

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

93. Jahrgang

10. März 1938

Heft 5/6

Fachheft:

Brückenunterhaltung.

So umfangreich das Schrifttum über Brückenbau auch ist, es findet sich darunter kaum eine zusammenfassende Darstellung der Brückenunterhaltung. Es ist, als hätten die wissenschaftlichen Fragen der statischen und der dynamischen Berechnung sowie die der baulichen Gestaltung die ganze Aufmerksamkeit der Brückenbauer voll in Anspruch genommen. Die Schriftleitung des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens hat sich daher an eine Reihe von Vereinsverwaltungen mit der Bitte gewendet, ihren Brückenunterhaltungsdienst für ein Fachheft zu schildern. Die Verwaltungen haben diesem Wunsche bereitwillig entsprochen. Schon daraus kann man schließen, daß ein Bedürfnis zu diesen Sonderdarstellungen besteht. Noch heller wird der Sinn des Sonderheftes „Brückenunterhaltung“ beleuchtet durch ein Wort des Sektionschefs Bühler, des Berichters der Schweizerischen Bundesbahnen; es umfaßt geradezu eine Lebenserfahrung: „Wer Unterhaltarbeiten anzuordnen hat, weiß erst, was bauen heißt“.

Die Schriftleitung.

Der Brückendienst bei den Schweizerischen Bundesbahnen.

Von Dr. Ing. E. h. Bühler, Dipl. Ing., Sektionschef bei der Generaldirektion der S. B. B., Bern.

Inhaltsangabe*):

- A. Allgemeines.
- B. Unterhalt:
 - a) Gliederung des Brückendienstes.
 - b) Technische Fragen des Unterhaltes und der Verstärkung von Brücken (Kosten, Stahlbauten, Massivbauten, Verstärkungen).
- C. Umbauten, sowie Ersatzbauten:
 - a) Ursachen (Alterung, Ermüdung, Auswirkung von Vorschriften, Betriebslasten).
 - b) Grundsätze mit Beispielen: (Bauformen, Baustoffe, Umbauten, Ersatzbauten).

A. Allgemeines.

Die Linien der heutigen größeren Eisenbahnnetze sind zumeist weder zur selben Zeit entstanden, noch nach einheitlichen Richtlinien gebaut worden. Sie setzen sich vielmehr aus älteren und neueren Linien zusammen, bei deren Erstellung verschiedene bauliche Grundsätze angewendet wurden. Schwere und leichte, einfache und verwickelte Ausbildung der Bauten wechseln ab, entsprechend dem jeweiligen Stand der technischen Erkenntnisse, sowie der geltenden allgemeinen Auffassungen. Nicht zuletzt spiegelt sich in den Bauten auch das theoretische und bauliche Können der beteiligten Ingenieure und die Sorgfalt der Bauausführung durch die Unternehmungen.

So litten die aus dem Zusammenfügen vieler Linien entstandenen Eisenbahnnetze unter ungleicher baulicher Ausbildung. Gerade dieser Umstand bildete aber ein großes Hindernis bei der Vereinheitlichung und Verbilligung des Betriebes und machte den uneingeschränkten Verkehr der Be-

triebsmittel oft schwierig oder unmöglich. Die baulichen Verschiedenheiten waren so groß, daß, trotz jahrzehntelanger Bemühungen und großem Aufwand an Mitteln, die Linien noch heute Mängel aufweisen, die einem allgemeinen Verkehr aller Betriebsmittel entgegenstehen. Dies gilt besonders von den Eisenbahnbrücken.

Neue Unterschiede wurden im Laufe der Jahre dadurch geschaffen, daß im Hinblick auf die bis in die letzten Jahre immer schwerer gewordenen Lokomotiven und Wagen und ferner mit Rücksicht auf die Zunahme der Geschwindigkeit aller Züge, auch die Brückenverordnungen geändert werden mußten. Da aber eine Anpassung aller Brückenbauten an neue Belastungsgrundlagen lange Zeit erfordert, so mochte es infolge der sich erst nach und nach ändernden Verhältnisse manchmal fast unmöglich erscheinen, den Ansprüchen auf unbehinderte Verwendung der schweren Betriebsmittel und in Verbindung damit auch des Personals je genügen zu können, ohne die wirtschaftlichen Grenzen der Bauaufwendungen überschreiten zu müssen. Wie wir noch zeigen werden, ist es indessen den Schweizerischen Bundesbahnen doch gelungen, diese Aufgabe innerhalb angemessener Zeit zweckmäßig zu lösen.

Dabei haben die Erkenntnisse, die aus dem Unterhalt der Brücken gewonnen wurden, keine geringe Rolle gespielt. Sie haben die Entscheide, ob ein Bauwerk beibehalten werden könne, oder ob eine Verstärkung, ein Umbau oder ein Ersatzbau in Betracht komme, oft maßgebend beeinflusst.

B. Der Brückenunterhalt.

Bei den Schweizerischen Bundesbahnen liegt der Unterhalt bestehender und der Bau neuer Anlagen in denselben Händen, von der Erwägung ausgehend, daß neue Bauten nur dann mit voller Umsicht erstellt werden können, wenn die bauliche Er-

*) Diese Inhaltsangabe trifft in den Hauptsachen auch auf die Beiträge der übrigen Vereinsverwaltungen zu.

Schriftleitung.

fahrung mit der beim Unterhalt gewonnenen, vertieften Einsicht gepaart sei*).

a) Gliederung des Brückendienstes.

Unser Netz ist in drei Kreise mit je ungefähr 1000 km Betriebslänge eingeteilt.

Der Abteilung für Bau und Unterhalt der Bahn jeder Kreisdirektion ist ein Brückenbureau beigegeben, das aus einem Chef und im Mittel aus vier Beamten besteht. Dieses Büro ordnet die erforderlichen Unterhaltarbeiten an, überwacht diese, sowie die Neu- und Umbauten, allenfalls im Einvernehmen mit dem Streckendienst (Bahningenieure oder Bauleitungen). Es erledigt ferner im Rahmen des Möglichen Entwurfsarbeiten und die ihm überwiesenen baustatischen Aufgaben, sowohl des Stahlbaues als auch des Beton- und Eisenbetonbaues. Oft werden private Ingenieurbüros zur Ausarbeitung von Entwürfen beigezogen, um auch diesen Gelegenheit zur Mitarbeit bei staatlichen Bauten zu geben.

Jedem der drei Kreisbrückenbüros ist eine sogenannte Brückenrotte zugeteilt, die je nach der Bedeutung der zu betreuenden Brücken, oder der jeweiligen Bautätigkeit aus einem

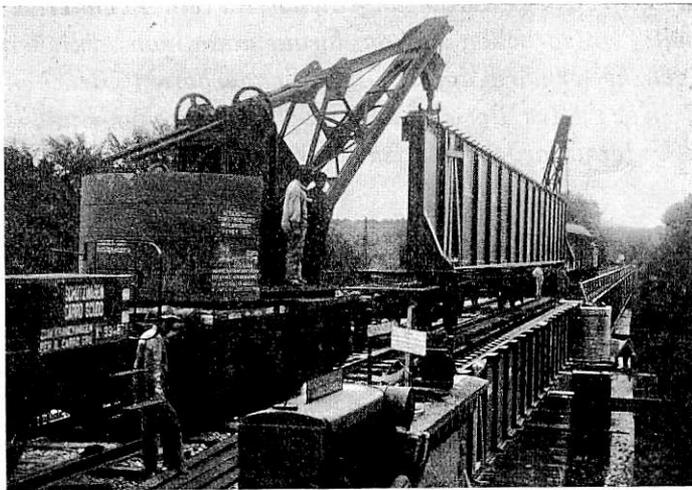


Abb. 1. Wagenthurm, 15 t Tragkraft; das Gegengewicht verbleibt innerhalb des Lichtraumprofils ($r \sim 2$ m).

Brückenaufseher und 7 bis 18 Brückenschlossern und Monteuren besteht. Jede Brückenrotte besitzt eine kleine Werkstätte, in der sie hauptsächlich im Winter, bei andauernd schlechter Witterung, die Ausbesserungs- und Vorbereitungsarbeiten ausführt. Außerdem verfügt jede Rotte über einen bis drei Dienstwagen, in denen sie die zur eingehenden Besichtigung der Brücken nötigen Gerüstteile und für Ausbesserungsarbeiten die erforderlichen Werkzeuge und Stahlteile mitführt. Unterkunftswagen erübrigen sich auf unserem Netze, da die dichte Besiedelung des Landes gestattet, überall eine Gelegenheit zum Übernachten zu finden (mittlere Stationsentfernung 3,6 km). Verschiedentlich besorgen die Brückenrotten auch einschlägige Arbeiten für den Streckendienst, sowie für andere Bahnverwaltungen.

Das Arbeitsgebiet der Kreisbrückenbüros im Unterhalt ist in der „Allgemeinen Dienstvorschrift Nr. 231 betreffend die Überwachung, Untersuchung und Unterhaltung der Brücken aus Eisen, Eisenbeton und Stein, sowie der Bahnsteigdächer und Hallen“ umschrieben. Es würde zu weit führen, alle Einzelheiten dieser Vorschrift zu erwähnen. Indessen soll doch

*) Siehe Schlußfolgerungen zur 13. Tagung der internationalen Eisenbahnkongressvereinigung, Paris 1937, Frage IV, Planmäßige und periodische Arbeiten für die Unterhaltung der Stahlbrücken, Signale und Fahrleitungen. Die Gefahr liegt aber nahe, daß wer viel „baut“ nicht mehr „unterhält“.

darauf hingewiesen werden, daß die Zeitspanne zwischen den Hauptuntersuchungen der Bauwerke in der Regel fünf Jahre beträgt. Nivellemente sind nur dann durchzuführen, wenn besondere Verhältnisse, wie nachgiebiger Baugrund, außerordentliche Beanspruchungen der Bauten und dergleichen in Betracht fallen. Die früher bei den meisten Eisenbahnnetzen gebräuchlich gewesenen periodischen Belastungsproben der Eisenbahnbrücken können auch auf unserem Netze entfallen, wenn die Ergebnisse der eingehenden Besichtigungen und allfälligen Nivellemente, sowie die Beanspruchungen durch die Verkehrslasten dies rechtfertigen.

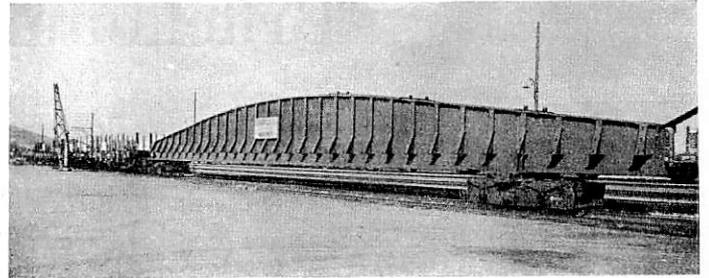


Abb. 2. Sonderdrehgestelle mit 32 m langen Brückenträgern.

Durch die seit vielen Jahren durchgeführten Nivellemente sind bei mehreren Bauten der Verlauf eingetretener Senkungen festgehalten worden, so bei Brücken in jüngeren Deltagebietern, bei Bahnsteigdächern in ehemaligem Seegebiet und dergleichen.

Den Kreisbrückenbüros ist ferner die Verwaltung der Spezialkrane übertragen, von denen zwei eine größte Tragfähigkeit von 15 t (Tara 68 t) und einer eine solche von 10 t (Tara 38 t) besitzen, bei Ausladungen bis zu 14 m (Abb. 1). Die beiden großen Krane leisten gute Dienste beim Abbrechen und Verladen alter Brücken, beim Aufstellen neuer Brücken, beim Verladen schwerer Transportgegenstände und bei Aufklärungsarbeiten. Endlich verfügt der Brückendienst über besondere Drehgestelle (Tara 6,3 t, Ladegewicht 33,7 t), mit

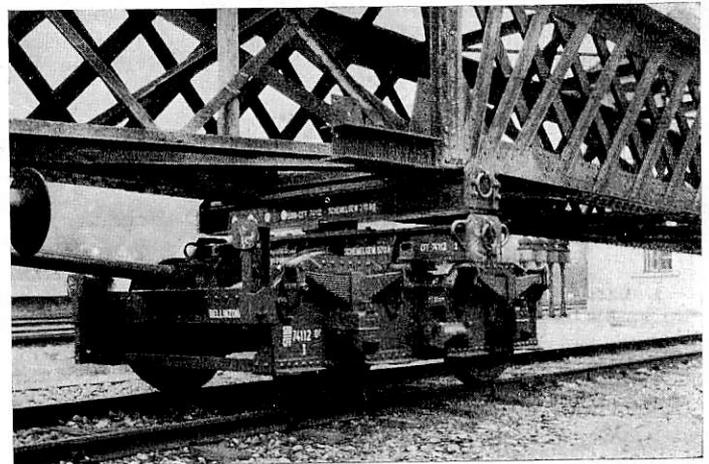


Abb. 3. Sonderdrehgestell, mit hochliegendem Wiegebalken. Verladen einer torsionsfesten Brücke.

denen lange Brückenteile verfrachtet werden können (Abb. 2). Um torsionsfeste Brückenteile oder ganze Brücken zu versenden, muß bei einem der beiden Drehgestelle jeweils ein hoch- oder tiefhängender Wiegebalken eingesetzt werden (Abb. 3). Die hochhängende Wiege ist nötig, wenn der Transportgegenstand über einen Schutzwagen hinweg reicht. Die Drehgestelle können auch mit Verladebrücken verbunden werden; sie werden dann als übliche Langwagen in den Verkehr gesetzt, um sie besser ausnützen zu können.

Bei der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen, die den drei Kreisdirektionen übergeordnet ist, besteht ebenfalls eine Abteilung für Bau und Unterhalt der Bahn, der wiederum ein Brückenbüro zugeteilt ist. Dieses hat die den Brückendienst berührenden allgemeinen Fragen, wie z. B. Vorschriften, Bestimmungen*), grundsätzliche Untersuchungen in Verbindung mit den Materialprüfungsanstalten in Zürich und in Lausanne (Schweißungen, Nietungen, Mauerwerk- und Betonproben usw.) zu behandeln und arbeitet für die größeren Bauten in Stahl, Beton und Eisenbeton, sowie Stein, entweder die Vorentwürfe oder auch die Baupläne aus. Dazu kommt die

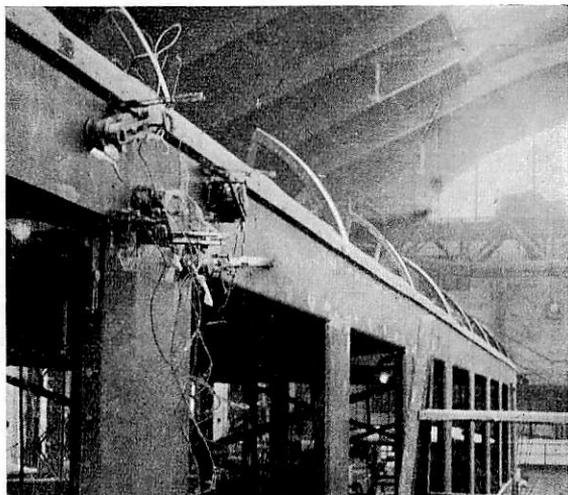


Abb. 4. Messungen am Kastentragwerk eines Triebwagens. Befestigung der Okhuizenapparate durch Magnete.

Mitarbeit mit anderen Dienststellen bei den meisten in baustatischer Hinsicht sich ergebenden Fragen (Abb. 4). Um die Verbindung mit den praktischen Arbeiten nicht zu verlieren, kann ihm in einzelnen Fällen auch die Leitung von Bauausführungen übertragen werden. Der Zusammenhang

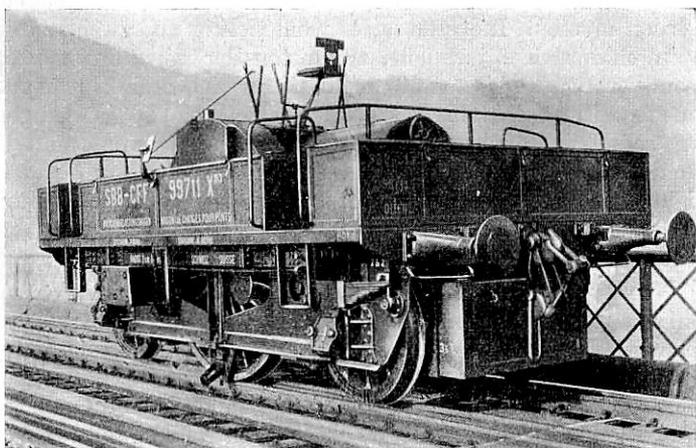


Abb. 5. Brückenbelastungswagen (Einachswagen) mit Zeiger- und Schvorrichtung.

mit den Brückenbüros der Kreise wird durch Besprechungen und Austausch der Erfahrungen wahrgenommen.

Ferner werden durch diesen Brückendienst, in Verbindung mit demjenigen der Kreisdirektionen, die oben genannten be-

*) Siehe z. B. Erläuterungen zur Verordnung über die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt der der Aufsicht des Bundes unterstellten Bauten aus Stahl, Beton und Eisenbeton vom 14. Mai 1935.

sonderen Belastungsproben bei den Brücken vorgenommen. Die Meßeinrichtungen sind in einem Meßwagen untergebracht; ferner steht ein Belastungswagen (Einachswagen) zur Verfügung (Abb. 5), mit dem bei unübersichtlicher und verwickelter Arbeitsweise von Brückenteilen die Einflußlinien gemessen werden können, wodurch in vielen Fällen die Art und Weise der Inanspruchnahme abgeklärt werden konnte. Der Verbesserung und Entwicklung zuverlässiger und zweckmäßiger Meßapparate wurde viel Aufmerksamkeit geschenkt. In dieser Hinsicht darf der mechanisch arbeitende Dehnungsmesser System Meyer als ein einfaches und sicher arbeitendes Instrument angesehen werden (Abb. 6).

Im besonderen werden die älteren, stark beanspruchten Brücken alle 5 bis 15 Jahre erprobt, um sich zu vergewissern, ob daran keine ungewöhnlichen Erscheinungen hinsichtlich der Durchbiegungen und der allgemeinen Lage sich zeigen. Gemessen werden zum mindesten die lotrechten und waagerechten Bewegungen in Brückenmitte und bei den Lagern. In der Regel werden aber diese Messungen noch durch Aufnahme von Diagrammen zur Bestimmung von Stoßziffern ergänzt.

b) Technische Fragen des Unterhaltes.

Die beim Brückenunterhalt auftretenden Fragen betreffen die Ausbesserung oder den Ersatz der durch den Betrieb

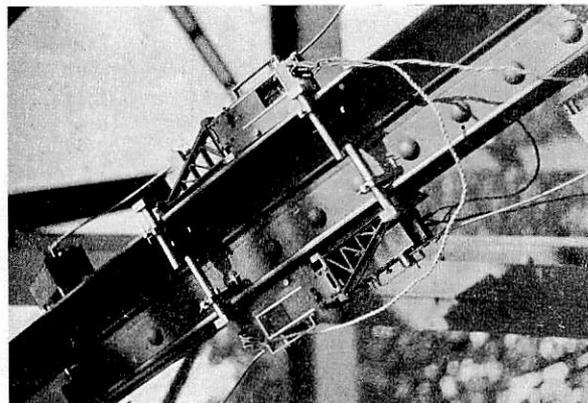


Abb. 6. Aufzeichnender Spannungsmesser Meyer.

abgenützten oder ausnahmsweise durch Überbeanspruchungen geschwächten Bauteile. Hierzu treten bei den Stahlbauten noch die Vorkehrungen gegen den Rostangriff und bei den massiven Brücken (Stein, Beton und Eisenbeton) diejenigen gegen Beschädigungen durch Witterungseinflüsse.

Der in allen Brücken, Viadukten und Durchlässen der Schweizerischen Bundesbahnen angelegte Geldbetrag macht auf Ende 1936 etwa 210 Millionen Franken aus, einschließlich der allgemeinen Kosten von 10% für Verwaltung, Bauleitung und Verzinsung. Es sind rund 7540 Objekte mit Weiten bis zu 2 m herunter vorhanden. Die eigentlichen Brücken haben eine Gesamtlänge von 35800 m, die sich wie folgt zusammensetzt:

	Ende 1936 m	Ende 1915 m
Stein- und Betonbrücken . . .	12900	(10200)
Eisenbeton und einbetonierte Träger	8000	(1600)
Stahlbrücken	14900	(21500)

Daraus ist ersichtlich, welche außerordentlichen Veränderungen am Bestand der Eisenbahnbrücken innerhalb der letzten 20 Jahre vor sich gegangen sind. Die für den Unterhalt besonders wichtigen Stahlbrücken gehen aus folgender Zusammenstellung hervor:

	Anzahl Objekte mit einer Gesamt- stützweite			Gesamtzahl der Öffnungen, bezogen auf die		Stützweiten, bezogen auf die		Gewicht in Tonnen
	2 bis 10 m	10,1 bis 30 m	über 30 m	Strecke	ein- zelnen Gleise	Strecke m	ein- zelnen Gleise m	
Kreis I	82 (2)	34 (7)	21 —	156 (11)	285 (39)	2369 (172)	3876 (453)	8790 (929)
„ II	80 (3)	68 (8)	60 (2)	270 (15)	359 (15)	6146 (302)	8373 (302)	22292 (774)
„ III	180 (44)	59 (23)	40 (5)	347 (85)	545 (98)	6410 (1445)	9379 (1721)	23480 (5134)
Total:	342 (49)	161 (38)	121 (7)	773 (111)	1189 (152)	14926 (1919)	21629 (2476)	54564 (6837)

Die Klammerzahlen betreffen Brücken mit durchgehendem Schotterbett; dieses ist also auf 11,5% der Länge aller Stahl-



Abb. 7. Brücken über den Güterbahnhof in Zürich mit durchgehendem Schotterbett.

brücken vorhanden. Diese Bauweise wurde besonders von Moser, dem Oberingenieur für Neubauten der seither verstaatlichten Nord-Ost-Bahn während der Jahre 1890 bis 1895 gepflegt. Die größte nach diesen Grundsätzen erstellte Brücke besitzt eine Spannweite von 90 m. Ausbesserungen an derartigen Fahrbahnen, samt Erneuerung der Abdichtungen sind teuer und kosten rund Fr. 100.— je m². Die Durchführung des Schotterbettes ist aber bei geeigneter Ausbildung der Fahrbahnplatte sehr zweckmäßig und ergibt ein ruhiges Fahren und geringe Erschütterungen; auch kann ohne weiteres der Oberbau der betreffenden Strecke verlegt werden (Abb. 7). Schienenauszüge werden erst bei größeren Ausdehnungslängen nötig. Infolge des höheren Eigengewichtes sind diese Brücken gegen die Zunahme der Verkehrslasten weniger empfindlich; sie bilden daher gewissermaßen den Übergang zu den massiven Bauten.

Damit könnten die alten Fragen erneuert werden, wieviel man für stählerne Bauten mehr aufwenden müsse, bis die Vorteile massiver Bauwerke annähernd erreicht werden, oder wieviel für letztere Bauten mehr ausgelegt werden dürfe, ohne den kapitalisierten Betrag des vermehrten Unterhaltes von Stahlbauten zu überschreiten.

Die in den letzten Jahren gemachten Erhebungen gestatten den Schluß, daß für die Stahlbrücken, einschließlich

des Unterbaues (aber ohne Oberbau), 0,3 Tagwerke für die Tonne und Jahr und für massive Brücken (ohne Oberbau) 0,6 Tagwerke für den Laufmeter und Jahr aufgewendet werden müssen. Ein Tagwerk, zu acht Stunden gerechnet, einschließlich etwelcher Verwaltungskosten, verursacht eine Auslage von rund Fr. 20.—. Für eine Tonne einer Stahlbrücke ergeben sich also rund Fr. 6.— jährlich, was bei einfacher Verzinsung zu 4% gerechnet, einer Kapitalanlage von Fr. 150.— entspricht.

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Da die mittleren Kosten unserer Stahlbrücken rund Fr. 500.— für die Tonne ausmachen, so beträgt der kapitalisierte Wert des Unterhaltes etwa 30% des Anlagewertes des stählernen Teiles. Nun kosten die Unterbauten in unseren Verhältnissen meistens annähernd gleichviel wie die stählernen Unterbauten. Demnach darf der kapitalisierte Unterhalt einer Stahlbrücke zu 15% ihres Gesamtwertes angenommen werden.

Wie die vorstehenden Angaben zeigen, ist indessen der Unterhalt der massiven Brücken nicht ohne weiteres zu vernachlässigen; er beträgt rund Fr. 12.— auf den Laufmeter dieser Bauten. Rechnet man bei den Stahlbrücken ebenfalls die Kosten auf den Laufmeter aus, so ergeben sich, je nachdem man die Strecke oder die einzelnen Gleise rechnet, Fr. 22.— (3,7 t/m) oder Fr. 15.— (2,5 t/m) im Mittel also Fr. 18.50 für den Laufmeter. Gestützt hierauf kann man sagen, daß die Unterhaltskosten der massiven Bauten im allgemeinen Durchschnitt etwa zwei Drittel derjenigen der stählernen Brücken ausmachen. Zuungunsten der Stahlbrücken verbleiben rund ein Drittel, oder 5% der Anlagekosten, deren Zins für den vermehrten Unterhalt benötigt wird.

Zieht man die Unterhaltskosten des Oberbaues auf einer stählernen Brücke in Betracht und alle andern verwaltungstechnischen Umständlichkeiten (Nivellemente, Proben, Nachrechnungen und dergleichen), so kann man den Mehrwert einer massiven Brücke gegenüber einer stählernen kaum auf mehr als 10% ansetzen.

Auf Grund der Ergebnisse eines großen Zahlenmaterials betrachtet, ist es also nicht zutreffend, daß massive Bauten wenig oder keinen Unterhalt erfordern. Mit dem Älterwerden stellen sich eben Mängel und Zerstörungen ein, die behoben werden müssen. Indessen ist es wohl richtig und zweckmäßig, wenn man sich entschließt, zugunsten der Ausführung einer massiven Brücke bis zu 10% mehr als für eine Stahlbrücke auszuliegen. Einzelne Bahnverwaltungen sind bis zu 20% gegangen, was schließlich auch verantwortet werden kann, wenn man die wohl immer weiter fortschreitende Geldentwertung in Betracht zieht. Weiter zu gehen empfiehlt sich indessen nicht, da niemand weiß, wie sich ein Verkehrsmittel im Laufe der Jahre entwickelt.

Trotz dieser Darlegungen ist es aber schwierig, im Einzelfall eine Regel angeben zu wollen. In dieser Beziehung hat die französische Ostbahn schon vor 35 Jahren einen Versuch unternommen, der aber keine Anhaltspunkte lieferte. Das Ergebnis war, daß einzelne massive Brücken sozusagen keinen Unterhalt erfordern, sofern sie aus frostsicherem Material erstellt und die Abdichtungen mit einem genügend starken Schotterbett überdeckt oder sonst gut geschützt wurden.

Viele Brücken wurden indessen aus wenig frostsicherem Material gebaut; sie erlitten in sehr kalten Wintern große Beschädigungen. Große Kosten verursachten die oft unerwartet notwendigen Erneuerungen der Abdichtungen, weil diese unter Betriebsgleisen ausgeführt werden müssen. Dies gilt auch vom Verschlammen zu hoher Auffüllungen.

Der Unterhalt der alten, genieteten Brücken kostete wenig, kräftige Bauart vorausgesetzt. Leichte Bauweisen mußten ersetzt werden, da sie den zunehmenden Gewichten und Geschwindigkeiten der Lokomotiven nicht mehr gewachsen

waren. Der Unterhalt der Stahlbrücken schwankt daher zwischen Null und den Kosten des Ersatzbaues, ohne daß man in der Lage wäre, den Anteil auszuscheiden, der als eine Folge der Lasterhöhungen bezeichnet werden könnte.

Dasselbe gelte auch für massive Bauten und sogar für Dämme, die zu leicht gebaut seien und bei denen auf die Zunahme der Lasten und Geschwindigkeiten keine Rücksicht genommen wurde.

Diese Umschreibung der Verhältnisse ist im Einzelfall noch heute richtig. Der Unterhalt lehrt, daß bei der Wahl zwischen massiven und stählernen Bauten dem Entwurf, der Materialgüte und der Ausführung größte Aufmerksamkeit geschenkt werden muß. Es unterliegt keinem Zweifel, daß eine Stahlbrücke einer knapp bemessenen und mit unzureichendem Material und unsorgfältig erstellten massiven Brücke vorzuziehen ist, wie auch der kostentechnische Vergleich ausfallen mag. Bei einer Stahlbrücke ist die Gewähr, ein einwandfreies Bauwerk zu bekommen zum vornherein größer, da jede einzelne Voraussetzung hierzu meistens besser erfüllt ist. Wenn daher dem Entwurf, der Materialwahl und der Ausführung einer massiven Brücke nicht ebenso gewissenhaft vorgegangen wird, wie dies bei stählernen Bauten in der Regel der Fall ist, so ist für einen wirtschaftlichen Vergleich beider Bauweisen die Grundlage entzogen. Dies ist auch die Ursache, weshalb zahlreiche Einzelfälle zu den widersprechendsten Ergebnissen geführt haben.

Bei meinen Entschlüssen habe ich mich daher nicht nur auf obige Erwägungen gestützt. Die Angebotsergebnisse haben während vieler Jahre gezeigt, daß bei gleich gut ausgearbeiteten Entwürfen und verlässlichen Preisberechnungen, ferner bei gutem Baugrund und ausreichender Bauhöhe die Baukosten einer massiven und einer stählernen Brücke nicht stark voneinander abweichen. In diesen Fällen entschloß ich mich stets, eine massive Brücke in den Vordergrund zu stellen, in der Erwartung, daß die Bauausführung ausreichend gewissenhaft betrieben werde. In allen andern, noch immer zahlreichen Fällen, wo die Bauhöhe beschränkt und der Baugrund nicht sehr tragfähig war, gab ich den stählernen Brücken den Vorzug. Diese Schlußmaßnahme entspricht auch den Interessen des Landes, das sich seiner natürlichen Hilfsquellen in erster Linie bedienen muß.

Der Unterhalt der massiven Brücken erfordert besonders bei den alten Bauten häufige Auswechslungen von Verkleidungssteinen, oder bei Beton oder Eisenbeton ein Ausbessern von abgesprengten Betonschichten infolge Verwitterung, poröser Stellen oder Unterrostungen.

Beim Unterhalt der stählernen Brücken kommt den Rostschutzvorkehrungen eine immer größere Bedeutung zu. Bis heute ist es trotz aller Bestrebungen und Versuche noch nicht gelungen einen dauernden Rostschutz für die stählernen Brücken zu finden, der sich wirtschaftlich rechtfertigen läßt. Vorderhand hat sich als Grundanstrich die Bleimennige am besten bewährt, sofern sie auf gut gereinigte und von Walzhaut befreite Stahlflächen fachgemäß aufgetragen wurde. Beim Sandstrahlen sollte kein scharfkantiges, grobes Material gebraucht werden, weil sonst die Oberfläche des Stahles so verletzt wird, daß die Farbfilme ungleich stark werden und ihrer Schutzwirkung verlustig gehen.

Ein Sondergebiet beim Brückenunterhalt bilden die Verstärkungen der Stahlbrücken. Es würde indessen zu weit führen, auf Einzelheiten einzutreten. Das unmittelbare Aufnieten von Verstärkungsmaterial auf ganze Brückenlänge wird wohl heute nur noch ausnahmsweise in günstigen Verhältnissen vorgenommen. Einerseits bietet das Schweißverfahren in allen jenen Fällen einen willkommenen Ersatz, wo man es wagt, auf den genieteten Bauteilen zu schweißen; andererseits werden

wohl die meisten Ingenieure keine ungeteilte Freude am weitgehenden Entnieten und wieder Vernieten von Brücken mehr haben, wie dies vor 25 Jahren noch die Regel war. Dagegen können mittelbare Verstärkungen, wie Hänge- und Sprengwerke bei der Verstärkung von Hauptträgern noch heute vorzügliche Dienste leisten (Abb. 8).

Zu den mittelbaren Verstärkungen von Brücken gehört auch das Verspannen der Widerlager oder hohen Endpfeiler bei den gewölbten Anfahrviadukten stählerner Brücken, die sich infolge einseitiger Schübe plastisch verbogen haben. Dazu ist auch das Verspannen der Widerlager kleiner Brücken mittels einbetonierter Trägerdecken zu zählen. Für solche Decken sind öfters Träger ausgewechselter vollwandiger und fachwerkförmiger Stahlbrücken benutzt worden.

C. Um- und Neubauten.

a) Ursachen.

Man darf füglich behaupten, daß die Hauptursache aller Um- und Neubauten das unaufhaltsame Anwachsen der Gewichte der Betriebsmittel, und zwar sowohl der Lokomotiven als auch der Wagen, gewesen ist. Während ungezählter Jahre

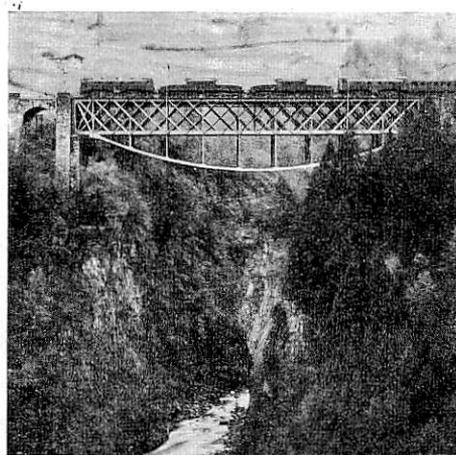


Abb. 8.

Hängewerk der Juschibrücke über die Reuss der Gotthardlinie.

war man der Überzeugung, der Eisenbahnbetrieb sei rauh und erfordere dementsprechend kräftig ausgebildete, schwere Fahrzeuge. Erst der Automobil- und Flugzeugbau, die andere Wege einschlagen mußten und die das Transportmonopol der Bahnen durchbrachen, belehrte die Eisenbahnfachleute eines anderen. Innerhalb weniger Jahre, seit die Geschwindigkeitssteigerung in erster Linie gestellt werden mußte, erkannte man, daß es möglich sei, mit leichteren und aerodynamisch richtig gebauten Fahrzeugen große Vorteile zu erzielen, allerdings unter Preisgabe des liebgewordenen Grundsatzes langer Züge. Anstatt langer und schwerer Züge wird die Zukunft kurze, leichte und schnelle sowie oft verkehrende Züge bringen.

Das ständige Anwachsen der Betriebslasten, das sich trotz aller Fahrbeschränkungen durchsetzte, fand seinen Ausdruck in den sogenannten Brückenverordnungen, deren erste im Jahre 1892 in Kraft gesetzt wurde (5,6 t/m und 15 t Achsdrücke). Entgegen der Einsprache der Aufsichtsbehörde, die die Einheit gewahrt wissen wollte, wurden im Jahre 1902 die Belastungsannahmen um 20% erhöht (6,7 t/m und 18 t Achsdrücke). Im Jahre 1913 wurde eine neue Verordnung erlassen, deren Belastungsannahmen (10 t/m und 22 t Achsdrücke) sechs Jahre später (1919) nochmals heraufgesetzt wurden. Dabei hatte es die Meinung, daß man mit einer Belastung von 11 t auf den Laufmeter eines Gleises, bei Achsdrücken von 25 t, diejenige Grenze erreicht habe, die auch in einer fernen

Zukunft auf den Hauptbahnen nicht mehr überschritten werde. Brücken, die aus irgendwelchen Gründen ersetzt werden mußten, wurden nun für diese Lasten bemessen. Das Erreichen der dieser Last entsprechenden Tragkraft der Brücken bildete somit ein Endziel. In der richtigen Erkenntnis, daß man sich einem so fernen Ziel aus wirtschaftlichen Gründen nur mit Bedacht nähern könne, wurde im Jahre 1917 noch eine sogenannte „provisorische Belastungsnorm“ eingeführt, die etwas über den Gewichten der damaligen schwersten Dampflokomotiven (7 t/m und 20 t Achsdrücken) lag und die auch bei dem in jenem Jahre beginnenden Bau elektrischer Betriebsmittel eingehalten werden mußte. Brücken, die dieser Belastung genügten, oder die dafür verstärkt werden konnten, wurden daher belassen, auch wenn die zulässigen Spannungen etwas überschritten wurden, was die damalige Brückenverordnung aber gestattete.

Auf diese Weise konnten die Schweizerischen Bundesbahnen, ohne das Endziel einer einheitlichen Tragfähigkeit der Brücken aufzugeben, doch einstweilen außerordentliche Aufwendungen vermeiden, und, wie es sich heute erweist, mit Recht. Alle Hauptlinien und zahlreiche Nebenstrecken können derzeit

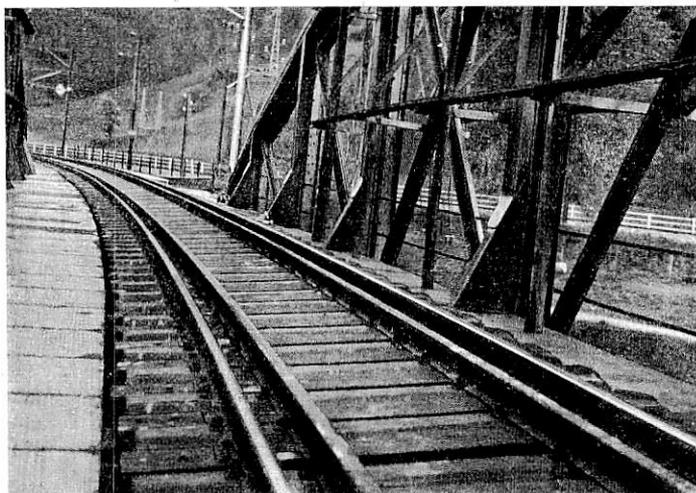


Abb. 9.

Linthkanalbrücke bei Ziegelbrücke, Füllschweller aus Eisen (alte eiserne Schwellen). Gehwege aus selbsttragenden Waffelblechen.

mit Lokomotivzügen entsprechend der provisorischen Belastungsnorm befahren werden, was sich trotz einiger Fahrbeschränkungen als ausreichend herausgestellt hat.

Für die beim Dampfbetrieb verbliebenen wenigen Nebenlinien konnten dadurch Erleichterungen geschaffen werden, daß der Betrieb mit leichteren Lokomotivtypen bewältigt wird. Elektrifizierte Nebenlinien werden zum Teil mit Motorwagen betrieben, so daß Umbauten großer Brücken hinausgeschoben werden konnten.

Es wird Sache späterer Jahre sein, diese zurückgestellten Brückenarbeiten noch nachzuholen, so daß die Lokomotiven überall frei verkehren können. Der Wunsch des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, daß die 32 t schweren Kohlenwagen überall zuzulassen seien, ist, was unsere Linien anbelangt, erfüllt, wie dies aus der „Technischen Einheit“ hervorgeht.

Nachdem die Einführung der Leichtwagen der Steigerung der Betriebslasten Einhalt bieten wird und andere wirtschaftliche Erscheinungen in diesem Sinne zu deuten sind, konnten die Belastungsannahmen der im Jahre 1935 eingeführten neuen Brückenverordnung gegenüber denjenigen der Jahre 1913/19 wieder herabgesetzt werden, und zwar für Hauptbahnen auf 9,8 t/m und 22 t Achsdrücke. Als provisorische Belastungs-

norm gilt weiterhin eine hiervon abgeleitete Last im durchschnittlichen Betrage von 75%. Eine erneute Nachrechnung bestehender Brücken auf der Grundlage dieser Verordnung ist nur dann vorzunehmen, wenn ein besonderer Anlaß dafür vorliegt. Mit der anwachsenden Geschwindigkeit müssen indessen die Windverbände genügend stark sein.

Die Ansätze der neuen Brückenverordnung dürften noch immer ein ausreichendes Spiel mit Bezug auf künftige Laststeigerungen gewähren, wenn diese aus heute noch nicht erkennbaren Gründen wieder eintreten sollten. Dies könnte eher im Güterverkehr, als im Personenverkehr der Fall sein, sofern im Haupt- und Durchgangsverkehr ganze Züge für Massengüter zu übernehmen wären. Die Belastungsannahmen der Brückenverordnung vom Jahre 1935 gestatten neue Bauwerke zu erstellen, wie sie beim Beginn der Eisenbahnzeit im allgemeinen geschaffen wurden, d. h. einfach, zweckmäßig und vor allen Dingen kräftig. In bezug auf die wirklichen Belastungen haben sie derzeit einen Überschuß von rund 30% an Tragkraft. Wäre dem früher nicht so gewesen, so hätten wir uns nicht so lange des Bestandes alter Bauwerke erfreuen können. Die steinernen Brücken wurden damals wörtlich genommen massiv



Abb. 9 a.

Linthbrücke bei Rütli, gerader Schotterabschluß auf dem schiefen Überbau. Gehwege aus Betonplatten (quer).

erstellt und die eisernen Brücken auf Grund niedriger Spannungen bemessen, so daß die spätere Laststeigerung einfach durch eine Erhöhung der zulässigen Spannungen ausgeglichen werden konnte. In vernünftigen Grenzen gehaltene Mehraufwendungen bei den Brücken gewährleisteten geringe Unterhaltskosten.

Ein weiterer Umstand, der für den Ersatz hauptsächlich vieler kleiner Brücken sprach, war die Schwierigkeit des Unterhaltes der Widerlager, deren Mauerwerk durch Frost und Witterung in Verbindung mit den Einflüssen der Last- und Geschwindigkeitssteigerung stark gelitten hatten. Durch einbetonierte Trägerdecken und Durchführung des Schotterbettes konnte Abhilfe und Schonung geschaffen werden. Diese Trägerdecken schützen das Mauerwerk, sie verspannen schwache Widerlager und verteilen die Auflagerdrücke sehr wirksam. Sie erleichtern Gleisregulierungen und Änderungen an Überhöhungen. Solche Trägerdecken sind in außerordentlich großer Anzahl erstellt worden, wie aus den statistischen Angaben hervorgeht; darin zählen allerdings viele neu erstellte Unterführungen mit.

Auf dem Netze der Schweizerischen Bundesbahnen lassen sich gewisse Zeitabschnitte abgrenzen, innerhalb denen viele Um- und Ersatzbauten bei den Brücken ausgeführt wurden.

Der erste Abschnitt setzte nach der Einführung der Verordnung vom Jahre 1892 ein. Diese Bauten wurden von den Privatbahnen begonnen und nach deren Verstaatlichung beschleunigt weitergeführt. Eine nochmalige umfassende Nachrechnung der Brücken kam vom Jahre 1917 an mit den Elektrifikationsarbeiten zustande.

Die Frage des Bestandes oder des Ersatzes einer Brücke wurde im allgemeinen nach folgenden Gesichtspunkten geprüft: Ergebnisse der Nivellemente, der Belastungsproben, der Materialproben, des Unterhaltes (lose Nieten, Korrosionen, Abnützungen), sowie der Nachrechnungen.

Schon früher, wie auch in den letzten Jahren, ist der Frage der Ermüdung des Materials der Brücken Aufmerksamkeit geschenkt worden. Anfänglich wurde versucht, durch Zerreißproben aus schwach und stark beanspruchten Bauteilen einen Unterschied bei den Festigkeiten oder Dehnungen festzustellen. Derartige Unterschiede wurden aber nicht gefunden. Heute steht das wohl untrüglichere Mittel der dynamischen Erprobung zur Verfügung. Bei Schweißbeisen, aus dem die älteren Brücken erstellt worden sind, müssen neben Proben parallel

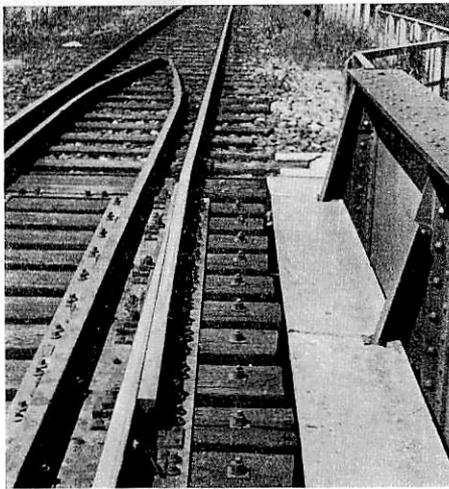


Abb. 10. Schienenauszug, ± 100 mm, auf der Rheinbrücke Ragaz. Gehwege aus Betonplatten (längs).

der Faserstruktur (längs) auch Proben quer dazu ausgeführt werden, um Anhaltspunkte für die Beurteilung der Knotenpunkte zu bekommen, wo verwickelte Beanspruchungen quer zu den Stäben auftreten. Im allgemeinen muß man beim Schweißbeisen mit Mittelwerten verschiedener, nicht zu kleiner Proben rechnen, damit Einflüsse von Mängeln (wie Einschlüsse, schlechte Verschweißungsstellen) nicht in übertriebener Weise zur Geltung kommen.

Eine ziemlich umfangreiche Prüfung von Schweißbeisen aus einer ungefähr seit 60 Jahren im Betriebe stehenden Brücke hat ergeben, daß ungelochte Proben, längs, mit Walzhaut, Ursprungsfestigkeiten von 24 kg/mm^2 besaßen, also eben so viel wie Flußeisen. Bei den Querproben sinkt die Ursprungsfestigkeit erheblich und beträgt kaum mehr als 18 kg/mm^2 . Eine Ermüdung des Materials ließ sich nicht nachweisen.

Ohne ein endgültiges Urteil geben zu können, darf indessen erwartet werden, daß bei unseren vorsichtig beanspruchten und gut unterhaltenen älteren schweißeisernen Brücken die Frage der Ermüdung keine ausschlaggebende Rolle spielen wird. Es wäre erwünscht, daß andere Eisenbahnverwaltungen in dieser Hinsicht gleichfalls Untersuchungen durchführen würden, um zur Beurteilung des Bestandes solcher Bauwerke allgemeine Grundlagen zu schaffen. Ein günstiger Ausfall derartiger Prüfungen könnten den Bestand mancher Bauwerke verlängern, deren Ersatz große Kosten verursacht.

Ob es je gelingen wird, mittels Röntgenstrahlen am Bau selbst Ermüdungserscheinungen nachzuweisen, scheint noch nicht abgeklärt zu sein.

b) Grundsätze.

In erster Linie halten wir darauf, das Schotterbett der offenen Strecke auch über die Brücken zu führen, so daß keine



Abb. 11. Überbrückung der Seestraße in Biel.

Unterbrechung in der Anordnung des Gleises eintreten muß. Wo das Schotterbett nicht vorgesehen werden kann, werden die Fahrstienen auf eichene Querschwellen ($25 \times 25 \times 250 \text{ cm}$) in Abständen von ungefähr 60 cm gelegt. In den Zwischenräumen wird jeweils eine Füllschwelle aus Holz oder Stahl angeordnet (Abb. 9). Bei Brücken über 20 m Stützweite werden außerdem Entgleisungsschienen gelegt, so, daß zwischen diesen und den Fahrstienen eine Lücke von 22 cm entsteht. Diese Maßnahmen haben sich sehr bewährt. Entgleiste Fahrzeuge sind schon öfters ohne Schaden anzurichten über die Brücken gerollt. Die früher üblich gewesenen fächerförmigen Schwellenlagen an den Enden schiefer Brücken werden nicht mehr geduldet (Abb. 9a). Die Oberfläche der Längsträger wird

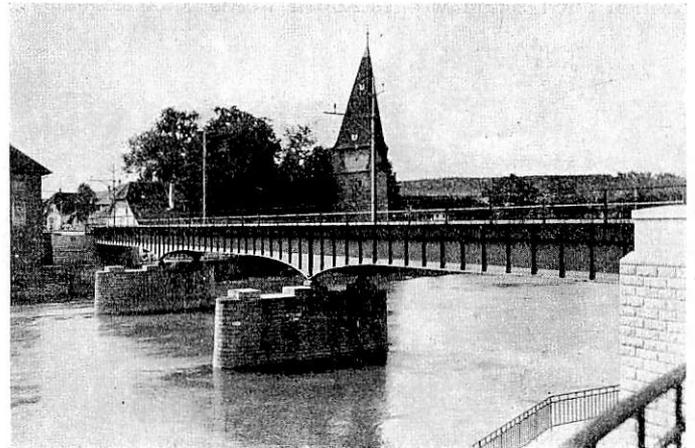


Abb. 12. Aarebrücke bei Solothurn.

tunlichst glatt, d. h. frei von Nietköpfen gehalten, um die Schwellen in bester Weise und ohne Einschneiden verlegen zu können. Schienenauszüge (Abb. 10) werden bei Ausdehnungslängen von 60 bis 80 m an angeordnet. Das Verschweißen der Schienenstöße auf den stählernen Brücken ist im Gange.

Bei kleineren Brücken bis etwa 20 m Weite werden, wenn immer möglich, einbetonierte Walzträger angeordnet, die eine beliebig geformte Grundrißfläche (z. B. schiefe Unterführungen mit gekrümmten Einfahrten) ohne Schwierigkeiten zu überbrücken gestatten und über die das Schotterbett ohne Störung hinwegläuft (Abb. 11). Bei der Bemessung schiefer Bauwerke

wird die Verminderung der Biegemomente infolge der Schiefe berücksichtigt, dafür werden aber kräftige Querverbindungen angeordnet. Als höchst zulässige Spannung für die Träger allein werden $1,8 \text{ t/cm}^2$ angesehen, im Falle daß sie sich aus dem Verbanne mit dem Beton lösen sollten. Für die Widerlager von Trägerdecken sind Sonderformen entwickelt



Abb. 13. Brienerseebahn. Grundlawine beim Minacherligaben-Verschobener Überbau.

worden, die der verspannenden Wirkung der Decken Rechnung tragen. Kleine Stahlbrücken oder Stahlgußbrücken werden nur noch ausnahmsweise, z. B. bei sehr beschränkter Bauhöhe erstellt.

Vollwandige Stahlbrücken kommen in der Regel bis zu 40 m Stützweite in Betracht (Abb. 12). Es ist jedoch zu beachten, daß bei solchen Brücken mit Fahrbahn unten, sofern starke Schneefälle in Betracht fallen, Schwierigkeiten bei der Schneeräumung entstehen können, im Falle daß Pflugfahrten ausgeführt werden müssen. Derartige Brücken sind durch Lawinen auch schon weggeschoben worden, da sie eine ver-

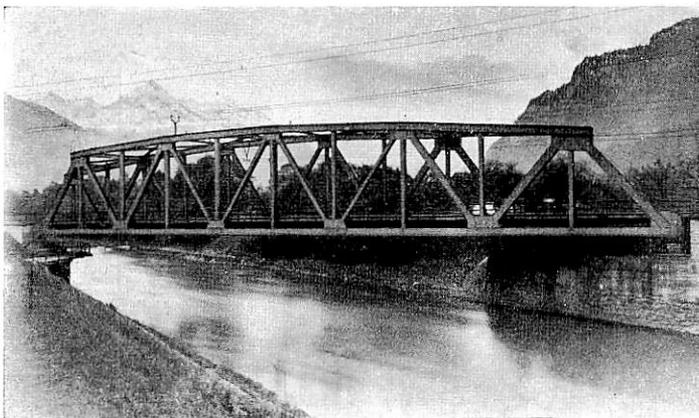


Abb. 14. Linthkanalbrücke bei Ziegelbrücke, zweigleisig.

hältnismäßig große Angriffsfläche bieten (Abb. 13). Die Schwellenträger werden nach Möglichkeit als durchgehende Träger angeordnet. Es ergibt dies eine freiere Schwelleneinteilung und ein ruhigeres Fahren. Wo es die Verhältnisse erlauben, werden auch die Hauptträger als durchgehende Träger ausgebildet, wobei auch der Vorteil größerer Sicherheit und einfacheren Unterhaltes entsteht.

Für größere Spannweiten kommen nach wie vor fachwerkförmige Hauptträger zur Ausführung (Abb. 14). Bei Brücken mit Fahrbahn unten wird beachtet, daß die Obergurte nicht

in die Höhe der Wagenfenster fallen; vorstehende Gurtplatten bilden nämlich eine Unfallgefahr. Besondere Aufmerksamkeit wird der Ausbildung der Knotenpunkte geschenkt, indem sie auf die gleichzeitige Wirkung der Quer- und Längskräfte untersucht werden. Als Zeichen einer zweckmäßigen Ausbildung eines Stahlbaues gilt eine geringe Anzahl Nieten

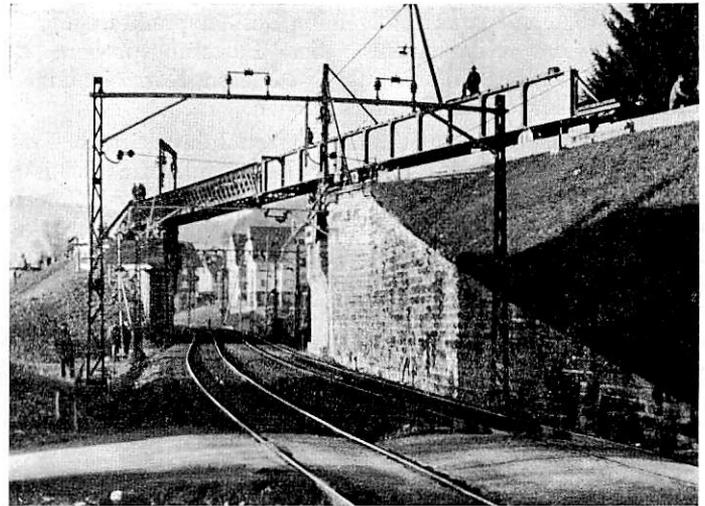


Abb. 15. Kreuzungsbauwerk bei Baden-Oberstädt. Überbau gekrümmt, schief, wurde eingeschoben.

(100 bis 150) und eine kleine Deckanstrichfläche (8 bis 12 m^2) für die Tonne. In diesen beiden Ziffern drücken sich die künftigen Kosten des Unterhaltes aus. Brücken mit „Fahrbahn oben“ erhalten in der Höhe der Untergurte jeweils einen Besichtigungssteg.

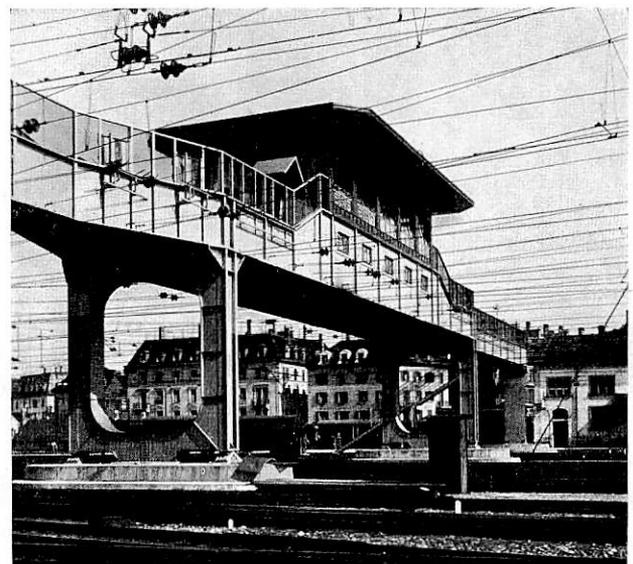


Abb. 16. Geschweißte Stellwerkbrücke im Bahnhof Zürich.

Neue Bauformen haben sich hauptsächlich mit der Einführung des Schweißens entwickeln können. Es ergeben sich gegenüber genieteten Bauwerken große Vereinfachungen und klarere Anordnungen. Eine als räumliches System berechnete schiefe und gleichzeitig gekrümmte Brücke (Abb. 15) hat sich als besonders zweckmäßig für die Anwendung des Schweißens erwiesen; ebenso eine große Stellwerkbrücke (Abb. 16). Leider können noch lange nicht alle Bedenken von der Hand gewiesen werden, die einer allgemeinen Verwendung des Schweißens im Bau von Eisenbahnbrücken entgegenstehen, und die nur bei

allseitiger Zusammenarbeit und großer Gewissenhaftigkeit überwunden werden können.

Zur Erzielung geringster Bauhöhen bei Überführungen haben sich plattenartige, in die Widerlager eingespannte Decken erwiesen*) (Abb. 17). Als Fahrbahnbeläge kommen Asphalt und Betonplatten, und bei großen Steigungen Kleinsteinpflaster in Betracht. Der Unterhalt der Überführungen und Dächer ist auf den elektrifizierten Linien infolge Wegfall des Rauches zwar erleichtert, aber durch die unter Spannung

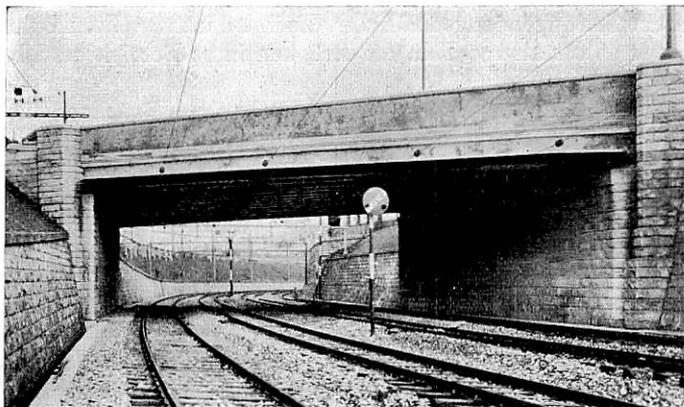


Abb. 17. Linksufrige Zürichseebahn, Überführung der Badener Straße (eingespannte Differdingerträger).

stehenden Fahrleitungen sehr erschwert worden. In großen Bahnhöfen kann nur noch kurze Zeit nachts oder über Schutzgerüsten gearbeitet werden.

Für die Stahlbrücken wird hauptsächlich die Güte St 37.12 gemäß eidg. Verordnung verwendet. Hochwertiger Stahl wird selten gebraucht, da die Größe unserer Brücken dies in der Regel nicht rechtfertigt. Für massive Brücken wird, je nach den örtlichen Verhältnissen, Beton mit und ohne Verkleidung

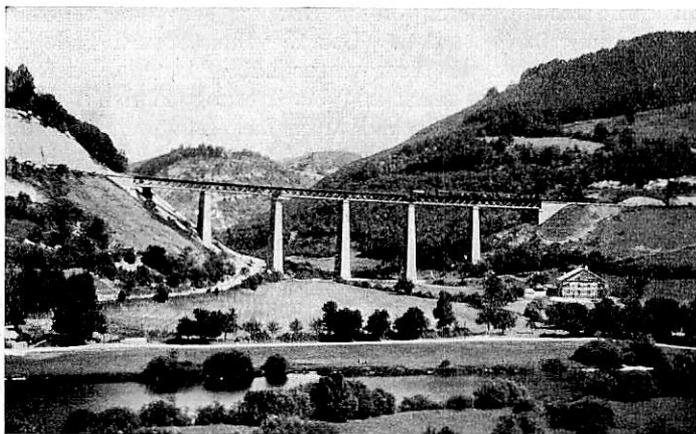


Abb. 18. Viadukt bei St. Ursanne. Zustand bis 1931.

durch Natursteine**) und ferner Eisenbeton vorgesehen. Als hochwertige Stahleinlagen steht für Eisenbetonbauten ein vorzügliches inländisches Erzeugnis der v. Rollschen Eisenwerke zur Verfügung.

Als neuartiges Bauverfahren darf der Umbau von Stahlbrücken in massive Brücken betrachtet werden. In zahlreichen Fällen ergaben sich sehr befriedigende, billige Anordnungen***),

*) Siehe Der P-Träger vom 10. August 1934.

**) Mehrkosten, die aus einer Natursteinverkleidung erwachsen, betragen 5 bis 10% der Baukosten für Betonbauweise.

***) Siehe Org. Fortschr. Eisenbahnwes. vom 15. Juli 1925 und Schweiz. Hoch- und Tiefbau vom 7. Februar 1931.

wobei der Unterbau der stählernen Brücken im ganzen Umfang verwendet werden konnte (Abb. 18, 19 und 20). Voraussetzung ist bei diesem Verfahren, daß die alten Gründungen nicht überanspruch sind und der bestehende Unterbau in gutem Zustand ist. Es darf an dieser Stelle auch an das besondere Bauverfahren beim Umbau der hölzernen Rheinbrücke bei Ragaz erinnert werden*).



Abb. 19. Viadukt bei St. Ursanne, mit den drei Umbauzuständen, umfassend je drei Öffnungen (ohne Betriebsunterbrechung).

Was die Bauausführungen anbelangt, so darf ich mich kurz fassen, indem alle wesentlichen Gesichtspunkte bei den Darlegungen über den Unterhalt erwähnt wurden. Wer Unterhaltarbeiten anzuordnen hat, weiß erst, was Bauen heißt. Kleine Mängel, die bei der Bauausführung übersehen oder aus Unkenntnis nicht bemerkt oder schließlich im Hinblick auf die Ausführenden geduldet werden, können sich später durch hohe Unterhaltskosten rächen, die sogar die Wirtschaftlichkeit eines



Abb. 20. Viadukt bei St. Ursanne, umgebauter Zustand unter Verwendung der alten Pfeiler und Widerlager; Einbau je eines neuen Pfeilers in jeder alten Öffnung.

Betriebes arg beeinträchtigen können. Im Interesse des Bauherrn soll daher die Bauaufsicht strenge Anforderungen stellen; dabei wird auch der tüchtige gewissenhafte Unternehmer die ihm gebührende Würdigung finden.

Ich hoffe, mit diesen allgemein gehaltenen Darlegungen ein ausreichendes Bild vom Brückendienst der Schweizerischen Bundesbahnen gegeben zu haben.

*) Schweiz. Bauzt. 1925.

Unterhaltung gewölbter Brücken bei den Österreichischen Bundesbahnen.

Von Dr. Ing. Rudolf Kern, Oberbaurat.

Hierzu Tafel 8.

A. Unterhaltung.

a) Gliederung des Brückendienstes.

Die Gliederung dieses Dienstzweiges, sowie die wichtigsten Bestimmungen über die Erhaltung der Brücken mit Tragwerken aus Stahl, Holz, Eisenbeton, einbetonierten Trägern und Schienen sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben worden*). Es sind hier also nur noch einige Ergänzungen über die Unterhaltung gewölbter Brücken nötig.

Der Generaldirektion obliegt der Bauentschluß und damit die Bereitstellung der erforderlichen Geldmittel, die Aufstellung des allgemeinen Bauentwurfes, die Einholung der behördlichen Baubewilligung, die Ausschreibung und Vergebung der Bauarbeiten an die Bauunternehmer.

Die getrennte Behandlung der eisernen und der gewölbten Brücken in verschiedenen Abteilungen, wie sie ursprünglich bestanden hat, ist aufgegeben worden, denn bei vielen Brückenumbauten ist es zweckmäßig, statt einer Brücke mit eisernem oder hölzernem Tragwerk eine Massivbrücke herzustellen oder umgekehrt. Es besteht auch keine Trennung zwischen Brückenneubau und Brückenerhaltung, weil auch sie Hand in Hand gehen müssen.

Von ganz kleinen Durchlässen abgesehen, werden sämtliche allgemeinen Entwürfe von der Generaldirektion aufgestellt, sehr häufig auch die Einzelentwürfe.

Fast alle Bauarbeiten werden an Unternehmer übertragen. Die Leistungen werden möglichst weit zergliedert und die zugehörigen Mengen genau berechnet, so daß die Bauten in der Regel zu einem Bauschbetrage vergeben werden können, wodurch die langwierige Abrechnung entfällt. Mehrleistungen und etwaige Sonderleistungen werden zu den im Angebot eingesetzten Einheitspreisen verrechnet. Die Ausschreibungen sind nicht öffentlich, sondern werden auf leistungsfähige und vertrauenswürdige Unternehmer beschränkt, namentlich dann, wenn für einen Bau besondere Erfahrung oder Ausrüstung erforderlich ist.

Die Zusammenfassung des Brückendienstes bei der Generaldirektion ist nicht nur infolge der Kleinheit des Bahnnetzes und wegen der erforderlichen technischen Fachkenntnisse, sondern auch aus finanziellen Gründen zweckmäßig.

Den 41 Streckenleitungen und drei Betriebsleitungen obliegt die Bauaufsicht, sowie die Abrechnung der an Bauunternehmer übertragenen Arbeiten. Sie führen auch laufende Unterhaltungsarbeiten an Brücken im Eigenbetriebe durch, wofür ihnen bei Jahresbeginn Bauschbeträge überwiesen werden, die nach der Länge und Art der Strecke und dem durchschnittlichen Aufwand der letzten Jahre bemessen sind.

Die Tätigkeit der zwischen der Generaldirektion und den Streckenleitungen stehenden Bundesbahndirektionen (Wien, Linz, Innsbruck, Villach) in Brückenangelegenheiten erstreckt sich hauptsächlich auf die Überwachung der Streckenleitungen, auf die Festsetzung der durch die Brückenumbauten erforderlichen Betriebsmaßnahmen und auf die Überprüfung der von den Streckenleitungen aus Erhaltungsgründen gestellten Anträge auf Erneuerung kleiner Brücken.

Die österreichische Brückenverordnung bezieht sich eigentlich nur auf Stahl- und Holztragwerke, wird aber sinngemäß auch auf gewölbte Brücken angewendet. Es werden daher die Brücken jeder Bahnstrecke alle sechs Jahre von den Fachbeamten der Generaldirektion bereist, wobei der Erhaltungs-

zustand der Brücken jeder Art bis herunter zu den Rohrdurchlässen erhoben und schriftlich festgehalten, die Art der Behebung kleiner Mängel an Ort und Stelle besprochen und angeordnet wird. Dadurch gewinnt die Generaldirektion ein Bild über den Erhaltungszustand der Brücken des gesamten Netzes. Dieser Zeitraum genügt für die Überwachung alten Brückenmauerwerks selbstverständlich nicht und es haben daher die Streckenleitungen jedes Frühjahr, die ihnen unterstellten Bahnmeister so oft als möglich, die Brücken ihres Bereiches zu besichtigen.

Anträge auf Auswechslung und Umbau von Brücken gehen aus von der Generaldirektion auf Grund der Feststellungen bei den erwähnten Streckenbereisungen oder wenn zu geringe Tragfähigkeit vorliegt; von den Streckenleitungen, wenn sich der Erhaltungszustand einer Brücke nach einer Streckenbereisung der Generaldirektion erheblich verschlechtert hat.

b) Technische Fragen der Brückenunterhaltung.

Die Österreichischen Bundesbahnen besitzen ein eisernes Gerüst, das sich leicht von unten aufstellen läßt und für die Untersuchung der Pfeiler und zur Vornahme kleiner Ausbesserungsarbeiten gute Dienste leistet. Für die Untersuchung der Gewölbe sind sieben Hängegerüste vorhanden. Das Bestreichen der Leibungen macht jedoch besonders bei zweigleisigen Brücken gewisse Schwierigkeiten.

Durch die starke Verringerung der Bestände an Handwerkskern sind die Streckenleitungen nicht mehr in der Lage, große Erhaltungsarbeiten selbst durchzuführen. Der erstrebenswerten Personalsparnis steht als Nachteil ein Anwachsen der vielen kleinen Schäden gegenüber, die früher sogleich mit eigenen Leuten behoben worden sind.

Ziegelmauerwerk. Leider sind auf den ältesten Bahnstrecken, wie Nord-, Süd- und Westbahn, aber auch noch auf jüngeren Strecken, die gewölbten Brücken ganz oder teilweise aus Ziegeln erbaut worden. Das Ziegelmauerwerk leidet in jenen Strecken, wo die Temperatur häufig um den Gefrierpunkt schwankt, sehr stark an Verwitterung, man hat daher dort schon frühzeitig die schadhafte Ziegel abgeschlagen und durch neue ersetzt. Das Verfahren ist später insofern geändert worden, als man für die Verkleidung wetterbeständigere Baustoffe verwendet hat, wie Klinker, Betonformsteine, einen sehr starken, mit der Hand aufgetragenen Verputz aus Portlandzementmörtel, schließlich Spritzbeton, der mit dem Kernmauerwerk verankert ist oder auch nicht. Dadurch wurden zwar die Schäden aus Verwitterung erheblich eingeschränkt, es zeigen sich aber manchmal gewisse technische Mängel, die mit den verschiedenen Eigenschaften der Verkleidung und des Kernmauerwerkes und der Schwierigkeit, zwischen beiden einen einwandfreien Verbund herzustellen, zusammenhängen*).

Es wurde auch häufig übersehen, daß die aufgetretenen Schäden nicht immer bloß auf Verwitterung beruhen, sondern etwa auf das Eindringen von Tagwasser in das Mauerwerk zurückzuführen sind, weil die wasserdichte Abdeckung schadhafte geworden ist oder ganz fehlt. Solche Schäden lassen sich eben durch bloßes Erneuern der Sichtflächen nicht beheben, es ist daher die Verkleidung mit Ziegeln oder Betonformsteinen stark eingeschränkt worden.

Spritzbeton haftet zwar sehr fest an den Ziegeln; wenn er aber nicht verankert ist, bilden sich nach einigen Jahren Trennungsfugen parallel zur Außenflucht in den Ziegeln, der Spritzbeton baucht sich aus und fällt schließlich herunter, wie

*) Kaulich: Der Brückenerhaltungsdienst bei den Österreichischen Bundesbahnen. Org. Fortsch. Eisenbahnwes. vom 20. 5. 1936, Seite 196 (Fachheft Österreich).

*) Kern: Die Nachteile der Verkleidung alter Ziegelbrücken mit Schalen. Bauing. 1937, Heft 51/52, S. 801.

es bei einem Mauerwerk eingetreten ist, das gegen den Damm zu nicht abgedeckt war. Ob Bewehrung und Verankerung des Spritzbetons mit dem Kernmauerwerk das Abreißen der Ziegelköpfe nur verzögert oder dauernd verhindert, müßte noch klargestellt werden. Spritzbeton solcher Art auf allerdings ganz trockenem Mauerwerk aufgetragen, zeigte auch nach zehnjährigem Bestand nur an wenigen bestimmten Stellen Schwindrisse.

Das bei Brücken aus Ziegelmauerwerk so häufige Abtrennen der Stirnringe ist in den meisten Fällen eine bloße Alterserscheinung*). Gewöhnlich genügt es, die Risse zu beobachten, in bedenklichen Fällen werden kräftige Anker quer zum Gleis eingezogen (Abb. 1), wodurch der Bestand des Bauwerks meist auf viele Jahre hinaus gesichert ist.

Das Einpressen von Zementmörtel in das Mauerwerk nach vorausgegangenem Spülen (Verfahren von Wolfs-holz) ist verhältnismäßig teuer, bei kleinen Durchlässen sind die Kosten für das Einrichten der Baustelle zu groß. Außerdem werden die Querschnitte nicht vergrößert, auch wird die Gewölbeform nicht verbessert. Weil das Verfahren aber keine Betriebsstörungen verursacht, ist es außerordentlich wertvoll, besonders bei hohen Brücken und bei Durchlässen mit hoher

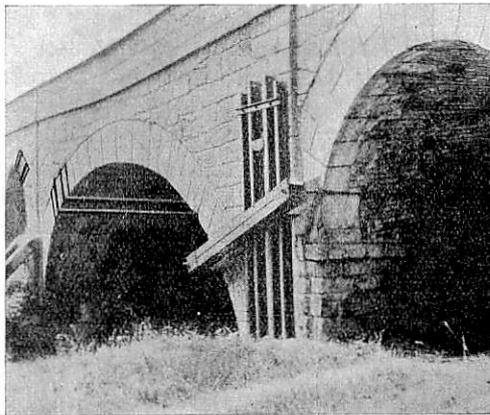


Abb. 1. Verankerung abgerissener Stirnringe. Die Mittelöffnung ist stark durchgesackt.

Überschüttung. Bei Quader- und Bruchsteinmauerwerk wurden damit die besten Erfolge erzielt. Es ist nicht notwendig, die Rückenflächen der Widerlager vollständig freizulegen, wenn das dort gelegene Mauerwerk zuerst mit leichtem Druck behandelt wird. Leider sind Versuche, altes Ziegelmauerwerk auf dieselbe Weise instandzusetzen, ganz fehlgeschlagen. Kalkmörtel, der mit dem Finger leicht herausgekratzt werden konnte, ließ sich nicht gleichmäßig aus allen Fugen spülen, es entstanden nur einige zusammenhängende Hohlräume und dementsprechend war auch von einer Umhüllung der Ziegel mit neuem Mörtel keine Rede, ganz im Gegensatz zu Bruchsteinmauerwerk.

Mit dem früheren Brauch, schadhafte Sichtflächen in größerem Umfang zu verkleiden und die gleichfalls notwendige Erneuerung der wasserdichten Abdeckung wegen mangelnder Geldmittel auf unbestimmte Zeit zu verschieben, wurde gebrochen, weil die Verkleidung sehr bald wieder durch das eindringende Wasser Schaden leidet.

Die Abdeckung nach Leis-Zuffer (Asphaltanstriche mit Juteeinlagen) wurde aufgegeben; die Jute wurde manchmal durch den heißen Asphalt verbrannt oder sie verwitterte, da sie nicht getränkt worden war. Die sogenannte gleitende Abdeckung zur Überbrückung von Dehnfugen ist häufig durchgerissen.

*) Kern: Bleibende Verformungen, Risse und andere Schäden gewölbter Brücken. Siehe dieses Fachheft (Teil II).

Bei kleinen Arbeiten im Eigenbetriebe, die an kurze Gleissperrungen gebunden sind, werden kalte Abdeckungen bevorzugt, weil man dazu weniger Erfahrung braucht und auch vom Wetter unabhängiger ist. Bei größeren, an Unternehmer vergebenen Arbeiten wird gewöhnlich heiß abgedeckt, mit Einlagen von Messingdrahtnetzen oder Gewebeplatten.

Wenn möglich, wird die fertige Abdeckung einer ein- bis dreitägigen Wasserprobe unterzogen, die grobe Mängel aufdeckt und den Unternehmer wohl auch zu sorgfältiger Arbeit veranlaßt. Die Haftzeit beträgt fünf Jahre.

B. Um- und Neubauten.

a) Anlaß.

Obwohl die kleinen gewölbten Brücken rechnungsmäßig oft überbeansprucht sind, zählen sie doch zu unseren verlässlichsten Bauwerken. Einerseits erfaßt die auf bestimmte Annahmen gegründete Rechnung nicht mit gleicher Schärfe alle Einflüsse (Nachgiebigkeit der Widerlager, Erddruck, Bodenbewegungen, Zusammenwirken verschiedener Bauwerksteile), andererseits lehrt die Erfahrung, daß Gewölbe weitgehende Schäden zu ertragen vermögen.

Bekanntlich haben die gewölbten Brücken der ältesten Strecken ein Jahrhundert hindurch alle Steigerungen der Verkehrslasten fast anstandslos ertragen. Hingegen bringt es eben dieses hohe Alter mit sich, daß auf einzelnen Strecken mehr als bisher an die vollständige Auswechslung gewölbter Brücken gedacht werden muß.

Besonders stark haben die meisten aus Ziegeln hergestellten Brücken gelitten, die gegen den Damm zu überhaupt nicht und gegen das Gleis zu nur mangelhaft abgedeckt sind. Durch die bis noch vor wenig Jahren geübte Erneuerung der Sichtflächen wird man über den wahren Zustand des Bauwerks leicht getäuscht und man muß daher, bevor man einen Bauentschluß faßt, trachten, durch Schaulöcher, die man in das Mauerwerk schlägt, sich vom wahren Zustand des Bauwerks ein klares Bild zu verschaffen. Man findet in der Regel vorn eine zwar verwitterte, aber sonst feste Schale mit hartem Portlandzementmörtel, dahinter einen weichen Kalkmörtel, der sich oft mit dem Finger herauskratzen läßt und es kommt vor, daß im Innern einzelne Ziegel so locker im Verband sitzen, daß sie sich mit der Hand hin- und herbewegen lassen. Man kann eben eine Brücke nicht dauernd durch bloße Verkleidung oder Erneuerung der Sichtflächen erhalten.

Teilauswechslungen von solchen gewölbten Brücken derart, daß wegen der geringeren Betriebsstörung vom alten Ziegelmauerwerk so viel als möglich erhalten bleibt und z. B. nur ein abgerissener Stirnring durch Beton ersetzt wird, dürften nur dann einen dauernden Erfolg haben, wenn es gelingt, die beiden Baustoffe trotz ihrer ganz verschiedenen Eigenschaften zum Zusammenarbeiten zu bringen. Es erscheint daher wohl unvermeidlich, sich mit dem vollständigen Abtragen vieler solcher alter Brücken oder doch mit der Ausschaltung des Ziegelmauerwerks aus den tragenden Teilen oder den Sichtflächen vertraut zu machen.

Mit Rücksicht darauf, daß solche Umbauten große Geldmittel erfordern, muß man über ihre Reihenfolge, also über die Verminderung der Betriebssicherheit durch einzelne Schäden ins Klare kommen, denn nicht jeder Riß bedeutet schon eine Betriebsgefahr.

b) Auswirkung neuer Vorschriften.

Die Verwendung von Portlandzement für Mauerwerk und Beton wurde schon in der Brückenverordnung vom Jahre 1904 vorgeschrieben. Mörtel aus hydraulischem oder Romanzement ist häufig so verwittert, daß das Mauerwerk fast wie ein Trockenmauerwerk aussieht.

Die seinerzeit geübte Zurückhaltung in der Anwendung von Beton hat sich in das Gegenteil umgekehrt: bei Brücken-

umbauten, Erneuerung von Widerlagern und dergleichen wird nur noch Beton verwendet. Auch die einstige Streitfrage „Eisen oder Eisenbeton“ kann von einer Bahnverwaltung nur beantwortet werden mit „Eisen und Eisenbeton“, jedes dort, wo es am Platze ist.

In Österreich stammen die ältesten Überfahrtsbrücken aus Eisenbeton aus dem Jahre 1890, die Bahnbrücken (und zwar Rippenbalken) aus dem Jahre 1900. Diese Bauwerke haben sich gut gehalten, so weit sie nicht durch Rauchgase gelitten haben*). Eine gut durchgebildete und erhaltene wasserdichte Abdeckung ist allerdings unbedingt erforderlich.

Zur Verkürzung der Bauzeiten wird viel mit frühhochfestem Portlandzement gearbeitet, die teuren ausländischen Tonerdezemente (Citadur- und Lafargezement) werden jedoch nur ausnahmsweise verwendet.

Dem Bauunternehmer wird der Mindestzementzusatz nach Gewicht vorgeschrieben, außerdem die mittlere Druckfestigkeit der Würfelproben, Herkunft des Zements und der Zuschlagstoffe jedoch nicht. Ausnahmsweise wird bei sehr großen Bauten, für die ein besonders geschulter Betonfachmann als Bauleiter von der Bahnverwaltung beigestellt wird, nur die mittlere Würfelstärke vorgeschrieben und der Zementzusatz innerhalb gewisser Grenzen dem Unternehmer freigestellt. Getrennte Anlieferung der Fein- und Grobzuschläge wird nurmehr bei Eisenbeton verlangt, bei Beton ist die Verwendung eines Naturgemenges bei entsprechender Körnung zugelassen. Die Zuschlagstoffe werden jedoch vor Baubeginn in der Materialprüfanstalt der Bahnverwaltung auf ihre Eignung untersucht.

Als Maßstab für die Güte des hergestellten Betons wird vor allem die mittlere Druckfestigkeit der aus dem Bauwerksbeton hergestellten Probewürfel angesehen. Wenn sie nicht erreicht wird, so wird der vertragsgemäße Einheitspreis für die aus diesem Beton hergestellten Bauwerksteile um doppelt so viel Hundertteile verringert, als Hundertteile auf die vorgeschriebene Würfelstärke fehlen. Bleibt die Würfelstärke unter dem halben verlangten Wert, so muß der Unternehmer den Bauteil auf eigene Kosten umbauen. Wiewohl diese Beurteilung theoretisch anfechtbar ist, hat das Verfahren doch den großen Vorteil, daß der Herstellung des Betons sowohl vom Unternehmer, als auch vom Aufsichtsbeamten mehr Sorgfalt gewidmet wird, als es früher manches Mal der Fall war.

C. Grundsätze für Ersatzbauten.

Da auf den alten Strecken die der Wasserableitung dienenden Durchlässe häufig eine viel zu große Lichtweite aufweisen oder die Wasserabflußverhältnisse mittlerweile ganz geändert worden sind, wird vor dem Umbau solcher Durchlässe die Lichtweite überprüft. Manchmal können die Durchlässe ganz aufgegeben werden, häufig genügt der Einbau eines oder zweier Betonrohre.

Bei Durchlässen und kleinen Brücken wird zunächst immer getrachtet, das Schotterbett durchzuführen, namentlich im Bahnhofsbereich.

Seicht liegende Betonrohre und solche von 40 cm Lichtweite aufwärts werden immer ummantelt, weil sie sonst sehr bald durchbrechen. Eisenrohre werden nur ausnahmsweise verlegt, weil die im Handel üblichen zu schwach sind.

Durchlässe, deren tragende Decke aus frei nebeneinanderliegenden, manchmal auch einbetonierten Altschienen besteht (Abb. 2), haben sich sehr rasch eingebürgert und gut bewährt. Für den N-Zug werden sie mit Rücksicht auf die Durchbiegung bei Lichtweiten über 2,50 m nur ausnahmsweise angewendet.

*) Kern: Der Zustand einiger älterer Brücken aus Beton und Eisenbeton. Bautenschutz 1935, Heft 1, S. 1.

Da in Österreich die Kosten für stählerne Tragwerke manchmal sehr hoch sind, wird dadurch der Ersatz von Blechträgern durch Eisenbetontragwerke begünstigt. Dieser Ersatz scheitert aber häufig an der fehlenden Bauhöhe, deren Vergrößerung nicht immer möglich ist oder zu große Kosten verursachen würde. Daher kommen Rippenbalken für Ersatzbauten fast nie in Frage. Für Eisenbetonplatten bestehen Regelpläne bis zu 10,7 m Lichtweite. Die Herstellung weit gespannter Platten während des Betriebes ist jedoch durch die Länge oder Bauhöhe der vorhandenen Hilfsbrücken aus Walzträgern begrenzt.

Grundsätzlich wird getrachtet, technisch einwandfreie Lösungen zu finden, auch wenn sich bei der Ausführung Arbeits- oder Betriebserschwernisse ergeben. Denn das Bauwerk ist das Bleibende, die Erschwernisse das Vorübergehende.

Andererseits ist es gar nicht so selten möglich, durch geschickte Anordnung der Ersatzbauten die Arbeitsdurchführung wesentlich zu erleichtern und Betriebsstörungen sehr abzukürzen oder ganz zu vermeiden. Hierfür einige Beispiele, zwei weitere bringt der folgende Abschnitt.

Bei dem in Abb. 3 dargestellten Umbau einer abbruchreifen Bogenreihe war es möglich, die bestehende Straße etwas in der Richtung der Bahn zu verschieben. Grundmauern und Widerlager des neuen Bauwerks konnten ohne Störung des Bahnbetriebes fertiggestellt werden. Dann erst wurden für den Einbau der Hilfsbrücken und den weiteren Umbau Gleissperren erforderlich.

Es ist unzweckmäßig, schadhafte Parallel- oder Böschungsflügel abzutragen und an derselben Stelle neu aufzumauern, sondern man soll die alten Flügel weiter bestehen lassen und neue Flügel davorsetzen (Abb. 4). Dadurch erspart man den Abtrag des alten Mauerwerks, schwere Pöhlungen, zum Teil

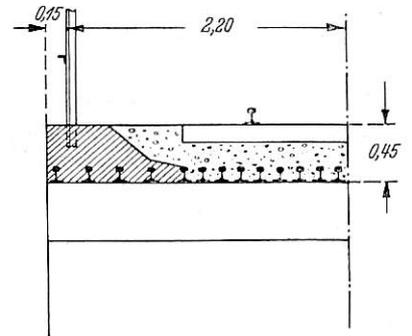


Abb. 2. Tragwerk aus Altschienen.

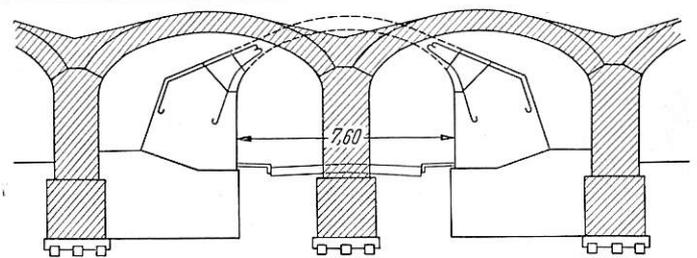


Abb. 3. Das Verschieben der Straße verkürzt die Bauzeit.

auch Schalungen, man kann die am alten Mauerwerk anliegenden Flügel schwächer halten, man braucht überhaupt nicht oder doch nur auf kurze Zeit langsam zu fahren.

Bei einer eisernen Brücke mußte die Schwellenoberkante um 1,41 m gehoben werden. Widerlager und Parallelflügel waren für diese Erhöhung zu schwach, aber noch in sehr gutem Zustande. Die Erhöhung erfolgte mittels einer über die Parallelflügel gelegten Eisenbetonplatte*). Dadurch wurde die Standsicherheit der bestehenden Parallelflügel erhöht, der Umbau sehr erleichtert und verbilligt, die Bauzeit verkürzt.

*) Kern: Org. Fortschr. Eisenbahnwes. vom 20. 5. 1936, S. 194. (Fachheft Österreich.)

In einem anderen Falle wurde die Erhöhung mittels eines waagrecht liegenden Eisenbetonrahmens erreicht (Abb. 5). Diese Lösung hat zwar nicht alle technischen Vorteile der früher beschriebenen Anordnung, sie war aber wegen anderer Umstände zweckmäßig.

D. Beispiele.

1. Steinhauser Brücke (Abb. 1, Taf. 8). Das Quader- und Bruchsteinmauerwerk war ganz mörtelarm, die Quadern zeigten viele lotrechte Risse infolge örtlicher Überbeanspruchung. 1928/29 wurde das Mauerwerk durch Ausspülen und Einpressen von Zementmörtel wieder instandgesetzt.

2. Brücke über den Kùbgraben (Abb. 2, Taf. 8). Gewölbe ganz, Pfeiler zum Teil aus Ziegeln, die Ziegel mäßig verwittert. Das schadhafte Ziegelmauerwerk wurde abgeschlagen und eine

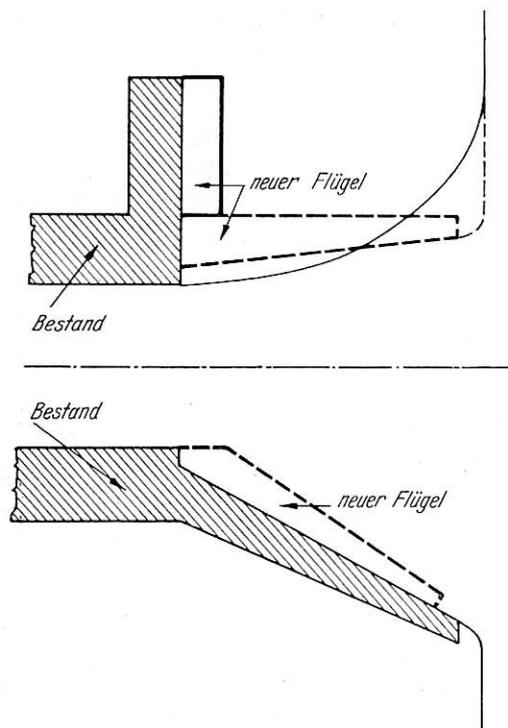


Abb. 4. Das Versetzen neuer Flügel erleichtert und verbilligt den Umbau.

10 cm starke Schicht aus Portlandzementmörtel aufgespritzt, die bewehrt und mit dem Kernmauerwerk verankert wurde. In das Bruchstein- und Quadermauerwerk wurde Zementmörtel eingepreßt.

3. Brücke über den Halzgraben (Abb. 3, Taf. 8). Ein Widerlager hatte sich vorgeneigt und den Gewölbescheitel hinaufgedrückt. Das Ziegelmauerwerk des Gewölbes war stark verwittert. Da die Lichtweite der Brücke viel zu groß war, wurde ein geschlossener Eisenbetonring eingebaut, der imstande ist, die ganze ständige Last wie auch die Verkehrslast aufzunehmen. Auf die Mitwirkung des alten Mauerwerks wurde somit rechnerisch verzichtet, daher wurde es auch nicht instandgesetzt. In die Fuge zwischen altem und neuem Gewölbe wurde Zementmörtel eingepreßt.

4. Brücke über den Höllgraben (Abb. 4, Taf. 8). Die Gewölbe ganz, die Pfeiler zum Teil aus Ziegeln, das Ziegelmauer-

werk stellenweise stark verwittert. Die Pfeiler wurden mit Eisenbeton ummantelt, unter die alten Gewölbe neue aus Eisenbeton eingezogen. Die neuen Eisenbetoneinbauten können die ganze ständige und die ganze Verkehrslast aufnehmen. Die Kräfte werden jedoch nach und nach aus den Eisenbetonmänteln in das alte Pfeiler- und Widerlagermauerwerk übergeleitet, daher wurde in das Quader- und Bruchsteinmauerwerk der Pfeiler und Widerlager Zementmörtel eingepreßt und das schadhafte Ziegelmauerwerk zum Teil erneuert. Da die neuen Gewölbe mit Betonrüttlern behandelt worden waren, ließ sich in die Fugen zwischen alten und neuen Gewölben kein Zementmörtel einpressen.

Bei den Brücken 2, 3 und 4 ist das Ziegelmauerwerk aus den Sichtflächen verschwunden, damit werden die künftigen Erhaltungskosten verringert.

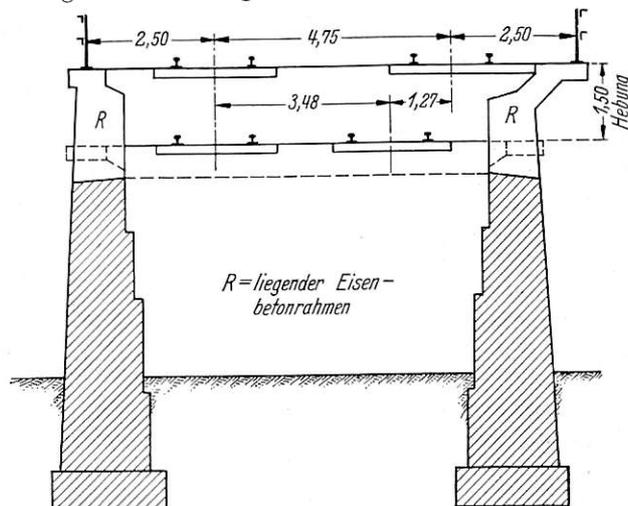


Abb. 5. Erhöhung schlanker Parallelfügel mittels eines liegenden Eisenbetonrahmens.

Eine Verstärkung der Bauwerke für einen schwereren Belastungszug ist nur bei den Brücken 3 und 4 eingetreten.

Ein Abtragen und Wiederaufbau der Brücken 1, 3 und 4 während des Betriebes wäre sehr schwierig gewesen. Bei den gewählten Ausführungen begann bei allen vier Brücken die Verkehrsstörung erst mit der Erneuerung der wasserdichten Abdeckung, als wegen Mangels geeigneter Hilfsbrücken abwechselnd eingleisig gefahren werden mußte. Die Arbeiten müssen von unten beginnen, die wasserdichte Abdeckung darf erst nach dem Einbau der neuen Gewölbe aufgebracht werden. Bei umgekehrtem Arbeitsvorgang besteht die Gefahr, daß die alten Gewölbe durch die eingebrachte frische Betonmasse verdrückt werden und dadurch die neue wasserdichte Abdeckung zerrissen wird.

Bei den Wasserabläufen wurden Putzschächte hergestellt, in die man einsteigen kann. Bei der Brücke 1 wurden die alten, geknickten Wasserablaufrohre über den Pfeilern der Ersparnis wegen belassen. Dies ist unzweckmäßig. Die Rohre werden durch den vom zermalmtm Oberbauschotter herrührenden Schlamm oder durch Eis verstopft, Regen- und Tauwasser stauen sich sehr hoch an. Der Knick erschwerte das Durchputzen der Rohre. Bei den Brücken 2 und 4 ragen die Ablaufrohre weit aus der Leibung heraus und sind wegen der Eisbildung vorn schnabelförmig zugeschnitten oder haben Trompetenform.

Brückenunterhaltung bei den Königlich Ungarischen Staatseisenbahnen.

Von Kasimir Szmodits, Oberbaurat und Vorstand der Brückenabteilung der Königl. Ungar. Staatseisenbahnen.

In Ungarn sind die Grundlagen der Berechnung sowohl der neu zu bauenden wie der umzubauenden Brücken in Erlassen der Regierung geregelt, ebenso auch die Grundsätze der Untersuchung der Brücken.

Außerdem werden die einschlägigen Bestimmungen der Technischen Vereinbarungen des VMEV stets mitberücksichtigt.

Das Entwerfen und der Bau der Brücken wurde von An-

fang an von der Direktion der Königlich Ungarischen Staatseisenbahnen besorgt, hingegen war vor dem Jahre 1891 die Untersuchung der Brücken den Streckenleitungen übertragen.

Im Jahre 1891 wurde auch die Untersuchung der Brücken bei der Direktion zusammengefaßt, auch wurde eine besondere Abteilung zur Untersuchung und Verstärkung der Brücken errichtet.

Den Entwurf, die Berechnung, den Neu- und Umbau der Brücken vermittelte weiterhin die hierzu bereits früher errichtete, besondere Abteilung der Sektion für Unterbau. Im Jahre 1923 wurden diese beiden Abteilungen zu einer vereinigt.

1. Gliederung des Brückendienstes.

Die Grundzüge des heutigen Brückendienstes sind in der Vorschrift für eiserne Eisenbahnbrücken vom Jahre 1907 niedergelegt, die zwar in Einzelheiten den derzeitigen Forderungen nicht mehr genügt, deren Angaben und Grundsätze betreffs der Dienstobliegenheiten aber auch heute noch stichhaltig und zu befolgen sind. Die veralteten Verfügungen der genannten Vorschrift zu ersetzen sind die entsprechenden Abschnitte des Entwurfs einer neuen Brückenvorschrift berufen, bis die in Arbeit befindliche neue Brückenvorschrift zu voller Geltung gelangt.

Jede neue oder verstärkte Brücke muß vor Betriebsübergabe einer ausführlichen und eingehenden Prüfung unterzogen werden, um festzustellen, ob Eisentragwerk, Fahrbahn, Oberbau und Brückenmauerwerk in betriebs-sicherem Zustande sind. In der Vorschrift sind jene Einzelfragen angegeben, auf die sich die Untersuchung erstrecken muß und die in großen Zügen in allen Ländern die gleichen sind. Ist das Ergebnis der durchgeführten Untersuchung befriedigend, so werden die Brücken mit Blechträgern von einer Stützweite unter 12 m von der Eisenbahndirektion, alle übrigen neuen und verstärkten Eisenbahnbrücken aber vom Ministerium für Handel und Verkehr für den Betrieb freigegeben. Vor Inbetriebnahme der letztgenannten Brücken wird außer einer vorherigen Prüfung noch eine Probelastung durchgeführt. Bei der Probelastung werden die senkrechte Durchbiegung bei stehendem und bewegtem Zuge gemessen, ferner die unter der bewegten Last entstehenden Seitenschwingungen der Hauptträger. Die größte elastische Durchbiegung der Hauptträger von Balkenbrücken darf den berechneten Wert höchstens mit 10% überschreiten, während die bleibende Durchbiegung höchstens 20% der elastischen erreichen darf.

Die ständige Aufsicht über sämtliche im Betriebe stehenden Brücken ist Pflicht der äußeren Bahnerhaltungsdienststellen, Sektionsingenieurämter genannt. Der Sektionsingenieur, die ihm untergeordneten Streckeningenieure und Bahnmeister beobachten die Brücken im Betriebe. Den Vorschriften gemäß halten sie jedes Frühjahr und Herbst eine eingehende Untersuchung und beobachten dabei hauptsächlich den Zustand des Brückenmauerwerks. Unter andern die Dauerhaftigkeit, Unterspülungen, Frostschäden und Zerrüttung des Mauerwerks, Lockerung oder Ribbildung der Sohlsteine. Die Ergebnisse ihrer Beobachtungen und die veranlaßten Ausbesserungsarbeiten werden in ein Brückenbuch eingetragen. Das Sektionsingenieuramt hält auch die Brückenstambücher und Brückenpläne, besonders die Pläne der Mauerteile und die Ergebnisse der Bodenprüfungen auf dem laufenden.

Die üblichen fünfjährlichen periodischen Untersuchungen der eisernen Brücken führt die Brückenabteilung der Direktion durch, und zwar der Vorschrift gemäß vom ersten Jahre nach der Inbetriebnahme der Brücke gerechnet jedes fünfte Jahr, wenn nicht infolge besonderer Lage oder Zustandes der Brücke eine Untersuchung in kürzeren Zeiträumen nötig erscheint.

Bei der periodischen Untersuchung der Brücke werden alle jene Erscheinungen beobachtet, die auf Verminderung der Tragfähigkeit schließen lassen.

Im Zusammenhang mit der periodischen Brückenuntersuchung muß das Verhalten des Eisentragwerks und des Mauerwerks auch unter den durchlaufenden Zügen beobachtet werden. Während den Zugbelastungen werden nicht nur jene bei Probelastungen vorgeschriebenen Formänderungen beobachtet und gemessen, sondern auch jene schwer zu errechnenden Formänderungen, aus denen der Zustand der Brücke beurteilt werden kann. Solche Formänderungen sind während der Schnellfahrten beispielsweise Seitenschwankungen des ganzen Brückenkörpers, Schwingungen einzelner Bestandteile, seitliche Bewegung der oberen Gurtungen offener Brücken, Bewegung des Mauerwerks und der Auflager u. dergl. Die Beobachtung wird auch durch Spannungsmessungen ergänzt.

Das Jahresprogramm der periodischen Brückenuntersuchungen ist dem Ministerium für Handel und Verkehr vorher zu melden.

Alle Brücken, deren Spannweite über 15 m hinausgeht, und sämtliche mit durchlaufenden, mehrstützigen Trägern oder Bogen- und Fachwerkträgern sind nach je 15 Jahren einer kommissionellen Hauptuntersuchung zu unterziehen. Die unter Leitung des Ministeriums für Handel und Verkehr abgehaltene Hauptuntersuchung erstreckt sich auf eine derartige Untersuchung der Brückenkonstruktion, der Fahrbahn und des Mauerwerks, wie dies vor Inbetriebnahme der Brücken üblich ist, und dabei wird — nebst wenn möglich durchgeführten Spannungsmessungen — eine wie vor Inbetriebnahme der Brücke vorgenommene Probelastung verbunden.

2. Technische Fragen der Brückenunterhaltung.

Um die dynamische Einwirkung der angreifenden Kräfte zu verringern, verwenden wir schwerere Schienen mit 65 cm Schwellenabstand auch auf den Brücken der Linien II. Ranges, wo der Tragfähigkeit der Strecke auch ein schwächerer Oberbau genügt. Außerdem beseitigen wir auch die Stoßlücken.

Die dynamische Einwirkung der Kräfte verringern wir neuerdings auch noch durch die allgemeine Verwendung der Schienenauszüge System Csilléry.

Durch diese Vorrichtungen ist die ununterbrochene Fahrbahn im Gleise gewissermaßen aufrecht erhalten, indem sie die Schienen in einer nach der Längsrichtung verlaufenden räumlichen Fläche zusammenhält. Bei dem Wärmespiel schieben sich beide Schienen auf dieser Fläche gleitend aneinander ab.

Um den Wanderschub von den Brückengleisen fernzuhalten, verwenden wir in den beiderseits anschließenden Abschnitten der Strecke Wanderstützen in einer entsprechend größeren Zahl.

Die Brücken werden nach dem Grundanstrich noch zweimal gestrichen. Der Grundanstrich darf einzig und allein Bleiminium sein, der Anstrich entweder rein Bleiweiß, oder eine Mischung von 30% Bleiweiß und 70% Zinkweiß. Farbstoffe dürfen höchstens bis 20% zugesetzt werden. Zugelassene Färbemittel sind: Ruß, Knochenschwarz, Grafit, Chromgelb, Chromoxydgrün, Pariser Blau.

Firnis darf beigemischt werden: zu Bleiminium 15%, zu reiner Bleiweißfarbe beim ersten Anstrich 30%, beim zweiten Anstrich 35%; zur Mischung von Bleiweiß und Zinkweiß: beim ersten Anstrich 35%, beim zweiten Anstrich 40%.

Zur etwaigen Verdünnung des Bleiminiums und des zweiten Anstriches darf grundsätzlich nur Firnis verwendet werden. Zum Verdünnen des ersten Anstriches dürfen dem Firnis 10% reines Terpentinöl (höchstens) zugemischt werden.

Die Anstrichstoffe werden vor Gebrauch in dem Chemischen Laboratorium der MAV untersucht.

Die Lebensdauer unserer Anstriche ist bei Brücken, die Rauchwirkungen ausgesetzt sind, 3 bis 5 Jahre, bei anderen Brücken 7 bis 8 Jahre.

Der Schutz gegen Rauchgase verursacht ständige Sorgen bei jenen Brücken, unter denen Lokomotiven verkehren oder wo häufig rangiert wird. Verschiedene Versuche mit Schutzverschaltungen wurden in der Absicht unternommen, den Rauch von den Eisenteilen fernzuhalten. Kunstschieferplatten, Wellbleche, verzinkte Bleche und verschiedene andere Baustoffe haben sich als Schutzverschaltung nicht bewährt, da sie unter der Wirkung der Rauchgase in einigen Jahren zugrunde gingen. Am besten bewährten sich die aus Holz verfertigten Schutztafeln, welche an der Brücke angehängt, die Rauchgase infolge ihrer geeigneten Form von den Eisenteilen ablenken, dabei aber selbst nicht angegriffen werden, sondern durch den Rauch eher noch dauerhafter werden. Gleisüberbrückungen werden häufig auch aus Eisenbeton verfertigt, da diese erfahrungsgemäß Rauchgasen gegenüber widerstandsfähig sind.

Unsere Bautätigkeit in geschweißten Eisentragwerken ist noch gering. In den letzten Jahren wurden einige geschweißte Gleisüberführungen für Fußgänger ausgeführt.

Die Zerrüttung und das Vorneigen des Brückenkopfmauerwerks sind bei älteren Brücken ziemlich häufige Erscheinungen. Die Zerrüttung von Mauerwerkskörpern tritt zumeist deswegen ein, weil sie aus kleineren Steinen mit schwachem Bindemittel hergestellt wurden. Außerdem wurden unsere älteren Mauern oft in Romanzementmörtel hergestellt, der im Laufe der Jahre zerbröckelte. Das Vorneigen von Mauerwerkskörpern tritt in der Regel dort auf, wo ihre Gründungen nicht tief genug und in der Massenverteilung unzureichend waren. Diese Mauerbewegungen haben oft dazu geführt, daß die Eisenträger zwischen den Abschlußmauern eingezwängt wurden.

Bei neueren Widerlagern wird die innere Kante der Gründung gemäß den vereinigten Stützendrücken gegen die Flußöffnung vorgeschoben, damit dort der Kantendruck möglichst vermindert wird; ferner werden die Flügelmauern ohne eigene Gründungen als Kragarme des Widerlagers ausgebildet, so daß sie als Gegengewichte gegen die nach innen drängenden Kräfte wirken.

3. Anlässe zu Um- und Neubauten.

Der Grund des Umbaus oder Auswechselns von Brücken liegt in ihrer Abnutzung oder in ihrer ungenügenden Stärke.

Kleine Eisen- oder Holzbrücken, die sich unter der Zugbelastung leicht bewegen können, wechseln wir nach Möglichkeit gegen Träger aus, die aus Schienen- oder Walzträgerbeton hergestellt sind. Bei Spannweiten bis 3 m bauen wir Schienenbeton-, bei 3 bis 8 m Walzträgerbetonbrücken auf Betonwiderlagern, beide Formen mit durchgehendem Schotterbett.

Die meisten alten kleinen Eisen- und Holzbrücken, ferner bauwürdige Gewölbe haben wir bereits in solche Schotterbettbrücken umgebaut, die sich allgemein sehr gut bewähren.

Ältere Mauerwerkskörper gehen oft auch deshalb zugrunde, weil die lastverteilenden Schichten unter den Lagern nicht sachgemäß hergestellt waren. Um diesen Übeln vorzubeugen, ordnen wir neuerdings anstatt der freistehenden Einzelquader Eisenbetonbalken an, die über die ganze Breite des Mauerwerks unter beiden Lagern durchgehen.

Oft mußten Gewölbe wegen ungenügender Abdichtung umgebaut werden, da das einsickernde Wasser und die Frostschäden das Bauwerk zugrunde richteten. Um diese Übel zu bekämpfen, werden die Abdichtungen der noch tragfähigen

Gewölbe planmäßig erneuert, auch wird für bessere Entwässerung gesorgt. Unsere Abdichtung besteht aus drei übereinander aufgetragenen Bitumenschichten mit je zwei locker gewebten Juteschichten zwischen ihnen. Die Verdichtung ist insgesamt 6 bis 8 cm stark, worauf noch ein 4 cm dicker Schutzbeton gelegt wird. Dieses Verfahren wird seit 30 Jahren angewendet und hat sich gut bewährt.

Der Werkstoff unserer Eisenbauwerke war bis zum letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts Schweißisen, seit dieser Zeit wird Flußstahl (St 37) verwendet. Nicht selten wird bei alten Schweißisenträgern beobachtet, daß das Eisen sich in Schichten auflöst (blättert), wodurch Rostnester entstehen, welche Erscheinung mit der Zeit die Auswechslung der Eisenträger nötig machen kann. Tritt dieser Materialfehler nur in geringer Anzahl an einzelnen Bestandteilen auf, so kann schon durch Auswechslern der fehlerhaften Teile Abhilfe geschaffen werden.

Der Werkstoff der alten schweißeisernen Tragwerke wird Zerreiß- und Biegeproben unterworfen, um festzustellen, inwieweit sich die Struktur im Laufe der Zeit geändert hat. In vielen Fällen war keine Veränderung wahrzunehmen, wiederholt wurde aber festgestellt, daß die Sprödigkeit zunahm, d. h. die Fließgrenze rückte der Bruchfestigkeit näher; von einer Verstärkung alter, schweißeiserner Tragwerke muß deshalb abgesehen werden, weil die einzelnen Bauteile den heutigen Anforderungen vom konstruktiven Gesichtspunkte aus gesehen nicht mehr entsprechen.

Derzeit ist und bleibt voraussichtlich noch lange Zeit der wichtigste Grund der Verstärkungen und Umbauten der Brücken in den steigenden Lokomotiv- und Wagenbelastungen zu suchen. Unsere Brücken wurden im ersten Bauabschnitt des Eisenbaues auf die tatsächlich verkehrenden größten Belastungen zugeschnitten. Diese ursprünglichen Belastungen wurden aber bei der Entwicklung der Fahrzeuge im Laufe der Zeit bald weit überholt. Laut der Brückenvorschrift vom Jahre 1907 wurden die Brücken für Hauptlinien allgemein auf eine einheitliche Belastung von fünfachsigem Lokomotiven mit je 17 t Achsdruck, dreiachsige Tender mit 13 t Achsdruck und zweiachsige Wagen mit 12 t Achslast dimensioniert. Kürzere Brücken oder einzelne Brückenbestandteile mußten den in der Entfernung 1,5 m liegenden 2×20 t, oder 3×19 t, oder 4×18 t Achsenbelastungen entsprechen. Auch diese Belastungen sind in mancher Hinsicht schon überholt, weshalb die Verstärkungen und Neubauten schon auf Grund eines neuen Brückenvorschrift-Entwurfes ausgeführt werden, in dem wesentlich größere Belastungen vorgesehen sind.

4. Auswirkung neuer Vorschriften.

Die Belastungen des neuen Brückenvorschrift-Entwurfes sind in Abb. 1a und Abb. 1b ersichtlich. Wir wollen hier einige der neuen zulässigen Beanspruchungen angeben.

Die zulässige Beanspruchung für Hauptkräfte ist in 1400 kg/cm^2 , dieselbe für Haupt- und Zusatzkräfte in 1600 kg/cm^2 bestimmt.

Zu den neuen Eisenbrücken unserer Bahnen verwenden wir auch heute noch ausschließlich Flußstahl, dessen Qualität dem deutschen St 37 entspricht. Für die in den letzten Jahrzehnten gebauten Eisenbahnbrücken hat dieses Material so dem statischen als auch dem wirtschaftlichen Standpunkte entsprochen, da in dieser Zeitperiode Brücken über 120 m Spannweite nicht gebaut wurden.

Die neuen geplanten Vorschriften bringen betreffs genieteter Konstruktionen im Grunde keine neue Bauformen, doch ändern sie den Charakter der Eisenbrücken in gewissem Sinne. Die größere Quersteifigkeit, die zentrisch ausgebildeten Anschlüsse verringern die Nebenspannungen auf

das Minimum. Die vorgeschriebene Starrheit, die neue Dimensionierung der Querverbände erfordert bei diesen Konstruktionselementen bei weitem mehr Eisenmaterial, während das Gewicht der Hauptträger — trotz der größeren Belastungen — infolge der erhöhten zulässigen Beanspruchungen nicht wesentlich zunimmt.

Geschweißte Eisenbahnbrücken haben wir bisher noch nicht ausgeführt, dagegen kleinere Eisenkonstruktionen, wie Gleisfußgängerüberführungen bis zu 30 m Spannweite, ferner Stromleitungsmaste für die elektrisch betriebene Linie Budapest—Hegyeshalom, die wir in größerem Umfange in

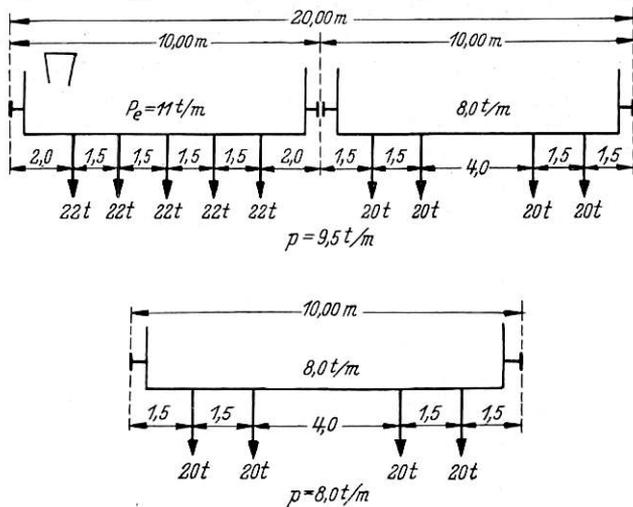


Abb. 1a. Lokomotiv- und Wagenbelastungen für Hauptlinien.

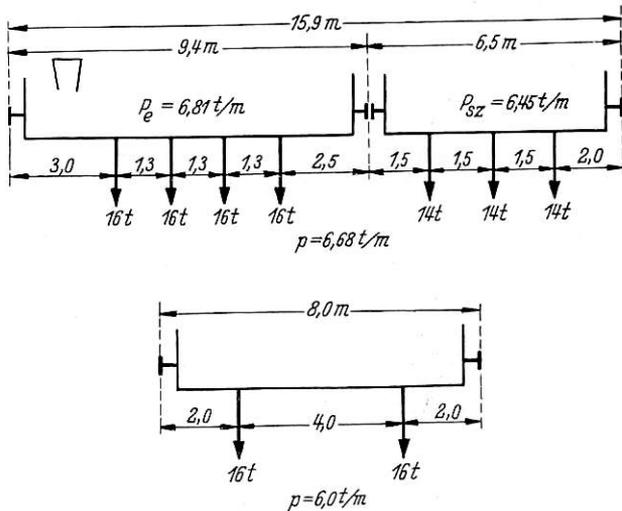


Abb. 1b. Lokomotiv- und Wagenbelastungen für Nebenlinien.

geschweißter Bauart hergestellt haben. Die genannten Konstruktionen, die 8 bis 10 Jahre alt sind, haben sich bis heute in jeder Hinsicht bewährt.

Mit Rücksicht auf unsere Armut in Eisenerzen wollen wir in Zukunft auch bei der Eisenbahn, dort, wo eine entsprechende Konstruktionshöhe zur Verfügung steht, Eisenbetonbrücken bauen, da diese Bauart auf Grund der Bestimmungen unserer neuen Eisenbetonvorschriften von finanziellem Standpunkt sich günstiger gestalten wird als die bisherige.

5. Grundsätze für Verstärkungen, Trägersauswechslungen, Ersatzbauten.

Wenn unter den zunehmenden Belastungen in den einzelnen Bestandteilen einer Brücke die in der Brückenvorschrift von 1907 vorgeschriebenen zulässigen Beanspruchungen nur bis 25% überschritten werden, so wird die Verstärkung vorläufig nicht durchgeführt. Diese

Höchstbeanspruchung wird geduldete Beanspruchung genannt. Sind aber die tatsächlichen Beanspruchungen größer, oder ist die Ausbesserung der Tragwerke, abgesehen von den Beanspruchungen aus anderen Gründen notwendig, so wird die Brücke verstärkt. Eine Auswechslung der Brücke wird nur dann vorgenommen, wenn die Verstärkung nicht durchführbar ist oder unzumutbar und unwirtschaftlich erscheint.

Als allgemeiner Grundsatz gilt, daß Brücken nur dann verstärkt werden, wenn die Kosten der Verstärkung nicht höher sind als 60 bis 70% der Kosten eines Neubaus. Wir geben in der folgenden Tafel die verschiedenen zulässigen Beanspruchungen an:

Art der Beanspruchung für Hauptkräfte	Zulässige Beanspruchungen laut Brückenvorschrift vom Jahre 1907		Geduldete Beanspruchungen in bestehenden Brücken laut Brückenvorschrift 1907		Zulässige Beanspruchungen in neuen oder verstärkten Brücken laut der geplanten Brückenvorschrift	
	Schweiß-eisen	St 37	Schweiß-eisen	St 37	Schweiß-eisen	St 37
kg/cm ²						
Zug oder Biegung	1100	1200	1375	1500	1280	1400
Abscheren	880	960	1100	1200	825	1050
Lochleibungsdr.	2420	2640	3130	3300	2820	3080

Muß die Verstärkung aus finanziellen oder anderen Gründen verschoben werden, so wird der Verkehr der in Betracht kommenden Lokomotiven nicht zugelassen oder nur mit verminderter Geschwindigkeit genehmigt. Mit der zuletzt genannten Bestimmung wollen wir den Einfluß der dynamischen Kräfte vermindern, damit die Beanspruchungen die geduldete Beanspruchung nicht überschreiten.

Die Verstärkungen werden fast immer an Ort und Stelle, und zwar im Betriebe bei herabgesetzter Zuggeschwindigkeit durchgeführt. In einzelnen Fällen hat sich der Bau von Notbrücken unter Stilllegung der zu verstärkenden Brücke, aus wirtschaftlichen Gründen und zur Verkürzung der Bauzeit als vorteilhafter erwiesen. So wurde beispielsweise die Sárviz-Brücke (Öffnung 50 m) durch Notbrücken ersetzt, bis die seitwärts herausgezogene Brücke verstärkt war. Kleinere Eisenbauten haben wir mit zeitweiser Anwendung von Notbrücken wiederholt in Brückenbauwerkstätten verstärkt.

Die Auswechslungen der Brücken werden in den meisten Fällen so durchgeführt, daß die Träger auf Schiebergerüsten in der Querrichtung aus- und eingeschoben werden. Aber auch eine Längsbewegung der Brücke kann durchgeführt werden, wie es im folgenden Abschnitt als erstes Beispiel beschrieben ist. Hierbei wurden die neuen Eisenträger auf einer aus Walzträgern gebildeten Bahn in der Längsrichtung eingezogen.

6. Beispiele.

1. Eine der größten Umbauarbeiten der letzten Jahre war die Körös-Brücke bei Kunszentmárton. Diese Brücke bestand ehemals aus genieteten Balkenbrücken mit je 15 m Öffnung, Fahrbahn oben, die Eisenbrückenträger auf 14 Holzjochen lagernd.

Die umgebaute Brücke besteht aus einem neuen Gitterträger mit einer Öffnung von 60 m, aus zwei neuen genieteten Trägern, Fahrbahn unten, mit je 20 m Öffnungen und aus acht alten, verstärkten Eisenkonstruktionen, die auf einer ent-

sprechenden Anzahl von Pfeilern und Widerlagern aus Beton ruhen. Der Umbau erfolgte nicht in ununterbrochener Folge, was zu den mannigfaltigsten Lösungen Gelegenheit bot. Eine Zwischenlösung bedeutete auch die Längsverschiebung der 15 m langen Brückenträger. Diese wurde deshalb nötig, weil diese Träger infolge der Änderung der Brückenlänge von einer anderen Stelle der Brücke eingebaut waren, wo sie noch lange in unverstärktem Zustande blieben. Die Längsbewegung erfolgte — mit Rücksicht auf die besonderen Umstände — auf einer neben der Brücke gebauten Rollbahn. An die einzelnen Tragwerke wurden hölzerne Kragstützen auf den Außenseiten angebaut. Diese Kragstützen lagerten mit Rollen (Bauart Robel) auf der seitlich angelegten Rollbahn (Abb. 2).

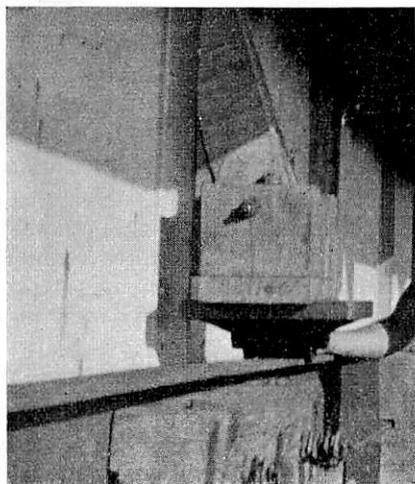


Abb. 2.

Rollbahn zur Längsbewegung der Körösbrücke bei Kunszentmárton.

Die acht genieteten, 15 m langen Balkenbrücken wurden in der Brückenbauwerkstätte verstärkt. Hierzu wurden je zwei der überflüssig gewordenen Eisenträger dorthin geliefert, worauf die verstärkten Tragwerke paarweise gegen je zwei andere, unverstärkte ausgetauscht wurden.

Die acht genieteten, 15 m langen Balkenbrücken wurden in der Brückenbauwerkstätte verstärkt. Hierzu wurden je zwei der überflüssig gewordenen Eisenträger dorthin geliefert, worauf die verstärkten Tragwerke paarweise gegen je zwei andere, unverstärkte ausgetauscht wurden.

Die acht genieteten, 15 m langen Balkenbrücken wurden in der Brückenbauwerkstätte verstärkt. Hierzu wurden je zwei der überflüssig gewordenen Eisenträger dorthin geliefert, worauf die verstärkten Tragwerke paarweise gegen je zwei andere, unverstärkte ausgetauscht wurden.

wurden nunmehr mit den neuen, zusätzlich eingeschalteten Streben verbunden. Die neuen Querträger wurden aus drei Teilen hergestellt, so daß sie ohne größere Störung des Betriebes eingezogen werden konnten (Abb. 3).

3. Die in Abb. 4 dargestellte Berettyó-Brücke mußte deshalb neu gebaut werden, weil der schnellfließende, in



Abb. 4. Neubau der Berettyó-Brücke bei Berettyóújfalv.

scharfer Krümmung liegende Berettyó-Fluß die unzureichend tiefen Grundmauern der Brückenpfeiler angegriffen hatte. Infolge Unterspülung der zwei Pfeiler wurden gefährliche Bewegungen beobachtet. Die Pfeiler hatten sich schief geneigt; sie sind in Abb. 4 neben der neugebauten Brücke in der großen Öffnung noch sichtbar.

Zwecks Erhöhung des Durchflußquerschnittes wurde die Zahl der Pfeiler vermindert, so daß anstatt der alten Brücke mit fünf Öffnungen eine neue mit drei Öffnungen entstand. Gleichzeitig wurde auch die Lage des Gleises erhöht. Um weitere Unterspülungen zu verhindern, wurden die Pfeiler und Widerlager wesentlich tiefer gegründet.

Da das Gleis bei der neuen Brücke erhöht wurde, mußten die fünf alten Eisenträger und die anschließenden Streckenteile um 85 cm gehoben werden. Diese Hebung wurde in rund 15 cm Stufen ohne Störung des Verkehrs durchgeführt. Zum Abtragen des alten und Herstellen des neuen Widerlagers wurde eine auf gerammten Jochen ruhende Notbrücke hergestellt. Die Pfähle mußten im Damme von Gleichhöhe an gerechnet 14 bis 15 m tief eingerammt werden, weshalb ein 7 bis 8 m tiefer Einschnitt hergestellt wurde; sodann wurden die Pfähle in den Zugpausen bis zur erwünschten Tiefe eingerammt.

Mit Rücksicht auf die nahegelegenen großen Auskolkungen des Flußbettes wurde der Bau der Gründungen mit Senkbrunnen aus Beton durchgeführt. Die Tiefe der Brunnen beträgt 7 m, ihr Durchmesser 5 m.

Die neuen Eisenträger wurden seitlich der Brücke zusammgebaut. Das Herausziehen der fünf alten und das Einschleppen der drei neuen Eisenträger geschah innerhalb acht Stunden. Das war die einzige Gleissperrung während des Umbaus.

4. Umgestaltung der Eisenbahnbrücke über die Donau bei Baja und der Eisenbahnbrücke über die Theiss bei Algyó für Eisenbahn- und Straßenverkehr.

Schon in der Vorkriegszeit wurden aus finanziellen Gründen einzelne längere Eisenbahnbrücken auf Lokalbahnen mit voraussichtlich schwachem Verkehr derart gebaut, daß sie auch von Straßenfahrzeugen befahren werden konnten. Derart wurden z. B. gebaut: die 100 m lange Brücke über die Sajó bei Sajóecseg, die 140 m lange Brücke über die Szamos bei Matolcs, die 270 m lange Brücke über die Theiss bei Tiszafüred, die 320 m lange Brücke über die Dráva bei Dolnji-Miholjac und die 480 m lange Brücke über die Theiss bei Csongrád. Bei

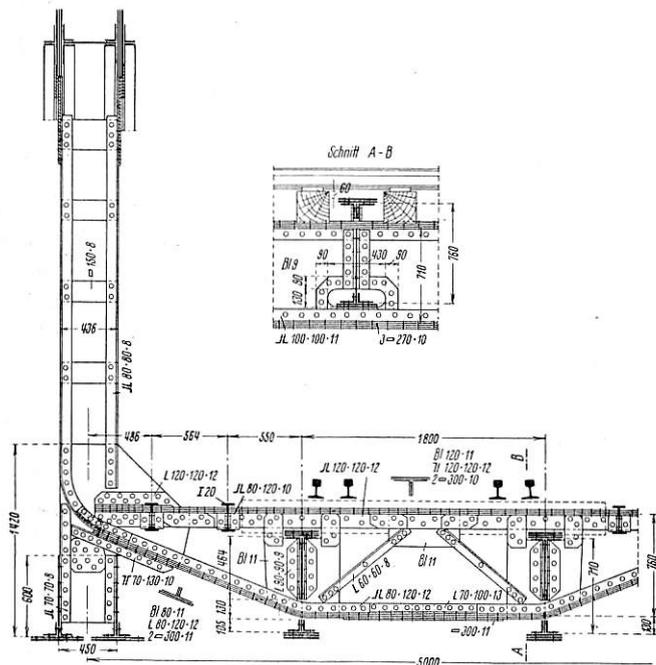


Abb. 3. Neue Querträger der Donaubrücke bei Ujpest.

2. Eine andere bemerkenswerte Verstärkungsarbeit war die der Donaubrücke bei Ujpest. Hier wurden die Längs- und Querträger nicht in üblicher Weise durch Aufnieten neuer Bauteile verstärkt, sondern dadurch, daß die Spannweiten der Längsträger durch neue, in deren Mitte angebrachte Querträger halbiert wurden. Die Kräfteübertragung der neuen Querträger wurde durch Einschalten von Nebendiagonalen zwischen denen des Hauptträgers erzielt. Die neuen Querträger

diesen Brücken wurden die zwei mittleren Längsträger der Belastung durch Eisenbahnfahrzeuge entsprechend berechnet, die übrigen Längsträger entsprechen der Belastung durch Straßenfahrzeuge. Der lichte Raum dieser Brücken beträgt rund 6 m, wodurch ermöglicht ist, daß die Straßenfahrzeuge in beiden Richtungen zu gleicher Zeit verkehren können.

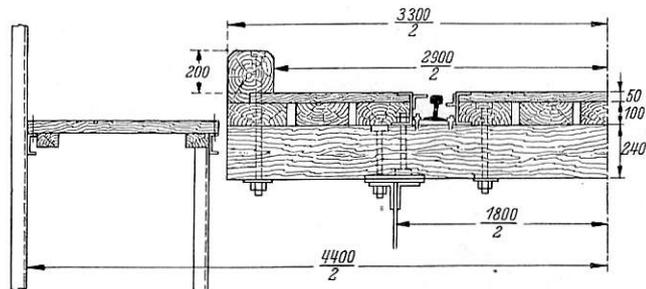


Abb. 5. Fahrbahnquerschnitt der Donaubrücke bei Baja.

Da in der letztvergangenen Zeit der Straßenverkehr an Bedeutung zugenommen hat, entstand die Zwangslage, zwei Eisenbahnbrücken auf Hauptbahnen mit weniger bedeutenden Verkehr auch für den Straßenverkehr umzugestalten.

Diese zwei Brücken sind die Eisenbahnbrücke über die Donau bei Baja (Lichtweiten 4×96 und 3×50 m) und die

eingleisige Eisenbahnbrücke über die Theiss bei Algyö (Lichtweiten 4×50 , 1×100 und 3×50 m). Der lichte Raum dieser Brücken entspricht dem von eingleisigen Eisenbahnen, so daß die Straßenfahrzeuge jeweils nur in einer Richtung, nicht gleichzeitig in beiden Richtungen verkehren können.

Bei der Umgestaltung wurden die 2,50 m langen Schwellen durch 3,30 m lange ersetzt. Über diese Querträger wurden 10 cm starke Eichenlängspfosten verlegt und darüber in der Querrichtung noch 5 cm starke Eichenbohlen als Fahrbahn aufgebracht. Die Spurrinne für die Spurkränze der Eisenbahnfahrzeuge sichern U-Eisen (Abb. 5).

Die Verschalung für die Straßenfahrzeuge ist bei der Donaubrücke bei Baja 570 m lang, bei der Algyöer Theissbrücke 460 m lang.

Die Umgestaltung beider Brücken wurde im September 1935 begonnen; schon im Dezember desselben Jahres konnten beide Brücken auch für den Straßenverkehr freigegeben werden. Die Umgestaltung dieser beiden Brücken kostete insgesamt 300 000 Pengö.

Die angeführten Beispiele bilden nur einen geringen, aber besonders bezeichnenden Bruchteil der in den letzten Jahren durchgeführten Brückenarbeiten, die wir unter den schon geschilderten schweren wirtschaftlichen Verhältnissen mit größter Umsicht durchgeführt haben.

Die Brückenunterhaltung bei der Deutschen Reichsbahn.

Von Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Roloff, Hamburg.

Für das Gebiet der Deutschen Reichsbahn werden Vorschriften für die Berechnung und die technische Durchbildung der Brücken, für deren Baustoffe, Bauüberwachung und Unterhaltung vom Reichsbahn-Zentralamt München, und zwar von zwei hierzu eigens bestellten Dezernaten für Brückenbau, ausgearbeitet. Von ihnen werden auch das Brückenversuchswesen, die Versuche mit Rostschutzmitteln, Abdichtungen und anderen Brückenbaustoffen aufgezo-gen und geleitet, sowie Fragen über Reinigung und Rostschutz von Stahlbauten und Abdichtungen wissenschaftlich bearbeitet und Patentanmeldungen aus dem Gebiet des Brückenbaues geprüft. Sodann wird von ihnen das Reichsbahnzentralamt im Normenausschuß der Deutschen Industrie in bautechnischen Angelegenheiten vertreten. Anregung, Führung und Genehmigung auf diesen Gebieten liegen beim Referenten für Brückenbau der Eisenbahnabteilungen des Reichsverkehrsministeriums.

Man erinnert sich aus Veröffentlichungen nach 1928, daß das Reichsbahnzentralamt einen Brückenmeßzug in den Dienst gestellt hat, um die dynamischen Beanspruchungen stählerner Überbauten zu ergründen. Über die neueren Ergebnisse dieser Versuchsforschung auf dem Gebiet der Schwingungsmeßtechnik an Eisenbahnbrücken hat Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Krabbe im Stahlbau 1937, H. 26, berichtet. Man erinnert sich auch, daß die Röntgeneinrichtung dieses Meßzuges zu einer Zeit, wo es sonst kaum ortsfeste für die Aufgaben des Bauingenieurs gab, wichtige Dienste leistete, wenn es galt, in Eisenbetonbrücken, deren Zeichnungen abhanden gekommen waren, Lage und Stärke der Rundstähle festzustellen und auch die Nähte der ersten geschweißten Eisenbahnbrücken zu untersuchen. Das Reichsbahnzentralamt war in letzter Zeit auch mit Erfolg bemüht, in bestehenden Bauwerken, die in ihrer statisch wenig klaren Form Tragwerke von hochgradiger statischer Unbestimmtheit darstellen, die wirklich auftretenden Spannungszustände zu ermitteln. Dabei mißt man am Bauwerk selbst die Verbiegungen unter bekannten Lasten und führt unter Benutzung dieser Meßergebnisse ihre Berechnung auf die einfacheren Hauptssysteme zurück. Dadurch kann man dann beurteilen, ob und wie eine Verstärkung oder Erneuerung

des Bauwerkes wirklich erforderlich ist. Dr.-Ing. Krabbe wird dieses sein Verfahren demnächst ebenfalls veröffentlichen.

Die wichtigsten von der Reichsbahn für Bau und Unterhaltung der Brücken geschaffenen Vorschriften sind: 1. Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE), 2. Grundsätze für die bauliche Durchbildung stählerner Eisenbahnbrücken (GE), 3. Technische Vorschriften für Stahlbauwerke, 4. Vorläufige Vorschriften für geschweißte, vollwandige Eisenbahnbrücken, 5. Anweisung für Röntgenuntersuchungen, 6. Anleitung für die Bauüberwachung von Stahlbauwerken auf der Baustelle (Bau St), 7. Technische Vorschriften für den Rostschutz von Stahlbauwerken (Ro St), 8. Anweisung für Mörtel und Beton (AMB), 9. Vorläufige Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauwerken (AIB), 10. Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke (BH), 11. Vorschriften für die Überwachung und Prüfung der Brücken, Hallen und Dächer (BÜP), 12. Dienstvorschrift für die örtliche Beaufsichtigung von Bauten der Reichsbahn (Bebau). Als Ergänzung zu 1. besitzen wir „Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage der Beulsicherheit der Stegbleche vollwandiger Blechträger“ von Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Krabbe*) und zu 4). „Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten mit Beispielen für die Berechnung und bauliche Durchbildung“ von Direktor bei der Reichsbahn Dr.-Ing. Kommerell*).

Darüber hinaus sind für die Brücken der Reichsbahn auch die DIN verbindlich, die für das Reich sonst gelten und bei deren Fassung sie in den Ausschüssen mehr oder weniger mitgewirkt hat; in der Hauptsache sind das: 13. 1071 und 1182, Abmessungen der Straßen- und Feldwegbrücken, 14. 1072 und 1183, Belastungsannahmen für Straßen- und Feldwegbrücken, 15. 1073, Berechnungsgrundlagen für stählerne Straßenbrücken, 16. 4101, Vorschriften für geschweißte, vollwandige stählerne Straßenbrücken, 17. 1045, Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, 18. 1075, Berechnungsgrundlagen für massive Straßenbrücken, 19. 1074, Berechnungs- und Ent-

*) Im Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

wurfsgrundlagen für hölzerne Brücken, 20. 1053, Berechnungsgrundlagen für Bauteile aus künstlichen und natürlichen Steinen, 21. 105, Mauerziegel, 22. 4021, Grundsätze für die Entnahme von Bodenproben*), 23. 4022, Einheitliche Benennung der Bodenarten und Aufstellung der Schichtenverzeichnisse, 24. 4107, Richtlinien für die Beobachtung der Bewegungen entstehender und fertiger Bauwerke, 25. 1077, Richtlinien für die Überwachung und Prüfung massiver Straßenbrücken.

Entwurf, Bau und Unterhaltung der Brücken ist Sache der Reichsbahndirektionen, die heute sämtlich ein besonderes Dezernat für Brücken und Ingenieurhochbauten haben.

Wegweiser für die Unterhaltung, die die Kenntnis der oben aufgezählten Vorschriften voraussetzt, ist die BÜP. Sie schreibt vor: a) Brückenverzeichnisse, die man auch als Kartei aufziehen kann, b) Brückenbücher für alle stählernen Brücken, wozu auch die mit einbetonierten Trägern zählen, für besonders wichtige und große stählerne Tragwerke von Stellwerken sowie von Signalbrücken, für alle Eisenbetonbrücken und schließlich für wichtigere und größere Brücken aus Stein und Beton, c) Brückenhefte für alle übrigen Brücken, sowie stählerne Tragwerke von Stellwerken

und Signalbrücken, d) besondere Bauwerksakten für die größeren Brücken und Sammelakten für die kleineren, e) einfache Prüfungen alle zwei Jahre für die Bauwerke zu b) und c); f) Hauptprüfungen in Abständen von sechs Jahren für die Bauwerke zu b. Die Fristen zu e und f sind bei besonders schwachen oder gefährdeten Bauwerken zu kürzen. Die Prüfungen zu e sind durch die Betriebsämter wahrzunehmen — in besonders einfachen Fällen durch Beauftragung der Leiter der Bahnmeistereien — die zu f) durch Kräfte des Brückendzernates. In den Hauptprüfungen muß auch festgestellt werden, ob sich bei stählernen Überbauten die bleibende Durchbiegung, bei oben offenen Überbauten die ursprüngliche Lage der oberen Knotenpunkte in waagrechttem Sinne und bei statisch unbestimmten Gebilden die Höhenlage geändert hat; ferner müssen zu ihrer Durchführung Gerüste und Schutzvorrichtungen angebracht, Fahrbahnbelag, Bettung und Rauchschutztafeln, soweit nötig, beseitigt und Brückenschlosser zum Abklopfen der wichtigsten Niete und zur Untersuchung auf Risse herangezogen werden. Bei den einfachen Prüfungen ist alles dieses in der Regel nicht erforderlich. Belastungsversuche werden im allgemeinen nur vor der Inbetriebnahme neuer oder verstärkter Brücken vorgenommen.

Früher hat man im allgemeinen bahneigene Schlosser nur zum Abklopfen der Niete herangeholt, wogegen man ihr Auswechseln und die Beseitigung kleinerer Schäden privaten Schlossermeistern oder Brückenbauanstalten übertrug. Diese sind zu teuer, und jene verderben häufig mehr als sie nutzen. Deshalb ist die Mehrzahl der Brückendzernate dazu übergegangen, besondere Brückenschlosser einzustellen, die das

ganze Jahr über Niete abklopfen und auswechseln und auch kleinere Schäden beheben. Diese Leute verwachsen mit den Eigenheiten der einzelnen Überbauten und leisten Vorzügliches. Man hat ihnen mit den Zügen zu befördernde Prüfungs- und Werkstattwagen und häufig auch einen Wohnwagen eingerichtet. In manchen sehr brückenreichen Bezirken, z. B. Essen und Hannover, ist die Zahl der Brückenschlosser recht stattlich. Man hat sie dort in einer Brückenmeisterei zusammengefaßt und dieser auf einem günstig gelegenen Bahnhof eine Werkstatt eingerichtet. Auf einem von den meisten Strecken gut erreichbaren Knotenpunkt befindet sich dann auch im allgemeinen das Brückenlager, in dem wieder verwendbare Überbauten und Brückenteile, Notbrücken usw. untergebracht werden.

Seit einigen Jahren werden größere neue Überbauten im allgemeinen von vornherein mit Besichtigungsstegen und Untersuchungswagen ausgerüstet. Wenn die Wagen im allgemeinen durch ihre Laufträger in der ersten Ausführung auch verhältnismäßig teuer werden, so sind ihre Anlagekosten doch bald abgeschrieben, weil Gerüste für Untersuchungen und namentlich für Malerarbeiten entfallen. Wo aber Hängegerüste

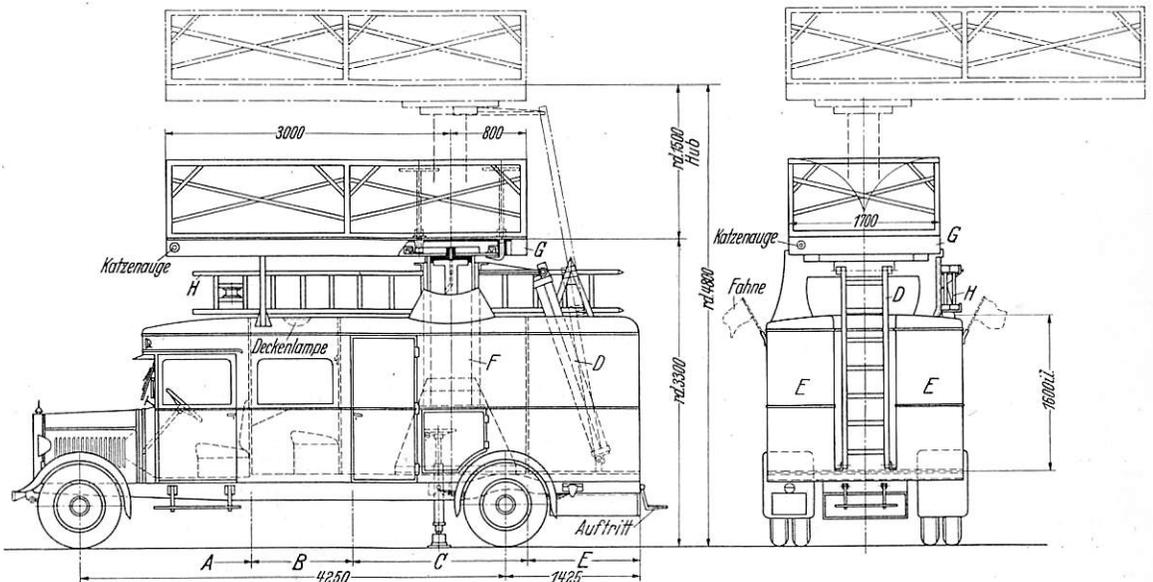


Abb. 1. Mercedes-Benz-Prüfungswagen.

nötig sind, kann nicht genug auf die von der Reichsbahn herausgegebenen „Richtlinien für die Herstellung hängender Gerüste bei Bauausführungen“)“ hingewiesen werden, insonderheit auf ihre Bestimmung, daß die das Hängegerüst aufnehmenden Tragbalken doppelt zu sichern sind, und daß Drahtseile an ihren Aufhängestellen statt über scharfe Stahlkanten über Rundhölzer geführt werden müssen.

Der Verkehr auf den Straßen der Großstädte macht es häufig unmöglich, Gerüste zur Prüfung der Eisenbahnüberführungen aufzustellen. Deshalb hat die RBD Berlin vor einigen Jahren einen Mercedes-Benz-Prüfungswagen in den Dienst gestellt. Ein solcher Wagen wird auch für die Reichsautobahnen unentbehrlich. Abb. 1 gibt den von der Obersten Bauleitung Hamburg in Auftrag gegebenen wieder. Über dem Mercedes-Benz-Fahrgestell ist ein Aufbau der Gaubschat-Fahrzeugwerke G. m. b. H. Berlin-Neukölln. Der Wagenkasten mit dem Raum A für den Fahrer, B für dienstliche Zwecke und C für Geräte. Mit C verbunden sind dann noch hinten links und rechts der ausziehbaren Leiter D Werkzeugeschränke E. Im Raum C ist eine feststehende Rohrsäule F. In dieser lotrecht verschiebbar eine zweite, welche die Arbeitsbühne G mit

*) Enthalten in Ro St und in „Techn. Vorschr. f. Stahlbauwerke“.

*) Man beachte auch: Deutsche Gesellschaft für Bauwesen, Richtlinien für bautechnische Bodenuntersuchungen, Beuth-Verlag, Berlin SW 19.

umklappbarem Geländer trägt. Eingezogen liegt G 3,3 m, ausgeschoben 4,8 m über dem Erdboden. Für das Ausschwenken in waagrechttem Sinne ist G auf einem doppelten Kugelkranz gelagert. G ist gegen eine Spannung von 800 V gesichert und durch D zugänglich. Weitere wesentliche Teile der Ausrüstung sind eine Leiter H auf dem Dach, ein Fernsprecher vom Dienst- und Fahrerraum zur Plattform, sowie ein Feuerwehrscheinwerfer vor dem Fahrerhaus. Ähnliche Aufbauten stellt auch Metz-Karlsruhe her.

Lose Niete findet man so gut wie gar nicht in den Hauptträgern, ab und zu in den Anschlüssen der Querträger an den Hauptträgern, häufiger in den unteren Windverbänden nahe den Auflagern. Bei den Windverbänden ist das aber nicht nur auf den Kraftangriff zurückzuführen, sondern auch wohl darauf, daß sich die Niete in Nähe der Auflager manchmal schlecht einziehen lassen. Die meisten losen Niete werden in den Anschlüssen der Längsträger angetroffen. Daß auch die durchschießende Platte davor nicht bewahrt, sofern auf die einwandfreie Weiterleitung der Biegungsdruckspannung aus dem Untergurt des Längsträgers nicht Rücksicht genommen ist, zeigen zwei ähnlich gelagerte Vorkommnisse aus der Tätigkeit des Verfassers. Fall 1 (Abb. 2): Die Längsträger zweier

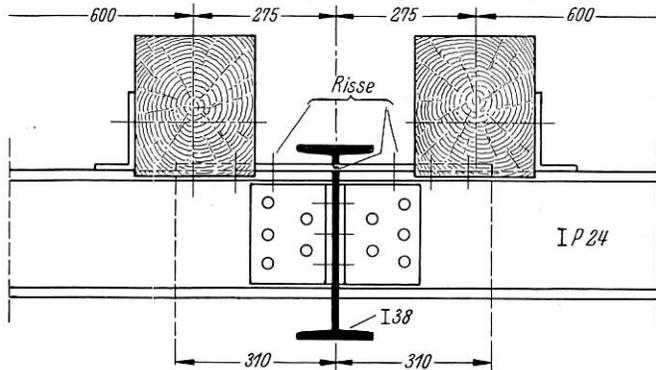


Abb. 2. Zerstörungen in den Längsträgeranschlüssen.

benachbarter Fahrbahnfelder hatten sich gesenkt. Die Niete, die die Anschlußwinkel mit den Längsträgerstegen verbinden, waren abgeschert oder völlig locker; die durchschießende Platte war an drei Stellen gerissen, über dem Querträgersteg, sowie links und rechts. Fall 2: An einem andern Überbau war die durchschießende Platte, die das an dem Endquerträger befestigte Schwellenkonsol mit dem ersten Längsträger verband, ebenfalls gerissen. Die Schäden wären in beiden Fällen nicht eingetreten, wenn die Längsträger durch Paßstücke oder durch Ecken gegen den Steg des Querträgers abgestützt gewesen wären*). Eine ausführliche Berechnung solcher Längsträgeranschlüsse hat Dr.-Ing. Bernhard Fritz gebracht**). Bei Trogbrücken mit ungewöhnlich niedrigen Querträgern hat Verfasser auch von unten ausgehende Anrisse der Längsträger festgestellt. Hier wurden die Längsträger durch neue ersetzt und ihre Untergurte durch Laschen miteinander verbunden.

Lose werden öfters auch die Niete, mit denen die Schwellenwinkel auf den Längs- oder Hauptträgern befestigt sind.

Die Stahlglieder, die dem Auspuff des Lokomotivschornsteines unmittelbar ausgesetzt sind, bedürfen eines besonderen Schutzes. Ein Zusatz von 0,2 bis 0,3% Cu macht den Stahl gegen Schwefelsäure nur wenig widerstandsfähiger. Galvanische Verbleiung schützt auf lange Zeit, ist jedoch teuer und für größere Bauglieder nicht anwendbar. Soweit dem Verfasser bekannt***), ist sie bisher nur für Bleche in den Rauchschutz-

*) Schaper, Grundlagen des Stahlbaues. 6. Auflage, S. 148.

**) Bautechn, 1937, H. 45, Über bedenkliche Beanspruchungen in den Randnieten unsymmetrisch ausgebildeter Längsträgeranschlüsse.

***) Zbl. Bauverw. 1929, S. 390. Kuhnke, Neuartige Schutzvorrichtungen für eiserne Brücken gegen Lokomotivrauchgase. — Die RBD. Berlin unterhält eine eigene Verbleiungsanlage.

tafeln selbst verwendet worden. Das beste ist immer noch ein Anstrich aus Ölfarbe oder bituminösen Stoffen, den wir nach dem Ro St ausführen und durch Tafeln schützen. Diese werden zweckmäßig aus getränkten und gespundeten kiefernen Bohlen hergestellt. Asbestzementplatten halten den Erschütterungen des Tragwerkes und dem heißen Auspuff nicht lange stand.

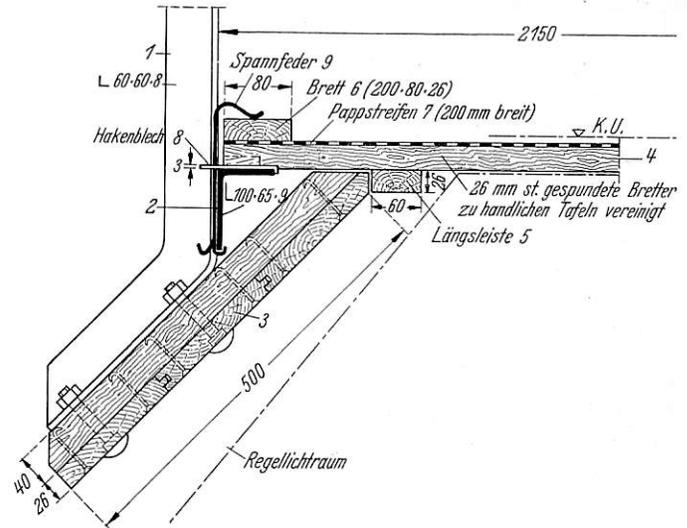


Abb. 3a. Querschnitt.

Abb. 3a bis 3c. Rauchschutztafeln der RBD. Oppeln.

Man findet in Deutschland zahlreiche Rauchschutztafeln, die im allgemeinen etwa den DRP. 530 656 und 530 657 entsprechen: Über der Fahrfläche des Gleises waagerechte Tafeln, die an den Stahlbau durch Metallglieder gehängt sind. Diese Tafeln bilden entweder mit den seitlichen Auflagerbalken oder mit den breiten seitlichen Rauchabweisern ein Ganzes von großem Gewicht. Bei Prüfung des Stahlbaues und bei

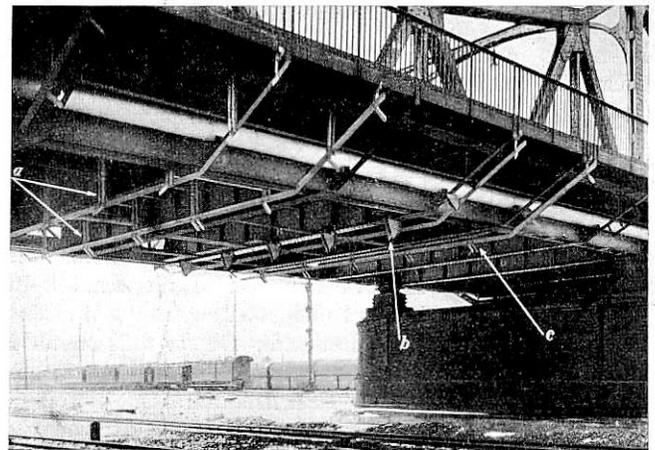


Abb. 3b. Aufhängung für eine Straßenbrücke mit hochliegenden Längsträgern.

Erneuerung seines Anstriches müssen die sperrigen und schweren Teile durchweg auf den Erdboden gebracht werden, um nachher ebenso umständlich wieder hochgeholt zu werden. Das ist teuer und zeitraubend. Bei dichter Zugfolge wird es daher meist nicht möglich sein, die Tafeln so rechtzeitig hoch- und wieder anzubringen, daß sie den frischen Farbfilm vor dem Auspuff der Lokomotive schützen.

Diese Mängel beseitigt die Rauchschutztafel der RBD. Oppeln*), die sich seit etwa zehn Jahren an vielen Stellen

*) Vom Verfasser und dem t. Rb. Insp. Friedrich Beer-mann entwickelt, erloschenes DRP. 630 084, Klasse 19d, Gruppe 3.

als brauchbar erwiesen hat (Abb. 3). Ihre Aufhängung ist in den Grundzügen so angelegt, daß 1. sie die Bauhöhe nicht ungünstig beeinflußt, also nicht verhindert, die OK. der waagerechten Tafeln unmittelbar unter UK. Niet der tiefsten Stahlbauglieder zu legen, 2. ihre Befestigungsmittel nicht Brückenglieder schwächen, 3. keine Bolzenköpfe auf Abreißen beansprucht werden, 4. sie sich eignet, zu hoch liegenden Gliedern der Fahrbahn heraufgeführt zu werden, ohne zu schaukeln, 5. sie nicht Rauchgasen unmittelbar ausgesetzt ist.



Abb. 3 c. Zwei Mann oben schieben eine Tafel 4 des Schirmes ein. Zwei Mann unten schaffen eine Tafel 4 nach oben, um sie durch die Schlitze am Knick einzuschieben.

Mit den Hängegliedern 1 sind Winkel 2 und gespundete kieferne (getränkte) 2,6 cm starke Bretter 3 verbunden. Die Winkel 2 tragen gemeinsam mit Brett 3 die in der Gleisrichtung etwa 1,5 m langen Tafeln 4, deren ebenfalls 2,6 cm starke gespundete kieferne (getränkte) Bohlen durch Leisten 5 zusammengehalten werden. Diese stoßen gegen die obersten seitlichen Bretter 3, sichern so die Lage von 4 quer zum Gleis und unterstützen die Dichtigkeit des Zusammenschlusses von 3 und 4. Auf jede Stoßfuge der Tafeln 4 wird lose ein Pappstreifen 7 gelegt. Spannfedern 9, die unten um den senkrechten Schenkel des Winkels greifen und mit ihrem oberen federnden Teil auf Brettstück 6 und damit auf die Pappstreifen 7 gepreßt werden, sorgen dafür, daß die Tafeln nicht durch Sturm oder den Auspuff der Lokomotive abgehoben werden. 9 greift mit Spielraum durch einen mit 2 gleichlaufenden Schlitz eines Bleches 8. Dieses hakt mit einem kurzen lotrechten Ansatz um die rechte Kante von 2 und sorgt so dafür, daß 9 quer zur Tafel gehalten wird. Ein niedriger Steg des Bleches 8, der nicht aufgeschweißt ist, sondern durch Hochklappen eines Blechausschnittes geschaffen wird, greift in die Stoßfuge benachbarter Tafeln. Er ist zumindestens für den Zusammenbau der einzelnen Teile vorteilhaft. Liegen 8, 9, 6, 7 und 4 richtig beieinander, so setzt man eine Gabel auf den linksseitigen unteren hakenförmigen Ansatz von 9 und bringt 9 so zur Klemmwirkung. Bei dieser Durchbildung können 8 und 9 an jeder beliebigen Stelle von 2 angebracht werden, sich also der jeweils gewählten Tafellänge anpassen.

Die Stöße von 4 sind vielleicht rauchsicherer, wenn sie in Plattform ausgeführt werden.

Hat man unter dem tiefsten Nietkopf des stählernen Tragwerkes bis OK. 4 etwa noch 1 cm mehr als $2 \times 2,6$ cm, so ist man in der Lage, die Tafeln 4 mit Einschluß ihrer 2,6 cm starken Leisten 5 über die Nachbartafeln zu schieben. Das ist bei Prüfungen vom großen Wert, mehr aber noch bei Anstricherneuerungen, wo es darauf ankommt, den Farbfilm während seines Abbindens gegen Lokomotivrauchgase zu schützen. Ein Schlitz in dem waagerechten Schenkel der Winkel 2 ist

an ihren Knickstellen, die durch die schrägen Schirme bedingt sind, zweckdienlich und bei geringer Bauhöhe notwendig, um die waagerechten Tafeln einzubringen. Hat man weniger als $2 \times 2,6$ cm zur Verfügung, können also die Tafeln 4 nicht über die Nachbartafeln geschoben werden, so wird die erste waagerechte Tafel 4 durch den Schlitz herausgezogen und auf den Erdboden befördert. Man gewinnt dann Platz zum Verschieben der anderen. Im Notfalle genügt also eine Bauhöhe von 3,5 cm.

Die Hängeglieder 1, die je nach den Umständen zwei- oder eingliedrig auszuführen sind, sind so an den Winkel 2 angebracht, daß sie die waagerechte Verschiebung der Tafeln 4 in der Gleisrichtung nicht beeinträchtigen. Man ist darauf bedacht gewesen, kein Glied des Überbaues anzubohren und die Hängeglieder 1 nur anzuklammern.

Die in Abb. 3 b dargestellte Aufhängung 1 ist für eine Straßenbrücke mit hoch liegenden Längsträgern durchgebildet*). Die Verbindung der Hängeglieder mit dem Überbau ist von Fall zu Fall verschieden. So bedingte die in der Abb. 3 wiedergegebene Brücke bereits drei Arten (a, b, c).

Auch getränkte kieferne Bohlen der Tafeln 4 quellen manchmal und werfen sich dann. Verfasser hat neuerdings versucht, sie durch Xylotekt**) zu ersetzen, bei dem Sperrholz beiderseits mit Asbestzement überzogen ist. Solche 1,5 cm dicken Platten haben in einjähriger Betriebsdauer keine Schäden gezeigt, es wird sich empfehlen, sie weiter zu erproben. Halten sie, was sie verheißen, so würden sie die Bauhöhe von 3,5 auf 2,5 cm herabmindern.

Alljährlich sind Brückenbalken und -beläge im größeren Umfang zu erneuern. Dabei wird man den lichten Abstand der Balken, sofern er zu groß ist, auf das in den GE. vorgeschriebene Maß bringen. Runde Löcher in den senkrechten Schenkeln der Schwellenwinkel wird man gleichzeitig länglich machen, um die waagerechten Bolzen, mit denen die Balken und ihre Winkel verbunden werden, zu schonen. Die Balken gleich hoch zu machen, gelingt im Sägewerk nie, durch Nacharbeiten mit Hand auf der Baustelle in den seltensten Fällen. Man versucht dann, das Pumpen der Brückenbalken schlecht und recht einzuschränken, indem man Plättchen verschiedener



Abb. 4. Balkenfräser.

Dicke unter die Unterlegplatten der Schienen schiebt. Diese Unzulänglichkeit veranlaßte den Oberbaukontrolleur Reichsbahnamt Hounold***) eine Maschine nach Abb. 4 ausführen zu lassen: Sobald die Balken verlegt und mit ihren Winkeln verbunden sind, werden die späteren Fahrschienen als Lehren ausgelegt, und zwar in der Höhe genau gleichlaufend mit der Soll-Schienenoberkante. Auf den Lehrschienen läuft

*) Verkehrstechn. Woche 1932, H. 48. Roloff, Der Schutz von Stahlbauten über Eisenbahngleisen gegen Lokomotivrauchgase.

**) Von der Xylotekt-Ruyter-Gesellschaft Hamburg 11.

***) Seinerzeit in Oppeln, jetzt bei der RBD. Mainz.

ein Schlitten und auf diesem wiederum quer die Fräsmaschine. Eine Spindel legt den Fräser in jeder gewünschten Höhe fest. Man stellt ihn für den ersten Weg des Schlittens recht hoch ein, bei dem nächsten etwas tiefer und so fort. Das Bild zeigt, wie der gleich hoch eingestellte Fräser die ersten sechs Balken unterschiedlich gefaßt hat. Zum Antrieb des Fräasers dient ein Stromerzeuger derselben Bauart, wie er für Maschinen zum Ein- und Ausdrehen von Oberbauschrauben eingeführt ist.

Viele ältere Brücken mit Stahlüberbau und offener Fahrbahn kranken daran, daß der Abstand zwischen der ersten Landschwelle und dem ersten Brückenbalken unzulässig groß ist, sei es, daß letzterer zu weit vom Ende des Hauptträgers angeordnet ist, sei es, daß der Kopf der Bettungsmauer zu breit ist. Abhilfe muß dann nach den Hinweisen der GE. geschaffen werden. Das geschieht häufig zweckmäßig in Verbindung mit der Erneuerung der Bettungsmauern oder der Herstellung von Auflagerbänken. Darüber einiges später.

Bei der Auswechslung von Balken wird man zweckmäßig Entgleisungsschutz, wo er nach den GE. entgegen früherer Auffassung überflüssig ist, endgültig entfernen. Wo bei älteren Deckbrücken die Balken weit über die Hauptträger reichen und Fußweg nebst Geländer tragen, wird man sie kürzen und den Fußweg auf einem Konsol unterhalb der Balken anordnen. Das Geländer bekommt dabei besseren Halt, und auszuwechselnde Balken können über den Fußweg geschoben werden.

Über den beweglichen Lagern, wo sich Temperaturunterschiede für Längen von 75 m und mehr auswirken, schreiben die GE. Schienenauszüge vor. Damit ist nun nicht gesagt, daß man bestehende Brücken, die dieser Vorschrift nicht genügen, die aber ohne Schäden geblieben sind, nachträglich unbedingt mit Schienenauszügen ausrüsten müßte. So hatte beispielsweise die Eisenbahnbrücke über die Hotzenplotz vor ihrer Erbauung im Jahre 1904 bis zu ihrer Verstärkung 1931 keinen Schienenauszug, obwohl das feste Lager vom beweglichen 100 m entfernt war. Nachteile sind daraus nicht entstanden. Verfasser hat der Brücke gleichwohl im Zusammenhang mit der Verstärkung 1931 einen Schienenauszug gegeben. Schienenauszüge fehlen auch auf der zweigleisigen Eisenbahnbrücke über die Oder bei Cosel. Als Folge davon sind dann in dem überaus kalten Winter 1928/29 über einem Pfeiler, wo das Bewegungsspiel zweier je 56 m weit gestützter Überbauten aufzunehmen ist, die Schienen in den Laschenkammern der Stöße gebrochen. Die Schienen wurden ausgewechselt und sind seitdem unversehrt geblieben. Wenn es bei der Oderbrücke zu der Zerstörung kam, so lag das wohl am Reichsbahnüberbau, bei dem die Schiene auf die Unterlegplatte in vorzüglicher Weise gepreßt wird, so daß sie gegenüber dem Überbau kaum noch eine eigene Bewegung ausführen kann. Anders bei der Hotzenplotzbrücke mit altem Blattstoßoberbau, bei dem die Reibung zwischen Schiene und Unterlegplatte eher überwunden wird. Die Deutsche Reichsbahn verlangt von den Schienenauszugsvorrichtungen, daß ihre zungenförmigen Ausgleichschienen gleichlaufend zur Richtung der abgelenkten Schiene geführt werden. Auf dieser Grundlage entstanden der Schienenauszug des Reichsbahnzentralamtes und der verhältnismäßig einfache und preiswerte von Beuchelt & Co., Grünberg i. Schles.*). Beide haben sich im starken Betriebe bewährt. Der Teil des Auszuges, der mit der breiten Grundplatte ausgerüstet ist, gehört auf den Überbau; auf dem Lande vereitelt er das Stopfen der Schwellen. Man denke auch daran, daß die dicken Grundplatten von der nutzbaren Balkenhöhe etwas aufzehren. Auf zweigleisigen Überbauten wird man anstreben, die Auszüge so zu legen, daß sie im Regelbetriebe nicht gegen die Spitze befahren werden.

*) Bautechn. 1932, H. 43, Roloff, Die Verstärkung der Eisenbahnbrücke über die Hotzenplotz.

Seit einigen Jahren beseitigt die Reichsbahn auf stählernen Überbauten und auf massiven Brücken mit geringerer Überschüttung die offenen Schienenstöße planmäßig durch Schweißen. Der erste offene Stoß wird 2 m vom Widerlagerkopf zugelassen. Auf diese Weise werden die Brücken geschont, der Lärm in den städtischen Straßen wird vermindert. Das Auswechseln einzelner Brückenbalken und von Zungen der Auszugsvorrichtungen ist auch im geschweißten Gleisstrang möglich.

Seitdem auf einer großen Eisenbahnbrücke ein erheblicher Teil des hölzernen Belages und der Brückenbalken infolge Schlackenauswurfes einer Lokomotive in Verbindung mit Wind gänzlich zerstört worden ist, deckt die Reichsbahn bei Dampfbetrieb die eigentlichen Fahrflächen grundsätzlich mit Waffellechen ab, die anderen Flächen tunlichst auch mit Waffellechen und nur bei kleineren Überbauten ausnahmsweise statt mit Waffellechen mit hölzernen Belägen. Die einzelnen aufnehmbaren Tafeln dürfen höchstens 150 kg wiegen. Eisenbetonplatten haben sich nicht bewährt. In Abb. 5 ist ein in langen Jahren erprobter Waffellechbelag dargestellt*). Unter den Blechen sind Unterlagshölzer angeordnet, die mit den Brückenbalken verschraubt sind. Durch die Bleche greifen kleine Bolzen mit unterem Vierkant. Die Aussparung für diesen muß im Holz selbstverständlich seiner Form entsprechend sorgfältig ausgestemmt werden. Sie darf nicht groß sein, weil sich der Bolzen beim Drehen der Mutter mitdrehen würde.

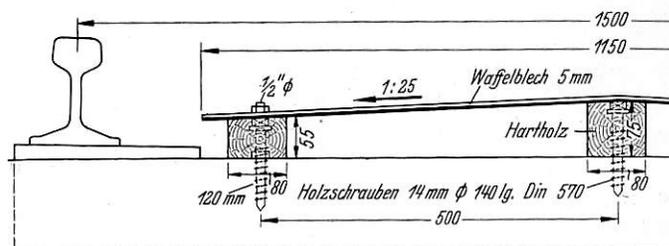


Abb. 5. Waffellechbelag.

Schraubengewinde und Mutter werden in die gleiche Masse getaucht, die auch bei Oberbauschrauben üblich ist. Gute Arbeit vorausgesetzt, beobachteten wir ein Lockern der Muttern nur ausnahmsweise.

Innerhalb der Fahrflächen werden Unterlagshölzer und Bleche in gleichen Längen bestellt. Das Stoßen der Hölzer, auch zwischen den Brückenbalken, geschieht stumpf mit 10 mm Zwischenraum. Die Bleche kragen also nie über. Verschiedene Tafellängen, die die Verlegerarbeit erschweren, sind vermieden. Die Tafeln sollen ihre Dachneigung nicht schon in der Fabrik, sondern erst beim Einbau mit Hilfe der Befestigungsmittel erhalten. Nur so wird das Klappern beim Befahren eingeschränkt.

Die Streifen zwischen den Fahrflächen werden grundsätzlich ebenso behandelt. Nur müssen die mittleren Unterlagshölzer in bestimmten Längen geschnitten werden, um ihren Stoß jeweils auf die Brückenbalken zu bringen. Denn in diesen Flächen wird man aus wirtschaftlichen Gründen abwechselnd einen kurzen und einen langen Brückenbalken haben, und der Mittenabstand der langen beträgt rund 1,24 m. Auch hier haben wir selbst bei starkem Betriebe lose und abgefallene Muttern nur in Ausnahmefällen. Das trifft auch für die Abdeckung dieser Flächen zwischen zwei selbständigen Blechbalken zu. Das liegt wohl mit daran, daß die Unterlagshölzer den Spannungsausgleich vermitteln. Außerdem verbinden wir die Gleise nicht miteinander.

*) Bauart Oppeln. Die bombierten Waffelleche von Harbott und Hoyer, Duisburg-Meiderich, sind teurer und kranken im Betriebe an ihren Befestigungsmitteln.

Einer besonderen Betrachtung bedürfen noch die Flächen zwischen den äußeren Schienen und den Hauptträgern. Beim Nahen eines Zuges tritt man in die Ausfachung und lehnt sich gegen das außen an dem Hauptträger angebrachte Geländer. Um das zu ermöglichen, decken wir auch diese Flächen bis zur Geländerebene ab, wobei wir dann nur gerade so viel ausparen, als für die Glieder der Hauptträger nötig ist. Ähnlich wie auf den Streifen zwischen den Fahrflächen wechselt ein langer Brückenbalken mit einem kurzen*). Das Verfahren ist dasselbe wie dort.

Auf neuen größeren Überbauten der Reichsbahn wird der Oberbau in letzter Zeit fast ausnahmslos längsbeweglich angeordnet, um das Gleisgestänge von den Spannungen des Überbaues frei zu halten. Dabei ist die Bauart Wuppertal**) am meisten vertreten: Eine auf die Längsträger geschweißte Gleitleiste, auf der sich die Schwellenwinkel und die mit ihnen verbolzten Brückenbalken in der Längsrichtung frei bewegen können. Wenn etwa nachträglich fester Oberbau in längsbeweglichen geändert werden muß, beispielsweise im Bergbaugbiet, ist diese Bauart meist nicht anwendbar. Man greift dann zu der Bauart der RBD. Stuttgart***), bei der Gleitleisten nicht erforderlich sind, die Schwellenwinkel beseitigt werden und die Schwellen quer zum Überbau durch Winkel geführt werden, die mit den Schwellen verbolzt sind und an den Kanten der Längs- oder Hauptträger vorbei streichen.

Bei Trogüberbauten für Straßen ist früher öfters der Fehler gemacht worden, die Fußsteigdecke aus Beton oder Asphalt unmittelbar an die Füllungsstäbe zu führen. Dadurch sind dann häufig gefährliche Anrostungen entstanden. Solche Glieder müssen durch einen Winkelrahmen von der Umhüllung in solcher Weise freigemacht werden, daß sie entrostet und gesichert werden können.

Widerlager und Pfeiler von Strombrücken sind alljährlich nach dem Frühjahrshochwasser, sonst auch noch nach außergewöhnlichen Hochwässern in bezug auf ihre Standsicherheit gegen Auskolkungen zu untersuchen. Man wird dabei, zweckmäßig mit Unterstützung der Strombauverwaltung, peilen und die Ergebnisse zeichnerisch auftragen. Beispielsweise hatte die Auskolkung neben einem Strompfeiler der Oderbrücke bei Cosel 1936 ein solches Ausmaß angenommen, daß ungesäumt an eine Verbauung herangegangen werden mußte.

Aufgaben in der Brückenunterhaltung, die Jahr für Jahr in steter Folge an den Brückendézernenten herantreten, sind ferner: Befestigen lose gewordener Lagerkörper und Auflagersteine, Erneuern von Bettungsmauern, Herstellen eisenbewehrter Beton-Auflagerbänke, Änderung der Lage der Überbauten zur Linienverbesserung, u. a. zur Vergrößerung des Abstandes der Hauptgleise von 3,5 auf 4,0 m, Erneuern von Flügeln und Widerlagern oder ihrer Abdichtung, Erneuern der Stirnmauern von Gewölben, sei es, daß sie sich vor die Gewölbestirn geschoben haben, oder daß sie sich zusammen mit dem Gewölbering unter ihnen vom übrigen Gewölbe abgespalten haben, Dichten von Gewölberücken und von Nietreihen stählerner Überbauten mit durchgehender Bettung.

Will man den Lagerverguß kleinerer Überbauten im Betriebe erneuern, so wird man in vielen Fällen die Lager ausschalten können, indem der Überbau unter dem Endquerträger oder — bei genügendem Platz zwischen Auflagerstein und aufgehendem Mauerwerk des Widerlagers — unter beiden Hauptträgern unterklotzt wird. Geht das nicht, so ist es bei kleinerer

*) Bei langen Trogüberbauten wird man die kurzen Balken bis zum Querschnitt zwischen Eckversteifung und Querträger führen, sie also dem möglichen Fahrbereich entgleister Fahrzeuge anpassen.

**) Schaper, Stählerne Brücken, 6. Aufl., S. 217.

***) Bautechn. 1935, H. 53, Roloff, Die Einwirkung des Bergbaues auf die Eisenbahn.

Stützweite unbedenklich, den Betrieb über den Überbau rollen zu lassen, während die unteren Lagerkörper auf Stahlkeile*) abgesetzt sind. Zum Unterstopfen ist hochwertiger Portlandzement mit zwei bis drei Teilen Sand das beste. Bedenken, der Mörtel werde infolge der Verkehrserschütterungen nicht erhärten, sind hinfällig. Solusschmelzzement, der als brennende, flüssige, stark Schwefeldämpfe entwickelnde Masse eingebracht wird, hat sich auch bewährt, verlangt aber einen eingübten Mann. Das Arbeiten mit geschmolzenem Hartblei ist nicht ungefährlich. Ganze Hartbleiplatten unter die Lager

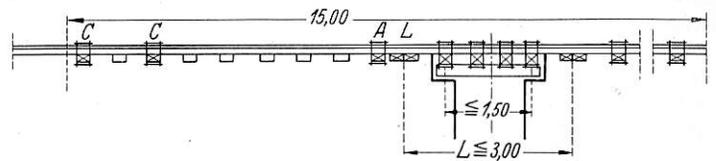


Abb. 6. Schienenbündel.

zu schieben, ist zum mindesten bei kleineren Überbauten unangebracht. Sie können am Platze sein, wenn ein auf einem Gerüst neben dem alten Überbau aufgestellter neuer von größerer Spannweite in einer Betriebspause, in der auch noch der alte auszurollen ist, in sein endgültiges Bett gebracht werden muß. Da müssen dann aber die Dicken, in denen die einzelnen Platten anzuliefern sind, sorgfältig ermittelt werden; da muß ferner durch Abnahme die richtige chemische Zusammensetzung und Festigkeit gewährleistet sein. Andernfalls werden die Bleiplatten im Betriebe fließen, und die frei werdende Masse wird heraustreten.

Für die vorstehend umrissenen Aufgaben haben wir als wichtigstes Hilfsmittel Behelfsbrücken. Sie brauchen nur dem Lastenzug G zu genügen, da die jetzigen schwersten Betriebsmittel über G nicht hinausgehen. In der einfachsten Form werden sie mit Hilfe alter Schienen hergerichtet, die zu je drei oder fünf auf jeder Schienenseite ineinander geschachtelt und an denen die Gleisschwellen und damit die Fahrschienen durch Bügel aufgehängt werden. Der Oberbaudezernent gibt

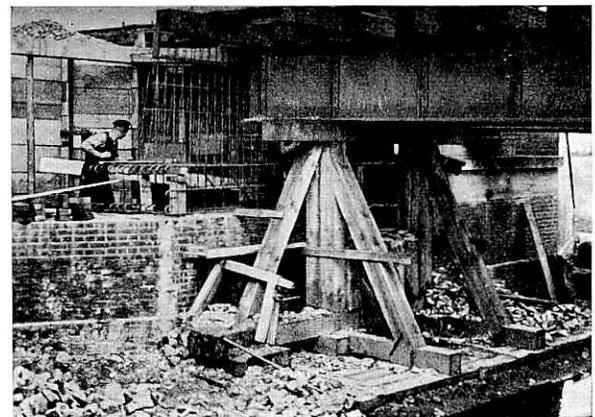


Abb. 7 a. Abstützung des Überbaues.

Abb. 7 a und 7 b. Ausführung einer Auflagerbank.

bis jetzt für solchen Zweck keine Schienen S 49 her, sondern lediglich altbrauchbare 15 m lange der Form 15 c. Mit diesen kann man bei sechs Tragschienen je Fahrschiene bis zu 3 m Stützweite, bei zehn Tragschienen je Fahrschiene 3,6 m Stützweite bewältigen**). In Abb. 6 hat man beispielsweise einen Überbau von 1,5 m Stützweite an den sogenannten Schienenbündeln aufgehängt. Es galt, den Überbau seitlich zu ver-

*) Man begegnet hin und wieder noch der Unsitte, daß sie nach dem Erhärten des Mörtels nicht beseitigt werden.

**) Vergl. Aufsätze von Wöhr: Bahnbau 1930, Nr. 51/52; Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1931, H. 4; Gleistechn. 1930, H. 15.

schieben, also zuvor die Auflagersteine in ihr neues Bett zu bringen. Bei weiter gespannten Überbauten kann man sich für ähnliche Aufgaben den zulässigen Stützweiten der Schienenbündel anpassen, indem man die Überbauten vor den Widerlagern durch Böcke abfängt. Soweit die Schienenbündel keine Auflagerkräfte an das Kragende des Überbaues abgeben dürfen, sind Brückenbalken durch Normalschwellen zu ersetzen. Weiter denke man an folgendes: Innerhalb der Hängegleisstrecke Stöße ausschalten; für die Landauflager L mindestens zwei Schwellen nebeneinander; zur Aufnahme der Seitenkräfte unmittelbar hinter L bei A mindestens eine Schwelle aufhängen; an einigen Stellen C auch noch Bügel einbauen und so die Schienenbündel entlasten; prüfen, ob Brückenbalken,

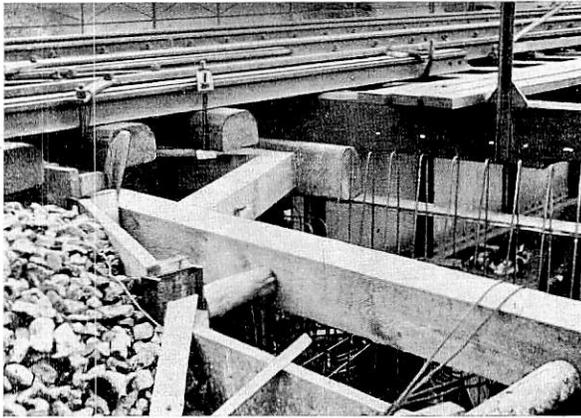


Abb. 7 b. Abstützung der Rammwand; Gleisaufhängung.

die den Auflagerdruck aus Schienenbündeln an Längs- oder Hauptträger abgeben, mit U-Stählen zu unterlegen sind und ob bei versenkter Fahrbahn die Nietanschlüsse für den Auflagerdruck aus Schienenbündeln reichen; die Hohlräume aufzuhängender Stahlschwellen mit Eichenholz füttern.

Abb. 7 a und 7 b zeigen einen Fall, bei dem eine Auflagerbank aus Eisenbeton herzustellen war. Dazu vor den Widerlagern Böcke, hinter ihnen eine Rammwand aus I-Stählen und

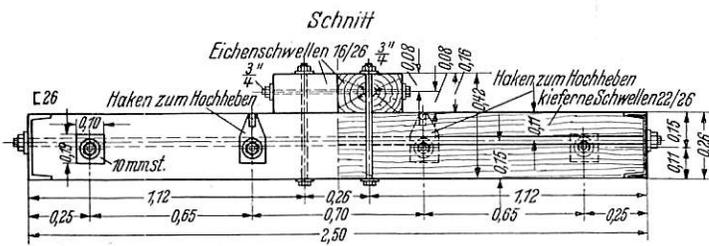


Abb. 9 b. Lagerplatte für Hilfsüberbauten.

waagerechten Bohlen, die Baugrube überspannt durch Schienenbündel. Die Rammwände brauchten hier nicht zum Bahnkörper hin verankert zu werden, konnten vielmehr durch Holzgefache gegen die Enden der Hauptträger abgestützt werden. Bei der aus Abb. 7 b ersichtlichen Form der Bügel ist aufzupassen, daß die Lokomotive oben nicht an die Schraubenbolzen stößt. Das ist u. a. möglich, wenn die Fahr-schienen stark abgenutzt sind, und kann zu Unfällen und Betriebsunterbrechungen führen. Das ist nicht möglich bei der Aufhängevorrichtung der RBD. Essen (Abb. 8). Sie hat vier Hängestangen im Gegensatz zu Abb. 7 b und ist damit auch sonst zuverlässiger.

Für Stützweiten über 3,6 m werden auf den Brückenlagern die eigentlichen Notbrücken vorgehalten, bei denen grundsätzlich die Fahrschienen in den Zwillingsquerschnitt der Hauptträger gebettet sind. Bevor die Reichsbahn ihre jetzigen

ausgezeichneten Kräne hatte, richtete man sie im Hinblick auf leichtes Auf- und Abladen zum Auseinandernehmen ein, d. h. man fügte erst nach dem Auslegen der Hauptträger den Verband aus Holzbalken ein und holte das Ganze durch Rundstähle mit Muttern zusammen. Diese Bauart hat gute Dienste geleistet. Einmal hat Verfasser bei einer so zusammen-

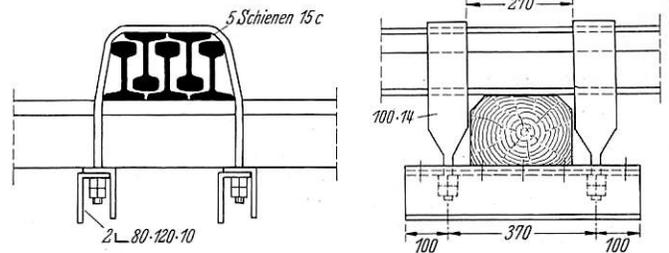


Abb. 8. Aufhängevorrichtung der RBD. Essen.

gebauten Notbrücke, die an einen Gleisbogen anschloß, festgestellt, daß die Hauptträger — wohl durch die Fliehkraft — etwas nach außen gekrümmt waren. Das ist naturgemäß nicht ganz unbedenklich. Die Zerlegbarkeit kann vielleicht auch

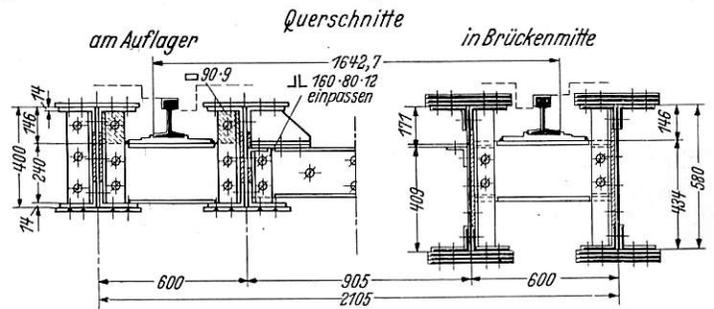
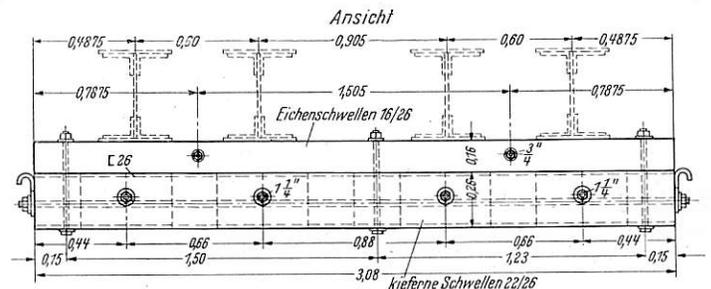


Abb. 9 a. Hilfsüberbau.

heute noch am Platze sein, wenn die Notbrücke wahlweise für Regel- und für Schmalspur verwendet werden soll. In letzter Zeit ausgeführte Notbrücken erhalten in der Werkstatt von vornherein Stahlverbände, die mit den Hauptträgern vernietet oder verschweißt sind (Abb. 9 a). Die aufgeschweißten



Unterlegplatten passen für Schienen S 49 und der Form 15 c. Erreichen die Hauptträger eine gewisse Höhe, so sind sie an den Enden einzuziehen. Das spart in den überwiegenden Fällen, wo die Brücke über eine aus Rammträgern und waagerechten Bohlen zwischen ihnen ausgesteifte Baugrube greift und ihre Auflager vor und hinter ihr im Erdboden erhält, Zeit und Geld. Die Pausen des Zugbetriebes, in denen Notbrücken eingelegt werden müssen, sind meist kurz. Wenn man dann nur Schienen, Schwellen und Schotter wegzunehmen braucht und nicht noch die Unterbaukrone wegzuschleppen hat, so ist das ein großer Vorteil. Man erreicht das durch eingezogene Hauptträgerenden und möglichst niedrige Lagerplatten, mit denen sie ihren Druck an den Bahnkörper abgeben. Die Lagerplatten sind in ihren Abmessungen den Stützweiten der Notbrücken angepaßt. Beispielsweise genügen für 16 m Stützweite solche von 2,5 x 3,08 m Grundfläche (Abb. 9 b).

Bei dieser Größe ist eine Lage kieferner getränkter Balken von $22/26 \text{ cm}^2$ Querschnitt, deren Hirnenden an jeder Seite in ein $\square 26$ gesteckt sind, in beiden Richtungen durch Bolzen und Schraubenmuttern zu einer Einheit verbunden. In der einen Achse sind dann nebeneinander zwei Eichenbalken von 16 cm Höhe und 26 cm Breite aufgeschraubt, die das Auflager des Hilfsüberbaues bilden. Eisenbahn- und Kranschienen eignen

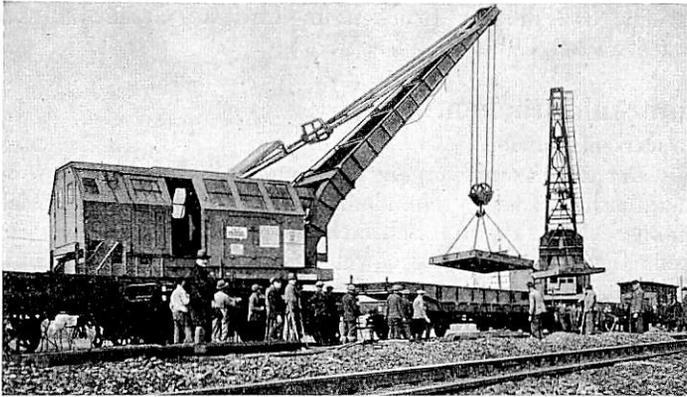


Abb. 9c. Zwei 15 t-Kräne beim Ausheben eines Hilfsüberbaues und seiner Lagerplatten.

sich nicht dazu. Der Boden neben ausgesteiften Baugruben setzt sich naturgemäß, und zwar häufig nicht gleichmäßig. Die Höhenlage der Hilfsbrücke muß deshalb manchmal berichtigt werden. Das geschieht zweckmäßig mit Blechstreifen oder Flachstählen. Diese finden auf Eisenbahnschienen oder dergl. keinen sicheren Halt, wohl aber auf den rauhen und breiten Eichenbalken. Für das Ansetzen der Kranketten ist der Umfang der Lagerplatten mit Haken ausgerüstet. Solche Lagerplatten und an den Enden eingezogenen Behelfsüberbauten kann man mit Kränen im allgemeinen in derselben Zugschleife einlegen bzw. ausbauen (Abb. 9c).

Abb. 10 gibt einen Fall wieder, in dem die Auflagerbank unter einem 19 m weit gespannten, im Grundriß rechteckigen Überbau zu erneuern war und wo das rechte Widerlager unter

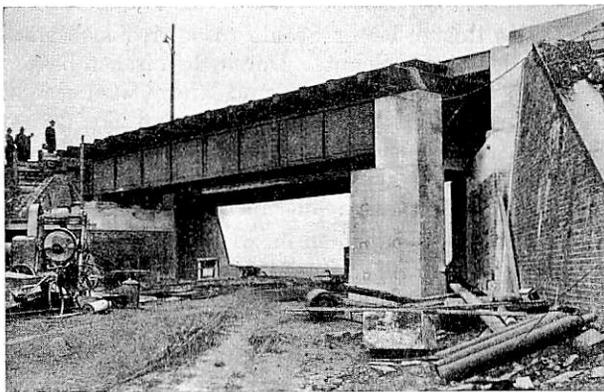


Abb. 10. Erneuern der Auflagerbänke einer schiefen Brücke.

spitzem Winkel zu ihm verläuft. Hier wurde hinter dem linken Widerlager die übliche Rammwand errichtet, die nach dem Bahnkörper zu verankert war. Unter dem Schutz von Schienenbündeln wurde dann der Kopf des linken Widerlagers abgebrochen. Rechts wurde ein Behelfspfeiler aus Beton errichtet, auf diesem ein unterer Unterzug für den Überbau und ein oberer für eine 7,2 m weit gespannte Notbrücke gelagert. Dann wurde der Überbau nach links gezogen und das rechte Widerlager von ihm freigemacht, so daß die neue Auflagerbank im Schutz der zur Bahnkörper hin verankerten Rammwand

und des Hilfsüberbaues ausgeführt werden konnte. In den Betonpfeiler wurden Balkenstücke eingefügt, an denen die Abbruchgeräte einen guten Angriffspunkt fanden.

Abb. 11 bezieht sich auf einen gewölbten Durchlaß, dessen Abdichtung zusammen mit den brüchigen Stirnmauern zu erneuern war*). Das geschah auch im Schutze von Rammwänden, die nach dem Damm zu verankert waren, und eines Behelfsüberbaues. Der alte Bogen erhielt nach Beseitigen seiner Übermauerung eine Matte aus Eisenbeton, von der die Stirnmauern einen Teil bilden. In der Gleisrichtung ist die Oberfläche der Matte dachförmig angelegt, aber nicht stärker als 1:10 geneigt, um ein Abgleiten der Dichtungsbahnen zu ver-

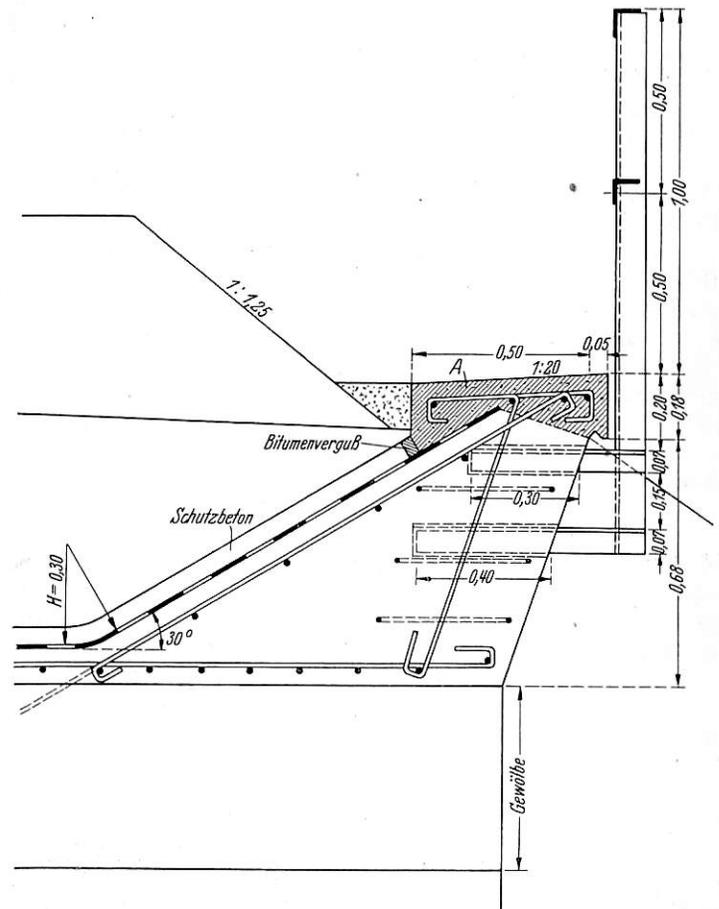


Abb. 11. Neue Abdichtung und neue Stirnmauer auf einem gewölbten Durchlaß.

hüten. Der Kopf A der Stirnmauern wurde erst betoniert, nachdem die Dichtungsbahnen aufgeklebt waren. Diese Lösung gestattet, die Dichtungsbahnen verhältnismäßig dicht bis an die Krone der Stirnmauer zu führen, sie also im weitesten Maße wirksam zu machen.

Besonders geartet sind die Aufgaben, die die Unterhaltung der Bauwerke im Bergbaubereich stellt. Hier kommt es darauf an, an Hand des Betriebsplanes der Grube und der Flözkarten festzustellen, welcher Art die Bewegungen sind, die die Zerstörung auslösten, welchen Umfang sie annehmen und wie lange sie dauern werden. Erst dann können Maßnahmen getroffen werden**).

Vorstehend haben wir die Aufgaben erwähnt, die im Dienst an den Brücken und bei ihrer Erhaltung am häufigsten auf-

*) Bautechn. 1933, H. 11 und 15, Leopold, Schäden an massiven Brücken; Bautechn. 1936, H. 6, Leopold, Schäden an massiven Bauwerken und ihre Behebung; Bautechn. 1937, H. 34, Roloff, Die Instandsetzung der gewölbten Eisenbahnbrücke über das Beuthener Wasser bei Gleiwitz.

***) Bautechn. 1935, H. 53, Roloff, Die Einwirkung des Bergbaues auf die Eisenbahn.

treten. Wir haben dabei den Begriff der Unterhaltung nicht zu eng gefaßt, also ihr auch noch die Herstellung von Auflagerbänken und neuen Gewölbestirnen zugerechnet, obwohl sie schon eine teilweise Erneuerung darstellen.

Von weiteren Aufgaben der Unterhaltung seien hervorgehoben die Verfestigung lockeren Mauerwerkes durch Auspressen*) und als seltener Fall — Bahnsteigtunnel in

*) Bautechn. 1930, H. 27 und 29, Roloff, Die Instandsetzung der Klodnitzbrücken bei Laband; man vergl. auch Ann. (Beuthener Wasser) S. 109.

Rost und Rostschutz an Stahlbrücken.

Von Reichsbahnoberrat Brodersen, München.

Für den jährlichen gesamten Rostverlust in Deutschland sind bei einer gesamten mittleren Stahlerzeugung von 11 Millionen Tonnen Stahl im Jahr mit einem Wert von rund 2 Milliarden *R.M.* etwa 120 Millionen *R.M.* für etwa 600 000 t zerstörten Stahl schätzungsweise aufzubringen*). Von einer anderen Stelle**) wurde der jährliche Verlust ebenfalls in Deutschland allein auf rund 125 000 t Stahl mit einem Wert von 8 Millionen *R.M.* (Schrotwert) geschätzt, und zwar mit Hilfe der Rostgeschwindigkeit, die im Industriegebiet bei ungeschütztem Stahl zu $0,5 \text{ kg/m}^2 = 0,08 \text{ mm}$ im Jahr, in ländlichen Gegenden zu $0,125 \text{ kg/m}^2 = 0,02 \text{ mm}$ im Jahr, ermittelt wurde. Nach englischen Versuchen***) ist im Seewasser mit gut etwa der Hälfte der Rostgeschwindigkeit im Industriegebiet zu rechnen, im Süßwasser etwa mit gleicher Rostgeschwindigkeit wie in ländlichen Gegenden. Nach den deutschen Schätzungen würde daher der jährliche gesamte Rostverlust an geschütztem und ungeschütztem Stahl und Eisen in Deutschland zwischen 1 und 6% der jährlichen gesamten Stahlerzeugung in Deutschland betragen. Da es sich hierbei immerhin um einen erheblichen Teil der Stahlerzeugung handelt, so dürfte im Sinne des Vierjahresplans der Rostschutz eine erhebliche Rolle spielen, der an und für sich schon wegen des besseren Aussehens gut gestrichener Stahlteile gefördert wird.

Stahl und Eisen sind nicht widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse und chemische Angriffe, wie sie salz- und säurehaltige Wässer, Rauchgase und Dämpfe ausüben. Unter diesen Einflüssen verändert sich die ungeschützte Oberfläche des Stahls, sie rostet†). Am leichtesten rostet der Stahl in einem Gemenge von feuchter Kohlensäure und Sauerstoff. Das Eisen verbindet sich mit dem aus dem Wasser freigemachten Wasserstoff und dem freien Sauerstoff der Luft zu Eisenhydroxyd. Hierbei spielen auch elektrolytische Vorgänge mit, die sich nach der elektrolytischen Spannungsreihe von den edlen Metallen zu den unedlen Metallen erklären lassen. Eisen enthält bekanntlich stets fremde Metalle, wenn auch nur in geringer Menge. Beim Vorhandensein von Wasser bilden sich zwischen diesen Metallen elektrische Ströme (Lokalelemente), die das Eisen zersetzen. Der Zersetzungsvorgang wird verstärkt durch den größeren Spannungsunterschied zwischen dem Eisen und dem einmal gebildeten Rost. Auch können elektrische Spannungen durch Unregelmäßigkeiten chemischer und mechanischer Natur hervorgerufen werden. Solche örtlich begrenzte Elementbildungen können z. B. an Eisenteilen eintreten, die verschiedene mechanische Spannungen aufweisen, weil nach neueren Feststellungen††) die Elektrodenspannung von Eisen mit zunehmender mechanischer Spannung sich zu unedleren Werte verschiebt.

*) Schaper, Der jährliche Rostverlust an Stahl in Deutschland. Stahl u. Eisen 1936, Seite 1249.

**) Karl Daeves und Kurt Trapp. Stahl u. Eisen 1937, Seite 169.

***) Zbl. Bauverw. Z. Bauwes. 1937, Seite 1240.

†) Bautechn. 1936, Seite 642.

††) Korrosion u. Metallschutz 1936, Seite 80 u. 81.

Gleiwitz — die endgültige Absenkung des Grundwassers, das wegen seines hohen Gehaltes an Säuren die Festigkeit der Betonfundamente bereits erheblich vermindert hatte.

Die angespannten Fahrpläne verlangen, daß bei den Bauarbeiten an Brücken die Geschwindigkeit nicht unnötig herabgesetzt wird. Sofern eine Beschränkung der Geschwindigkeit erforderlich wird, sollte man nach Möglichkeit mindestens 30 km zulassen. Versuche des Reichsbahnzentralamtes haben gezeigt, daß die für Brücken ungünstigste Geschwindigkeit erst etwa bei 40 bis 70 km liegt.

Der Zersetzungsvorgang ist immer mit einem Verlust an metallischem Eisen verbunden. Es entsteht teils eine gleichmäßige Abnutzung und Schwächung des Werkstoffes oder eine lochartige Durchfressung einzelner Stellen.

Neben diesen rostfördernden elektrochemischen Einflüssen kennt man aber auch rostschützende, die sogenannten passivierenden Eigenschaften. Wird gewöhnliches Eisen mit konzentrierten Säuren behandelt, so wird es chemisch passiv, d. h. es löst sich nicht in Säuren, es rostet auch nicht, es überzieht sich jedoch mit einer Oxydschicht. Auch bei trockener Luft überzieht sich die reine Eisenfläche mit einer feinen schützenden Oxydhaut, die das Eisen bei Trockenheit vor weiterem Rosten schützt und bei feuchter Luft das Rosten etwas verzögert.

Beide Eigenschaften, die rostfördernde wie die passivierende, spielen bei Schutzüberzügen eine Rolle. Dabei läßt sich nicht immer feststellen, ob und wie weit die rostfördernden; elektrochemischen Einflüsse durch diese passivierenden Eigenschaften gehemmt werden.

Zur Senkung der Unterhaltungskosten der Stahlbrücken und der Schutzüberzüge ist schon beim Entwurf auf eine Belüftung bedeckter Stahlteile und auf eine gute Wasserabführung zu achten. Jeder Brückenteil muß für Werkzeuge, Pinsel oder Spritzapparate jederzeit leicht zugänglich sein. Winkel, Ecken oder Vertiefungen, in denen sich Wasser ansammeln kann, sind zu vermeiden. In vielen Fällen haben geschweißte Brücken diese Vorteile gegenüber einer genieteten Brücke.

Schutzmittel.

Gegen das Rosten bieten Stähle aus korrosionsbeständigen Legierungen den besten Schutz. Durch Beimischen bestimmter edler Metalle, wie Kupfer, Chrom und Nickel wird eine höhere chemische Widerstandsfähigkeit erreicht, wenn das edlere Metall in bestimmten Mengen beigefügt wird. Ein Zusatz von 0,2% Kupfer erhöht die Witterungsbeständigkeit bei Stählen ohne Schutzanstrich oder Schutzüberzug.

Für Stahlbrücken kommen im wesentlichen nur besonders aufzutragende Überzüge oder Anstriche in Betracht. Die Schutzüberzüge dürfen nach ihrer chemischen Beschaffenheit infolge elektrolytischer Wirkung den Stahl nicht schädigen. Sie müssen fest auf dem Stahl haften und dauerhaft sein.

Eine Zement- oder Betonummantelung in einer Schicht von 20 bis 30 mm Dicke oder in noch dickeren Schichten dient außer dem Rostschutz auch dem Feuerschutz. Eine noch dickere Ummantelung von Stahlbrückenträgern kann zugleich als Brückenverstärkung angesehen werden.

Durch Behandlung der Oberfläche des Stahls mit chemischen Mitteln lassen sich dünne, festhaftende Überzüge erzielen. Diese Mittel gehen mit dem Stahl oder Eisen rostbeständige Verbindungen ein. Es sind Überzüge aus Oxyden oder Phosphaten. Man erhält sie durch Tauchen in heißen Bädern von etwa einer Stunde Dauer. Die Zeitdauer kann je nach dem Verfahren herabgesetzt werden. Zu nennen sind die Herstellung einer Phosphatschutzschicht nach dem Parker-

und Atramentverfahren und das Bonderverfahren. Falls Brückenteile nach einem dieser Verfahren behandelt werden, so dient es zugleich zur sogenannten chemischen Entrostung. Die Stahlteile erhalten im übrigen die üblichen Farbanstriche.

Metallüberzüge.

Auch mit Metallen lassen sich festhaftende Überzüge erzielen. Im Brückenbau werden im allgemeinen nur Zink und Blei verwendet. Zink ist in der elektrolytischen Spannungsreihe unedler als das Grundmetall Eisen, während Blei edler ist als Eisen. Sind Poren in einem Bleiüberzug vorhanden, so kann an diesen Stellen bei Anwesenheit von etwas säurehaltigem Wasser eine Elementbildung stattfinden, bei der das elektropositive Grundmetall Eisen angegriffen wird. Erfahrungsgemäß zeigen Bleiüberzüge eine gewisse Haltbarkeit. Vermutlich werden durch diese Lokalelemente z. T. die passivierenden Eigenschaften des Eisens gefördert. Bei einer seit einigen Jahren bestehenden Verbleiungsanlage der Deutschen Reichsbahn*) in Berlin hofft man einen vollständig dichten und gut haftenden Überzug zu erhalten. Es können dort Trägerteile bis zu 5 m Länge in einem Arbeitsgang in einer 8-Std.-Schicht verbleit werden. Die Verbleiung geschieht auf elektrolytischem Wege in sechshintereinander liegenden Wannen, die für das Beizen (Entrosten mit Säure), Reinigen, Abspülen, Neutralisieren durch Lauge, Abspülen, Verbleien und Abspülen nötig sind. Da die Bleiüberzüge mit der Zeit unansehnlich werden, eignet sich die Verbleiung vorwiegend nur für Teile, die verdeckt sind.

Die Zinküberzüge werden neuerdings entweder durch Aufspritzen von flüssigem Metallpulver (Verfahren von Schori) oder von verflüssigtem Metalldraht (Verfahren von Schoop) hergestellt. Ein Draht von 1 bis 1,5 mm Dicke wird bei dem zweiten Verfahren durch eine Spritzpistole geführt und beim Austritt durch eine Gebläseflamme zum Schmelzen gebracht. Der geschmolzene Metalltropfen wird durch den Preßluftstrom als feiner Nebel auf die Oberfläche der zu überziehenden Fläche geschleudert.

Die Metallüberzüge sind verhältnismäßig dauerhaft und haften fest auf dem Stahl. Die Unterschiede zwischen den Ausdehnungszahlen des Stahls und des Schutzmetalls sind wesentlich geringer als zwischen Stählen und Farbanstrichen. Es gelingt aber schwer, einen vollständig dichten Metallüberzug ohne Poren herzustellen. Vielfach erhalten daher die Metallüberzüge noch besondere Ölfarbanstriche. Auch werden, um möglichst wenig Poren zu erhalten, zwei Metallüberzüge mit Metallen von verschiedenem Schmelzpunkt, aber nur geringer elektrischer Spannung übereinander aufgebracht, z. B. nach dem Verfahren von Schoop zuerst ein Aluminiumüberzug und dann ein Zinküberzug in einer Gesamtdicke von etwa 0,1 mm.

Vor dem Aufbringen der Metallüberzüge muß der Untergrund sorgfältig gereinigt und entrostet werden. Es geschieht dies entweder auf chemischem Wege wie bei der Verbleiung oder mit dem Sandstrahlgebläse.

Farbanstriche.

Schon vor der Mitte des vorigen Jahrhunderts**) sind Ölfarbanstriche zum Schutz der eisernen Brücken verwendet worden. Es hatten sich im Laufe der Jahre viele besondere Verfahren herausgebildet, die vielfach aber mehr oder weniger Geheimfabrikate der Farbenfabriken waren. Auch bei den Farbanstrichen spielt die Beschaffenheit des Untergrundes eine wichtige Rolle. Die Schutzanstriche sollen fest und

elastisch auf der Unterfläche haften. Sie müssen widerstandsfähig gegen leichten Stoß und Schlag sein. Sie sollen bei Wasserzutritt nicht quellen und auch chemischen Einwirkungen widerstehen. Seit vielen Jahren ist schon bekannt, daß kein Anstrichstoff in einer Schicht diesen Bedingungen genügt. Gewöhnlich werden drei oder vier Anstriche aufgebracht. Diese geben schon wegen ihrer Dicke einen besseren Schutz, außerdem werden die Poren, die sich in den einzelnen aufgetragenen Schichten befinden, durch die darüber liegende Schicht geschlossen. Anstrichstoffe mit festen mineralischen Stoffen in bestimmten Mengenverhältnissen zeigen sich gegen mechanische und chemische Beanspruchungen widerstandsfähiger als nur Flüssigkeiten oder Lacke, wobei auch die bei Ölfarben ungünstigen wasseraufsaugenden Eigenschaften des reinen Leinölfilms durch die im Film gleichmäßig verteilten Farbkörper gemildert werden.

Einheitliche Bestimmungen sind durch die Reichsbahn in den „Technischen Vorschriften für den Rostschutz von Stahlbauwerken“ seit 1925 getroffen worden. Diese enthalten Anordnungen für die Auswahl der Anstrichstoffe, unterteilt in Farben für den Grundanstrich und Farben für die Deckanstriche, die Entrostungs- und Anstricharbeiten und die Beobachtung und Unterhaltung des Anstrichs. Die Rostschutzfarben setzen sich zusammen aus Farbkörpern, Bindemittel und Verdünnungsmittel, die in besonderen Misch- oder Anreibemaschinen (Walzenstühlen, Trichtermühlen oder Kugelmühlen) vermengt werden. Die Farben werden gewöhnlich streichfertig geliefert. Die Grundanstriche sollen für den Stahl den eigentlichen Rostschutz bilden, die Deckanstriche den Wetterschutz übernehmen. In den Rostschutzvorschriften sind diese Ölfarben in ihrer Zusammensetzung nach Gewichtsteilen, Farbkörper, Bindemittel und Verdünnungsmittel genormt.

Die Farbkörper sind beim Rostschutz gewöhnlich mineralischer Art. Sie müssen so fein gemahlen sein, daß sie durch bestimmte Prüfsiebewebe (1600 und 6400 Maschen auf 1 cm²) hindurchgehen. Je kleiner die Zwischenräume zwischen den einzelnen Farbkörpern in der aufgetragenen Farbe sind, desto haltbarer wird der Anstrichfilm sein. Man bezeichnet diejenigen Farbkörper, die im Bindemittel chemisch unverändert bleiben, als chemisch „inaktive“, „indifferente“ oder „inerte“ Körper. Es gibt aber auch Farbkörper, die mit freien Säuren im Bindemittel wasserunlösliche Verbindungen eingehen, die als Seifen bezeichnet werden, z. B. Bleiseifen. Als Bindemittel dient gewöhnlich das Leinöl. Rohes Leinöl trocknet langsam. Man verwendet daher vielfach den schneller trocknenden Leinölfirnis, der aus dem rohen Leinöl durch Kochen und Mischen mit sauerstoffübertragenden Trockenstoffen, wie Blei, Mangan oder Kobalt in ganz geringen Mengen hergestellt wird. Durch Einkochen des Leinöls zu Standöl bei Temperaturen zwischen 200 und 300°C wird die Wasserbeständigkeit und Wetterbeständigkeit erzielt. Das Standöl ist daher für den zweiten Deckanstrich vorgeschrieben, für den auch Holzöl-Standöl im Gemisch mit Leinöl für besonders schnell trocknende Filme verwendet wird. Für die Haltbarkeit der Ölfarbanstriche ist der richtige Ölgehalt von großer Bedeutung. Bei einer guten Umhüllung der Farbkörperteilchen, die abhängig ist von der Benetzungsfähigkeit und der Zähflüssigkeit des Bindemittels, erhält die Farbe einen guten Verlauf, wodurch eine glatte Anstrichoberfläche erreicht wird, bei der die Pinselstriche zurücktreten. Für die Haltbarkeit der Anstriche spielt die Filmdicke, die zwischen 30 und 100 bis 150 Mikron für einen Anstrich schwankt, die Dichtigkeit des Anstrichs und die Anzahl der Anstriche eine wichtige Rolle.

Aufbringen des Anstrichs.

Besondere Beachtung ist der Vorbehandlung des zu streichenden Untergrundes der Stahlteile zu schenken. Die

*) Schaper, Bautechn. 1935, Seite 1. Bernhard, Bautechn. 1935, Seite 251.

**) Welkner Dingers Polytechn. Journal 1852, Seite 308. Z. Architekten- u. Ingenieur-Vereins zu Hannover 1856, Seite 104; 1869, Seite 530.

zu streichenden Flächen müssen von Schmutz, Staub, Fett und Rost gründlich gereinigt werden. Der Rost kann von Hand oder mit maschinellen Vorrichtungen durch Drahtbürsten, Hammer, Meißel und mit dem Sandstrahl entfernt werden. Nach den „Technischen Vorschriften für Stahlbauwerke“ der Reichsbahn und nach Din 1000, den Normalbedingungen für die Lieferung von Stahlbauwerken, können, wenn keine andere Reinigungsart vorgesehen ist, die Stahlteile auch chemisch gereinigt oder gebeizt werden. Bei der chemischen Entrostung*) werden die von Rost und Glühspan mechanisch gereinigten Stahlteile mit verdünnter Salzsäure blank gebeizt, sodann in Kalkwasser gelegt und hierauf mit heißem Wasser abgewaschen. Bei diesem Verfahren, das nur im Werk möglich ist, wird auch die Walzhaut beseitigt, während bei den übrigen Verfahren die festsitzende Walzhaut erhalten bleiben kann. Die festsitzende Walzhaut bildet, frei von losem Zunder, an sich schon einen guten Schutz gegen Rosten. Je nach dem Zustand des Stahlteils und der Beschaffenheit der Walzhaut kann eine Reinigung, eine metallisch reine Entrostung (wolkig) oder eine metallisch blanke Entrostung durchgeführt werden. Als Nachteil der chemischen Entrostung mit Salzsäure oder Schwefelsäure ist anzusehen, daß stets Säurereste in einer festhaftenden Schicht, die weder in der Säure selbst, noch im Wasser ganz löslich ist, als rostfördernde Elektrolyte zurückbleiben.

Nach den Vorschriften der Reichsbahn soll die Regel sein, daß alle Stahlteile (abgesehen von denen, die später einbetoniert werden) vor dem Verlassen der Werkstatt nach gründlicher Reinigung den ersten Grundanstrich von Bleimennige erhalten. Der zweite Grundanstrich sollte dann möglichst bald bei guter Witterung aufgebracht werden und daran anschließend die Deckanstriche. Brücken sind aus Stahlblechen und Profilstählen mit vorwiegend senkrechten und waagerechten Flächen zusammengesetzt. Die Beanspruchung durch Sonne, Regen, Frost usw. verteilt sich auf diese Flächen nicht gleichmäßig. Im allgemeinen werden die waagerechten Flächen wesentlich schärfer angegriffen als die senkrechten. Um an Rohstoffen zu sparen, kann man, um etwa eine gleichmäßige Beanspruchung zu erhalten, an den senkrechten Flächen einen Anstrich weglassen.

Neuere Verfahren.

Die Bestrebungen, Schutzanstriche zu verbessern, verdienen die größte Beachtung. Während sich beim Fahrzeugbau das Aufbringen der Farbe durch Spritzen gut bewährt hat, hat sich gezeigt, daß im allgemeinen an Brückenbauwerken das gewöhnliche Pinselverfahren vorzuziehen ist. Das wird verständlich, wenn man bedenkt, wie das Spritzen in einer Werkstatt vor sich geht. Hier stehen ein geschützter Raum mit gleichmäßiger Temperatur, gut eingerichteter Spritzanlage, mit den dazu gehörigen gut unterhaltenen Maschinen und vor allem gut eingearbeitete Facharbeiter zur Verfügung. Auf einer Brückenbaustelle, die Wind und Wetter ausgesetzt ist, wechseln die Maschinen mit der Bedienungsmannschaft unter ständig anderen örtlichen Bedingungen.

Rostschutzfarben, die im sogenannten Naß-auf-Naß-Spritzverfahren aufgebracht werden, haben den Rostschutzfarben gegenüber, die im gewöhnlichen Streichverfahren aufgebracht werden, den Vorteil, daß ein weiterer Anstrich auf den vorhandenen aufgebracht werden kann, auch wenn dieser noch nicht getrocknet ist. In diesen Farben wird ein stark mit Sauerstoff angereichertes Leinöl verwendet, das durch Voroxydierung des Leinöls oder durch Behandlung von Leinöl oder anderen trocknenden Ölen mit Chlorschwefel oder Schwefel

gewonnen wird. Der hohe Sauerstoffgehalt ermöglicht das Durchtrocknen des Farbfilms ohne Luftzufuhr.

Seit einigen Jahren werden auch Farben auf den Markt gebracht, die auf taufeuchten Untergrund gestrichen werden können. Diese Rostschutzfarben enthalten geringe Zusätze, die beim Aufbringen der Farbe das Wasser emulgieren. Das Verfahren scheint mehr für das Spritzverfahren geeignet zu sein. Beim gewöhnlichen Pinselverfahren kann das Emulgieren des Wassers mit kräftigen Pinselstrichen erreicht werden*).

Endlich ist noch das Heißspritzverfahren von Pahl zu erwähnen, bei dem pastenförmige Farben nach Erwärmen in einer Pistole durch diese aufgespritzt werden. Durch die heiße Flamme wird noch der Untergrund angewärmt und damit auch getrocknet.

Unterhaltung der Anstriche an Bauwerken.

Für ein Bauwerk ist eine gute und zweckdienliche Unterhaltung der Anstriche von großem Wert. Die Rostschutzvorschriften schreiben nur bei stärkerer Verrostung der ganzen Fläche, von Rostgrad 3 an, d. h. bei einer Verrostung der Fläche von etwa 15% und mehr vor, daß nach vorheriger Entrostung der Anstrich vollständig erneuert werden soll. Bei sonst gut erhaltenem Anstrich mit nur einzelnen Roststellen brauchen nur diese ausgebessert zu werden. Wird bei den vorgesehenen Prüfungen starke Verwitterung der Deckanstriche, wie Glanzverlust, Flecken- oder Runzelbildung, krokodilhautartige oder marmorierte Gebilde, Blasenbildung, Abblättern oder Abschälen, sowie Rissigwerden und Kreiden festgestellt, so ist möglichst bald ein neuer Deckanstrich mit standöhlhaltiger Farbe durchzuführen. Eine vollständige Entrostung sollte möglichst vermieden werden.

Austauschstoffe.

Im Sinne des Vierjahresplans sind möglichst Anstrichmittel aus heimischen Rohstoffen zu verwenden, wobei in erster Linie die Haltbarkeit der Ersatzstoffe mit den seitherigen Anstrichmitteln zu vergleichen ist und in zweiter Linie die Ausgaben für die neuen Verfahren gegenüber den bisherigen Kosten festzustellen sind. Zur Beurteilung neuer Anstrichstoffe oder neuer Rostschutzmittel werden bei der Deutschen Reichsbahn diese verschiedenen Prüfungen unterworfen:

1. der chemischen, zur Feststellung der chemischen Zusammensetzung nach Farbkörper, Bindemittel, Verdünnungsmittel usw., zugleich einer physikalischen Prüfung zur Ermittlung des Deckvermögens, der Trockenzeit, der Auslaufzeit zur Ermittlung der Zähflüssigkeit und außerdem der Elastizität des Farbfilms;
2. einer Kurzprüfung mit wechselnder Beanspruchung von Wasser, Wasserdampf, schwefliger Säure und ultravioletten Strahlen in mehrfachem Wechsel;
3. Freilagerversuche auf besonders eingerichteten Prüfständen in klimatisch verschiedenen Gegenden Deutschlands mit Versuchstafeln von gleicher Größe;
4. Versuchsanstriche an betriebsfertigen Bauwerken.

Bei den Freilagerversuchen hat es sich bisher gezeigt, daß es bei Stählen mit Farbanstrichen umgekehrt liegt als bei ungeschützten Stählen, die in Industriegegenden schneller verrotten als in rein ländlichen Gegenden**). Der Staub und der Ruß in der Luft der Industriegegenden scheint für die Anstriche ein Schutz gegen die Sonnenstrahlen und besonders gegen die ultravioletten Strahlen zu sein. Anstriche werden in rein ländlicher Gegend und im Gebirge wesentlich schärfer

*) Bücher der Anstrichtechnik, VDI-Verlag, 2. Buch, Seite 13: Dr. Egon Meier (Umstellung im Rostschutzanstrich).

**) Karl Daeves und Kurt Trapp. Stahl u. Eisen 1937, Seite 169.

*) Schaechterle, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1914, Seite 448.

angegriffen als im Industriegebiet. Ebenso ungünstig wirkt sich das Niederschlags- oder Schwitzwasser bei der ungleichmäßigen Erwärmung oder Abkühlung von Stahlteilen auf Anstriche in der umgebenden salzhaltigen Seeluft aus.

Wenn auch reine Bleimennige als die beste Grundfarbe anzusehen ist, so ist doch auf Grund schon länger laufender Versuche eine Streckung der Bleimennige mit Schwerspat oder Eisenoxydrot angeordnet worden. Weiter laufen bei der Deutschen Reichsbahn Versuche mit einheimischen Farbkörpern, wie Eisenoxyd, Eisenoxyd-Zinkoxyd, Silcar (Siliziumcarbid), Sigal (Aluminium-Siliziumlegierung), Carnitt (Eisenoxyd-Aluminiumsilikat auf Steinkohlenbasis), Bauxit (Eisenoxyd-Aluminiumoxyd), Hammerschlag (Eisenoxyduloxyd), Aktivkohle (eine mit Ammoniakgas beladene Holz- oder Steinkohle) auf Leinölbasis. Als Ersatz für den Farbkörper der Bleimennige im Grundanstrich wird der Farbkörper am geeignetsten sein, der im ersten, in der Stahlbauanstalt aufgebrauchten, Grundanstrich den Witterungseinflüssen auf der Baustelle ohne Deckanstrich am längsten standhält.

Da das Bindemittel Leinöl ebenfalls zum größten Teil eingeführt werden muß, wie für den Farbkörper des Grundanstrichs das Blei, sind auch Bindemittelversuche eingeleitet worden. Sie erstrecken sich auf besonders vorbehandeltes Leinöl, Koniferol (deutsches Kiefernöl). Leinöl kann auch eingespart werden durch Strecken mit anderen Stoffen, z. B. im sogenannten EL-Firnis (Einheits-Lackfirnis), in dem etwa 36% Leinöl, Phtalsäure-Glyzerinester und Harzester, sowie etwa 45% Testbenzin enthalten sind. In den Wasser-in-Öl-Emulsionen ist ein Teil des Bindemittels (etwa zwischen 10 und 20%) durch Wasser ersetzt. Außerdem sind auch das Rizinusöl, das Sojabohnenöl, der Fischtran und das Tallöl (Nebenprodukt der Sulfatzellstoffgewinnung) zu nennen. Die beiden letztgenannten müssen vor der Verwendung von den nicht trocknenden Bestandteilen befreit werden. Weiter ist die Verwendung der Kunstharze und zwar in erster Linie der für Rostschutzfarben geeigneten Alkydale (Kondensationsprodukte von Phtalsäureanhydrid, Fettsäure und Glyzerin) zu erwähnen. Sie werden teils rein, teils in der Verbindung Kunstharz-Leinöl, Kunstharz-Nitrozellulose, Kunstharz-Chlorkautschuk als Bindemittel verwendet. Außerdem werden Farben mit Leinöl-Chlorkautschuk, Transtandöl, Wachs, Teer und Bitumen hergestellt. Bei den Versuchen mit Teer handelt es sich um Steinkohlenteerpech, das man bei der Destillation des Steinkohlenteers bei Temperaturen über 300°C erhält, das mit destilliertem Steinkohlenteer gemischt wird.

Bei diesen neuartigen Bindemitteln spielen neben den Verdünnungsmitteln weitere Zusätze wie Weichmacher, Trocknungsmittel und Emulgatoren eine Rolle. Da die streichfertig gelieferten Farben vor ihrer Verwendung immer eine gewisse, wenn auch kurze Zeit gelagert werden müssen, werden die leicht verdunstbaren Teile sich zum Teil verflüchtigen. Dabei werden sich die Hauptbestandteile nach dem Raumgewicht absetzen. Es wird später beim Einnischen nicht möglich sein, sämtliche Bestandteile so einzurühren, daß sie gleichmäßig über die ganze Farbe verteilt sind. Es wird sich vermutlich nach dem Aufstreichen ein etwas ungleichmäßig zusammengesetzter Farbfilm ergeben, bei dem die Haltbarkeit sich auch verschieden äußern wird, da ja außerdem diese neuen Filme wegen des wesentlich höheren Gehalts an Verdünnungsmitteln, die verdunsten, erheblich dünner sind als Ölfilme. Auch ist der Unterschied zwischen den Ausdehnungszahlen von Stahl und den neuen Bindemitteln größer als bei Leinölfarben. Es werden daher Risse und Abblätterungen bei geringerer Dehnungsfähigkeit des Farbfilms leichter entstehen.

Es ist noch festzustellen, ob die neuen ölsparenden Farben

auf ungleichmäßig aufgebauten, alten Ölfarbenanstrichen aufgetragen werden können. Als Rostschutzfarbe für Stahlbauten im Freien eignen sich nicht ohne weiteres die Nitroanstrichmittel, die sich bei Kraftwagen- und Fahrzeuganstrichen in der Werkstätte mit guten Spritzanlagen bewährt haben. Ebenso ist es mit den Chlorkautschukfarben, die jetzt schon häufig bei Unterwasseranstrichen verwendet werden. Farben aus Steinkohlenteerpech werden vor allem bei Anstrichen in der Erde an Bedeutung gewinnen. Für den Rostschutz von Stahlbauten im Freien scheinen in erster Linie die Kunstharzfarben mit etwa 50% Ölgehalt als Ersatz für die reinen Leinölfarben geeignet zu sein, wenn sie sich auch nicht so leicht verarbeiten lassen wie diese und bei ungünstigen Arbeitsverhältnissen auf der Baustelle wesentlich empfindlicher sind als Leinölfarben.

Ausführung und Vergebung der Anstricharbeiten.

Die sorgfältige und fachgemäße Ausführung der Anstriche bedarf einer dauernden und fachkundigen Überwachung. Um später feststellen zu können, ob auftretende Fehler auf die Auswahl der Farben oder auf die Ausführung des Anstrichs zurückzuführen sind, wird bei der Reichsbahn die Vergebung der Anstricharbeiten von der Farblieferung getrennt. Damit der Bauausführende jederzeit feststellen kann, ob die vorgeschriebene Anzahl der Anstriche erfolgt, erhalten die beiden Grundanstriche wie die beiden Deckanstriche eine verschiedene Tönung. Es empfiehlt sich, die Entrostungs- und die Anstricharbeiten in eine Hand zu legen und in der Regel nach Flächeneinheitspreisen zu vergeben. In der Angabe des Preises für die Flächeneinheit der verschiedenen einzelnen Leistungen, wie Einrichtung, Gerüst, Handentrostung oder Sandstrahlentrostung, Ölen, Verkitten, Grundanstrich und Deckanstrich ist alles einbegriffen, was der Unternehmer an Pinseln, Entrostungswerkzeugen, Verkittungsstoffen benötigt, auch die Fracht- und Fahrgelder für die Leute und die Rüstgeräte, das Aufrühren der Farben, sowie Vergütung für Regenstunden, in denen nicht gearbeitet werden kann. Bei der Vergebung im Tagelohn wird zweckmäßig im Stundenlohn der Lohnsatz einschließlich Vorhalten der Geräte, der Geschäftskosten, des Gewinns und der sozialen Lasten verlangt. Bei der Vergebung der Anstricharbeiten nach dem Tonnengewicht des Stahlbauwerks ist zu beachten, daß die Anstrichflächen von Stahlbauten nach ihrer Größe im Verhältnis zum Gewicht der Stahlteile verschieden sind, je nachdem, ob es sich um schwere, leichte oder ganz leichte Tragformen handelt. Die Anstrichfläche einer Tonne Stahl ist durchschnittlich etwa 12 m², bei leichter Bauweise etwa 15 m², bei ganz leichter etwa 20 m².

Man hat versucht, die Kosten für die Beschaffung der Farben im Vergleich zu den Lohnkosten festzulegen. Nach genauer Nachprüfung läßt sich nur sagen, daß hier die Zahlen je nach den Entrostungsarbeiten und den Gerüstkosten stark schwanken. Für die Lohnkosten sind etwa 40 bis 80% der Gesamtkosten einzusetzen.

Bei neuen Stahlbauten wird die Vorbehandlung des Untergrundes und der erste Bleimennigeanstrich im Stahlbauwerk durchgeführt. Die weiteren Anstriche folgen auf der Baustelle. Im Auslande werden vielfach bei großen Bauwerken die Stahlteile ohne irgendwelchen Anstrich auf die Baustelle gebracht. Man läßt die Walzhaut auf dem natürlichen Wege abrosten oder vollends mit dem Sandstrahl entfernen.

Die Farben werden nur von Farbwerken bezogen, die auf Grund besonderer Prüfungen bei der Reichsbahn zugelassen sind. Aus jeder Lieferung werden Proben einer besonderen Güteprüfung unterzogen, für die die Lieferbedingungen der Rostschutzvorschriften maßgebend sind.

Brückenunterhaltung bei den Niederländischen Eisenbahnen.

Von Ing. Th. W. Mundt, stellvertretender Bahn- und Baudirektor.

Hierzu Tafel 9.

A. Unterhaltung.

Gliederung des Brückendienstes (Unterhaltung und Untersuchung).

Sowohl das Entwerfen neuer Brücken (einschließlich Anfertigung der Detailzeichnungen und Aufstellung der Ausschreibungsunterlagen) wie auch die Unterhaltung und Untersuchung der Brücken geschieht durch die Bahn- und Bauverwaltung, die einem einzigen Bahn- und Baudirektor unterstellt ist.

Die Bahn- und Bauverwaltung bei der Hauptverwaltung in Utrecht besteht aus sechs Abteilungen, wovon die zweite mit Bau und Unterhaltung der Brücken beauftragt ist. Für den Außendienst ist das Netz aufgeteilt in acht Ingenieurbezirke unter Leitung von je einem „Bahningenieur“, der außer mit der Untersuchung und Unterhaltung der Brücken, der Unterhaltung und Erneuerung der Gleise und der Unterhaltung der übrigen Kunstbauten und Gebäude, in den meisten Fällen auch mit der Ausführung neuer Kunstbauten und Brücken beauftragt ist.

Dem Bahningenieur in Rotterdam sind zwei, jedem anderen Bahningenieur ist ein Brückenmeister unterstellt, der die Brücken untersucht und für die Unterhaltung der Brücken über eine Rote Brückenarbeiter verfügt.

Auch bei der zweiten Abteilung ist ein Brückenmeister tätig, der mit Spannungsmessungen und größeren Brückenuntersuchungen betraut ist.

Die Brückenarbeiter sind Fachleute, die nach einer gewissen Ausbildungszeit, wenn sie sich bewährt haben, eine feste Anstellung bekommen; jeder für sich versteht nicht nur ein bestimmtes Fach, sondern erledigt auch entweder unter Leitung des Brückenmeisters oder auf dessen Anweisungen sämtliche auszuführenden Arbeiten wie: Ausbesserung von Stahlkonstruktionen, Prüfung oder Ausbesserung mechanischer Antriebswerke, Entrosten und Anstreichen, Herstellen von Gerüsten, Mauerarbeiten usw.

Technische Fragen der Brückenunterhaltung.

Jedem Brückenmeister steht in seinem Standort eine kleine Werkstatt zur Verfügung, die nur mit den allernötigsten Werkzeugen und einem oder zwei Schmiedefeuern ausgestattet ist und im übrigen den nötigen Lagerplatz für Ersatzteile, Farben, Gerüste, Holz, Geräte usw. bietet.

In den Fällen, wo dies angebracht erschien, ist den Brückenmeistern eine vollständige Anlage für Elektroschweißung zur Verfügung gestellt worden; sämtliche Brückenmeister verfügen über die nötigen Brennaparate mit Zubehör und über eine Anzahl kleiner Winden, Flaschenzüge und Dietriche.

Außerdem steht den Brückenmeistern eine große Anzahl Unterfangungsträger verschiedener Zusammenstellung und Länge, von durchschnittlicher bis zur kleinstmöglichen Konstruktionshöhe zur Verfügung; weiter eine Anzahl schwerer Winden, Flaschenzüge und Dietriche und eine Reihe von Schraub- und Wasserdruckhebeböcken mit einer Hubkraft von 35 bis 212 t bei 5 bis 24 cm Hubhöhe mit den dazu benötigten Handpumpen und weiterem Zubehör und den für das Heben der Brücken benötigten dicken, stählernen Platten. Für eine sehr schnelle Hebung der Kolben der schweren Wasserdruckhebeböcke können vier mit Preßluft arbeitende Pressen herangezogen werden.

Diese Pressen (Abb. 1, Taf. 9) bestehen je aus einem kleinen oberen und einem großen unteren Zylinder, in denen sich ein kleiner und ein großer Kolben befinden, die mittels einer schweren Stange miteinander verbunden sind.

Der obere Zylinder wird oberhalb des Kolbens mit Wasser gefüllt; der untere Zylinder wird unterhalb des Kolbens mit Flaschen Preßluft verbunden, und zwar unter Einschaltung eines Reduzierventils bei jeder Flasche.

Die Reduzierventile werden je nach dem in den Hebeböcken benötigten Wasserdruck eingestellt bis zu dem höchsten, für den unteren Zylinder zulässigen Druck von 60 atü. Da die Oberflächen des oberen und des unteren Kolbens sich verhalten wie 1 zu 5, ist mit diesen Pressen ein Wasserdruck von höchstens 300 atü in den Hebeböcken erreichbar. Für das Heben einer bestimmten Last können mehrere Hebeböcke mit einer Presse verbunden werden.

Der Inhalt des oberen Zylinders beträgt 4 Liter. Wenn man also die Zahl, den Inhalt und die Hubhöhe der verwendeten Hebeböcke und die gesamte Hubhöhe der Last kennt, kann man leicht berechnen, wie oft der obere Zylinder der Presse mit Wasser nachgefüllt werden muß.

Es ist klar, daß die Preßluftflaschen nur verwendet werden können, bis der Druck auf den im unteren Zylinder der Presse benötigten Wert heruntergegangen ist.

Die so weit geleerten Flaschen werden benützt, um einen Druck von 10 bis 15 atü auf das Wasser im Wasserbehälter R auszuüben, aus dem der obere Zylinder der Presse nachgefüllt wird.

Die Wirkung ist wie folgt:

Bevor die Hebung stattfindet, stehen die Pressekolben in niedrigster Stellung, die Hähne I, II und IV sind geschlossen, Hahn III ist aufgedreht.

Jetzt wird Hahn I geöffnet, so daß der obere Pressezylinder und die Leitung nach den Hebeböcken mit Wasser von 10 bis 15 atü Druck gefüllt wird. Ist der obere Pressezylinder mit Wasser gefüllt, so wird Hahn I zu- und Hahn IV aufgedreht. Nehmen wir an, daß Preßluft von 60 atü Druck unter den Kolben des unteren Pressezylinders zugeleitet wird, dann wird das Wasser im oberen Pressezylinder unter einen Druck von 300 atü gesetzt, die Kolben der Hebeböcke V werden gehoben.

Die Preßluft von 60 atü wird so lange zugeführt, bis die Pressekolben ganz gehoben sind und der obere Zylinder leer ist.

Jetzt muß der obere Pressezylinder aufs neue mit Wasser gefüllt werden; die Hähne III und IV werden zu- und die Hähne I und II aufgedreht, die Luft durch Hahn II unter 60 atü Druck entweicht und die Pressekolben werden durch die Druckwasserfüllung nach unten gedrückt.

Nach dieser Wasserfüllung werden die Hähne I und II zu- und die Hähne III und IV aufgedreht, die Kolben der Hebeböcke werden aufs neue gehoben. Ist die Hebung im Gange, so ist die Arbeitsfolge: Hähne I und II aufdrehen, wieder zudrehen, Hähne III und IV aufdrehen, wieder zudrehen usw.

Der Auslaßhahn für die Preßluft im unteren Pressezylinder ist weit gestaltet, um dem Einfrieren dieses Hahnes und der anschließenden Röhre vorzubeugen. Es empfiehlt sich aus demselben Grunde, diese Teile gründlich einzufetten.

Außer den Reduzierventilen sind noch die nötigen Sicherheitsklappen angeordnet. Die Bolzen, die den Unterdeckel der Presse an der Zylinderwand befestigen, sind aus einem Werkstoff großer Dehnbarkeit hergestellt, so daß, wenn unverhofft die angebrachten Sicherungen versagen sollten, der untere Pressezylinder bei dem Druck von 60 atü durch Nachgeben der Bolzen undicht wird.

Mit der beschriebenen Einrichtung ist es möglich, selbst in kurzen Zugpausen schwere Brücken ohne Zugverspätungen zu heben. Die Brückenreihe über die Moerdijk (14 × 103,25 m)

wurde mit dieser Einrichtung bis zu 3,09 m für zwei Öffnungen gehoben. Dazu wurden lose Stapel von im voraus hergestellten Betonkörpern in einer Ummantelung von Ziegelmauerwerk verwendet. Züge brauchten dabei auf dieser eingleisigen Bahnstrecke mit großem Verkehr überhaupt nicht auszufallen, auch brauchte die Fahrgeschwindigkeit nur bis auf 60 km/h ermäßigt zu werden (Abb. 2, Taf. 9).

Die Niederländischen Eisenbahnen haben keine Perpetuum-Hebeböcke angeschafft, da diese Werkzeuge für die Unterhaltung der Brücken nicht in Frage kommen.

Die Unterfangungsträger werden nach Gebrauch auf einem Bahnhof in der Nähe der Baustelle aufbewahrt, von wo später der Versand leicht und schnell stattfinden kann. Sie werden, wenn nötig, gleich entrostet und ausgebessert. Gebrochene oder verloren gegangene Unterteile werden ersetzt; der Anstrich wird mit Mennige ergänzt.

Die Hebeböcke und Pressen mit Zubehör sowie die dicken stählernen Platten werden in einer der neun Brückenmeisterwerkstätten als dem Hauptlager aufbewahrt, wo sie von zwei eigens dafür ausgebildeten Brückenarbeitern unterhalten und nach Gebrauch, wenn nötig, wieder instand gesetzt werden. Die Pressen werden immer — auch auf anderen Brückenmeistereien — nur von diesen beiden Brückenarbeitern bedient.

Die schweren Winden, Flaschenzüge und Dietriche werden mit anderen, ebenfalls weniger oft benutztem Zubehör, in dem Hauptlager aufbewahrt.

Auch die Ersatzteile für Drehscheiben werden in einer Brückenmeisterwerkstatt als Sammellager aufbewahrt.

Die Brückenmeisterwerkstätte, wo die Hebeböcke, Pressen usw. und die Ersatzteile für Drehscheiben aufbewahrt werden, sind, um einen bequemen und schnellen Versand zu gewährleisten, mit einem bis in die Werkstatt durchlaufenden Anschlußgleis und mit einem fahrbaren Kran ausgestattet.

Die Verwaltung aller dieser Hilfseinrichtungen, der Werkzeuge und Ersatzteile geschieht durch die Bahn- und Bauverwaltung in einem allein zu diesem Zweck gedruckten Formblatt, das durch Vermittlung des zuständigen „Ingenieur van den Weg“ der zweiten Abteilung zugeleitet wird, die dann den Auftrag zum Versand erteilt.

Die Hilfsmaterialien, Werkzeuge und Ersatzteile sind je in einer Liste mit erläuternden Skizzen und Hauptmaßen aufgeführt; diese Listen sind im Besitze aller Beteiligten.

In der Liste der Unterfangungsträger sind außerdem noch in einer leicht verständlichen bildlichen Darstellung die Stützpunktabstände eingetragen, wobei die Träger mit einer bestimmten Belastung und Geschwindigkeit befahren werden dürfen.

Die Brückenmeister sind auch mit der Unterhaltung des mechanischen Teils der Antriebswerke beweglicher Brücken beauftragt, einschließlich der Sicherungen, aber mit Ausnahme der Brückenschlösser und der Signale.

Der elektrotechnische Teil der Antriebswerke wird von Elektromonteuren unter Leitung des Signalmeisters unterhalten; dieser ist dem Sicherungsingenieur unterstellt.

Die täglich nötige Schmierung von Unterteilen der Antriebswerke beweglicher Brücken wird von dem Personal besorgt, das die Brücke bedient, die periodische Schmierung des mechanischen Teils von den Brückenarbeitern, des elektrotechnischen Teils von den Elektromonteuren.

Alljährlich senden die Bahningenieure zu einem festgesetzten Tage der Bahn- und Bauverwaltung einen Kostenvoranschlag für die im nächsten Jahr von ihnen für nötig befundenen Brückenunterhaltungsarbeiten, wenn diese jede für sich eine Ausgabe von Fl. 1000,— oder mehr erfordern. Dieser Kostenvoranschlag wird durch die zweite Abteilung beurteilt und wenn nötig an Ort und Stelle nachgeprüft.

Jedem Bahningenieur wird sodann ein Gesamtbetrag für seinen Bezirk bewilligt. Obendrein müssen die Bahningenieure für die Ausführung jeder Konstruktionsänderung die Ermächtigung der Bahn- und Bauverwaltung beantragen. Die kleineren Änderungen werden in den Büros der „Ingenieurs van den Weg“ entworfen, die größeren in der zweiten Abteilung in Utrecht.

Auf diese Weise bleibt die Abteilung über sämtliche Fragen der Brückenunterhaltung und alle dabei gemachten Erfahrungen in stetiger Berührung mit dem Außendienst, was für das Entwerfen neuer Brücken von großem Nutzen ist.

Die kleineren Unterhaltungsarbeiten, wie Änderung oder Erneuerung von Konstruktionsteilen, Ausbesserung von Mauerwerk usw., werden oft von eigenen Arbeitskräften ausgeführt, für die größeren werden einige Firmen um Einreichung von Preisangeboten gebeten oder es wird eine öffentliche Ausschreibung veranlaßt.

Das Entrosteten und der Mennigeanstrich wird immer von eigenen Arbeitskräften ausgeführt; in den letzten Jahren wird das Anstreichen auf gleiche Weise getätigt, wozu aber in Wochenlohn arbeitende, nicht fest angestellte Hilfsarbeiter herangezogen werden.

Das Entrosteten, das zweimalige Beimennigen und das doppelte Anstreichen wird im Durchschnitt alle sechs Jahre vorgenommen. Das Entrosteten geschieht ausschließlich von Hand, da sich die von verschiedenen Firmen vorgeführten Entrostungsapparate nicht als praktisch für diesen Zweck geeignet erwiesen haben.

Ankauf und Abnahme der Bestandteile sämtlicher Farben wird vom Materialprüfungsamt der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht besorgt, das außerdem die Herstellung in den Fabriken überwacht und die gefüllten Büchsen versiegelt.

In den letzten Jahren ist bei der Brückenunterhaltung auch die Elektroschweißung in Aufnahme gekommen.

B. Um- und Neubauten.

Umbauten (Verstärkungen) wurden aus Gründen des Eisenbahnbetriebs nur wegen der Anschaffung schwererer Lokomotiven beschlossen. Beispiele: Erneuerung der Längs- und Querträger vieler großen Brücken; Verstärkung von Hauptträgern; Erneuerung der unzulänglichen Hubvorrichtungen vieler Drehbrücken.

Auf Wunsch der Regierung, von Provinz- oder städtischen Behörden fanden und finden große Umbauten statt zugunsten der Schifffahrt oder des schienenfreien Straßenverkehrs. Beispiele: Ersatz der Drehbrücke über den Koningshaven zu Rotterdam durch eine Hubbrücke; Ersatz kleinerer durch größere Drehbrücken oder durch hohe feste Brücken; Hebung der Moerdijkbrücke (Abb. 2, Taf. 9) usw.

Auf Grund von Alterung und Ermüdung und andererseits von schwereren Lastenzügen ist es im Laufe der letzten Jahre zu folgenden wichtigen Neubauten gekommen; Erneuerung großer Teile des Eisenbahnviaduktes durch Rotterdam; Erneuerung und Verdoppelung der Brücke über die IJssel bei Zwolle; Erneuerung der Brücke über die Maas bei Ravenstein in der Strecke Nymwegen—Herzogenbusch (in Ausführung); Bau einer neuen, elektrisch geschweißten Drehbrücke über die Veicht bei Weesp (in Ausführung).

Hierzu ist zu bemerken, daß bei sämtlichen eingleisigen Eisenbahnbrücken mit Ausnahme der sehr langen Moerdijkbrücke (14 × 103,25 m) die Pfeiler und Widerlager für zwei eingleisige Überbauten ausgeführt worden sind.

Beispiele großer Neubauten, die auf Wunsch der Regierung oder einzelner Provinz- und städtischen Behörden zur Förderung der Schifffahrt oder des schienenfreien Straßenverkehrs durchgeführt wurden, sind: Ersatz der Drehbrücke über den Kanal durch Zuid-Beveland durch eine Klappbrücke (Textabb. 1); Erhöhung der Strecken nördlich und südlich

vom Bahnhof Utrecht C. S.; Erhöhung der in Amsterdam liegenden Teile der Eisenbahnstrecken Utrecht—Amsterdam C. S. und Hilversum—Amsterdam C. S.; Über- und Unterführungen von Brücken unter bestehenden Eisenbahnstrecken wegen des Baues des Autostraßennetzes.

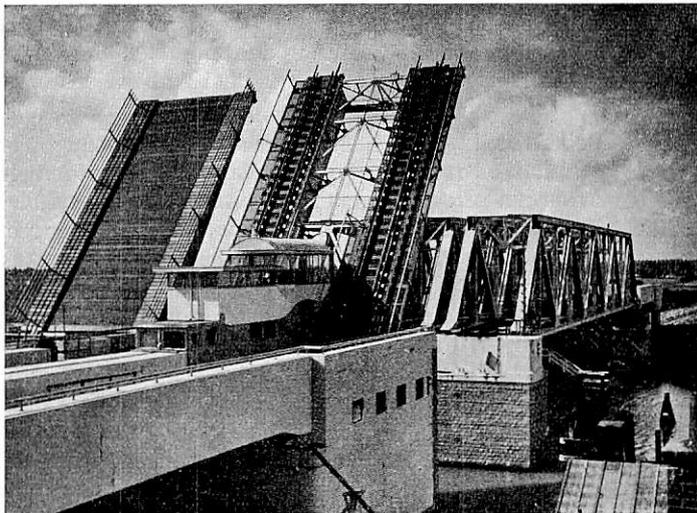


Abb. 1. Neue Überbrückung des Kanals durch Zuid-Beveland bei Vlakte. Neben der Eisenbahnbrücke liegt eine Straßenbrücke; die Klappbrücken sind in dieser Abbildung nur teilweise aufgedreht um das Bedienungshaus, das zwischen den beiden Gleisen gebaut werden konnte und von dem aus auch die Straßenbrücke bedient wird, zu zeigen.

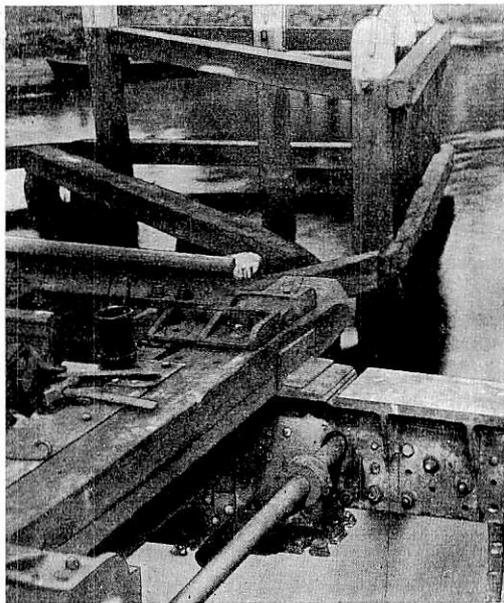


Abb. 2. Verstärkung der Hauptträgerenden der Drehbrücke über die Hooegevensche Vaart bei Meppel. (Oberteil eines Trägerendes eingeschweißt, obere V-Naht und Unterteil noch einzuschweißen.)

Die schwereren Lastenzüge und die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit gaben Anlaß zum Bau immer schwererer Brücken; dieser Steigerung der Gewichte konnte erst durch die Verwendung hochwertigeren Stahles (St 52) entgegengewirkt werden.

Als wichtige neue Bauformen sind zu erwähnen: Der versteifte Stabbogen (Zwolle, Ravenstein), die geschweißte Vierendeelstraßenbrücke über die Strecke Sittard—Heerlen bei Nuth und die geschweißten Zwillingsträgerbrücken mit sehr niedriger Bauhöhe in Utrecht.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß die Einführung des elektrischen Betriebes auf vielen wichtigen Strecken dazu führte, daß sämtliche Querverbände vieler großer Fachwerkbrücken erhöht werden mußten.

Wegen der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit werden bei Neubauten und Gleiserneuerungen auf bestehenden Brücken die Schienen geschweißt, auch werden bewegliche Brücken mit stoßfreien Übergängen der Schienen ausgestattet.

Hierbei ist zu erwähnen, daß bei Neubau oder Ersatz beweglicher Brücken die Anhebevorrichtung derart gewählt wird, daß stoßfreie Übergänge ohne mehr oder minder verwickelte Vorrichtungen eingebaut werden können.

Näheres über einige der oben erwähnten Beispiele.
1. Erneuerung der Längs- und Querträger vieler großen Brücken.

Diese Erneuerung fand während des Betriebes statt, und zwar mittels langer Unterfangungsträger von möglichst geringer Bauhöhe (Zwillingsträger), in denen die Schienen mit Holzkeilen festgelegt wurden.

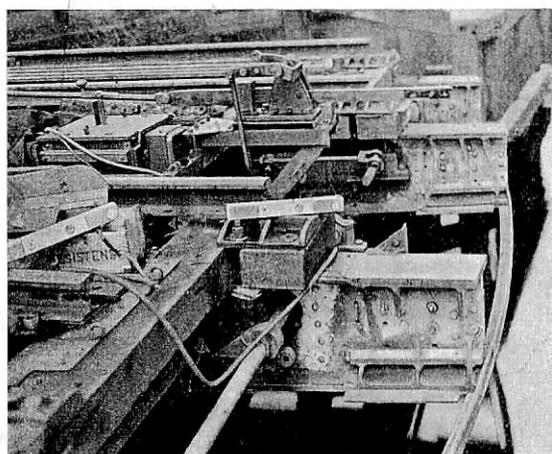


Abb. 3. Verstärkung der Hauptträgerenden der Drehbrücke über die Hooegevensche Vaart bei Meppel. (Die Trägerenden sind bereits eingeschweißt.)

Im geeigneten Augenblick wurden die Unterfangungsträger mittels Flaschenzügen in einer Zugpause durchgezogen, wobei die Schwellen vor den vordersten Köpfen der Unterfangungsträger von den alten Längsträgern weggenommen und hinter den hintersten Köpfen dieser Träger wieder auf die neuen Längsträger verlegt wurden. Die auszubauenden Querträger wurden für die Zeit, während deren sie die Unterfangungsträger tragen mußten, mittels einer Spannvorrichtung verstärkt (Abb. 3, Taf. 9).

2. Verstärkung der Hauptträgerenden der Drehbrücke über die Hooegevensche Vaart bei Meppel.
(Abb. 4, Taf. 9 und Textabb. 2 und 3.)

Die Enden der Hauptträger dieser schweißeisernen Drehbrücke bestanden ursprünglich aus einem Stehblech, vier Winkeleisen und einigen oberen und unteren Gurtplatten.

Als sich vor etwa zwanzig Jahren herausstellte, daß dieses Tragwerk zu schwach war, wurden die Enden der Hauptträger verstärkt durch Aufnieten von vier flußstählernen Blechen (zwei Futter zwischen den lotrechten Schenkeln der Winkel und zwei Bleche über diesen Futter und Schenkeln), wodurch die waagerechten Nieten im Unter- und Obergurt vierschnittig gemacht wurden. Außerdem wurde eine neue Hubvorrichtung eingebaut, die auch bei den größten Verkehrslasten ein festes Aufliegen der Brücke gewährleistete.

Trotz alledem zeigten sich allmählich dieselben Übel wieder: viele lose Nieten, starke Rostbildung zwischen den

Gurtplatten, Risse in den Gurtwinkeln. Im Frühling 1936 waren nur die etwa 60 mm dicken, aus fünf Blechen bestehenden Kerne der Hauptträgerende noch gesund, abgesehen von einigen losen Nieten.

Es wurde dann beschlossen, die oberen und unteren Teile der Hauptträgerenden auszubrennen und sie durch einzuschweißende Teile zu ersetzen. Hierbei hat man es ganz vermieden, über Kopf zu schweißen, ein Aneinanderschweißen von Schweißisen und Flußstahl hat nur in den in den Gurten angeordneten V-Nähten stattgefunden.

Zur Verringerung der Stoßwirkung sind in sämtlichen Auflagern Platten von Dampfhammer-Eisenfilz eingebaut worden.

Diese Maßnahmen haben sich bis jetzt bewährt; es sind noch keine Mängel oder Beschädigungen gemeldet worden.

3. Verstärkung der Hauptträger der festen Fachwerkbrücke über die Linge bei Geldermalsen.

(Textabb. 4.)

Als vor sieben Jahren nachgeprüft wurde, ob neuanschaffende Güterzuglokomotiven diese Brücke befahren

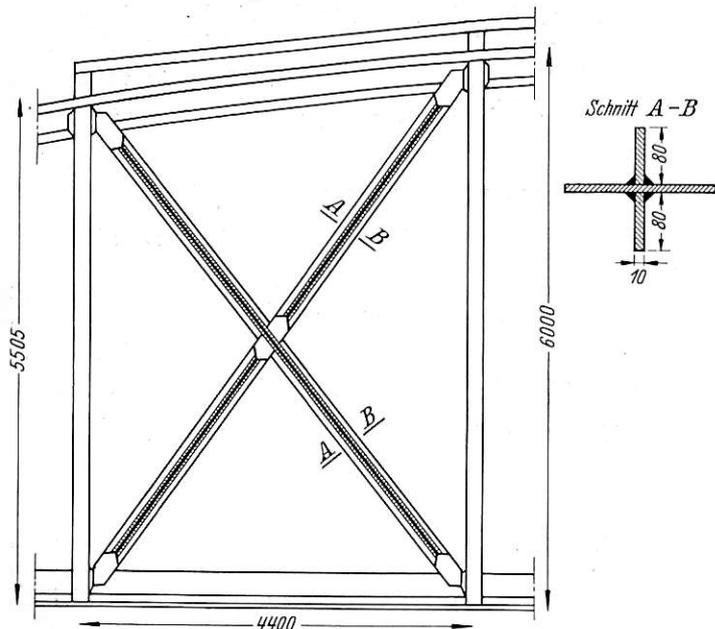


Abb. 4. Diagonalaussteifung der Hauptträger der festen Fachwerkbrücken über die Linge bei Geldermalsen.

dürften, stellte sich heraus, daß die Diagonalanschlüsse an Ober- und Untergurt zu schwach waren.

Durch die ausgeführte Verstärkung wurde erreicht, daß in jeder Lage der beweglichen Last die beiden Diagonalen mitwirkten, so daß die Diagonalanschlüsse nicht geändert zu werden brauchten.

4. Verstärkung der Hauptträger der festen Fachwerkbrücke über den Hafen zu Vlaardingen.

(Abb. 5, Taf. 9.)

Auch bei dieser Brücke waren die Diagonalanschlüsse zu schwach. Die Verstärkung bestand darin, daß dreieckige Bleche mit K-Nähten eingeschweißt wurden, so daß der Fachwerkträger in einen Vollwandträger verwandelt wurde. Diese Verstärkung wurde vor etwa zehn Jahren als erste Schweißarbeit bei der Unterhaltung unserer Eisenbahnbrücken ausgeführt und hat sich gut bewährt.

5. Die geschweißten Zwillingsträgerbrücken in Utrecht.

(Textabb. 5 bis 8.)

Südlich vom Bahnhof Utrecht C. S. sind im Jahre 1937 in den hochgelegten Strecken Utrecht—Arnheim und Utrecht—

Herzogenbusch vier eingleisige, 19,40 m lange Brücken über die Bleekstraat und vier eingleisige, 15,40 m lange Brücken über die Albatrosstraat gebaut worden. Die Abbildungen beziehen sich auf die Bleekstraatunterführung.

Mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse und die geforderte Durchfahrthöhe von 4,0 m mußte die Konstruktionshöhe der Brücken möglichst klein sein; auch wurde in diesem Falle aus leicht verständlichen Gründen viel Wert auf schmale Brücken gelegt.

Mit Rücksicht auf das Schweißen sind die Brücken ganz aus SM.-Stahl, StA 37, mit besonders niedrigem Phosphor- und Schwefelgehalt (beide höchstens 0,04%) hergestellt worden.

Sämtliche Schweißarbeiten sind mit hochwertigen, umhüllten Elektroden durchgeführt worden.

Die Bauart geht deutlich aus den Abbildungen hervor. Die Gurte der Träger sind Nasenprofile vom Belgischen Walzwerk Ougrée-Marihaye.

Die kleinen, aus Dir. 18 und Konsolen bestehenden Querträger sind mit Rücksicht auf die dynamische Belastung mit K-Nähten an den Stehblechen der Träger angeschweißt.

Die beiden mittleren Träger jeder Brücke sind nicht nur durch die beiden Stirnbleche und die aus- und inwendig auf den Nähten zwischen den Gurten geschweißten Flacheisen verbunden, sondern auch durch einige im Inneren angeordnete Kuppelbleche, die mit Schrauben an Flacheisen befestigt sind, die mit K-Nähten an den Stehblechen der Träger angeschweißt sind.

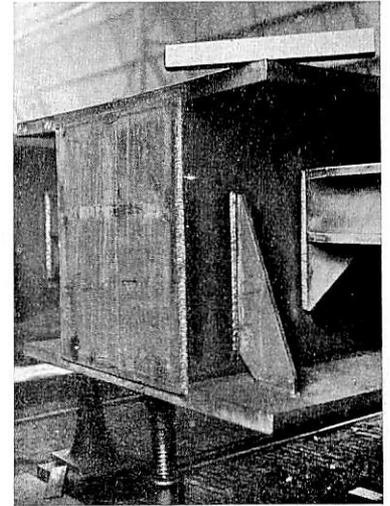


Abb. 5. Ende der luftdicht geschweißten Kastenträger in der Mitte eines Gleises.

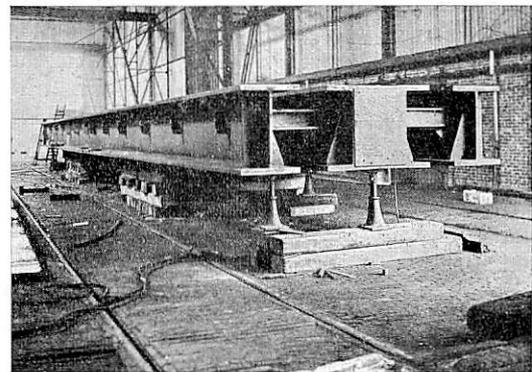


Abb. 6. Eine der Brücken nach vollendeter Schweißung in der Werkstatt.

Da mittels Preßluft nachgeprüft wurde, daß sämtliche Schweißnähte luftdicht waren, sind die inwendigen Flächen der Doppelträger nicht entrostet, nicht gemennigt und nicht gestrichen. Auch sonst ist die zu streichende Fläche für eine Brücke dieser Größe sehr klein. An einem Ende jeder Brücke ist unter jeder Schiene ein Bremsverband eingeschweißt.

Die Brücken wurden von der Nederlandsche Electrolasch Maatschappij N. V. zu Leiden in ihrer Werkstatt fix und fertig mit aufmontierten Schienen geliefert; die Anfuhr nach Utrecht fand auf zwei dreiaxigen sogenannten „Marmorwagen“

(Ladevermögen 30 t), die als Drehgestelle arbeiteten, in fahrplanmäßigen Güterzügen statt.

Zwischen und neben den Brücken sind schmale Fußgängerbrücken (luftdicht zusammengeschweißte Die-Träger mit aufgeschweißten Spiralen und Eisenbetondecke) verlegt worden.

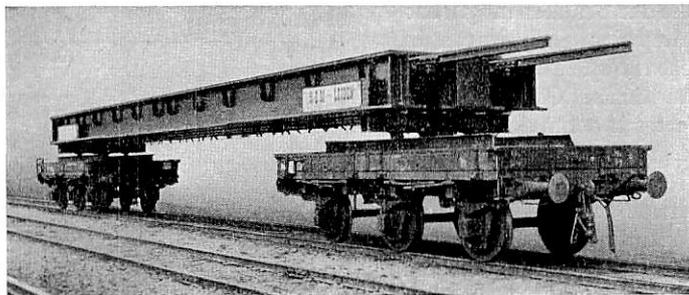


Abb. 7. Eine der Brücken versandfertig für die Anfuhr nach der Baustelle.

Das Anordnen von vier einfachen Rinnen (zwei unten, eine rechts oben und eine links oben) an jeder Brücke genügte, um den Straßenverkehr vor Beschmutzung zu schützen.

Da die Stehbleche keilförmig vorbearbeitet (gehobelt) werden mußten, um die X-Nähte, mit denen sie an den dreieckigen Nasen der Gurtplatten angeschweißt wurden, aus-

führen zu können, sind die Brücken ohne Überhöhung ausgeführt worden. Den Schienen ist aber eine Überhöhung dadurch gegeben, daß die kleinen Querträger in verschiedener

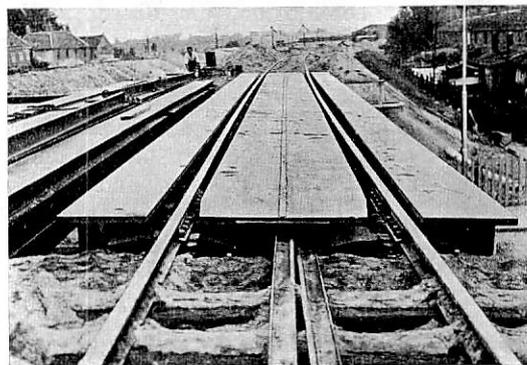


Abb. 8. Eine der Brücken in der Bahn. (Das Gleis liegt in einem Bogen von 600 m Halbmesser.)

Höhenlage angeordnet sind. Die Strecken, in denen die Brücken liegen, werden zur Zeit auf elektrischen Betrieb umgebaut.

Um Erdströme (vagabundierende Ströme) zu vermeiden, sind daher die Schienen gegen die Stahlkonstruktion isoliert worden.

Die Instandhaltung der Brücken bei den Schwedischen Staatsbahnen.

Mit dem Ausbau des Netzes der Schwedischen Staatsbahnen vermehrte sich auch ihr Bestand an Brücken beträchtlich. Ende 1936 betrug die Gesamtzahl der Eisenbahnbrücken auf den in Verkehr befindlichen Strecken etwa 1900 und ihre Länge zusammen ungefähr 30250 m. Von diesen Brücken bestehen etwa 170 ganz oder in allen wesentlichen Teilen aus Naturstein oder Beton, während etwa 1730 Brücken eisernen Überbau haben. Dabei sind die (als Wasserdurchlässe bezeichneten) Brücken von weniger als 2 m Gesamtlänge nicht mitgezählt.

Überwachung und Unterhaltung.

Zur Bewahrung des guten Zustandes der Brücken findet regelmäßige Überwachung und Unterhaltung statt. Ältere Vorschriften hierüber bezogen sich hauptsächlich nur auf das Nachprüfen der Nietverbindungen an eisernen Überbauten, aber die fortschreitende Erhöhung der Betriebslasten, der Fahrgeschwindigkeit und der Verkehrsdichte verlangte eine erweiterte, systematische Unterhaltung der Brücken in ihrer Gesamtheit, und zwar auch bei steinernen Brücken und bei Brückenmauerwerk überhaupt. Besondere Sorgfalt erfordern die älteren Brücken mit weniger befriedigender, baulicher Durchbildung, auch wenn sie mehr oder minder weitgehend direkt verstärkt worden sind.

Im Anschluß hieran wurden 1920 vorläufige und 1926 näher ausgestaltete, ins Einzelne gehende neue Vorschriften für die Überwachung und Unterhaltung der Eisenbahnbrücken erlassen, wobei jedoch Brücken mit einer Gesamtlänge von weniger als 2 m ausgenommen wurden. Diese Vorschriften gelten immer noch, werden aber jetzt in gewisser Hinsicht umgearbeitet.

Die Brückenabteilung der Generaldirektion der Schwedischen Staatsbahnen ist die Zentralstelle dieser Brückenprüfungen; sie führt Bücher darüber, erteilt Anweisungen und sorgt für die Befolgung der gegebenen Vorschriften. Die Arbeit an Ort und Stelle dagegen wird von dem Streckenbefehl gehandhabt, der der Brückenabteilung in vorgeschriebener Weise Besichtigungsmeldungen und Angaben über ausgeführte oder erforderliche Maßnahmen einzureichen hat. Zu beachten

ist, daß diese systematischen Brückenprüfungen nicht die häufig wiederkehrenden Besichtigungen sämtlicher Brücken ausschließen darf, die außerdem vorschriftsgemäß von Bahnmeistern, Bahnvorarbeitern und Bahnwärtern, bei beweglichen Brücken von besonderen Brückenwärtern auszuführen sind.

Der Hauptinhalt der Vorschriften ist folgender:

Vorschriften für die Überwachung und Unterhaltung der Eisenbahnbrücken.

A. Allgemeine Vorschriften.

Sämtliche Eisenbahnbrücken an Haupt-, Neben- und Seitengleisen der Schwedischen Staatsbahnen sowie an den von den Staatsbahnen betriebenen Haupt- und Nebengleisen, die nicht den Staatsbahnen gehören, aber von ihnen unterhalten werden, sind den nachstehenden Vorschriften gemäß zu überwachen und zu unterhalten.

Für Brücken mit eisernem Überbau auf Strecken mit geringer Zugdichte, beispielsweise mit täglich je zwei bis drei Zügen in beiden Richtungen, will die Generaldirektion auf Antrag der zuständigen Bezirksverwaltung in jedem Einzelfall prüfen, ob bei diesen Brücken eine Milderung der Bestimmungen über Jahres- und Nietprüfungen zuzulassen ist.

Wenn eine Bezirksverwaltung findet, daß besonderer Anlaß vorliegt, über vorschriftsmäßige Besichtigung und Nietuntersuchung hinaus durch Belastungsproben den Zustand eines Brückenbaues zu ermitteln, so hat sie dies bei der Generaldirektion zu beantragen. Bei solchen Probelastungen kann in Betracht kommen, daß nicht nur die Durchbiegung des Überbaues sowie die etwaige Senkung der Widerlager und Pfeiler zu messen sind, sondern auch, daß bei rascher Fahrt von Verkehrszügen über die Brücke andere Formveränderungen beobachtet werden, deren Kenntnis bei Beurteilung des allgemeinen Zustandes der Brücke als wichtig erscheinen mag, die sich aber nicht zweckmäßig auf dem Wege der Berechnung ermitteln lassen, beispielsweise seitliche Schwankungen des Überbaues, Bewegungen der Auflager, Senkung der Zwischenstützen durchlaufender Brücken sowie Bewegungen an Zwischenpfeilern und Widerlagern von Bogenbrücken.

Nach Länge und Bauart werden die Eisenbahnbrücken in zwei Gruppen eingeteilt, nämlich in große und kleine Brücken.

Zu den großen Brücken gehören: Alle festen Brücken mit einer Gesamtlänge von 15 m oder mehr, unabhängig von der Länge alle festen Brücken, die mit Quer- und Längsträgern ausgebildet sind, sowie alle beweglichen Brücken.

Zu den kleinen Brücken gehören: Alle festen Brücken von weniger als 15 m Länge, die nicht mit Quer- und Längsträgern ausgebildet sind.

B. Jahresprüfungen.

1. Allgemeine Vorschriften.

Neben dem, was in den Dienstsanweisungen für Bahnmeister, Bahnvorarbeiter, Bahnwärter und Brückenwärter über Brückenbesichtigungen vorgeschrieben ist, sollen Jahresprüfungen, umfassend ein allseitiges Nachsehen der Brücken mit Ausnahme der Nietuntersuchung, von dem zuständigen Streckeningenieur persönlich vorgenommen werden, doch kann im Verhinderungsfall die Prüfung ausnahmsweise zu bestimmten Teilen durch den höchsten Unterbeamten des Streckeningenieurs durchgeführt werden.

Bei elektrisch betätigten, beweglichen Brücken soll der betreffende Elektroingenieur oder ein anderer hierzu befähigter Beamter an der Besichtigung teilnehmen, soweit diese die maschinelle Ausrüstung betrifft.

Die Besichtigungen sollen unter Berücksichtigung der nachfolgenden Einzelvorschriften über ihre Häufigkeit im vorgeschriebenen Umfang jährlich stattfinden, und zwar in den Bezirken I, II, und III (Süd- und Mittelschweden) spätestens im Juni, in den Bezirken IV und V (Nordschweden) spätestens im Juli.

Zweckmäßig geschieht dies nach einem im voraus aufgestellten Plan über die Reihenfolge, in der die einzelnen Brücken zu besichtigen sind.

Für die Jahresprüfung sollen die einzelnen Brückenteile, erforderlichenfalls durch Anbringen besonderer Gerüste, Leitern oder dergleichen, so leicht zugänglich wie möglich sein, und zu diesem Zweck dürfen hindernde Plankenbelegungen, hölzerne oder blecherne Schutzdächer und dergleichen vorübergehend abgenommen werden. Auflagersteine, Auflagervorrichtungen, Maschinen usw. sollen dabei von Kies, Schmutz, Ruß und dergleichen befreit sein.

Für jede während des Jahres besichtigte Brücke sind an Ort und Stelle alle während der Besichtigung beobachteten Fehler und Mängel sowie die von dem zuständigen Besichtigungsbeamten für notwendig erachteten Abhilfemaßnahmen aufzuschreiben.

Hierbei sind die Aufzeichnungen von der vorigen Besichtigung der betreffenden Brücke durchzusehen, und es ist zu untersuchen:

ob die zwecks Abhilfe vermerkten Fehler und Mängel ordnungsgemäß beseitigt sind und

ob bei der vorigen Besichtigung beobachtete Fehler, die damals keine Instandsetzung forderten, sich inzwischen vergrößert haben, was bejahendenfalls besonders zu vermerken ist.

Die bei der Brückenbesichtigung gemachten Aufzeichnungen sind in dem Büro der betreffenden Streckeningenieure aufzubewahren.

Der zuständigen Bezirksverwaltung ist sofort nach abgeschlossener Jahresbesichtigung hierüber eine Niederschrift in drei Ausfertigungen nach festgesetztem Vordruck einzureichen. Diese Niederschrift soll ein Auszug aus den oben erwähnten Aufzeichnungen sein und alles enthalten, was dort vermerkt ist, ausgenommen solche Schäden und Mängel, die für den Bestand der Brücke unwesentlich sind, z. B. an Gleis-

oberbau, Bettung, Flügelmauern und Kegeln, oder die durch den zuständigen Sektionsvorsteher selbst im Rahmen der für das betreffende Jahr verfügbaren Instandsetzungsgeldmittel beseitigt werden können.

In der Spalte „Vom Besichtigungsbeamten vorgeschlagene Maßnahmen“ ist unter anderem anzugeben, ob vermerkte Mängel sofort beseitigt werden sollen, obwohl die Sektion keine Geldmittel dafür hat, ob Geldmittel hierfür beim nächstjährigen Kostenvoranschlag bereitzustellen sind, ob Zeichnungen oder sonstige Vorschriften oder Maßnahmen von seiten der Generaldirektion erforderlich sind.

Diese Niederschriften, von denen die Bezirksverwaltung eine Ausfertigung dem Bahnamt der Generaldirektion einzureichen hat, müssen von dem zuständigen Besichtigungsbeamten und vorkommendenfalls von dem Elektroingenieur oder seinem an der Besichtigung teilnehmenden Stellvertreter unterschrieben werden.

Solche bei der Besichtigung beobachtete Fehler und Mängel, die nach obigem nicht in die der Bezirksverwaltung einzureichende Niederschrift mit aufzunehmen sind, sollen durch den zuständigen Sektionsvorsteher nach Maßgabe des Bedürfnisses im Anschluß an die Besichtigung oder so bald wie möglich danach beseitigt werden.

Von der Bezirksverwaltung beschlossene oder vorgeschlagene Maßnahmen aus Anlaß der Besichtigungsniederschrift sind dem Bahnamt der Generaldirektion durch Vermerk in der betreffenden Spalte der Niederschrift sowie dem zuständigen Streckeningenieur mitzuteilen.

2. Einzelvorschriften.

Bei Brücken mit zwei oder mehreren Öffnungen aus verschiedenen Baustoffen gelten für jede einzelne Öffnung die sinngemäß darauf anwendbaren Teile der Vorschriften.

a) Brücken mit eisernem Überbau. Fristen der Besichtigungen.

Sämtliche großen Brücken sind jährlich zu besichtigen.

Kleine Brücken: Kleine Brücken, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck 18 t oder mehr betrug, seit der vorhandene Brückenüberbau dem Verkehr übergeben wurde, sowie solche, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck weniger als 18 t beträgt und deren Brückenüberbau nach dem Jahre 1918 ausgeführt wurde, sind jedes sechste Jahr zu besichtigen, Brücken mit neuem Überbau erstmalig im Jahre nach der Inbetriebnahme des Überbaues.

Kleine Brücken, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck im Hinblick auf den Brückenüberbau ursprünglich weniger als 18 t betrug, die aber nachher für diesen Achsdruck verstärkt wurden, sowie solche, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck weniger als 18 t beträgt und deren Brückenüberbau vor oder im Jahre 1918 ausgeführt wurde, sind jedes dritte Jahr zu besichtigen, neuverstärkte Brücken erstmalig im Jahre nach der Verstärkung.

Die Besichtigung der kleinen Brücken ist für jede Bahnsektion zweckmäßig auf alle sechs oder drei Jahre zu verteilen.

Eiserner Überbau und Auflageranordnungen.

Der Zustand des eisernen Überbaues im allgemeinen ist zu ermitteln, soweit dies durch hinlängliche Beaugenscheinigung möglich ist. Falls es im Hinblick auf die Beschaffenheit der Brücke notwendig erscheint, beispielsweise wo starke Seitenschwankungen der Brücke oder Lockerungen oder sonstige ungehörige Bewegungen an den Auflagern zu erwarten sind, sollen die Beobachtungen nicht nur bei unbelasteter Brücke stattfinden, sondern auch während des Darüberfahrens fahrplanmäßiger Züge.

Falls eine Brücke eiserne Zwischenstützen hat, wie Pfeiler oder Böcke aus Fachwerk oder Trägern, zählen diese betreffs der Prüfung zum eisernen Überbau und sind ebenso wie dieser zu besichtigen.

Bei der Besichtigung ist darauf zu achten,

ob einzelne Brückenteile sichtbare Beschädigungen aufweisen wie Bruch, Rissebildungen, Verwerfungen, Verrostung, Korrosion durch Lokomotivrauch usw.,

ob die Obergurte an Brücken ohne oberen Windverband ihre Richtung oder ihren gegenseitigen Abstand verändert haben,

ob einzelne Stäbe von Fachwerkbrücken oder Quer- und Längsträger oder Wind- und Querverbände krumm oder schlaff geworden oder sonstwie in fehlerhafte Lage gekommen sind,

ob ein Brückenteil Wasseransammlungen verursacht und die erforderliche Entwässerung zu ihrer Verhinderung fehlt, ob Schwellen, Fußwege und Geländer in gutem Zustand und ordnungsgemäß befestigt sind,

ob Gelenke an Bogen- und Auslegerbrücken gut geschmiert sind, sich in richtiger Lage befinden und die erforderliche Bewegungsfreiheit haben, wobei die herrschende Temperatur gebührend zu berücksichtigen ist,

ob vorhandene Verankerungsvorrichtungen unbeschädigt und gut eingepaßt sind und ob Schrauben und Muttern lose sind oder fehlen,

ob die Lager Brüche aufweisen,

ob Auflagerplatten, Roll- oder Gleitflächen frei von Kies, Schmutz und Wasseransammlungen sind und ob ausreichend guter Wasserablauf von den Lagern vorhanden ist,

ob zwischen Trägern und Auflagern sowie zwischen Auflagerplatten und Auflagersteinen vollständige Berührung stattfindet und ob Schrauben und Muttern darin lose sind oder fehlen,

ob die beweglichen Lager die erforderliche Bewegungsfreiheit haben,

ob die Rollen dieser Lager rechtwinklig zur Längsrichtung der Brücke liegen und sich — bei Berücksichtigung der herrschenden Temperatur — in der richtigen Lage zu den Lagerplatten befinden, schließlich

ob sich sonstige Erscheinungen bemerkbar machen, die auf Fehlerhaftigkeiten des eisernen Überbaues oder der Auflageranordnungen schließen lassen, beispielsweise eine zunehmende dauernde Durchbiegung oder Senkung.

Bei durchlaufenden Brücken ist es besonders wichtig, daß sich die Auflager in richtiger Höhenlage zueinander befinden, was mit Nivellierinstrumenten zu ermitteln ist. Auch soll bei derartigen Brücken beobachtet werden, ob sich ihre Enden heben oder ob sie stoßen, wenn ein Zug über die Brücke fährt.

An Überbauten, bei denen die Fahrbahn auf Blechdecke oder dergleichen ruht, über der die Bettung ausgebreitet liegt, soll die für die Besichtigung der Blechdecke hinderliche Bettung tunlichst im erforderlichen Umfang beseitigt werden.

An Brücken, die bewegliche Lager mit Blechkästen haben, sollen diese Kästen entfernt und die einzelnen Teile der Lager sorgfältig gereinigt und eingeschmiert werden. Diese Maßnahme ist jedoch nur in jedem zweiten Jahr erforderlich und kann gegebenenfalls bei der Nietuntersuchung der Brücke vorgenommen werden.

Beschädigte Teile des eisernen Überbaues oder der Auflager sind bis zur Instandsetzung durch gelben Farbanstrich kenntlich zu machen.

Maschinenteile und mechanische Vorrichtungen beweglicher Brücken sind zu besichtigen. Dabei soll die Brücke zwischen ihren Grenzlagen gedreht oder gehoben und gesenkt werden, und zwar sowohl mit der Haupt- wie mit der Reservemaschine. Ähnlicherweise sind die Verriegelungsvorrichtungen

sowie die Sicherheitsanordnungen zu besichtigen. Ferner ist zu untersuchen, ob die Isolation sowie die Anordnung der elektrischen Maschinerien und Leitungen den geltenden Vorschriften entsprechen.

Es ist nachzuprüfen:

ob die Keile ordnungsgemäß anliegen, wenn sich die Brücke in Verkehrslage befindet,

ob die Maschinenteile frei von Schmutz und harten Körnchen sind und

ob Zahnräder und Keillager gut geschmiert sind.

Bei der Besichtigung ist nachzusehen, in welchem Zustand sich der Anstrich des eisernen Überbaues befindet.

Dabei ist auch zu prüfen, ob Rostbildung oder sonstige Schäden am Anstrich durch unrichtige Bauweise oder durch örtliche Verhältnisse, z. B. Einwirkung von Lokomotivrauch, verursacht sind, und ob alle Fugen und Zwischenräume zur Verhütung von Wasseransammlungen ordnungsgemäß bedeckt, abgedichtet oder mit Wasserablauf versehen sind.

Unterbau. Bei der Jahresbesichtigung sind sowohl Widerlager und Pfeiler als auch Flügel- und Bekleidungsmauern nebst Kegeln zu besichtigen.

Besonders ist zu untersuchen:

ob Auflagersteine und Kiesschichten sich in ordnungsmäßigem Zustand befinden,

ob Verwitterungen, Rissebildungen oder sonstige bemerkenswerte Schäden vorhanden sind,

ob Setzen, Verschiebung, Ausbuchtung oder Unterspülung des Mauerwerks, der Kegel oder der umgebenden Steinfüllung stattgefunden hat oder durch Rutsch, Frostverschiebung, Eisgang oder andere Ursachen zu befürchten ist.

Falls Anzeichen einer Formveränderung des Mauerwerks vorhanden sind, ist das Verhalten durch Nivellieren und gegebenenfalls durch Entfernungsmessungen festzustellen. Ferner ist vorkommendenfalls nachzusehen:

ob Holzpfähle, Holzspunde, Holzroste oder Steinkisten zu gewissen Zeiten des Jahres über Wasser stehen, und

ob das Gewässer Neigung zeigt, den Boden des Strombettes zwischen und an dem Mauerwerk zu vertiefen.

b) Steinerne Brücken.

Alle großen Brücken sind jährlich zu besichtigen.

Alle kleinen Brücken sind jedes dritte Jahr zu besichtigen, wobei ebenso wie bei den kleinen Brücken mit eisernem Überbau eine geeignete Verteilung auf sämtliche Jahre stattzufinden hat.

Für Auflageranordnungen und Unterbau gilt sinngemäß, was für die Besichtigung von Brücken mit eisernem Überbau gesagt ist.

Außerdem soll bei jeder Brücke in ihrer Gesamtheit der allgemeine Zustand ermittelt werden, soweit dies durch gründliche Beaugenscheinigung möglich ist. Ein Beobachten, während die Brücke von einem Zuge befahren wird, ist in der Regel nicht erforderlich.

Bei der Besichtigung ist darauf zu achten:

ob Verwitterung oder sonstige bemerkenswerte Oberflächenschäden vorhanden sind, wobei etwaige Ausfällungen und Feuchtigkeitsflecke an den Mauerflächen besonders beachtet werden sollen,

ob an Gewölben oder Seitenmauern Ausbuchtungen oder andere Formveränderungen vorkommen,

ob Rissebildungen entstanden sind, wobei bejahendenfalls zu ermitteln ist, ob sie als Oberflächenrisse oder als tiefer gehende Sprünge zu betrachten sind; auch ist, wenn möglich, die Ursache der Rissebildungen zu untersuchen z. B. Setzen oder Verschiebung, Schwinden oder Temperaturschwankungen;

ob an Eisenbetonbrücken Rostbildungen oder sonstige Anzeichen vorhanden sind, die darauf hindeuten, daß die Eisenlagen nicht genügend durch den Beton geschützt sind, ob sich die Geländer in gutem Zustand befinden, ob an den mit Gelenken versehenen Bogenbrücken die Gelenke die erforderliche Bewegungsfreiheit haben, ob die vorhandene Abdichtung einwandfrei ist und ob die vorhandenen Entwässerungsvorrichtungen vollkommen ihren Zweck erfüllen.

Falls befunden wird, daß durch Brückendecke, Gewölbe oder Seitenmauern oder durch etwaige Fugen zwischen Brückendecke oder Gewölbe und Seitenmauer Wasser durchsickert, ist die Ursache näher zu ermitteln, wobei hinderliche Bettung und Füllung im erforderlichen Umfang zu beseitigen ist.

C. Nietprüfungen.

1. Allgemeine Vorschriften.

Die Nietprüfungen bezwecken die Durchsicht und Erneuerung von Nieten sowie der an Stelle von Nieten angewandten Schrauben an Brücken mit eisernem Überbau.

Diese Prüfungen sollen auf Anordnung des zuständigen Streckeningenieurs mit der durch die nachstehenden Einzelvorschriften festgesetzten Häufigkeit in vorgeschriebenem Umfang jährlich stattfinden. Zweckmäßig geschieht dies nach einem im voraus aufgestellten Plan über die Reihenfolge, in der die einzelnen Brücken zu untersuchen sind.

Zu den Nietprüfungen sind mit Brückenkonstruktionen gut vertraute Werkstättenarbeiter heranzuziehen, die, mit den für die Arbeit erforderlichen Werkzeugen ausgerüstet, auf Antrag der zuständigen Bahnbehörde für diesen Zweck von den Hauptwerkstätten der Staatsbahnen zur Verfügung gestellt werden.

Über das Ergebnis der Nietuntersuchungen sind für jede Brücke Aufzeichnungen zu machen und dem zuständigen Streckeningenieur zuzustellen, der dafür zu sorgen hat, daß der erforderliche Niet- und Schraubenaustausch entweder im Zusammenhang mit der Untersuchung oder baldigst danach stattfindet.

Falls an einer Brücke auffällig viele fehlerhafte Niete vorkommen, ist besonders anzugeben, ob dies an verschiedenen getrennten Stellen der Fall ist oder gehäuft an bestimmten Punkten, deren Lage dann zu bezeichnen ist. In diesem Fall ist hiervon dem Bahnamt der Generaldirektion sofort Meldung zu erstatten.

2. Einzelvorschriften.

Nietprüfungen an eisernen Überbauten von Brücken oder an etwaigen eisernen Zwischenstützen von Brücken sind entweder als teilweise oder als umfassende vorzunehmen.

Die teilweise Nietprüfung umfaßt:

an Blechträgerbrücken:

alle Niete in Stoßverbänden der Gurte und des Steges, alle Niete, mit denen Querträger und die dazwischen befindlichen Längsträger befestigt sind,

alle Niete, mit denen Querverbindungen sowie Wind- und Bremsverbände befestigt sind,

und alle Niete, die die Gurtwinkleisen mit dem Stehblech, an den Auflagern sowie in den Feldern zwischen diesen und der nächstliegenden senkrechten Versteifung des Stehbleches nach der Brückenmitte hin, verbinden. Falls in den genannten Feldern lose Niete gefunden werden, soll die Untersuchung auch auf das nächste Versteifungsfeld ausgedehnt werden und unter gleicher Voraussetzung weiterhin von Feld zu Feld. Diese Maßnahme ist besonders wichtig bei den Obergurten solcher Blechträgerbrücken, deren Fahrbahn unmittelbar auf den Hauptträgern ruht;

an Fachwerkbrücken:

alle Niete in den Stoßverbänden der Stäbe,

alle Niete, mit denen senkrechte und schräge Stäbe an den Gurtungen befestigt sind,

alle Niete, mit denen Querträger und die dazwischen befindlichen Längsträger befestigt sind,

alle Niete, mit denen Querverbindungen sowie Wind- und Bremsverbände befestigt sind.

Die umfassende Nietprüfung umfaßt sämtliche Niete des eisernen Überbaues.

Soweit statt Nieten Schrauben angewandt sind, gelten für diese sinngemäß die für die Nietprüfungen gegebenen Vorschriften.

Große Brücken sind entweder der teilweisen oder der umfassenden Nietprüfung zu unterziehen, kleine Brücken immer der umfassenden.

Große Brücken. Große Brücken, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck 18 t oder mehr betrug, seit der vorhandene Brückenüberbau dem Verkehr übergeben wurde, sowie solche, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck weniger als 18 t beträgt und deren Brückenüberbau nach dem Jahre 1918 ausgeführt wurde, sind jedes zweite Jahr einer teilweisen Nietprüfung und jedes sechste einer umfassenden zu unterziehen, Brücken mit neuem Überbau erstmalig im Jahre nach der Inbetriebnahme des Überbaues.

Falls bei einer Brücke der letzterwähnten Gattung besonderer Anlaß besteht, vor allem, wenn bei der vorigen teilweisen oder umfassenden Nietprüfung das Ergebnis unbefriedigend war, soll sie, solange jener Anlaß weiterbesteht, jährlich einer teilweisen und jedes dritte Jahr einer umfassenden Nietprüfung unterzogen werden.

Große Brücken, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck im Hinblick auf den Brückenüberbau ursprünglich weniger als 18 t betrug, die aber nachher für diesen Achsdruck verstärkt wurden, sowie solche, bei denen der höchstzulässige Lokomotivachsdruck weniger als 18 t beträgt und deren Brückenüberbau vor oder im Jahre 1918 ausgeführt wurde, sind jährlich einer teilweisen und jedes dritte Jahr einer umfassenden Nietprüfung zu unterziehen, neuverstärkte Brücken erstmalig im Jahre nach der Verstärkung.

Wenn an einer Brücke eine umfassende Nietprüfung stattfindet, so gilt eine etwa vorgeschriebene, gleichzeitig auszuführende teilweise Nietprüfung als vollzogen.

Kleine Brücken. Mit der entsprechenden Einteilung nach Achsdruck und Baujahr wie bei den großen Brücken gelten für kleine dieselben Zeitfristen für die Nietprüfungen und die gleichen Zeitpunkte für die erstmalige Nietprüfung wie nach den obigen Vorschriften über umfassende Nietprüfung.

Bei großen oder kleinen Brücken, für die die Zeitfristen mehr als ein Jahr betragen, sind die Prüfungen in zweckmäßiger Folge auf verschiedene Jahre zu verteilen.

Die Untersuchung, ob Niete lose sind, erfolgt durch leichte Schläge mit einem etwa 0,35 kg schweren Hammer auf die Nietköpfe. Bei Nieten, die durch eine größere Anzahl (fünf und mehr) von Eisenstücken hindurchgehen, sollen die Schläge etwas stärker sein als sonst.

Lose, zerbrochene oder sonstwie fehlerhafte Niete sind herauszuschlagen oder herauszubohren und durch neue von fehlerloser Beschaffenheit zu ersetzen. Der Nietdurchmesser ist so zu wählen, daß der geschlagene Niet das Nietloch vollständig ausfüllt. Für den Werkstoff und die sonstige Beschaffenheit der neuen Niete sind die staatlichen Normalvorschriften für Eisenbauwerke maßgebend.

Beim Nietaustausch ist darauf zu achten, ob die Nietlöcher der zusammengenieteten Eisenstücke gegeneinander

verschoben sind; bejahendenfalls ist das Nietloch im erforderlichen Maß aufzubohren oder zu räumen, bevor ein neuer Niet von entsprechend größerem Durchmesser eingesetzt wird.

Es muß genau untersucht werden, ob beim Austausch eines Nietes benachbarte Niete locker werden, in welchem Falle diese sofort zu erneuern sind.

Wenn der Nietaustausch nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Untersuchung stattfindet, sind die fehlerhaften Niete mit gelbem Farbanstrich kenntlich zu machen.

In ähnlicher Weise sind lose oder sonstwie fehlerhafte Schrauben zu erneuern, bei denen ein Nachziehen oder gegebenenfalls Übernietung nicht genügt.

D. Anstrich der eisernen Überbauten.

Vollständiger Neuanstrich soll in der Regel jedes sechste Jahr erfolgen, jedoch kann der zuständige Streckeningenieur unter Berücksichtigung örtlicher oder sonstiger Verhältnisse — beispielsweise bei umfassender Nietprüfung — den betreffenden Zeitpunkt für jede einzelne Brücke bestimmen. Auch kann durch teilweisen Neuanstrich solcher Brückenteile, bei denen er sich als besonders notwendig erweist, die Erneuerung des Gesamtanstrichs am Überbau um ein oder einige Jahre verschoben werden.

Vor dem Anstrich ist der Überbau sorgfältig abzukratzen und zu reinigen, so daß Rost und Ablätterungen entfernt werden. An Stellen, wo der Grundanstrich beschädigt ist, muß er mit Farbe aus gutem, säurefreiem Leinöl und Bleimennige erneuert werden. Für den schließlichen Anstrich dient gut deckende Farbe aus Leinöl und Bleiweiß mit geeignetem Zusatz, so daß ein hellgrauer Farbton entsteht. Sogenannte Patentfarben oder sonstige fertig bereitete Farben dürfen nicht benutzt werden.

Der Anstrich darf nur an trockenen Flächen und nur bei Luft- und Materialtemperaturen über $+ 2^{\circ}$ C ausgeführt werden.

Verstärkung und Umbau.

Verschiedenartige Umstände tragen gemeinsam dazu bei, daß die Dauerhaftigkeit der Brücken nicht allzu groß wird.

So tritt je nach den Verhältnissen rasch oder langsam fortschreitende Zerstörung bereits durch den Einfluß der Naturkräfte ein. Hiergegen sucht man sich durch verschiedene Schutzmittel und sorgfältige Überwachung zu wehren, aber trotzdem kommt es vor, daß Instandhaltung und Ausbesserung nicht mehr genügen, sondern daß nach verhältnismäßig kurzer Zeit ein vollständiger oder teilweiser Umbau notwendig wird. Dies ist nicht nur bei den eisernen Überbauten der Fall, für die besonders der Rost ein böser Feind ist, sondern auch bei Brückenmauerwerk, wo Unterspülungen durch das Wasser, Verschiebungen durch den Erddruck oder Rissebildungen durch Temperaturschwankungen zuweilen so schwere Schäden verursachen, daß zum mindesten eine örtliche Verstärkung erforderlich wird.

Die bauliche Durchbildung und die eigentliche Ausführung der Brücken ist infolge vermehrter Erfahrungen und Erkenntnisse mit der Zeit immer besser geworden, und man darf deshalb bei neuen Brücken mit größerer Dauerhaftigkeit rechnen als bei denen früheren Ursprungs. Durch sorgfältige Wartung, Ausbesserungen und erforderlichenfalls örtliche Verstärkungen kann man aber in der Regel auch an älteren Brücken die Lebensdauer verlängern und dadurch wenigstens die ursprünglich vorgesehene Tragfähigkeit erhalten oder erreichen.

An manchen älteren Brücken kann aus rein wirtschaftlichen Gründen ein Umbau berechtigt sein, wo die Instandhaltung verhältnismäßig kostspielig ist. Aus solchen Gründen kam es u. a. vor, daß man ältere, nicht mehr in einwandfreiem

Zustand befindliche Drehbrücken, wo infolge veränderter Verhältnisse für den Schiffsverkehr eine bewegliche Brücke nicht mehr unbedingt notwendig war, durch tragfähigere feste Brücken ersetzte, vielleicht mit etwas höherer Unterkante; dadurch sparte man die Kosten für Verstärkung und Ausbesserung der alten Brücke wie auch für den Brückenwärter nebst den Wartungs- und Instandhaltungskosten für den Maschinenantrieb.

Ältere Wegunterführungen sind ihrer geringen Breite und Höhe wegen oft unzureichend für die Bedürfnisse an lichtem Raum des heutigen Landstraßenverkehrs, so daß Umbauten notwendig wurden. Auch die vermehrten Ansprüche des Eisenbahnverkehrs an lichtem Raum, zumal im Anschluß an die immer weitergehende Einführung des elektrischen Betriebes, haben die Brücken nicht unberührt gelassen. Allerdings waren wenigstens die Staatsbahnen in Schweden allein aus diesem Anlaß bisher nur selten zu einem vollständigen Umbau oder zu einem Austausch des eisernen Überbaues genötigt, vielmehr erwies es sich dabei gewöhnlich als ausreichend, die Endportale und oberen Windverbände gewisser Eisenbahnbrücken zu ändern und eine Anzahl kreuzender Landstraßen- und Fußgängerbrücken zu erhöhen, dies zumal an solchen Stellen, wo es nicht vorteilhafter war, das Gleisbett zu senken.

Schon all diese Umstände sind bedeutungsvoll genug für das Bedürfnis, ältere Brücken zu verstärken oder umzubauen, was aber solche Maßnahmen am meisten erzwingt, ist die Erhöhung der Betriebslast. Erfahrungsgemäß ist es nicht möglich, für allzulange Zeit im voraus den Umfang des künftigen Verkehrs zu erkennen. Daneben gibt es wirtschaftliche und finanzielle Gründe, die den zweckmäßig aufzuwendenden Anlagekosten bestimmte Grenzen ziehen. Im Hinblick auf die Rentabilität kann es wirtschaftlich vorteilhafter sein, für die Verkehrsbelastung nur die zunächst zu erwartenden Bedürfnisse zu berücksichtigen, auch wenn man weiß, daß die Anlage voraussichtlich nach einiger Zeit verstärkt oder umgebaut werden muß.

Die von Zeit zu Zeit ausgefertigten neuen Normalvorschriften für Brückenbauwerke zeigen eine fortschreitende Erhöhung der den Festigkeitsberechnungen zugrunde zu legenden beweglichen Lasten, besonders hinsichtlich der Fahrzeuge. Zwar wird die Einwirkung der vermehrten Verkehrslast einigermaßen durch die gleichzeitig zugelassenen höheren Materialbeanspruchungen ausgeglichen, aber meist nicht genügend im Vergleich zu den verhältnismäßig geringen Belastungen, die für den Bau der älteren Brücken maßgebend waren. Die Folge davon ist, daß die nach älteren, wesentlich geringeren Tragfähigkeitsansprüchen errichteten Brücken in der Regel nicht mit so schweren Fahrzeugen und so hohen Fahrgeschwindigkeiten befahren werden dürfen, wie sie die heutige Zeit fordert.

Bei den ältesten schwedischen Eisenbahnbrücken war für die erforderliche Tragfähigkeit gewöhnlich eine ziemlich niedrige, gleichmäßig verteilte Verkehrslast maßgebend, allerdings berücksichtigte man bei kleineren Brücken auch die direkte Einwirkung des Achsdrucks der damaligen Lokomotiven, nämlich 10 bis 11 t. Wie jene Belastungsanforderungen dann bei den Schwedischen Staatsbahnen nach und nach erhöht wurden, geht aus folgender Darstellung hervor.

Die Normalvorschriften beziehen sich zwar in erster Reihe auf Neuanlagen, aber auch bei bereits fertigen Verkehrswegen können die Anforderungen des Verkehrs natürlich nicht unberücksichtigt bleiben. Das Verstärken oder Umbauen von Brücken ist jedoch in der Regel mit erheblichen Kosten verknüpft, und aus unabweislichen Sparsamkeitsrücksichten suchte man solche Maßnahmen tunlichst hinauszuschieben. In gewissem Ausmaß war dies wirklich möglich, u. a. dadurch, daß man in einzelnen Fällen den schwereren Verkehr auf geeignete Strecken umleitete; aber dies durfte natürlich nicht

hindern, daß eine allmähliche Anpassung älterer Brücken an die neuen Tragfähigkeitsforderungen stattfand und in dem Zeitmaß weitergeführt wird, wie die Verhältnisse es verlangen.

Bei den Schwedischen Staatsbahnen findet eine solche systematische Anpassung an die erhöhten Zugbelastungen schon seit dem Beginn der neunziger Jahre statt. Damals wurde die Tragfähigkeit der Brücken entsprechend dem Lastenzug des Jahres 1891 — bis zu drei dreiachsige Lokomotiven mit einem Druck von 14 t je Achse nebst zugehörigen Tendern — als geeignete Norm aufgestellt. Seit Beginn des Jahres 1900 wurde dann vorausgesetzt, daß abgesehen von einigen Nebenstrecken und den Erzförderbahnen — für die die damaligen Lastenzüge mit 14, einzeln 20 t Lokomotivachsdruck zugrunde gelegt wurden — in der Regel ein Lastenzug mit 18 t Lokomotivachsdruck als Maß für die Tragfähigkeit gelten sollte, weshalb vorher ausgeführte Verstärkungen und Erneuerungen von Brücken nicht immer ausreichten und an vielen Orten nochmalige Verstärkungen oder Neubauten vorgenommen werden mußten. Der ideelle Lastenzug des Jahres 1891 mit 14 t Lokomotivachsdruck bedeutete in Wirklichkeit eine erheblich geringere Zugbelastung als der 14 t-Zug des Jahres 1900 und auch eine geringere als die nach 1891 hinzugekommenen Lokomotiven mit etwa 14 t Achsdruck, was von Unterschieden

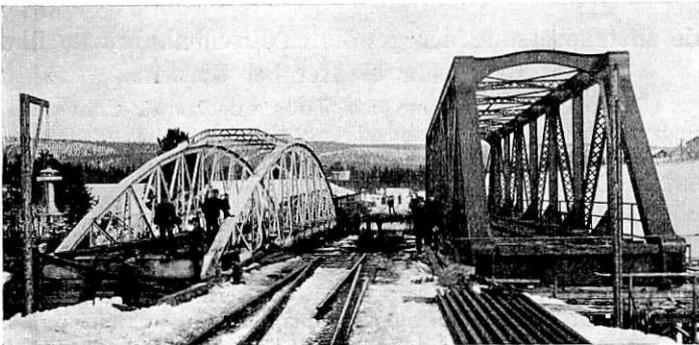


Abb. 1. Moälv-Brücke auf der Strecke Mellansel—Gottne. Erbaut im Jahre 1890 für etwa 12,6 t Lokomotivachsdruck. Im Jahre 1912 wurde ein neuer eiserner Überbau für 18 t Lokomotivachsdruck eingelegt.

der Achszahl und des Achsabstandes abhängt. Die Strecken, deren Brücken für den Lastenzug des Jahres 1891 berechnet waren, mußten deshalb und wegen der vorgeschriebenen vermehrten Rücksichtnahme auf zusätzliche Einwirkungen des Zugverkehrs, wie Stoßzuschlag, später mit geringerer Tragfähigkeit als 14 t Achsdruck bezeichnet werden, nämlich nur 12,6 t, ungefähr entsprechend der im Jahre 1907 eingeführten Lokomotive Lit. E.

Auf manchen Strecken mit Brücken von großer Länge begnügte man sich aus Sparsamkeitsgründen vorläufig mit Verstärkungsmaßnahmen nur für den in nächster Zeit zu erwartenden Verkehrsbedarf, in der Regel für Lokomotiven mit etwa 16 t Achsdruck, aber bei weniger verkehrsreichen Strecken nur so, daß die Brücken mit Lokomotiven von etwa 12,6 t Achsdruck befahren werden konnten.

Zur Verringerung der Verstärkungskosten wurde ferner für einzelne Brücken bestimmter Strecken eine geringere Fahrgeschwindigkeit festgesetzt als die gewöhnliche, so daß ein sonst notwendig gewordener Brückenaustausch oder vollständiger Brückenumbau vorläufig unterbleiben konnte.

Es sei hier betont, daß die für die oben angeführten Dampflokomotiven mit etwa 16 t Achsdruck berechneten Brücken, die sich in wirklich gutem Zustand befinden, gewöhnlich auch von elektrischen Lokomotiven mit 17 t Achsdruck befahren werden können, denn diese haben einen größeren

Achsabstand, und man darf außerdem annehmen, daß sie eine geringere Stoßwirkung ausüben als jene Dampflokomotiven.

Jedoch sind keineswegs immer die Lokomotiven allein maßgebend für die Höhe der Tragfähigkeitsanforderungen, vielmehr kann auch das Gewicht der Wagen eine bedeutende Rolle spielen. Früher waren die Wagenachsdrücke verhältnismäßig gering, aber auch hierin hat die Weiterentwicklung Veränderungen mit sich gebracht. Ganz allgemein kommen jetzt Großgüterwagen mit bis zu 14 oder 16 t Achsdruck und außerdem Sonderbeförderungswagen mit einem Achsdruck bis zu 18 t vor, und von diesen Wagen haben manche sehr geringe Achsabstände.

Die Maßnahmen, um wegen gesteigerter Belastung durch den Zugverkehr die Tragfähigkeit der älteren Brücken zu erhöhen, betrafen vor allem den eisernen Überbau. In überwiegendem Maße, besonders nach 1900, als Lastenzüge mit 18 t Lokomotivachsdruck als Norm vorausgesetzt wurden, mußte diese Anpassung in vollständigem Austausch gesucht werden. Bei den meisten älteren Brücken erwies sich nämlich die direkte Verstärkung durch Änderungen und Anbringen zusätzlicher Verstärkungsteile als unbefriedigend, teils weil die neuen Belastungen so wesentlich höher waren als die dem Bau der Brücken zugrunde gelegten, teils weil in vielen Fällen bauliche

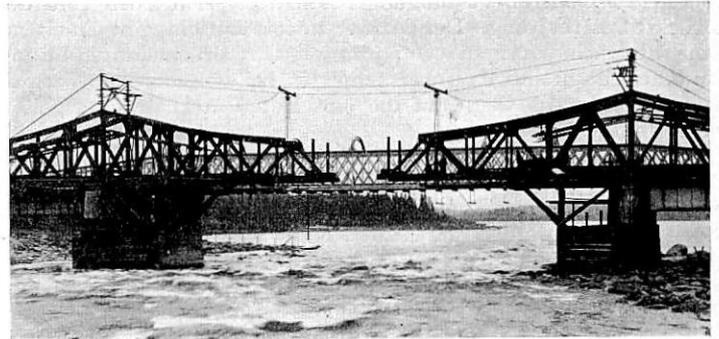


Abb. 2. Ljusnan-Brücke bei Edänge. Die alte, im Hintergrund sichtbare Brücke wurde 1880 erbaut und 1901 für etwa 12,6 t Lokomotivachsdruck verstärkt. Im Jahre 1915 wurde die Brücke für 18 t Lokomotivachsdruck umgebaut.

Schwächen vorhanden waren, die sich schwerlich unmittelbar beseitigen ließen. Außerdem ist zu bemerken, daß das Anbringen von Verstärkungsteilen, zumal wenn man sich nicht wie bei kleineren Trägerbrücken mit der Vermehrung der Trägeranzahl begnügen konnte, verhältnismäßig hohe Kosten je Tonne bedingt, so daß sich eine derartige Verstärkung häufig ebenso teuer gestellt hätte wie ein neuer Überbau, der jedoch wegen seiner größeren Dauerhaftigkeit höheren Wert hat als der direkt verstärkte alte Überbau.

Die obenstehenden Abbildungen mögen einen Begriff von der wesentlich kräftigeren Ausbildung geben, wie sie für Brückenüberbauten erforderlich ist, die unsere heutigen schweren Zugbelastungen auszuhalten haben, verglichen mit früher ausgeführten Brücken.

Verstärkungs- oder Umbaumaßnahmen als unmittelbare Folge der gesteigerten Zugbelastung betrafen dagegen nicht so häufig die verhältnismäßig wenigen Eisenbahnbrücken aus Mauerwerk oder das Brückenmauerwerk überhaupt, weil solche ja, falls sie gut ausgeführt sind, wenigstens für eine mäßige Erhöhung der Last ziemlich unempfindlich sind. Hierbei sei erwähnt, daß Mauerwerk für Brücken der Schwedischen Staatsbahnen schon lange für Lastenzüge mit 20 t Lokomotivachsdruck berechnet zu werden pflegte, auch wenn die Strecke zunächst für wesentlich leichteren Verkehr bestimmt ist; denn die durch den stärkeren Bau verursachten, oft recht geringfügigen Mehrkosten werden durch den Vorteil ausgeglichen,

daß man bei etwa notwendiger Erhöhung der Zugbelastung teure und vielleicht nur durch vollständigen Umbau ausführbare Verstärkungen vermeidet.

Wie weiter oben angeführt wurde, verursachen jedoch die Naturkräfte bisweilen am Brückenmauerwerk so beträchtliche Schäden, daß eine Verstärkung unabweislich ist. Dies gilt besonders für ältere Brücken, und die Maßnahmen werden oft noch dringlicher durch die Zunahme der Verkehrslast auf der betreffenden Strecke.

An Bauwerken aus Beton war eine befriedigende Verstärkung schwer zu erreichen, bevor die Zementeinpressungs- und Betonspritzverfahren in Aufnahme kamen, was bei den Schwedischen Staatsbahnen im Jahre 1925 geschah. Auch bei der Verstärkung älteren Granitmauerwerks leisteten diese Verfahren gute Dienste und sie werden noch jetzt weitgehend

angewandt. Sie verdrängten jedoch nicht vollkommen die bedeutend älteren Verfahren wie Ummauerung in größerem oder geringerem Umfang, Einfüllen von Zementmörtel in offene Fugen oder Hohlräume sowie wirksame Entwässerung.

Zum Schluß sei erwähnt, daß von den etwa 1900 Brücken der Schwedischen Staatsbahnen schon ungefähr 970 direkt verstärkt, ausgetauscht oder vollständig umgebaut worden sind und daß außerdem noch weit über hundert ältere Brücken, darunter viele von beträchtlicher Größe, in dem Zeitmaß und der Reihenfolge, wie es die Umstände, unter anderem die fortschreitende Einführung des elektrischen Bahnbetriebes, erfordern, auf ähnliche Weise zu verbessern sind, damit die betreffenden Strecken in bezug auf die Tragfähigkeit ihrer Brücken den jetzt vorauszu sehenden Verkehrsansprüchen Genüge leisten.

Bericht

der Internationalen Eisenbahn-Kongreß-Vereinigung über Unterhaltungsarbeiten an stählernen Eisenbahnbrücken.

Die im vergangenen Jahr abgehaltene Tagung der Internat. Eisenbahn-Kongreß-Vereinigung beschäftigte sich auch mit der Brückenunterhaltung. Der dazu erstattete Bericht gibt einleitend eine Übersicht über die Organisation der Brückenunterhaltung und die fristenmäßigen Untersuchungen bei den einzelnen Verwaltungen und geht dann auf die einzelnen Unterhaltungsarbeiten selbst ein.

Die Anstricherneuerung wird bei einem Zeitraum von im Mittel fünf bis sechs Jahren zwischen zwei Erneuerungen, bei den meisten Verwaltungen durch Anstrich von Hand durchgeführt. Spritzpistolen werden zur Aufbringung der Farbdecke im allgemeinen nur versuchsweise angewandt. Die Farbverluste erscheinen beim Spritzverfahren, insbesondere bei Gitterträgern und bei Wind zu groß, die Haftfestigkeit der Farbschicht in feuchten Ecken und Winkeln nicht gewährleistet. Als Anstrichmaterial wird von den berichtenden Verwaltungen in der Regel Eisen- oder Bleimennige, Bleiweiß, Zinkweiß, Graphit, Eisenglimmer, Aluminiumpulver oder ein Spezialanstrichstoff zur Rostverhütung angegeben. Auch reine Teeranstriche werden bei einer Kolonialbahn verwandt.

Von der elektrischen Schweißung wird bei Wiederherstellungsarbeiten durchweg Gebrauch gemacht. Auch die Verstärkung stählerner Überbauten erfolgt vielfach mit Hilfe der elektrischen Schweißung.

Besondere Bedeutung wird dem Schutz stählerner Bauglieder gegen Rauchgase beigemessen. Neben den üblichen Schutztafeln aus Holz, Blech oder Asbestplatten werden auch Schutzbleche aus nichtoxydierendem Stahl angewandt. Versuche, die Bauteile durch Spritzzement gegen die Rauchgase zu schützen, haben wegen Rissebildung und zu geringer Haftfestigkeit nicht befriedigt. Sehr gute Erfahrungen haben französische Verwaltungen mit einem Verfahren gemacht, bei dem muldenförmige, armierte Betonkörper unter Zwischenlage von Zementmörtel mit Schraubzwingen an die Unterseite der stählernen Bauteile gepreßt werden. Nach dem Abbinden des Mörtels werden die Fugen ausgefüllt und die Seitenflächen des Brückenträgers mit fettem Zementmörtel bestrichen. Die Eisenarmierung der Muldenstücke muß dabei gut mit den Brückenteilen verbunden werden. Im Metallspritzverfahren auf-

gebrachte dünne Metallschichten zeigten bei einer Versuchsausführung zu geringes Haftvermögen und erwiesen sich daher als ungeeignet. Auch die vollkommen glatte Verkleidung der Unterseiten stählerner Brücken mit Betonformstücken wird bei französischen Verwaltungen mit Erfolg angewandt. Därr.

Die Instandsetzung der gewölbten Eisenbahnbrücke über das Beuthener Wasser bei Gleiwitz.

Über die Verwendung des Joostenschen Bodenverfestigungsverfahrens bei Instandsetzung einer gewölbten massiven Eisenbahnbrücke berichtet in der „Bautechnik“ des Jahrgangs 1937 Dr. Ing. Roloff, Hamburg.

Bei der genannten Brücke traten im Gewölbe beider Öffnungen unter der einen Stirnmauer Risse auf, die eine Instandsetzung unbedingt erforderlich machten. Die Stirnmauer und die abgeplatzten Gewölberinge waren zu erneuern und der Gewölberücken dieser Brückenhälfte neu zu dichten. Da der Betrieb nicht gestört werden durfte, mußte unter Hilfsbrücken gearbeitet werden. Bei der Freilegung der Gewölbe von oben ergab sich, daß die in den Bestandsplänen eingezeichnete Magerbetonüberdeckung der Gewölbe in Wirklichkeit aus abwechselnden Schichten von Magerbeton und Kiesgeröll mit Sand und Ziegelbrocken bestand. Dadurch erschien die Standfestigkeit des mittleren Auflagers der Hilfsbrücken, das auf diese Gewölbeüberdeckung über dem Gewölbezwickel aufgesetzt war, gefährdet. Eine sofortige Sicherung dieses Auflagers mußte durchgeführt werden. Es wurde eine Verfestigung der Gewölbeüberdeckung unter diesem Hilfsbrückenaufleger durch Einpressen von Zement und für die dichter gelagerten Stoffe wie Sand und Kies, nach dem Joostenschen Verfestigungsverfahren gewählt. Das Ergebnis war zufriedenstellend. Die größeren Hohlräume waren von der Zementeinpressung erfaßt worden, nicht jedoch Kiessand und Kiesgeröll. In dies wurden nun die Joostensche Lösungen eingepreßt. Sie durchdrangen die feinsten Zwischenräume und verfestigten den Sand zu Sandstein. Weich waren die Massen lediglich dort geblieben, wo zusammenhängende Sandmassen von den Lösungen durchflutet worden waren. Die Ursache hierfür konnte nicht festgestellt werden. Die Einpressungen erfolgten mit einem Druck von maximal 25 at. Nach dieser Sicherung konnte die Erneuerung der Stirnmauer und der Gewölbeüberdeckung und ihrer Abdeckung wie geplant durchgeführt werden. Därr.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.