenntlich zu machen (siehe Organ 1923, Heft 11), dadurch, daß auf jedem Schrankenbaum zwei kleine Scheinwerfer (ohne eigene Lichtquelle) mit roten Glaslinsen von 7 bis 9 cm Durchmesser und 10 bis 12 cm Länge (Friedenspreis etwa 8 bis 10 Kronen pro Stück) angebracht wurden, die gegen die StraÙe gekehrt und 80 cm voneinander entfernt sind.

Versuchsfahrten auf einem Sandgleis.

(Railway Gazette, Vol. XLII, Nr. 4 v. 23. 1. 25, S. 115).

Auf einer Strecke der englischen Großen Westbahn in Wales, die unter 1:45 bis 1:57 fällt, ist im August 1923 zur Erhöhung der Betriebssicherheit ein Sandgleis eingebaut worden. Es erstreckt sich auf rund 300 m Länge und liegt ungefähr auf halber Höhe der Steilrampe. Die Schienen des Sandgleises laufen parallel zu den Hauptfahrtschienen und sind in einem fortlaufenden Trog verlegt, der mit Kies ausgefüllt ist. Kies hat sich zum Aufhalten der Züge als geeigneter erwiesen als Sand. Das Kiesbett reicht etwa 8 cm über SO. Die Einfahrweiche ist mit dem Einfahrsignal des am Fuß der Steilrampe gelegenen Bahnhofs Neath gekuppelt und steht auf Ablenkung, solange das Signal Halt zeigt; ehe dieses gezogen, nach englischen Gebrauch also der Flügel gesenkt werden kann, muß die Einfahrweiche in das Sandgleis auf geraden Strang gestellt werden.

Bei den Versuchen, die in Gegenwart einer Anzahl von Lokomotivführern und Zugschaffnern angestellt worden sind, wurde zunächst ein Zug, bestehend aus einer Lokomotive Bauart 1 C mit einem Zugführerwagen und 41 beladenen Kohlenwagen im Gesamtgewicht von 826,9 t etwa 200 m vor dem Sandgleis zum Stehen gebracht. Sodann wieder in Bewegung gesetzt, fuhr der Zug mit etwa 24 km Stundengeschwindigkeit in das Sandgleis ein, wobei die Lokomotive so lange arbeitete, bis sie hinter die Sandweiche gekommen war. Darauf wurde der Dampf abgesperrt und der Zug kam nach 27 Sekunden mit der Lokomotive und 17 Wagen im Sandgleis stehend, auf eine Entfernung von 110 m zum Stehen. Um die Weiterfahrt zu ermöglichen, mußte erst der Kies aus dem die Schienen umgebenden Trog ausgeschaufelt werden.

Der zweite Versuch wurde so angestellt, als ob der Führer die Herrschaft über den Zug verloren hätte. Der Zug, der 1003,3 t wog, fuhr von einer Stelle 437 m vor der Sandweiche an. An sechs Güterwagen und am Zugführerwagen wurden die Bremsen angezogen. Der Zug fuhr in das Sandgleis mit 53 km Stundengeschwindigkeit ein. Die Lokomotive war ungebremst; der Dampf war abgesperrt. Der Zug rutschte durch das Sandgleis durch und kam dann nach 32 Sekunden zum Stehen, nachdem er 324 m weit gefahren war. Die Lokomotive und ein Wagen hinter ihr waren wieder auf dem Hauptgleis. Etwa 80 m vor der Ausfahrtsweiche zog der Lokomotivführer die Bremse an, es war aber deutlich zu sehen, daß der Zug auch ohne diese Bremsung zum Halten gekommen wäre. Es gelang der Lokomotive nicht, den Zug wieder in Bewegung zu bringen, und auch das Ansetzen einer zweiten Lokomotive am Ende des Zugs hatte keinen Erfolg. Schließlich wurde der Zug in zwei Hälften aus dem Sandgleis herausgeholt.

Wernekke.

Sie befinden sich bei niedergelegtem Schrankenbaum ungefähr in Höhe der Autolaternen und werfen deren Licht gegen das Fahrzeug zurück, so daß der Fahrzeugführer bei Annäherung an die geschlossene Schranke zwei rote Lichtsignale erblickt.

Seitdem diese Scheinwerfer, die keine andere Bedienung erfordern, als eine zeitweise Reinigung der Linsen von Staub, in Verwendung sind, haben die früheren ständigen Klagen der Kraftwagenverbände über die schlechte Sichtbarkeit der geschlossenen Schranken bei Dunkelheit vollständig aufgehört und es konnte die früher verlangte kostspielige Beleuchtung der Übergänge erspart werden.

Diese guten Erfahrungen, die in Österreich mit dieser Reflexbeleuchtung durch die Autos gemacht wurden, veranlaßten den Unterzeichneten, Versuche zu machen, an schrankenlosen Überfahrten in der Mitte der StraÙe eine Tafel aufzuhängen, die durch die Autolaternen beleuchtet wird und dadurch als Warnsignal dienen soll.

Die Tafel über der Bahn aufzuhängen verbietet sich wegen des hohen Lichtprofils (4,80 m). Über der StraÙe ist hingegen eine Lichthöhe von 3 bis 3,50 m zulässig. Die Tafel ist beweglich und kann beim Anstreifen ausweichen. Je eine Tafel wäre stets in der Geraden vor bzw. nach der Überfahrt aufzuhängen, damit sie auf ca. 80 bis 100 m bereits in die Sichtlinie des Kraftwagenlenkers tritt, ferner in möglichst großem Ausmaß mit dem bekannten Gefahrzeichen # in schwarz auf weißem Emailgrund zu wählen.

Die Versuche ergaben eine hinreichend weite und genügend auffallende Sichtbarkeit, um die Lenker von Kraftfahrzeugen auf einen gefährlichen Bahnübergang aufmerksam zu machen. Bei Tage ist gute Sichtbarkeit ohne weiteres vorhanden.

unteren Hälfte eine Anzahl 5 mm großer Löcher, aus denen sich das Wasser beim Speisen auf den Winkelrost b ergießt. Die Wasserstrahlen vermischen sich mit dem Dampf im Dom und scheiden beim Niederfall auf dem Winkelrost bereits erhebliche Mengen der Unreinigkeiten aus. Die einzelnen Winkel sind an den Enden hochgebogen, damit das Wasser nicht glatt hindurchfließen, sondern nur rieseln kann. Nachdem schon ein großer Teil des Kesselsteins sich im Dom abgesetzt hat, läuft das Wasser dann noch über die Rieselleche a und wird dabei noch weiter entschlamm. In derselben Weise wird das durch die Dampfstrahlpumpe geförderte Wasser von der rechten Seite her über das Kesselspeiseventil k zugeleitet mit dem einzigen Unterschied, daß es nicht aus einem ringförmig gebogenen Rohr, sondern aus dem froschmaulartig ausgebildeten Stutzen m auf den Winkelrost fällt. Die Ablagerungen im Rundkessel werden durch den Schlammfänger g aufgenommen und mit dem Abschlammschieber h von dort entfernt. Zur Reinigung des Winkelrostes können die einzelnen Winkelstücke durch den Domverschlußdeckel n herausgenommen werden, der aufgeschliffen ist und mit dem Druckring o befestigt wird. Die Dombekleidung hat hierzu den leicht herausnehmbaren Einsatz p.

Die beschriebene Bauart des Schlammabscheiders ist bei hoher Kessellage mit niederem Dom ebenso leicht ausführbar wie bei tiefliegendem Kessel. Nur wird die Anzahl der rostartig angeordneten Winkelstücken je nach der verfügbaren Domböhe verschieden ausfallen.

R. D.

Ein neuer Mefswagen der New York-Central Bahn.

(Railway Age 1924, 2. Halb. Nr. 25.)

Der neue Wagen ist ganz aus Eisen gebaut und ruht auf zwei zweiachsigen Schwannenhals-Drehgestellen. Er ist seit etwa einem Jahr in Betrieb und hat eine Länge von 15,9 m und eine Breite von 2,65 m. Der Mefraum liegt am einen Ende des Wagens und hat einen erhöhten Aufbau zur Beobachtung der Strecke. Er nimmt mit einer lichten Länge von rd. 6,5 m die kleinere Hälfte des Wagens ein und enthält neben dem Mefapparat einen großen Zeichentisch, einen Schreibtisch und Aktenschrank, sowie verschiedenes kleineres Zubehör. Zum Aus- und Einbringen dieser Teile, sowie der Mefgeräte sind zwei seitliche Schiebtüren vorgesehen.

Insgesamt können mit dem Wagen 17 verschiedene Messungen gemacht werden. Einige davon werden selbsttätig in kurzen Zwischenräumen aufgezeichnet, die übrigen lassen sich zu beliebigen Zeitpunkten gemeinsam oder einzeln einschalten. Aufgenommen werden die Zeit, die Zug- und Druckkraft, die Geschwindigkeit, der Druck in der Bremsleitung und im Bremszylinder, der Kesselüberdruck, die

Stellung von Regler und Steuerung, die Neigungen und Krümmungen der Strecke sowie der jeweilige Standort und die zurückgelegte Streckenlänge des Zugs, Zeit und Menge der Feuerbeschickung und schließlich noch Indikator-Diagramme. Außerdem ist noch Platz für einige etwa noch hinzukommende Messungen vorgesehen.

Der Zug- und Druckkraftmesser reicht für Zugkräfte bis 225 t und für Druckkräfte bis 435 t. Er überträgt die auftretenden Kräfte je besonders mittels Flüssigkeit auf das Schreibzeug, das aber ausgeschaltet werden kann, wenn keine Messungen gemacht werden sollen. Der Wagenboden, an dem die Vorrichtung befestigt ist, ist so kräftig gehalten, daß Beschädigungen des Wagens durch die großen Kräfte oder starke Stöße vermieden werden. Die Geschwindigkeit des Papierstreifens, auf dem alle Messungen aufgezeichnet werden, kann beliebig gewählt werden; er läuft bei Vor- und Rückwärtsfahrt stets in derselben Richtung und ist so angeordnet, daß handschriftliche Ergänzungen leicht eingetragen werden können.

Das gesamte Mefgerät wird von der darunter liegenden Achse mittels staubdicht gekapselter Kegelräder angetrieben. Die nach oben führende Welle dieses Antriebs ist mit Rücksicht auf die gegenseitigen Bewegungen von Untergestell und Wagenkasten teleskopartig ausgebildet. Außerdem ist noch der Antrieb mittels eines Elektromotors vorgesehen. Der mechanische Antrieb läßt sich ebenso wie oben beim Kraftmesser ausschalten. Sämtliche für die Messungen erforderlichen Schaltungen kann der Bedienungsmann von seinem Platz aus leicht vornehmen.

Von der übrigen Einrichtung ist nicht viel zu erwähnen. Die Aufenthalts- und Schlafräume liegen am andern Ende des Wagens. Die Küche mit Herd, Ablauf, Schränken für Kleider und Porzellan, sowie einem Eisschrank scheint im Verhältnis zu dem nach Art der Pullman-Wagen eingerichteten Wohn- und Schlafraum sehr reichlich bemessen. Letzterer enthält bei 1,9 m Länge zwei Tische und vier Betten. Weitere Schlafgelegenheiten sind unter der Decke des Mefraums untergebracht. Der Wagen hat Dampfheizung und elektrische Maschinenbeleuchtung. Zwei im Dach untergebrachte Behälter enthalten rd. 750 l Wasser. Ein Teil davon wird durch die Abwärme des Herdes vorgewärmt.

Im Vergleich mit andern Mefwagen läßt dieser amerikanische Wagen noch Raum für mancherlei Verbesserungen. Man vermißt bei ihm vor allem die doch nicht unwesentlichen Temperaturmessungen im Dampfsammelkasten und im Schieberkasten und die Druck- bzw. Unterdruckmessungen in Dampfsammelkasten, Blasrohr, Feuerbüchse und Rauchkammer. Den Wasserverbrauch gegenüber dem Kohlenverbrauch zu vernachlässigen, entspricht amerikanischer Gepflogenheit.

R. D.

Bücherbesprechungen.

Wechmann, Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn. Beiträge mit Benutzung amtlicher Quellen von Mitarbeitern im Bau und Betrieb der elektrischen Zugförderung der deutschen Reichsbahn, herausgegeben von Wilhelm Wechmann, Ministerialrat im Reichsverkehrsministerium. R. Otto Mittelbach (Romverlag), Berlin-Charlottenburg 5, 1925.

Die Einführung des elektrischen Betriebs auf den deutschen Vollbahnen hat in den Jahren nach dem Krieg außerordentliche Fortschritte gemacht und durch das enge Zusammenarbeiten der Behörden der Reichsbahn mit den Firmen der Elektrotechnik und des Maschinenbaus ist eine weitgehende Vereinheitlichung der Einzelteile der elektrischen Lokomotiven, der Fahrleitungen usw. zustande gekommen; es ist also ein gewisser Abschluß der Entwicklung erreicht. Für jeden Ingenieur, besonders aber für den Bahntechniker ist es deshalb von größtem Wert, einen Überblick über den Stand der elektrischen Zugförderung zu erhalten, und es ist sehr zu begrüßen, daß sich die Reichsbahn entschlossen hat, ein großes Werk über den elektrischen Zugbetrieb herauszugeben. In dem Werk kommen die einzelnen Fachleute der Reichsbahn zu Wort, die mitten in der Praxis des Baues und Betriebes der elektrischen Zugförderung stehen und von denen manche die ganze Entwicklung des elektrischen Zugbetriebs miterlebt haben.

So ist ein hervorragendes monumentales Werk zustande gekommen, wie wir es auf anderen Gebieten der Elektrotechnik im gleichen Umfang nicht besitzen. Der allgemeinen Anlage nach gliedert sich das Werk in großen Zügen wie folgt. Nach Darlegung der wirtschaftlichen Bedeutung und des Umfangs der elektrischen Zugförderung werden zuerst die Bahnstromerzeugung und die hierbei benutzten Kraftquellen behandelt, dann die Übertragungsleitungen, die Stromverteilung und die Unterwerke. Hierauf werden die Bauarten der Fahrleitungen und ihre Entwicklung zur Einheitsfahrleitung und die Errichtung und Unterhaltung derselben beschrieben. Daran schließen sich die Abschnitte über die elektrischen Lokomotiven und über die Einwirkung des Bahnstromes auf die Fernmeldeleitungen.

Die nächsten Kapitel sind den Stadt- und Vorortbahnen gewidmet und schließlich sind die Einrichtungen zur Unterhaltung und Ausbesserung der Betriebsmittel, die Anlagen für die elektrische Beleuchtung und Kraftversorgung der Bahnanlagen behandelt. Im Schlußkapitel werden die Kosten für elektrischen und Dampftrieb miteinander verglichen.

Auf Einzelheiten dieses großen Stoffes einzugehen, ist natürlich nicht möglich. Im allgemeinen aber kann gesagt werden, daß jeder Abschnitt für sich einen ausgezeichneten Überblick über das betreffende Sondergebiet bietet und es ist kein Zweifel, daß auch der Fachmann auf dem Gebiet der elektrischen Zugförderung großen Nutzen aus dem Studium des Werkes ziehen wird.

Für die Neuauflage, die diesem Werk sicher beschieden sein wird, möchte der Referent einige Anregungen geben. In den Abschnitten über die elektrische Lokomotive wäre vielleicht auch ein Kapitel über die Dynamik des Lokomotivgetriebes und über die mit den verschiedenen Getrieben gesammelten Erfahrungen erwünscht. Dafür könnten, um den Umfang des Werkes nicht zu sehr zu vergrößern in den Abschnitten über die Stromerzeugung die genaue Beschreibungen aller der Apparate und Einrichtungen, die in jedem Kraftwerk vorhanden sind und keine Spezialeinrichtung von Bahnkraftwerken darstellen, wegfallen.

Ganz ausgezeichnet ist die Ausstattung des Werkes und besonders gut sind die Reproduktionen von Lichtbildern. Dies ist wohl der Verwendung von Glanzpapier zuzuschreiben. Der Referent hat allerdings bei dem vielstündigen Studium des Buches die Wirkung dieses Papiers auf die Augen als schädlich empfunden. Wenn der Preis des Werkes bei Verwendung anderen Papiers niedriger würde, so wäre doch bei der nächsten Auflage zu erwägen, ob nicht eine einfachere Ausstattung gewählt werden soll. Das Werk könnte dann auch von solchen angeschafft werden, die nicht mit irdischen Gütern überreich gesegnet sind, und eine weite Verbreitung, auch unter unseren Studierenden, verdient dieses Werk.

Prof. Schwaiger.