

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

~~1846~~

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297159

x
573

Brücken aus Holz

Von

Professor **Gottfried Koll**

Oberlehrer an der Königlichen Baugewerkschule
zu Münster i. W.

2879
Mit 176 Abbildungen im Text



128927

Hannover

Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung

1908

5.58
89



I-301714

Alle Rechte vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~11846~~

Altenburg
Piersche Hofbuchdruckerei
Stephan Geibel & Co.

Akc. Nr.

~~3580149~~

V o r w o r t.

Das folgende Werkchen behandelt die Brücken aus Holz, und zwar in einem Umfange und Gewande, das der Fassungskraft eines mittleren Technikers entspricht. Es will also die höheren Ansprüche an den Brückenbau nicht berücksichtigen und nur das erwähnen, was zur Herstellung einfacher Brücken erforderlich ist, die Einzelheiten aller derartigen und hauptsächlich der noch jetzt ausgeführten Bauwerke besprechen und erklären und Skizzen liefern, die das Verständnis erleichtern und zu einer Anwendung des Vorgebrachten anregen sollen.

Die Skizzen sind durchweg maßstäblich gezeichnet. Wenn ein Maßstab nicht beigegeben ist, so sind doch meist entweder einzelne größere Maße eingetragen, um das Verhältnis der anderen Teile anzugeben, oder die Stärken der Einzelteile sind eingeschrieben. Zugleich wird darauf hingewiesen, daß nicht einzelne Maße aus einer Zeichnung herausgegriffen werden dürfen, sondern daß jedes einzelne Maß einer besonderen Erwägung bzw. Berechnung bedarf und nur mit Vorsicht und Überlegung bestimmt werden soll. Die Herkunft der Skizzen bezüglich Ort und Autor ist nicht angegeben, weil dies der Standpunkt des Werkes nicht erforderte.

Eine Beziehung auf die der Bearbeitung zugrunde gelegten Werke im Texte wurde vom Verlage nicht gewünscht. Daher wird hier auf die nachstehend aufgeführten Quellenwerke verwiesen.

Der folgenden Darstellung liegt der Vortrag für Brückenbau an der Tiefbauschule zu Münster i. W. zugrunde, der, soweit mir bekannt ist, durch die Kollegen André, Behrens, Kochenrath und durch mich bearbeitet wurde, und dessen Verständlichkeit erprobt ist. Mit den beigegebenen Berechnungen von Holzbrücken dürfte ein Hinweis gegeben sein, der von den Ungeübten, aber doch mit den statischen Grundlagen Vertrauten gern entgegengenommen werden wird. Auch die kurze Anführung eines Kostenanschlages und einer Massenberechnung dürfte willkommen sein.

Vielfach wurden Zeichnungen ausgeführter Bauwerke der Eisenbahnverwaltungen und der Wasserbauinspektionen, die noch nicht veröffentlicht, aber mir zugänglich waren, für die Skizzen verwendet.

Münster i. W., im September 1907.

Gottfried Koll.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Geschichtlicher Überblick über die Holzbrücken . . .	7
Allgemeines über Brücken	10
Brücken aus Holz	18
Hauptteile, Material, Dauer, Unterhaltung, Ver- wendung	18
I. Straßen- und Wegebrücken	20
1. Der Überbau	20
A. Das Tragwerk	21
Einzelne Balken	21
Verstärkte Balken	23
Verdübelte Träger	27
Sprengwerke	31
Hängewerke	35
Hänge-Sprengwerke	40
Armierte Balken	42
Fachwerke	43
B. Auflagerung	46
C. Fahrbahn, Fußwege und Geländer	51
D. Querverbindungen	59
E. Schutzvorrichtungen	61
2. Die Unterstützung des Tragwerks	62
3. Der Anschluß an die Böschungen	72
II. Hilfsbrücken	73
III. Eisenbahnbrücken	76
IV. Gerüstbrücken	82
V. Bewegliche Brücken	86
VI. Ausführung des Entwurfs und der Brücke	86
VII. Berechnungen	90
a) Allgemeines	90
b) Straßenbrücken	95
c) Eisenbahnbrücken	130
VIII. Kostenanschlag	141
IX. Massenberechnung	146

Gebrauchte Werke.

- Handbuch der Ingenieurwissenschaften. II. Band:
Der Brückenbau. I. Abteilung. Leipzig. 1888.
- R. Ludwig, Wegbrücken in Stein, Eisen und Holz. 2. Aufl.
Leipzig. 1888.
- Prof. Richard Krüger, Leitfaden des Brückenbaues.
Leipzig. 1905.
- C. Schmid, Technische Studienhefte. Heft 3: Holzbalkenbrücken. Stuttgart. 1904.
- Entwürfe von Notbrücken zur Verwendung auf den Preußischen Staatseisenbahnen. Berlin. 1895.
- Prof. F. Heinzerling, Die Brücken der Gegenwart. III. Abteilung: Hölzerne Brücken. 2. Aufl. Berlin. 1891.
- C. M. Bauernfeinds, Vorlegeblätter zur Brückenbaukunde. 2. Aufl. Stuttgart. 1872.
- Dr. E. Winkler, Theorie der Brücken. 1. Heft. 3. Aufl. Wien. 1886.
- Deutsches Bauhandbuch. Band III. Berlin. 1879.
- A. v. Kaven, Der Wegebau. 2. Aufl. Hannover. 1870.
- Disposition von Brücken und praktische Details. Aachen. 1874/75.
- Vorschriften für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Überbau auf den Preußischen Staatsbahnen. Berlin. 1903.
- Handbuch der Baukunde. III. Abteilung: Baukunde des Ingenieurs. 4. Heft: Brückenbau. Berlin. 1892.
- Das Oberbaubuch der Preußischen Staatseisenbahnen. Ausgabe 1902.
- M. Struckel, Der Brückenbau. I. Teil. Helsingfors und Leipzig. 1900.
- Des Ingenieurs Taschenbuch „Hütte“. II. Abteilung. Ernst & Korn, Berlin. 1899,
und andere Bücher und Zeitschriften.
-

Geschichtlicher Überblick über die Holzbrücken.

Schon in frühester Zeit wurde das Holz, als häufig und fast allenthalben vorkommender Baustoff, zum Brückenbau verwendet. Die ursprünglichste Form der Brücke war wohl die, daß umgehauene Bäume mit Knüppeln oder Brettern überdeckt, oder daß Steinplatten über einen Graben oder Bachlauf gelegt wurden und so eine einfache Überschreitung des Hindernisses erreicht ward. Bei größeren Wasserläufen diente zuerst ein Baumstamm als Schiff, dem später Fähren und Schiffsbrücken folgten.

Die verhältnismäßig geringe Dauer der Holzbrücken mag bewirkt haben, daß nur wenige Beispiele dieser Bauweise aus dem Altertume bekannt sind.

Herodot erwähnt eine Euphratbrücke bei Babylon, mit Öffnungen von 3 m Weite, aus beschlagenen Baumstämmen, die in einer Breite von etwa 7 m auf Steinpfeilern mit dreieckig-rechtwinkligen Vorköpfen ruhte.

Livius und andere führen den *pons sublicius* über die Tiber an, der im Jahre 625 v. Chr. unter Ancus Martius erbaut und durch die Verteidigung des Horatius Cocles berühmt geworden ist.

Julius Cäsar erwähnt die Erbauung einer Jochbrücke über den Rhein im Jahre 59 v. Chr., die er auf einem seiner Züge gegen die Gallier in zehn Tagen zur Ausführung brachte.

Auf der Trajanssäule ist eine Bogensprenggewerksbrücke, die im Jahre 104 n. Chr. über die Donau geschlagen wurde, dargestellt.

Die verwendeten Spannweiten waren naturgemäß geringe.

Auch aus dem Mittelalter sind nur wenige Beispiele von Balken- und Sprenggewerksbrücken bekannt, so die unter Karl dem Großen bei Mainz errichtete Rheinbrücke. Bis in die neuere Zeit zeigten sich wenig neue Gedanken und nur einige Vorschläge zur weiteren Ausbildung der Systeme, die aber nicht zur Ausführung gelangten. Die angewendeten Spannweiten in den beiden genannten Systemen gehen nicht über 33 m hinaus.

Erst der wachsende Verkehr, die Vervollkommnung der Zimmerkunst und die Anlage von Schiffahrtskanälen bewirkte, wenn auch keine weitere Ausbildung, so doch die rege Anwendung der gebräuchlichen Systeme und die Zunahme der Spannweiten. Bei der Schaffhausener Rheinbrücke wurden zwei Öffnungen von 52 und 59 m Spannweite ausgeführt, während die Brücke über die Limmat bei Wettingen eine Spannweite von fast 120 m zeigt, die größte, die bislang in Holz ausgeführt ist (18. Jahrhundert).

Zu Ende des 18. Jahrhunderts beginnt dann ein ernstes Bestreben, neue Systeme und eigenartige Ausführungen zu ersinnen. Die seit 1829 erbauten Eisenbahnen beförderten die Anlage von Holzbrücken. Besonders in holzreichen Ländern, wie Nordamerika, wurden die verschiedensten Systeme zur Anwendung gebracht. Manche der zutage geförderten Ideen erlebten zwar nur eine oder wenige Ausführungen, weil sich bald herausstellte, daß ihr Wert für die Praxis nur ein geringer war. Andere aber zeigten, daß ihre Verwendung sich empfahl.

Dem sprungweisen Entwicklungsgange zu folgen, lohnt sich nicht. Es sollen nur bekannter gewordene Erbauer verzeichnet und die verwendeten Systeme im allgemeinen hier erwähnt werden:

Ritter und Pechmann führten Bogenhängebrücken aus,

Wiebeking Bogensprengwerke und Bogenbrücken aus flach aufeinandergelegten Holzbohlen (Emy),

Funk Bogenbrücken aus hochkantigen Holzbohlen (de l'Orme),

Laves die nach ihm benannten Linsenträger,

Etzels Sprengwerks- und Hängewerksbrücken.

In den Vereinigten Staaten wurden von Burr versteifte Bogen-, Hänge- und Sprengwerke, von Long und Howe Fachwerkbrücken, von Town Gitterbrücken, von Brown Bogenfachwerkbrücken (bis 84 m Spannweite) ausgeführt.

Fachwerkbrücken in Howes Konstruktion sind allgemein bekannt geworden und bis etwa 75 m Spannweite angewandt.

Um die Theorie der Holzbrücken machten sich Culmann, Schwedler, Winkler, Heinzerling und andere verdient.

Durch die Technischen Vereinbarungen des „Vereins deutscher Eisenbahnen“ wurde um die Mitte des 19. Jahrhunderts bestimmt, daß für Eisenbahnbrücken Holz nicht mehr oder nur noch in Notfällen zu verwenden sei.

In Deutschland wurde den Holzbrücken seit dieser Zeit die Verwendung als definitive Eisenbahnbrücken ganz entzogen, während andere Länder, wo sich das Holz billig und häufig bietet, auch in diesem Zweige des Brückenbaues die Holzbrücken weiter benutzen.

Allgemeines über Brücken.

Ein jeder Verkehrsweg, der einen anderen in ungleicher Höhenlage kreuzt, verlangt eine Brücke, falls nicht eine Änderung der Höhenlagen eine Kreuzung in gleicher Höhe ermöglicht.

Für Holzbrücken kommt hauptsächlich die Überführung eines Weges über eine Bahn, einen Weg oder Wasserlauf in Betracht, da hölzerne Eisenbahnbrücken bei Hauptbahnen ausgeschlossen sind und Kanalbrücken in Holz kaum noch Verwendung finden. Bei Steinbrücken kann jeder Verkehrsweg bei seiner Kreuzung mit einem anderen eine Überbrückung herbeiführen. Man unterscheidet bei Steinbrücken Durchlässe, Wege- und Bahnunter- und -überführungen, Fluß-, Strom- und Talbrücken, Kanalbrücken und Wasserleitungsbrücken (siehe Band „Brücken aus Stein“ der Bibliothek der gesamten Technik).

Für die Gesamtanordnung der Brücken kommen folgende Gesichtspunkte in Frage:

Der Wasserspiegel und die Sohle eines Wasserlaufes oder die Höhe der zu kreuzenden Bahn liegt meist fest oder kann nur geringen Änderungen unterworfen werden. Nur in Ausnahmefällen wird wegen der damit verbundenen Arbeiten und Mißhelligkeiten eine Änderung des Wasserspiegels oder der Bahnhöhe oder gar eine Verlegung der Bahn- oder Kanallinie angewendet, zumal bei sachgemäßer Aufstellung des Entwurfes die Frage der Wegekrenzungen bereits berücksichtigt und durchgearbeitet sein wird.

Bei kleinen Wasserläufen kann eine Verlegung des Wasserweges auf die Höhenlage der Kreuzung, auf die Beschaffung besseren Baugrundes, auf be-

quemeres Arbeiten im Trocknen und auf die Achsenlage des Bauwerkes einwirken.

Die vorsichtige Bestimmung der Kanal-, Wasserlaufs- oder Wasserleitungsachse ist für die Anlage der zu erbauenden Brücken von wesentlichem Einfluß.

Die Wege können im allgemeinen weit größeren Abänderungen in Lage und Höhe unterzogen werden.

Die äußersten Grenzen dieser Verlegungen sind durch das größte zulässige Gefälle des Weges und den kleinsten Halbmesser, der für landesübliches Fuhrwerk erforderlich ist, festgelegt.

Von dem genügend großen Unterschiede der Höhenlagen hängt die Möglichkeit der Ausführung einer Brücke überhaupt ab, da die Bahn, die Fahrzeuge oder Personen oder die Schiffsgefäße ein gewisses Mindestmaß der Lichthöhe verlangen und auch die Konstruktion selbst eine bestimmte Höhe beansprucht.

Eine auskömmliche Höhenlage kann im Bedarfsfalle durch mehr oder weniger große Umführungen der Verkehrswege ermöglicht werden. Dabei werden nach Bedürfnis größere Rampen im Auftrage oder Abtrage auszuführen sein.

Manchmal wirken auch die Richtung des Verkehrsweges, landespolizeiliche Anforderungen, entfallende Erdarbeiten und deren Kosten auf die Anlage der Brücke bestimmend ein. Auch die Terrainbildung — tiefe Hohlwege verlangen Unterführungen —, die Art der Einschnitte — schmale Felseinschnitte sind leicht zu überbrücken —, die geforderte Übersichtlichkeit der Wege und der Bahn, die Lage der Brücke zu vorhandenen Häusern oder in der Nähe von Bahnhöfen, ferner die leichtere oder schwierigere Gewinnung der Bodenmassen wirken erleichternd oder erschwerend auf einen Entwurf.

Nach dem Verkehr, der zu ermitteln ist, richtet sich die Breite, die Richtung und die Neigung einer Brücke.

Bei geringem Verkehr wird etwa nur der der Fußgänger vermittelt, welcher mit Breiten von 2,0 bis 2,5 m bei Höhen von 2,5 m auskommt.

Die Fahrbahnbreite wird bei untergeordneten Fahrwegen nur für ein Fuhrwerk angelegt; hierfür genügen etwa 2,6 m Breite. Besondere Fußwege legt man nur dann an, wenn neben regem Fuhrverkehr ein beträchtlicher Fußgängerverkehr zu erwarten ist. Gemeindewege werden für zwei Fahrgleise mit zwischengelegtem Spielraume von 0,3 m und beiderseitigen Fußwegen, je 0,9 bis 1,25 m breit, ausgeführt. Die Fahrbahnbreite beträgt dabei mindestens 4,5 m. Landstraßen werden mindestens 7,5 m breit. In Städten werden die Straßen in voller Breite übergeführt.

Bei Bahnen ist das Normalprofil für die erforderliche Breite maßgebend.

Für alle Brücken ist die Richtung senkrecht zur Achse des gekreuzten Verkehrsweges die beste; diese Richtung oder eine ihr möglichst nahe liegende ist zu wählen. Bei jeder schrägen Kreuzung werden die Konstruktionen schwieriger, die Bauwerkslänge und die Stützweite werden größer und die Anschlüsse an die Widerlager und Böschungen werden verwickelter.

Manchmal treten diese Schwierigkeiten zurück, weil sich die schiefe Lage der Brücke für Höhenlage und Richtung oder aus anderen Gründen empfiehlt.

Durch die Art der Einführung des Verkehrsweges in die Brücke wird manchmal auch die Form des Anschlusses der Widerlager an die Böschungen bedingt. (Schräge Flügel bei Einmündung von Parallelwegen.)

Krümmungen der Wege sollen nicht auf das Bauwerk hinübergreifen, während Bahnen und Wasserläufe auch in Kurven unter- oder übergeführt werden können. Kleinste Halbmesser sind bei Kunststraßen 30 m, bei Wegen, auf denen Langholz gefahren wird, 20 m, bei Gemeindewegen 15 m, bei Wegen mit geringem Verkehr 6 m; bei Bahnen je nach ihrer Bedeutung 300 bis etwa 50 m. Bei schmalen Wegen soll in Krümmungen eine Erbreiterung an der nach außen gekrümmten Seite stattfinden, die sich aus dem Halbmesser des Weges r , der Wagenbreite b und der Wagenlänge l zu

$$x = \sqrt{\left(r + \frac{b}{2}\right)^2 + \frac{l^2}{2}} - \left(r + \frac{b}{2}\right)$$

ergibt. Für $r = 20$ m, $b = 2,2$ m, $l = 18$ m würde z. B.

$$x = \sqrt{(20 + 1,1)^2 + 9^2} - (20 + 1,1) = 1,84 \text{ m}$$

betragen müssen, damit Wegeinfassungen, Bäume u. dgl. nicht durch die Fuhrwerke angefahren werden. Zudem empfiehlt sich links und rechts noch ein weiterer Spielraum von 0,5 m, damit die Fahrzeuge nicht immer dieselbe Spur innezuhalten brauchen.

Neigung. Um die Brücken gleichmäßig oder symmetrisch zu belasten, legt man den Weg auf der Brücke meist wagerecht oder von der Mitte aus nach beiden Seiten hin gleichmäßig fallend. Die Lasten sollen, wenn irgend möglich, nur lotrecht wirken. Ein Gefälle zur Mitte des Bauwerkes hin wird der Entwässerung halber vermieden, wenn dabei auch eine günstigere Belastung einträte. Bei gleichmäßiger Steigung eines Weges ist die ungleichmäßige Belastung meist nur zu vermeiden, wenn man über der Brücke eine Wagerechte einschalten kann, die durch anschließende, steilere Rampen in das frühere Gefälle

wieder überzuführen ist. Bei Bahnen, Kanälen und Wasserleitungen ist das Längsprofil maßgebend.

Man vermeidet größere Steigungen für Wege als 1 : 20 auf Holzbrücken.

Die Brückenanlage hindert oft die bisherige Entwässerung der Straßen. Oft wird das Tagewasser durch Anlage von gepflasterten Rinnen u. dgl. dem unteren Verkehrswege zugeführt. Das Quergefälle der Brücke ist meist nach beiden Seiten hin angeordnet und wird durch die Art der Fahrbahn und das Längsgefälle des Weges beeinflusst. Bei schmalen, gekrümmten Wegen kann das Quergefälle auch einseitig zum Krümmungsmittelpunkte hin gelegt werden (zur Aufhebung der Zentrifugalkraft).

Eine unterzuführende Bahn kann die Gestaltung einer Brücke durch ihr Normalprofil, ihre Gleiszahl, ihre Krümmung und ihre Höhenlage beeinflussen. Soll ein Bauwerk später für zwei Gleise ausgebaut werden, so muß die Anlage von vornherein darauf gerichtet werden. Um eine Senkung des Brückenmauerwerks, ein Heben oder Verschieben der Gleise unschädlich zu machen, bleibt man vom Normalprofile am besten überall 10 cm entfernt. An den breitesten Stellen des Normalprofils verlangt die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für Kunstbauten bereits 20 cm Abstand von demselben. Die Lichtweite der Brücke muß in Krümmungen um den Stich des Bogens, der auf die Länge des Bauwerks entfällt, verbreitert werden, ferner um die aus der Überhöhung der äußeren Schiene sich ergebende Breite, welche die Schrägstellung des Normalprofils verlangt. Die geringste Höhe bestimmt sich aus der normalen Höhe vermehrt um das Maß aus der Schienenhebung. Auch die Steigung der Bahn verlangt eine Vermehrung der geringsten Höhe.

Die Lage der Widerlager, die Anordnung von Zwischenjochen und manchmal auch die Anordnung der Flügel hängt von der Neigung der Böschungen ab, ferner von der Breite und Tiefe der Bahngräben. Verlangt die Sparsamkeit die Anlage nur einer Brückenöffnung, so wird die Tiefe des Einschnittes und die ungestörte Durchführung der Bahngräben oft eine Anordnung von mehreren Öffnungen erfordern. Bei Bogen- und Sprengewerksbrücken wird man, um möglichst gleichen Schub auf die Mitteljoche zu erhalten, drei gleiche Öffnungen wählen, während sonst meist die Mittelöffnung die größte Weite aufweist. Die Bahngräben müssen entweder offen durchgeführt werden oder verdeckt als Durchlässe verschiedenster Art vor, in oder hinter den Widerlagern, in der einzigen Hauptöffnung oder durch die Seitenöffnungen, in gerader Linie oder abgebogen, bei gleichmäßig durchgeführten Böschungen oder bei steilerer Gestaltung derselben. Die Möglichkeit, vom Bauwerke aus nach beiden Richtungen hin den Bahngraben zu führen, tritt selten ein.

Ein Wasserlauf wirkt durch seine Breite und seine Wassermenge auf Anzahl, Weite und Höhe der Öffnungen eines Bauwerkes ein.

Nicht schiffbare Gewässer werden in Lichtweiten von 0,5 bis 2,5 m in sog. Durchlässen untergeführt. Holzdurchlässe werden sehr wenig, und zwar nur, wenn sie ständig unter Wasser liegen, verwendet.

Brücken über Schiffahrtskanäle richten sich in Breite und Höhe nach dem Normalquerschnitte des Kanals.

Bei Fluß- und Strombrücken richtet sich die Weite nach der vorhandenen oder zu erwartenden Schifffahrt. Stellenweise kommen Flöße von 60 m Breite vor. Zur Abführung des Hochwassers können Flutöffnungen erforderlich sein.

Bei Kanalbrücken ist eine Mindestbreite von der Breite eines Kanalschiffes und 0,5 m beiderseits nötig. Der gewöhnliche Querschnitt soll auf der Brücke möglichst beibehalten werden.

Fließt ein Bach neben einem Wege, so kann man für einen jeden ein besonderes Bauwerk anlegen, ein Bauwerk für beide zugleich übereinander erbauen oder beide in zwei oder mehreren Öffnungen einer Brücke durchführen.

Auch der höchste und tiefste Wasserstand, das Gefälle und die damit zusammenhängende Geschwindigkeit, der Eisgang und das mitgeführte Gerölle sind für die Art der Unterstützungen, die Fundierung, die Höhenlage und die Schutzvorkehrungen oftmals bestimmend.

Für die Gesamtdurchflußweite ergibt sich oft ein Anhalt durch die genügenden oder unpassenden Lichtweiten vorhandener Bauwerke.

Die Durchflußweite muß so groß sein, daß ein schädlicher Stau nicht entsteht, und daß die Geschwindigkeit des Wassers im Durchflußprofile nicht für die Flußsohle nachteilig wird. Man bestimmt die Wassermenge durch Multiplikation der gemessenen Wassergeschwindigkeit mit dem Querprofile oder aus dem Querprofile und dem Flußgefälle; auch benutzt man das Niederschlagsgebiet zu wenig zuverlässigen Berechnungen.

Außer den vorerwähnten Einflüssen, die Weg oder Bahn auf die Brückengestaltung ausüben, können auch die Anordnungen der Militärverwaltung bei Festungen oder Flußübergängen mit Rücksicht auf den militärischen Aufmarsch oder den Einfall des Feindes, die künstlerische Gestaltung der Brücke in verkehrsreicher, die Vernachlässigung des Äußeren bei wenig besuchter Gegend, die Art und das Herbei-

schaffen des Baustoffes und die Lage der Baustelle auf die Form und Art der Brücke einwirken.

Gegen die Ausführung von Holzbrücken spricht ihre nur kurze Haltbarkeit und die geringe Tragfähigkeit des Holzes, von der ihre Verwendung nur bei kleineren Stützweiten abhängt. Sie sind weniger geeignet, die Wasserabführung der Wege aufrechtzuerhalten. Ihr Anschluß an den angrenzenden Weg ist schwierig, da Holz und Erde zusammentreffen müssen. Die Fahrbahn legt sich nicht unmittelbar, wie bei gewölbten Brücken, sondern nur durch Zwischenkonstruktionen auf die Träger auf.

Für ihre Verwendung spricht ihr niedriger Baupreis, die rasche Ausführbarkeit, die Aufstellung durch Handwerker, die in jedem Orte zu finden sind, die leichte Auswechselbarkeit aller Brückenteile und der Umstand, daß sie in den meisten Fällen in der Zeit ihres Bestehens durch die Zinsen des Mehrkapitals für den Massivbau ihr Baukapital abtragen.

Empfehlenswert sind sie bei untergeordneten oder nur zeitweiligen Wegen, bei denen ein schwächerer Verkehr und daher eine geringe Abnutzung der Fahrbahn eintritt.

Brücken aus Holz.

Hauptteile. Die Holzbrücken bestehen entweder ganz aus Holz, oder nur der Überbau ist in Holz ausgeführt. Manchmal auch tragen hölzerne Joche einen eisernen Überbau, oder Holzjoche werden auf steinernem Unterbau errichtet.

Außer dem Überbau (A) (Abb. 1), der in die Tragbalken, die oft noch stützende Teile aufweisen,

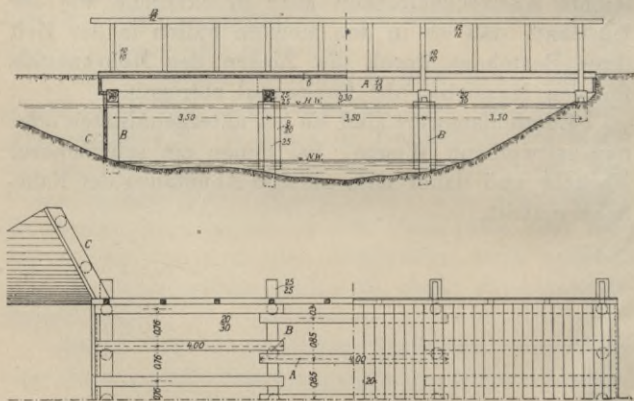


Abb. 1.

in die Fahrbahn und das Geländer zerfällt, unterscheidet man Joche (B) (Mittel- und Endjoche) bzw. Pfeiler und Flügel oder Bohlwände (C) zum Anschluß der Brücke an die Böschungen.

Baustoff. Zu Holzbrücken nimmt man Eichenholz oder, wenn dieses nicht zu erhalten ist oder zu teuer wird, Nadelholz, vorzüglich Kiefernholz. Buchenholz findet ab und zu in der Fahrbahn, Erlenholz in feuchtem Boden Verwendung.

Die Baumstämme können als Rundholz oder beschnitten bzw. zersägt als Kant- oder Schnittholz gebraucht werden. Nadelholz kann man bis zu 15 bis 20 m Länge haben; meistens wird es 8 bis 12 m lang geliefert. Eichenholz ist selten mehr als 7 m lang.

Dauer. Eine Holzbrücke dauert im Durchschnitt bei Eichenholz 30 bis 40 Jahre, bei Nadelholz 15 bis 20 Jahre. Durch gute Unterhaltung kann die Dauer einer Holzbrücke sogar verdoppelt werden. Bei rechtzeitigem Fällen von gutem, langsam gewachsenem Bauholze, bei richtiger Auswahl der Holzart, verständiger Beanspruchung und sachgemäßer Verbindung, wenn der Anstrich des Holzes erst nach völligem Austrocknen des Holzes vor sich geht, beim Schaffen allseitigen Luftzutrittes, beim Vermeiden der Zerstörung der Holzfaser durch das Eisenwerk ist auf längere Dauer des Holzes bestimmt zu rechnen. — Bohlenbelag hält je nach dem Verkehr etwa 1 bis 5 Jahre aus, in Städten jedoch höchstens 3 Jahre.

Unterhaltung. Soll das Holz vor Fäulnis bewahrt werden, so muß es möglichst vor Nässe behütet und dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft entzogen werden. Ersteres geschieht durch ordentliches Abdecken, letzteres durch vorheriges Auslaugen oder Tränken der Hölzer durch Zinkchlorid, Kreosot oder Sublimat. Holzbrücken sollten ständig bewacht, vor Feuer behütet, einer regelmäßigen Prüfung im Zeitraume von höchstens einem Jahre unterzogen werden, um etwaige Mängel und Schäden festzustellen und für geeigneten Schutz oder die Wiederherstellung sorgen

zu können. Besonders ist dabei das Holz auf seine Festigkeit zu untersuchen. Der Anstrich soll zu richtiger Zeit erneuert, Risse sollen verstopft, Schraubenmuttern angezogen, Eisenwerk soll vor Rost geschützt werden; Fahrbahnbohlen und Jochpfähle bzw. der Erneuerung bedürftige größere Teile an Jochen und Tragwerk müssen rechtzeitig ausgewechselt werden. Bei der Ergänzung des Bohlenbelags sollen alle noch brauchbaren Bohlen nebeneinander verlegt werden, ebenso die neuen. Entstehen bei der Verlegung Absätze, so sind diese abzuschrägen.

Neben unsicheren Balken sind Notbalken einzuziehen.

Alle Wassersäcke sollen bei Holzverbindungen vermieden werden; daher soll auch lotrechtes Verbolzen, wenn eben angängig, unterlassen werden. Der Wasserablauf ist möglichst zu beschleunigen.

Der Aufwand für die jährliche Unterhaltung beträgt im Durchschnitt $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{40}$ des Anlagekapitals.

Verwendung. Die Holzbrücken werden in Deutschland hauptsächlich zu Straßen- und Wegebrücken angewendet. Ferner ist das Holz das gegebene Material für Brücken, die nur vorläufig hergestellt werden sollen, für Gerüstbrücken, für Kriegs- und Notbrücken im Falle der Zerstörung einer Bahnlinie oder eines Weges durch den Feind oder durch höhere Gewalt, ferner in Parkanlagen, im Gebirge, für Neben- und Kleinbahnen, bei geringem Verkehr und bei schlechten Zufuhrwegen.

I. Straßen- und Wegebrücken.

1. Der Überbau.

Der Überbau besteht aus dem Tragwerk, dessen Auflagerung, der Fahrbahn nebst Fußweg und Geländer, den Querverbindungen und den Schutzvorrichtungen.

A. Das Tragwerk.

Als Tragwerk unterscheidet man: einzelne Balken, mehrfache Balken, verstärkte Balken, Hängewerke, Sprengwerke, Hänge-Sprengwerke und Fachwerke.

Einzelne Balken.

Träger aus einzelnen Balken können bis etwa 4,5 m, bei geringer Belastung auch noch bis 8 m verwendet werden.

Man nimmt quadratische oder runde bzw. waldkantige Querschnitte, wobei Rundholz entweder gar nicht, nur wenig an allen vier Seiten, oben und unten oder allein oben beschnitten ist, meist aber rechteckige Balken, bei denen sich die Breite zur Höhe wie $1 : \sqrt{2}$ oder rund wie $5 : 7$ verhält, da diese

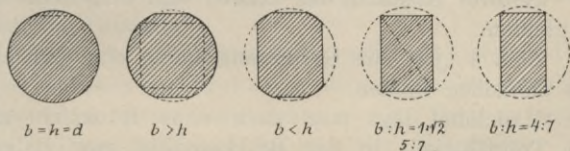


Abb. 2.

die größte Tragfähigkeit aufweisen. Die geringste Durchbiegung hat ein aus einem zylindrischen Baumstamm geschnittener Balken, wenn die Breite $= \frac{4}{7}$ der Höhe ist (Abb. 2).

Rundes und waldkantiges Holz verlangt weniger Arbeit bei größerer Tragfähigkeit, gewährt aber nicht so gute Verbindungen der Hölzer; der Wasserablauf wird gehemmt, der Anstrich verlangt viel Farbe und gibt einen schlechten Überzug, und etwaige Schäden am Holze sind weniger leicht zu erkennen; das Aussehen des Holzbaues wird unschön.

Daher wird Rundholz oder nur leicht beschlagenes Holz fast nur zu einstweiligen Bauten benutzt.

Die Balkenteilung wählt man möglichst gleich,

von 0,7 bis 1,5 m. Die bewegliche Last soll stets von mindestens zwei Trägern aufgenommen werden. Daher soll die Balkenteilung nicht über die Spurweite (1,5 m) hinausgehen.

Bei Fußwegen kann mit Rücksicht auf die geringere Belastung eine Vergrößerung des Balkenabstandes bzw. eine Verringerung des Querschnittes eintreten.

Von dieser Teilung hängt auch die Stärke des Bohlenbelages ab. Doch zeigen durchgeführte Berechnungen, daß der Holzverbrauch in allen Fällen beinahe derselbe bleibt, so daß man die Balkenentfernung am zweckmäßigsten derart wählt, daß sich eine passende Stärke des Belages ergibt.

Bei größerem Querschnitt der Längsträger ist ein weiterer Abstand der Balken und umgekehrt zu empfehlen.

Abb. 1 gibt die Gesamtanordnung einer Brücke mit einfachen Balken.

Manchmal legt man auch ohne Rücksicht auf die Tragfähigkeit in der Brückenmitte zwei Balken ziemlich nahe aneinander und stößt den Bohlenbelag in der Mitte, um die Auswechslung des Bohlenbelages für eine Hälfte herstellen zu können, während die andere Hälfte dem Verkehr überlassen bleibt.

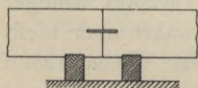


Abb. 3.

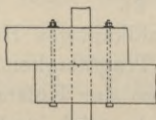


Abb. 4.

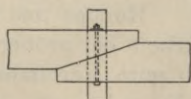


Abb. 5.

Die äußeren Balken sind Sonnenschein und Regen hauptsächlich ausgesetzt und verlangen daher manchmal einen besonderen Schutz.

Balkenstöße werden auf den Jochen vorgenommen. Die Anordnung des Stoßes kann wie in Abb. 1 er-

folgen oder stumpf geschehen (Abb. 3), oder dicht nebeneinander liegende, manchmal auch geschiftete Balken werden miteinander verbolzt (Abb. 4 u. 5). Die erste und letzte Art geben unregelmäßige Balkenteilungen und sind daher nicht zu empfehlen.

Verstärkte Balken.

Entsprechend wie die einfachen sind lose auf- oder nebeneinander gelegte Balken, die bis etwa 9 m verwendet werden können, zu behandeln. Eine Anwendung derselben empfiehlt sich nur dann, wenn die Tragfähigkeit der stärksten einfachen Balken überschritten ist und die Balken selbst möglichst wenig durch Bolzenlöcher, Dübeleinlagen u. dgl. geschwächt und später wieder benutzt werden sollen. Das Widerstandsmoment vermehrt sich nur mit der Zahl der Balken.

Man wird im obigen Falle zum Lose aufeinanderlegen der Balken schreiten, wenn das Nebeneinanderlegen nicht weiter ausgedehnt werden darf, da sonst eine ungleichmäßige Belastung der Tragbalken erfolgen würde.

Es ist nicht außer acht zu lassen, daß beim Aufeinanderlegen der Balken eine geringere Stabilität der Träger bewirkt und manchmal eine Absteifung nötig wird.

Bei allen Balkenbrücken soll das Hochwasser mindestens 30 cm unter Trägerunterkante bleiben (Abb. 1).

Die Verstärkung durch Kopfbänder ist bei Brücken selten, wenn nicht zugleich Sattelhölzer angewendet werden, da die Schwächung der Tragbalken zu groß wird. Kopfbänder werden meist unter 45° zur Wagerechten geneigt; ihr Fuß darf nicht vom Hochwasser erreicht und ihre Lage nicht das freizuhaltende Profil beeinträchtigen. Sie können mit Versatz

und Zapfen (Abb. 6) oder durch Verblattung (Abb. 7) angeschlossen werden. Die Anbringung der Kopfbänder geschieht entweder sofort, wenn die Träger

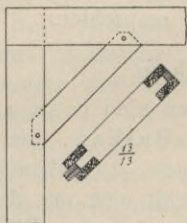


Abb. 6.

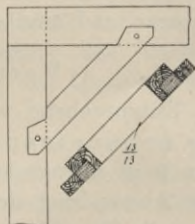


Abb. 7.

aufgelegt werden, oder sie werden nachträglich mit Jagzapfen eingejagt oder angeblattet.

Kopfbänder verringern die freie Stützweite und vermehren die Tragfähigkeit der Balken.

Sattelhölzer werden häufig zur Verstärkung der Tragbalken benutzt, da sie einen bequemen Stoß derselben erlauben, die Schwächung vermeiden und die Stützweite verringern. Durch den zu erreichenden Zusammenhang und die dadurch angebahnte Einspannung der Träger wird das größte Moment verkleinert; doch legt man der Sicherheit halber kein Gewicht auf diese Herabsetzung des größten Moments.

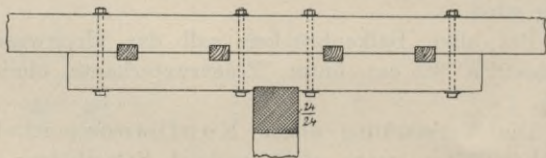


Abb. 8.

Die Sattelhölzer werden mit den Mauerlatten bzw. Holmen der Joche verkämmt (um 2,5 cm), erhalten bis 1,7 m Ausladung, wenn keine Kopfbänder vorhanden sind, werden selten durch Verdübeln mit den

Tragbalken verbunden (Abb. 8 u. 9), wobei die Dübel hauptsächlich an den Enden der Sättel anzubringen

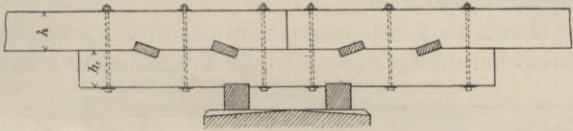


Abb. 9.

sind, und werden durch Schrauben von 0,06 bis 0,07 h Durchmesser zusammengehalten (h = Balkenhöhe).

Manchmal wird, um eine bessere Verteilung des Druckes zu erhalten, das Sattelholz breiter als der Balken gemacht, wobei eine gute Abführung des Wassers durch Abschrägung des Sattelholzes zu beachten ist.

Sattelhölzer sollen mindestens 15 cm über Hochwasser liegen.

Die Höhe h_1 der Sattelhölzer kann im Einzelfalle berechnet werden und wird nach der Art der An-

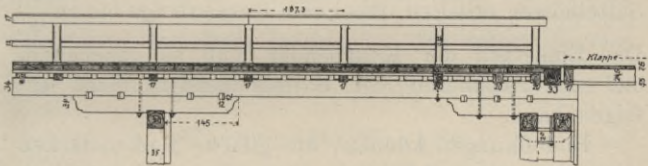


Abb. 10.

ordnung und dem verfolgten Zwecke größer oder geringer als die Höhe des Trägers h . Praktisch empfiehlt sich die Ausführung in mindestens derselben Höhe, die der Träger aufweist (30 bis 36 cm).

Über $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Spannweite reicht das Sattelholz selten hinaus (Abb. 10 bis 12).

Sattelhölzer mit Kopfbändern verwandeln den Tragbalken annähernd in einen Balken, der wagenrecht eingespannt ist. Dies würde vollkommen der

Fall sein, wenn die Kopfbänder sich nicht zusammendrücken und die Stützen, wogegen sie sich setzen, nicht ausweichen.

Durch die Einspannung wird das größte Biegemoment heruntergezogen und die Tragfähigkeit erhöht.

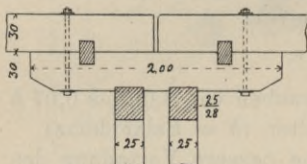


Abb. 11.

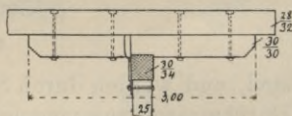


Abb. 12.

Balken und Sattelholz sind dabei durch Dübel und beiderseits mindestens zwei Schrauben (Abb. 8, 9 und 12) zu verbinden. Ein Nachtreiben der Dübel soll ohne Hebung der Trägerenden zu erreichen sein.

Kopfbänder verwendet man im allgemeinen dann, wenn die Sattelhölzer über 1,7 m ausladen. Die Sattelhölzer erhalten dabei eine Gesamtlänge bis zu $\frac{l}{4}$. Das Einsetzen der Kopfbänder muß so geschehen, daß ein Abscheren der Sattelholzenden nicht erfolgen kann.

Endöffnungen können, um gleiche Balkenstärken zu erreichen, um $\frac{l}{4}$ in der Spannweite verringert werden, doch kann auch hier Sattelholz mit Kopfband Anwendung finden (Abb. 13).

Meist werden Kopfbänder nur bei einfachen Sattelhölzern gebraucht. Die dadurch zu erzielende größere Spannweite beträgt 2 bis 3 m.

Kopfbänder sollen über Hochwasser in die Jochpfähle einsetzen.

Mehrfache Sattelhölzer gebraucht man nur dann, wenn das einfache Sattelholz zu große

Stärke erhielt oder ein Kopfband mit seinem unteren Ende ins Hochwasser reichen würde und daher nicht angebracht werden kann. Die oberen Hölzer werden etwas länger als die unteren. Die zu erreichende

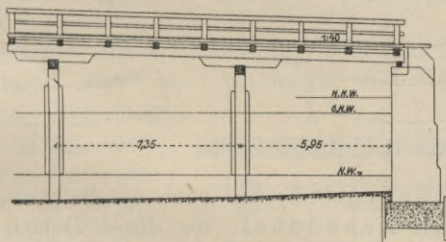


Abb. 13.

Querschnittsverringering ist unbedeutend. Dagegen wird eine Aussteifung durch Querhölzer bzw. Eisenstangen erforderlich.

Bei der Reichenbachbrücke über die Isar hat das obere Sattelholz eine Länge von 8,56 m, das untere von 6,08 m, bei einer Spannweite von 14,6 m. Das obere Sattelholz ladet $\frac{l}{3,41}$, das untere $\frac{l}{4,8}$ aus. Hier sind außerdem noch Kopfbänder angewandt.

Verdübelte Träger.

Zwei lose aufeinander gelegte Balken würden bei einer Auflagerung auf zwei Stützen sich unabhängig voneinander durchbiegen. Die oberen Fasern würden gedrückt, die unteren gezogen werden. Sollen zwei aufeinandergelegte Balken aber wie ein Balken durchbiegen, so muß die untere Faser des oberen Balkens abgehalten werden, sich zu verlängern, die obere des unteren Balkens verhindert werden, sich zu verkürzen.

Es entsteht ein Schub im Balkenzusammenstoß, der von der Mitte nach den Enden hin zunimmt, und um diesen Schub aufzunehmen, müssen Dübel ein-

gelegt werden (Abb. 14 u. 15). Dübel sind Holzstücke, ein- oder zweiteilig, aus Hartholz (meist Eichenholz) gehobelt, die in ihren schmalen Seitenflächen einen Anlauf von etwa 1:50 bis 1:200 aufweisen. Man unterscheidet wagerecht liegende

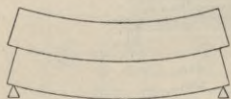


Abb. 14.

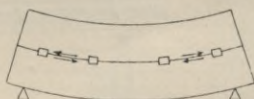


Abb. 15.

Querdübel (Abb. 8) und nach der Balkenmitte hin ansteigende Zahndübel, die durch Bolzen an die Träger gepreßt und am Verschieben und Umkanten gehindert werden (Abb. 9). Bei Querdübeln werden die Bolzen zwischen den Dübeln (Abb. 8 u. 16), bei den Zahndübeln meist durch die Dübel eingeschraubt

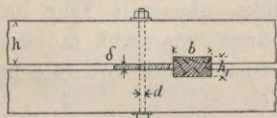


Abb. 16.

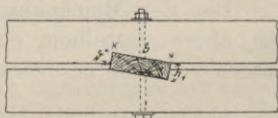


Abb. 17.

(Abb. 17). Abstand und Stärke der Dübel bestimmen sich aus der Bedingung, daß sie weder abgeschoren noch zerdrückt werden dürfen; außerdem soll auch das Stück des Balkens, welches zwischen zwei Dübeln liegt, der Abscherung widerstehen.

Die Berechnung ist im Einzelfalle leicht durchzuführen (siehe später).

Im allgemeinen nimmt man die Breite b der Dübel $= 0,8 h$ ($h =$ Balkenhöhe), die Höhe $h_1 = 0,3$ bis $0,5 h$, die Entfernung $= 1,5$ bis $2,5 h$, nach den Enden zu abnehmend. Bolzenstärke $d = \frac{b}{10}$ bis $\frac{b}{8}$ ($b =$ Balkenbreite).

Einfache Dübelbalken reichen für 8,5 bis 11,3 m Spannweite je nach dem Gewicht der Fahrzeuge aus.

Zwischen den Balken läßt man oft einen Zwischenraum δ von etwa $\frac{1}{10}$ der Balkenhöhe, der den Luftzutritt vermittelt und eine höhere Tragfähigkeit des Trägers bewirkt.

Nachteile dieser Anordnung sind die längeren Bolzen und daß ein Aufkanten der Dübel bei schwerer Belastung eher erfolgen kann.

In diesen Zwischenraum legt man Futterstücke, um ein Durchbiegen der Balken zwischen den Drähten zu vermeiden (Abb. 18). Durch die Futter zieht man die Schraubbolzen. Die Dübel werden dabei nur auf Abscherung beansprucht.

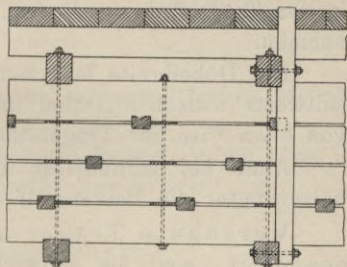


Abb. 18.

Ein Absplittern der Balken bei zu starkem Antreiben der Dübel wird vermieden.

Um dem Durchbiegen der Dübelbalken entgegenzutreten, gibt man ihm eine Sprengung um $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{200}$ der Balkenlänge. Zu diesem Zwecke zieht man die Enddübel durch die entsprechenden Bolzen fest an, biegt den Träger in die gewünschte Lage und zeichnet die mittleren Dübellöcher vor, die dann später einzuarbeiten sind. Nach dem Einlegen der Dübel werden die anderen Bolzen eingezogen. Die Dübelausschnitte der Balken sind nach dem Anzuge der Dübel zu bearbeiten.

Um die Schwächung eines Trägers durch mehrere Dübel in einem Querschnitte zu vermeiden, werden die Dübel bei mehreren Einzelbalken gegeneinander versetzt (Abb. 18).

Durch Erschütterungen lockern sich die Dübel leicht. Ein Festlegen der Dübel ist daher zu empfehlen und durch Nägel, die in die Seitenflächen nach richtigem Anziehen eingeschlagen werden, einfach auszuführen; ebenso die Entfernung der Nägel, wenn die Keile angezogen werden sollen.

Querdübel sind einfacher einzulegen und daher fast ausschließlich im Gebrauch, während die aus einem Stücke bestehenden Zahndübel, deren Fasern in der Trägerrichtung laufen, den Schub besser aufnehmen.

Die Dübelbreite läßt sich ermäßigen, wenn man seitwärts zwischen Dübel und Balken Blechstreifen von etwa $\frac{1}{100}$ der Trägerstärke legt.

Auch bei verdübelten Balken legt man Sattelhölzer unter die Balken auf die Mittelstützen.

Verzahnte Träger werden jetzt kaum mehr ausgeführt, weil sie schwieriger herzustellen sind, mehr Holz erfordern, da sich die Trägerhöhe um die Zahntiefe vermindert, und weil zum genauen Schlusse später meist doch noch Dübel eingesetzt werden müssen.

Laves'sche Träger sind gleichfalls veraltet. Aufgespaltene Balken werden an den Enden verbolzt und durch zwischengeschobene Klötze linsenförmig aufgespreizt.

Offene Balken oder Klötzelbalken sind meist runde oder waldkantige Balken, die durch Klötze oder Querschwellen in 1,5 bis 2 m Abstand, meist 1 bis 1,2 Balkenstärken hoch, getrennt und durch Bolzen oder Eisenbänder verbunden werden (Abb. 19).

Mit der Zahl der eingelegten Klötze verringert sich die Tragfähigkeit; doch die Herstellung wird einfacher.

Je höher die Klötze, desto schwächere Balken sind erforderlich; aber die Gefahr des Umkantens,

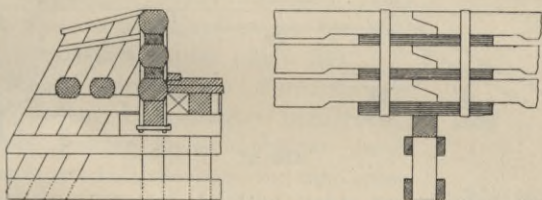


Abb. 19.

der durch Verstrebungen entgegengetreten werden muß, wächst.

Das Gewicht der offenen Balken ist um etwa $\frac{1}{5}$ geringer als das der verdübelten Träger.

Sprengwerke.

Zwei schräge Streben unterstützen den Balken und übertragen die Last direkt nach den Widerlagern.

Man unterscheidet einfache, doppelte und mehrfache Sprengwerke.

Erstere stützen den Balken direkt oder mittelst eines Unterzuges. Sie werden für Brücken wegen

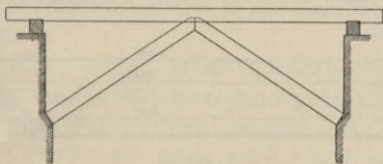


Abb. 20.

der Strebenlänge und -neigung kaum verwandt; auch die geforderte Konstruktionshöhe ist zu groß (Abb. 20).

Bei doppelten Sprengwerken setzen sich die Streben *s* gegen einen Spannriegel *sp*, der die Längs-

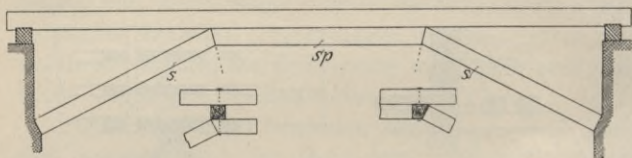


Abb. 21.

träger unmittelbar oder mittelst Unterzügen unterstützt (Abb. 21).

Diese und die mehrfachen Sprengwerke (Abb. 22 u. 23) kommen zur Anwendung, wenn die

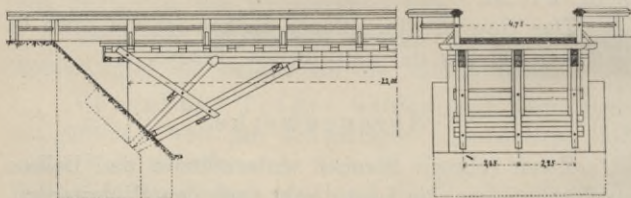


Abb. 22.

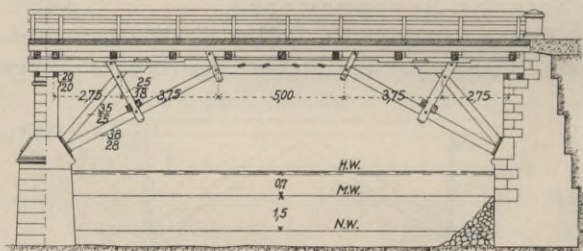


Abb. 23.

Konstruktionshöhe ausreichend vorhanden, die Widerlager dem Schube gewachsen und die Spannweiten nicht zu groß sind.

Das Hochwasser darf nicht an die Strebenfüße herankommen, die ohnehin vor Wasserzufluß geschützt und entwässert werden müssen. Das Loch des kurzen Zapfens im Strebenfüße wird aufgeschlitzt (Abb. 24).

Meist werden die Sprengwerke unter jedem Längsträger angebracht; seltener werden Zwischenträger durch Querträger oder Unterzüge von dem einen zum anderen Sprengwerk unterstützt.

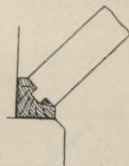


Abb. 24.

Die gleiche Beanspruchung der Tragbalkenfelder verlangt beim doppelten Sprengwerk eine Teilung

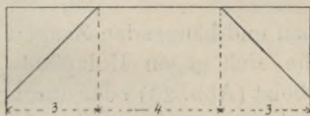


Abb. 25.

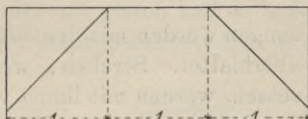


Abb. 26.

3 : 4 : 3 (Abb. 25), während die Teilung 1 : 1 : 1 (Abb. 26) die beste Ausnutzung der Streben ergibt.

Beim Sprengwerk wird die Tragkonstruktion durch die Fahrbahn vor Regen geschützt.

Unterzüge unter den Tragbalken sind möglichst zu vermeiden, da sie die Konstruktionshöhe vergrößern und schädliche Durchbiegungen in der Fahrbahn hervorrufen können.

Die Streben zeigen meist quadratischen Querschnitt, sollen unter 45° (am günstigsten) und nicht unter 25° zur Wagerechten geneigt sein, da der Strebenschub sonst zu groß wird, und sollen auf Quadern (Abb. 27) oder Gußplatten (Abb. 28 u. 22) oder bei provisorischen Brücken auf Mauerlatten aufsetzen (Abb. 24). Bei größerer Länge sind sie gegen Ausknicken und Ausheben am Kopf oder Fuß zu

sichern. Zangen, welche mit den Trägern verbolzt werden, fassen die Streben möglichst in der Mitte und unter rechtem Winkel (Abb. 22 u. 23). Quer-

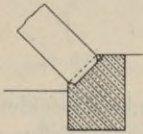


Abb. 27.

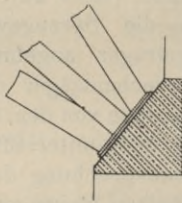


Abb. 28.

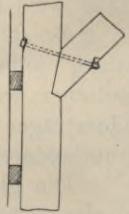


Abb. 29.

zangen werden mit den Streben und hängenden Zangen überblattet. Streben, welche sich gegen Holzpfähle setzen, werden mit ihnen verbolzt (Abb. 29) oder durch Gurthölzer gehalten, die eingekämmt und verschraubt

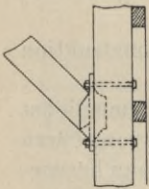


Abb. 30.

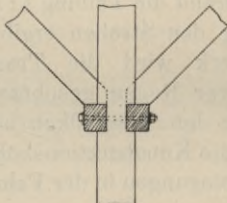


Abb. 31.

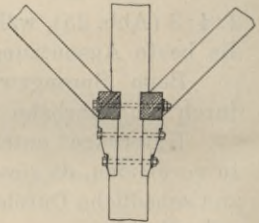


Abb. 32.

werden (Abb. 30 u. 31) oder auf verbolzten Knaggen aufrufen (Abb. 32).

Die Füße zweier Sprengwerke, die an Mittelpfeilern zusammentreffen, werden oft mit Zangen, die durch das Mauerwerk gelegt werden, zusammengefaßt. Die Strebenfüße zweier Sprengwerke werden überhaupt gerne verbunden.

Streben und Spannriegel werden stumpf gestoßen (in der Halbierungslinie der äußeren Kanten der Hölzer) und um Verschiebungen zu verhindern, wird in die

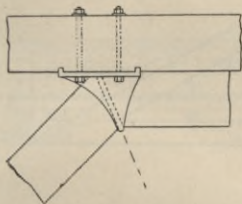


Abb. 33.

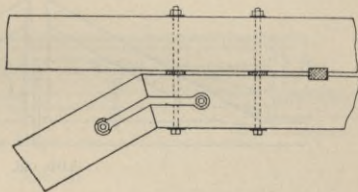


Abb. 34.

Stoßfuge eine Bleiplatte oder ein Blech mit Spitzen eingelegt, oder ein Gußschuh wird angewendet (Abb. 33).

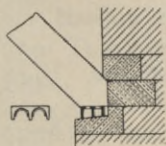


Abb. 35.

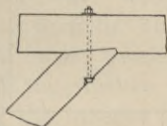


Abb. 36.

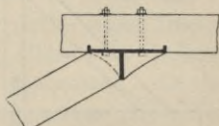


Abb. 37.

Weitere Verbindungen des Spannriegels mit dem Längsträger durch Dübel, der Strebenfüße und -köpfe sind in den Abb. 34 bis 37 dargestellt.

Hängewerke.

Weniger einfach ist die Kraftübertragung beim Hängewerk. Ein Balken wird an der Hängesäule (h) aufgehängt. Diese wird durch Streben (s) gestützt, und letztere übertragen dann die Last auf die Auflager. Ein einfaches Hängewerk zeigt Abb. 38. Werden die Hängesäulen durch Spannriegel (sp) auseinandergehalten, so erscheint mit zwei schwebenden Stützpunkten, aber verminderter Steifigkeit das

doppelte Hängewerk, das von beiden am meisten benutzt wird (Abb. 39). Die Vereinigung mehrerer

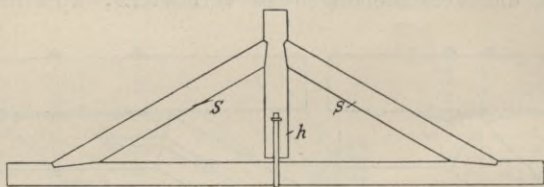


Abb. 38.

Hängewerke ist auch bei amerikanischen Holzbrücken oft gebraucht. Sie ermöglicht größere Spannweiten,

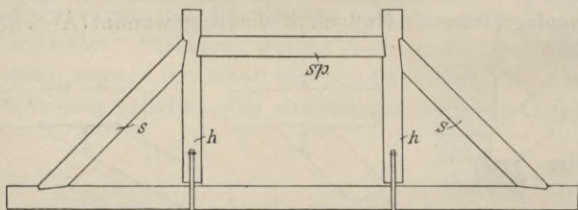


Abb. 39.

ist aber stark beweglich und erfordert Hängesäulen, die nachgespannt werden können (Abb. 40), oder schmiedeeiserne Diagonale im Mittelfelde.

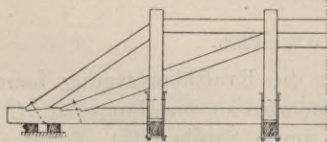


Abb. 40.

Hängewerke werden angewendet, wo zwischen Hochwasser oder Normalprofil und Fahrbahn wenig Raum vorhanden ist, bei ge-

ringen Wegbreiten, bei Spannweiten von 5 bis 7 m für einfache, von 6 bis 9 m für doppelte Hängewerke. Die Hängesäule wurde früher, allerdings bei größeren

Spannweiten, bis über 4 m hoch gewählt und dann durch Bedachung vor Regen geschützt. Neuerdings wählt man fast nur noch Hängesäulen in der Höhe der Brüstungen, bis etwa 1,5 m (Abb. 41), weil große

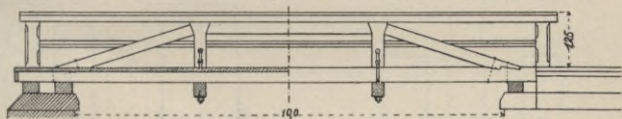


Abb. 41.

Spannweiten überhaupt nicht mehr in Holzkonstruktion ausgeführt werden. Querversteifungen der Hängewerke sind meist schwer oder gar nicht anzubringen. Bei einzelnen Brücken wurde auch noch in der Mitte ein Hängewerk angelegt, welches die Fahrbahn in zwei Teile trennte und die Firstpfette eines Daches trug. Am besten aber werden allein die äußeren Längsträger mit Hängewerken ausgestattet, die bei breiteren Brücken die inneren Längsträger mit einem oder mehreren Unterzügen zu stützen haben. Wegbreiten von 6 m erfordern schon stark armierte Unterzüge.

Weil die Widerlager bei Hängewerken nur senkrechten Druck erhalten, können sie bei geringen Dimensionen doch standfest sein.

Durch bewegte Last wird eine Hängesäule nach oben gezogen, soweit nicht das entfallende Eigengewicht der Brücke entgegenwirkt. Im Mittelfelde eingezogene Diagonalen lassen diesen Mißstand vermeiden, ergeben aber größeren Holzverbrauch und schwierige Überschneidungen und Verbindungen.

Die Hängesäule kann aus Holz oder Eisen bestehen. Einfache Holzsäulen tragen mit zwei Hängeeisen, die durch den Längsträger durchgehen,

den Unterzug mittelst untergelegter Platte (Abb. 42). Die Säule wird auch mit dem Längsträger überblattet und von dem doppelten Unterzug umfaßt, was aber wegen der Schwächung an stark beanspruchter Stelle kaum zu empfehlen ist. Doppelte Hängesäulen um-

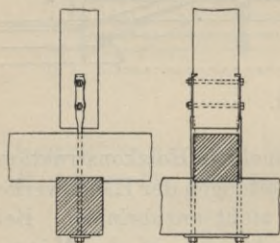


Abb. 42.

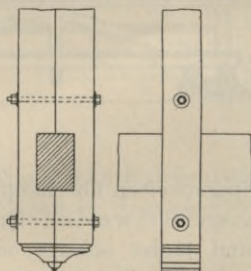


Abb. 43.

fassen den Längsträger, während der Unterzug angehängt wird. Streben, Spannriegel und Längsträger sind hierbei von einfachem Querschnitt.

Ist kein Unterzug erforderlich, so gestaltet sich die Verbindung einfacher (Abb. 43 u. 44).

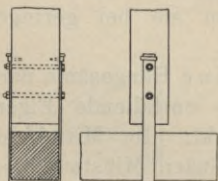


Abb. 44.

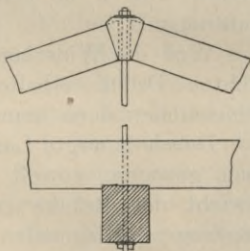


Abb. 45.

Hängeeisen verlangen Gußschuhe zur Verbindung der Teile, durch deren Mittelwand das Hängeeisen durchgeführt und oben mit Doppelmuttern oder

durch Vorlegeplatte mit Keil verankert wird. Die Anordnung ist einfach, gestattet aber keine Seitenverstrebung (Abb. 45). Nach unten geht das Eisen

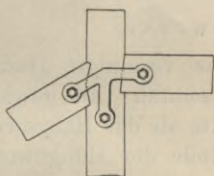


Abb. 46.

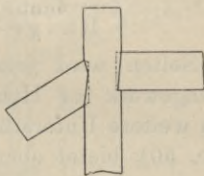


Abb. 47.

durch die Mitte des Längsbalkens und des Unterzuges und wird unter einer eisernen Lagerplatte mit Keil oder Mutter befestigt.

Die Verbindung von Strebe und Spannriegel zeigen Abb. 46 u. 47.

Zwischen der Hängesäule und dem Streckbalken läßt man eine größere Fuge, um Senkungen ausgleichen zu können.

Auch Hängewerksbalken werden in der Mitte um etwa $\frac{1}{100}$ der Spannweite überhöht. Beim Strebenfuß wird der Träger durch ein untergelegtes Sattelholz oder durch aufgelegte,

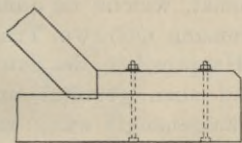


Abb. 48.

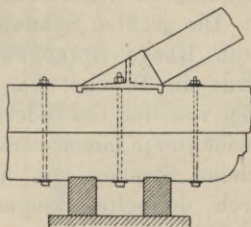


Abb. 49.

verdübelt und verbolzte Hölzer verstärkt (Abb. 48 und 49).

Der Spannriegel soll höchstens 4,7 m lang gemacht werden, um Ausknickungen zu vermeiden.

Flache Streben sollen doppelte Versatzung aufweisen (Abb. 40 u. 41). Die Verbolzung mit dem Tragbalken geschieht senkrecht zur Strebe (Abb. 40).

Hänge-Sprengwerke.

Selten wird jetzt noch das vereinigte Hänge-Sprengwerk zu Holzbrücken benutzt. Es gewährt noch weitere Unterstützungspunkte als das Hängewerk (Abb. 50), bietet aber die Nachteile der Hängewerke

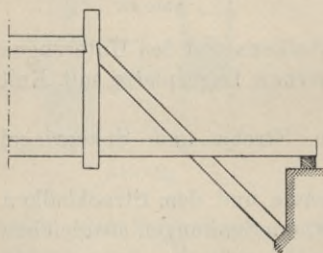


Abb. 50.

und der Sprengwerke zugleich. Die Anordnung ist im allgemeinen dieselbe wie vorher. Nur die Kreuzung der Streben mit dem Spannbalken ist schwierig, zumal wenn eine Schwächung der Streben durch Anblatten nicht auszuführen ist. Durch Teilung

des Streckbalkens kann ein ungeschwächtes Durchführen der Strebe ermöglicht werden.

Die größten Spannweiten für Holzbrücken wurden durch Hänge-Sprengwerksbrücken überspannt. So wurde die Brücke über die Limmat, welche im Jahre 1778 von den Gebrüdern Grubenmann aus zwei Tragrippen von je einem verzahnten Hauptbalken, der durch eichene Streben von unten und oben gestützt und durch doppelte Hängesäulen aufgehängt war, mit 118,89 m Spannweite erbaut.

Eine steife, doppelte Hängebrücke nach Heinzerlings Entwurf ist in Abb. 51 gegeben. Die Hänge-Sprengwerke liegen außerhalb des Geländers der Brücke, die Hängesäulen sind zweifach von außen durch Verstrebnungen gesichert, die Streben sind einfach

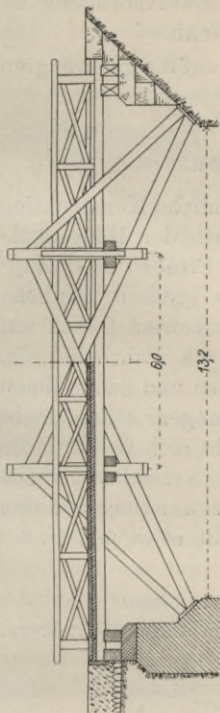


Abb. 51.

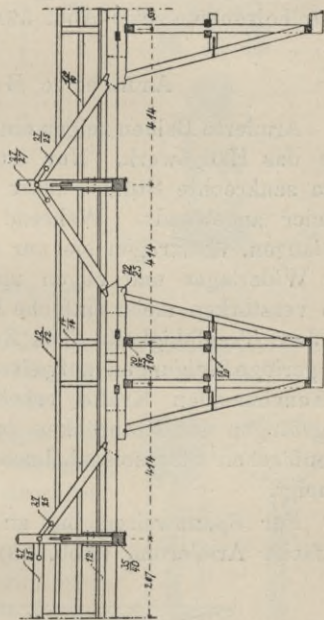
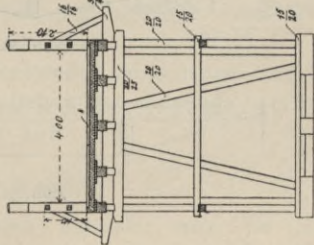
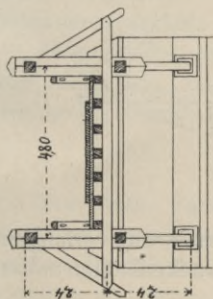


Abb. 52.



und bei der Kreuzung verblattet. Die Anordnung ist außergewöhnlich; ein Spannriegel fehlt.

Ein Aufsetzen des Hängewerks auf die gesprengten Sattelholzenden zeigt Abb. 52.

Armierter Balken.

Armierter Balken zeigen eine ähnliche Konstruktion wie das Hängewerk. Nur ist statt der Hängesäule eine senkrechte Stütze, statt der Streben sind Zugbänder angewandt. Während sie größere Bauhöhe verlangen, übertragen sie nur senkrechten Druck auf die Widerlager und engen nicht die Fahrbahn ein. Sie verstärken meist einfache Balken und geben ihnen größere Tragfähigkeit. Die Zugstangen sollen nicht zu geringe Neigungen aufweisen, da sich dadurch die aufzunehmenden Kräfte erheblich vermehren. Die Zugstangen der Notbrücken zur Verwendung auf den Preußischen Staatseisenbahnen sind etwa mit 1 : 3,3 geneigt.

Für Spannweiten bis zu 10 m kann man die einfache Armierung (Abb. 53) verwenden, während



Abb. 53.

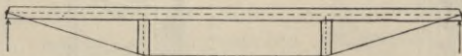


Abb. 54.

größere Spannweiten die doppelte Armierung verlangen. Doppelte Armierungen werden für Brückenbalken selten benutzt (Abb. 54).

Die Vertikalstreben werden aus Holzklötzen (Abb. 55) oder bei Verhältnissen, die dem Eisen

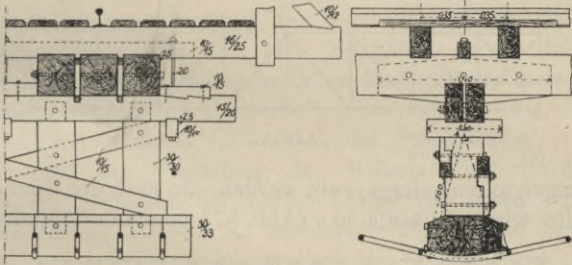


Abb. 55.

günstig sind, aus Guß- oder Schmiedeeisen (Abb. 56) hergestellt und mit dem Tragbalken verschraubt. Die Zugstangen können aus einem Stück hergestellt werden, verlangen dann aber eine schwierigere Befestigung an den Balkenenden, oder sie werden müheloser zweiteilig an den Balken vorbeigeführt, durch Platten aufgenommen und hinter diesen durch Muttern angespannt. Die Platten setzen manchmal auf ein verbindendes Querholz auf (Abb. 56).

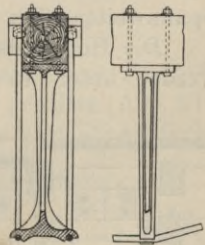


Abb. 56.

Jeder Balken erhält entweder seine eigene Armierung (Abb. 56), oder nebeneinanderliegende werden gleichzeitig armiert (Abb. 55).

Fachwerke.

Von den Fachwerken kommen nur die mit parallelen Gurtungen und von diesen nur die sogenannten Howe'schen Träger hier in Betracht. Diese bestehen aus einem bis drei Balken in den Gurtungen,

Fahrbahn unten liegt, auch durch die abgeschrägten Enden der Querschwellen, allerdings zum Nachteil der Auswechslung, ersetzt werden können (Abb. 59). Selten nimmt man statt der Stemmklotze Gußschuhe (siehe später Abb. 76). Die Zugbänder gehen durch die Balken oder zwischen ihnen hindurch und müssen danach einfach oder zweifach sein. Die Höhe der Träger ist meist $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ der Spannweite.

Auf die Verteilung der Balkenstöße, die für längere Brücken bei Balkenlängen von etwa 10 m erforderlich werden, ist besonderes Gewicht zu legen. Im oberen (Druck-)Gurt sind die Balkenenden im Stoß durch Bleiplatten zu trennen. Nur die äußeren

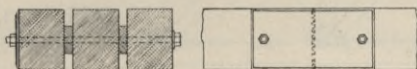


Abb 60.

Balken werden durch eine Außenlasche mit zwei bis vier durchgezogenen Bolzen im Stoß gehalten (Abb. 60), während der untere Gurt eine feste Verbindung durch

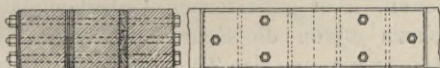


Abb. 61.

beiderseitige Laschen und mindestens vier bis sechs Bolzen zugleich mit in die Balken eingreifenden Nasen der Laschen verlangt (Abb. 61 u. 164).

Die Balken werden in den vertikalen Seitenflächen durch Dübel, die versetzt werden, bzw. eingelegte Futterstücke und durchgehende Bolzen verbunden. Auch an der Kreuzungsstelle der Streben sind zur Vergrößerung der Knicksicherheit Füllstücke

mit Bolzen einzulegen. Beim doppelten System kommt in der Trägermitte eine Kreuzung der Streben in

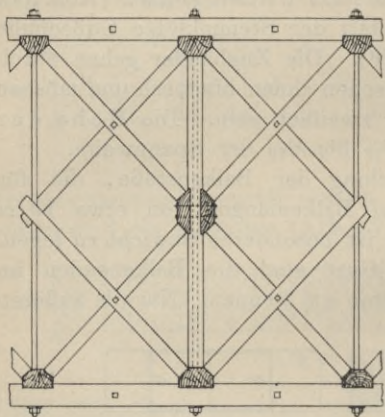


Abb. 62.

gleicher Ebene vor. Durch Einschalten eines Pfostens, an dessen Mitte zwei Stemmklotze angebracht sind, wogegen sich die Strebenhälften setzen, kann eine Schwächung der Streben durch Überblattung vermieden werden (Abb. 62).

Die vertikalen Zugstangen erhalten am besten bei-

derseits Gewinde und gehen oft über dem Obergurt und unter dem Untergurt durch quergelegte Zangen; bei geringer Trägerhöhe liegen oben statt der Querzangen nur Balkenstücke, die über die Träger etwas hinausreichen. Auf gußeisernen Unterlagsplatten mit zwei Löchern sitzen die Schraubenmuttern, die ein genügendes Anspannen der Zugstangen bzw. ein Nachziehen vermitteln.

B. Auflagerung.

Um die Balkenenden nicht mit dem Auflager unvermittelt in Berührung zu setzen, um den Luftzutritt zu befördern, eine gute Querverbindung zu schaffen und das Faulen der Balken zu erschweren, um ferner eine richtige Druckübertragung zu erhalten, legt man jene auf eine oder bei größerem Auflagerdruck auf zwei Mauerlatten, meist aus Eichenholz, 15:20 oder

20 : 20 cm stark. Die Mauerlatten liegen mehr oder weniger enge zusammen, in genügendem Abstände vom Rande der Auflagerfläche, sind bei gemauertem Widerlager meist nur da unterstützt, wo sie belastet

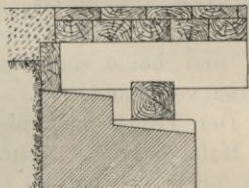


Abb. 63.

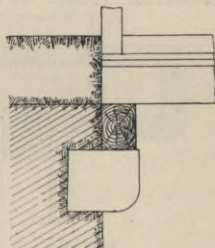


Abb. 64.

sind (Abb. 63) oder ruhen auf Kragsteinen, deren Festigkeit aber unsicher ist (Abb. 64), und liegen zwischen den Auflagerquadern oder der horizontalen Rollschicht freitragend. Die Widerlagerfläche aus Deckplatten oder Rollschicht ist dort abgebösch, um leichten Wasserabfluß zu

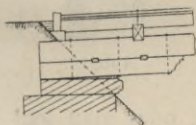


Abb. 65.

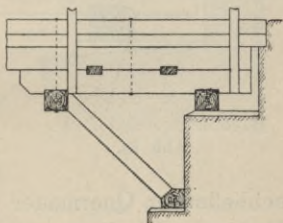


Abb 6.

erreichen. Oft lagern die Mauerschwellen bei festem Boden auf Schwellen, die etwa 1,30 bzw. 2,60 m lang sind und der Breite der Träger entsprechend zu sechs oder sieben Stück unter einem Träger oder auch dicht nebeneinander hochkantig unter der ganzen Mauerlatte liegen (Abb. 131). Diese Anordnung ist jedenfalls

besser als die unmittelbare Auflagerung der Mauerlatten auf der Erde, die nur bei untergeordneten Brücken vorkommen sollte. Eine gute Auflagerung vermittelt auch ein unter die Trägerenden gelegtes Sattelholz (Abb. 65), auch mit Kopfband (Abb. 66).

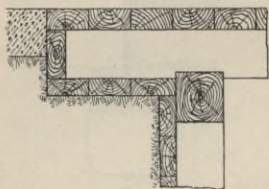


Abb. 67.

Sind die Träger durch Pfahljoche unterstützt, so ruhen sie auf den Holmen auf, und beide sind etwa 2,5 cm verkämmt.

Der Träger muß über den Holm oder die Mauerlatte noch 30 bis 40 cm hinausragen (Abb. 67).

Hinter die Balkenenden legt man oft Bohlen oder läßt einen freien Raum von 5 cm Breite vor der ab-

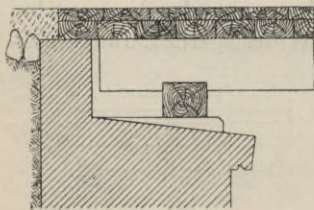


Abb. 68.

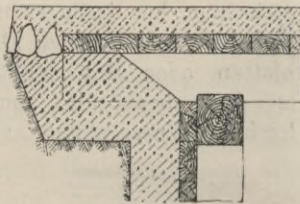


Abb. 69.

schließenden Quermauer (Abb. 68), oder man legt die Enden in Kiesbettung (Abb. 69).

Um das Aufbiegen der Trägerenden zu vermeiden, macht man das Auflager nicht zu breit.

Bei Holzmittelpfeilern wählt man zur Unterstützung Doppelholme, die mit der einen Pfahlreihe verzapft und verbolzt und durch Knaggen unterstützt oder durch untergelegte verkämmt Querhölzer mehrfach durch Verbolzung zusammengehalten werden (Abb. 70).

Bei den Howe'schen Trägern tritt am Auflager meist eine Verdoppelung der Endpfosten ein, die

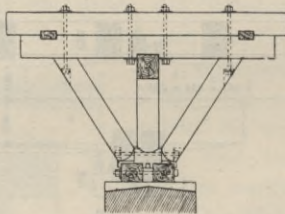


Abb. 72.

entweder verdübelt oder mit zwischengesetzter Hängestange verbunden werden (Abb. 73 u. 74).

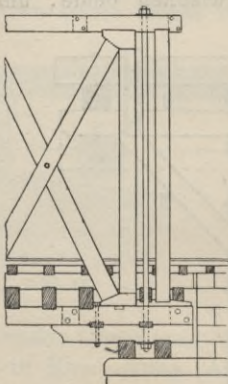


Abb. 73.

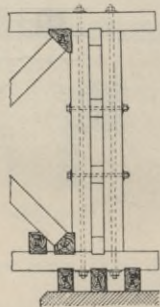


Abb. 74.

Zugleich werden an diesen Auflagerstellen Sattelhölzer angeordnet, die auf zwei oder drei Mauer-schwellen aufsetzen (Abb. 75 u. 76).

Beim Doppelsystem werden zwischen die beiden Endpfosten Andreaskreuze eingeschaltet neben wäge-

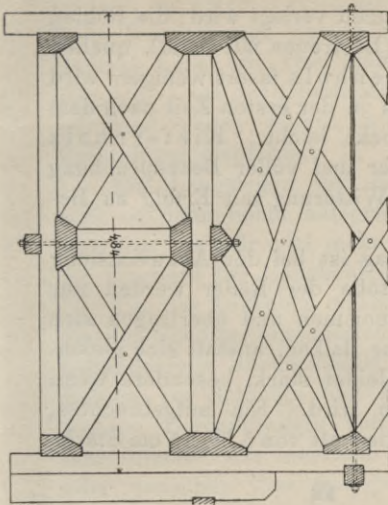


Abb. 75.

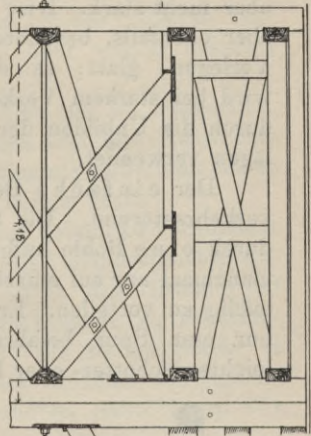


Abb. 76.

rechten Strebenbalken an den Stellen, wo die Streben ansetzen (Abb. 75 u. 76).

C. Fahrbahn, Fußwege und Geländer.

Bei Holzbrücken empfiehlt sich eine Fahrbahn aus gleichartigem Material wegen des geringen Gewichtes, der passenden Befestigung, der verhältnismäßig einfachen Entwässerung und Auswechselbarkeit. Die Fahrbahn soll eine harte Decke aufweisen, die den Fahrzeugen erlaubt, ohne Stöße, mit geringster Zugkraft, sicher über die Brücke wegzufahren, und deren Glätte die Zugtiere nicht beeinträchtigt. Der einfache Bohlenbelag besteht aus 7 bis 15 cm starken Querbohlen, je nach der Entfernung der Hauptträger, die mit 1 bis 2 cm Zwischenraum verlegt werden. Eichenholz als Belag splittert leicht ab, besonders

wenn es mit Zwischenräumen verlegt wird; die Bohlen werden bei Regen glatt (Bestreuen mit Sand), quellen aber nicht stark. Buchenholz fasert weniger, wird aber ebenfalls, besonders in der ersten Zeit nach dem Verlegen, glatt; es stockt leicht. Kiefernholz wird bei starkem Verkehr und voller Beanspruchung durch die Umbilden der Witterung mit Erfolg zu Belägen verwendet.

Der einfache Belag ist bei der Auswechslung verkehrsstörend. Die Stöße der Räder werden nur durch eine Bohle aufgenommen und übertragen sich manchmal nur auf einzelne Balken, anstatt sich gleichmäßig zu verteilen. Er leidet stark, besonders wenn nur eine Spur befahren wird. Ein aufgebracht, leichtes Schotter- oder Kiesbett von 5 bis 15 cm Stärke

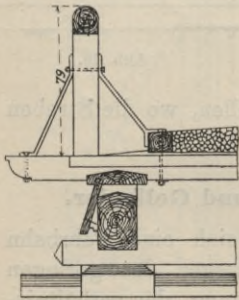


Abb. 77.

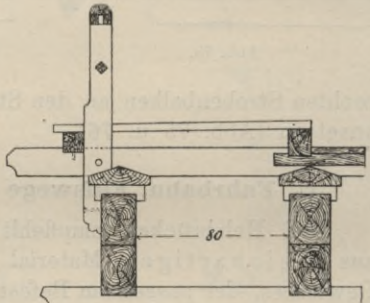


Abb. 78.

verteilt zwar den Druck, belastet aber die Brückenbalken nicht wenig (Abb. 77).

Daher wählt man meist doppelten Balkenbelag (Abb. 78). Die oberen Bohlen werden 5 bis 6 cm stark, sind der Abnutzung stark ausgesetzt und müssen von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden, während der untere Belag aus 12 bis 18 cm starken Tragbohlen

besteht, die einem Verschleiß kaum unterworfen sind. Beim Doppelbelage werden die Fugen versetzt. Die Radlast kann auf zwei Bohlen verteilt werden. Die diagonale Lage des Oberbelages ist des größeren Verschnittes wegen selten, wird aber wegen besserer Versteifung empfohlen.

Ein Längslegen der Bohlen ist zu vermeiden, weil sie dann leicht aufspringen und ihre Auswechslung den Verkehr viel mehr hemmt; außerdem haben die Zugtiere bei Langbohlen keinen Halt.

Um das Ausheben einzelner Balken zu verhindern, um den Schotter einzufassen, die Geländerpfosten eintretendenfalls anzuschließen, auch das Hirnholz der Bohlen vor Schmutz und Feuchtigkeit zu schützen, werden Bordschwellen von 17 bis 20 cm Stärke in mannigfacher Art innerhalb der Geländer durchgelegt oder zwischen ihnen eingeschoben (Abb. 79 u. 80).

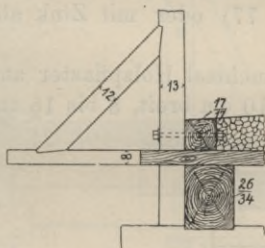


Abb. 79.

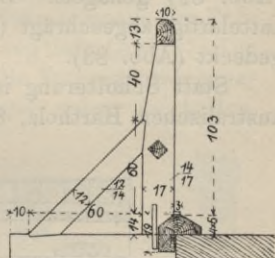


Abb. 80.

Dieser Saum kann auch durch Winkel- oder T-Eisen ersetzt werden. Zwar wird dadurch das Hirnholz der Bohlen geschützt, aber auch das Eigengewicht erheblich vermehrt.

Ein Mangel des Holzbelages besteht darin, daß die Wegfläche keine Wölbung aufweist. Durch Höherlegen der mittleren Träger auf Mauerlatten, die nach

der gewünschten Wölbung gesägt werden müssen, oder durch Auffütterung der inneren Balken kann dem in etwa abgeholfen werden.

Um die Träger vor Sickerwasser zu wahren, legt man häufig in 20 bis 50 cm Entfernung Klötzchen, 5 cm breit, 3 cm hoch, auf sie. Diese tragen eine um je 4 cm überspringende Bohle, die unten Wasserhasen aufweist, damit das Wasser abtropfen kann (Abb. 81). Auch Asphaltfilz oder Dachpappe wird



Abb. 81.

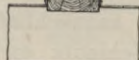
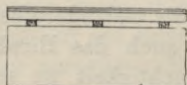


Abb. 82.



Abb. 83.

auf die Balken gelegt und über dreieckige Latten (Abb. 82) genagelt. Die Balken werden zuweilen sattelartig abgeschrägt (Abb. 77) oder mit Zink abgedeckt (Abb. 83).

Statt Schotterung ist manchmal Holzpflaster aus australischem Hartholz, 8 bis 10 cm breit, 8 bis 15 cm

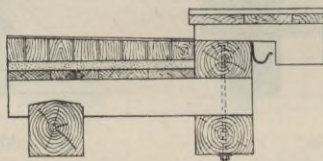


Abb. 84.

hoch, mit oder ohne untergebrachte Sandlage, 5 cm hoch, zu empfehlen (Abb. 84). Steinpflaster ist für Holzbrücken zu schwer und veranlaßt starke Stöße.

Fußwege fehlen entweder ganz oder werden bei größerem Verkehr einseitig (Abb. 85) oder meist zwei-seitig angelegt.

Bei älteren Brücken erstreckte sich der obere Bohlenbelag nur auf die Fahrbahn, der untere nahm

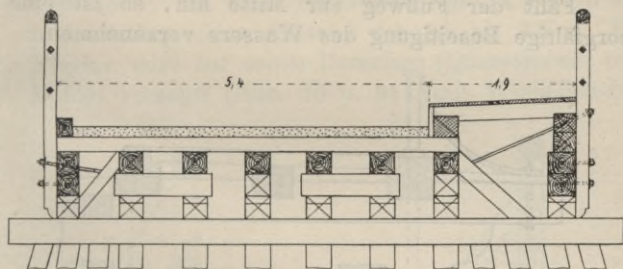


Abb. 85.

die Fußwege auf. Einzelne Bohlen ragten etwa 10 cm vor, um das Wiederauffahren abgelaufener Räder zu ermöglichen (Abb. 86).

Auch liegt neben der Saumschwelle der Fußweg tiefer (Abb. 87). Um die Fußwege trockener und reiner zu halten,

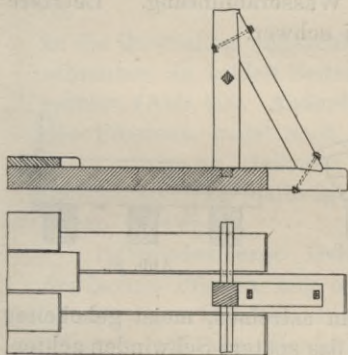


Abb. 86.

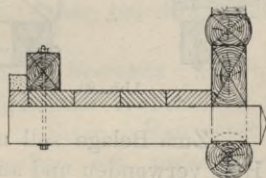


Abb. 87.

erhöht man sie gegen die Fahrbahn (Abb. 84 u. 85), wobei sie entweder Querbohlen erhalten, die auf der Bodenschwelle ihre Stütze finden und nach außen abwässern (Abb. 88), oder Längsbohlen, die sich auf Querschwellen stützen (Abb. 89).

Die Bordschwelle erhält oft ein Winkeleisen als Schutz.

Fällt der Fußweg zur Mitte hin, so ist eine sorgfältige Beseitigung des Wassers vorzunehmen.

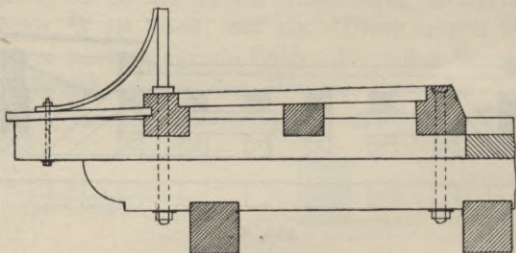


Abb. 88.

Selten wählt man Holzrinnen (Abb. 90) oder hohle Belageisen zur Wasserabführung. Letztere sind für Holzbrücken zu schwer.

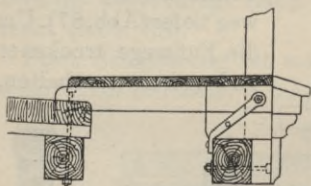


Abb. 89.

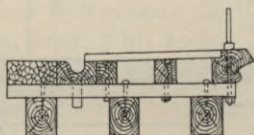


Abb. 90.

Zum Belage soll man astreines, meist gehobeltes Holz verwenden und auf das spätere Schwinden achten. Bei nicht ganz trockenen Bohlen genügen 1 bis 3 mm Abstand beim ersten Verlegen, da sich die Fugen durch das Schwinden des Holzes erweitern.

Das Geländer besteht ganz aus Holz (Abb. 78 bis 80, 85 u. 86) oder aus Holz und Eisen (Abb. 77). Ebenso finden Geländer, die ganz aus Guß- oder Schmiedeeisen bestehen, Verwendung (Abb. 88).

Die P f o s t e n sollen dem Geländer Festigkeit gegen Druck von innen verleihen. Sie werden etwa 1 m hoch, bei einer Holzstärke von 14 bis 16 cm, und erhalten einen Abstand von 1,5 bis 2,5 m. Der Pfosten wird auf seiner Unterlage (Querschwelle oder Bohle) verzapft (Abb. 86 u. 91), mit Winkelbändern

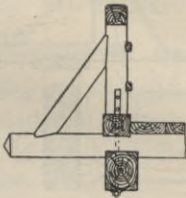


Abb. 91.

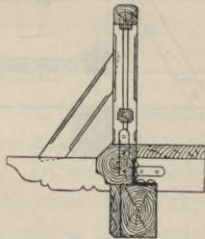


Abb. 92.

an die Querbalken angeschlossen (Abb. 89), oder Bandschrauben an beiden Seiten* werden durch den Träger geführt (Abb. 92). Außerdem findet eine Verstrebung des Pfostens, meist nach außen hin, statt.

Gußeiserne Geländer sind schwer an Gewicht und schwer zu befestigen, daher bei Holzbrücken selten verwendet.

Schmiedeeiserne Geländer bestehen aus quadratischen Pfosten mit aufgelegten Winkeleisen und Streben aus Quadrat- oder \perp -Eisen. Man setzt die Pfosten auf die Bordschwellen mit untergelegten Platten, führt sie hindurch und verschraubt sie unterhalb.

Die Streben werden durch Versatz und Schraubbolzen mit dem Pfosten verbunden (Abb. 86), angeblattet (Abb. 93) oder aus Guß- oder Schmiedeeisen hergestellt (Abb. 94). Hölzerne Streben werden 10 : 14 bzw. 12 : 16 cm stark. Die Pfosten werden durch

einen Holm, 14 bis 16 cm stark, verbunden, der meist oben abgerundet ist. Er wird stumpf (Abb. 95) oder durch schräges Blatt gestoßen (Abb. 96) und

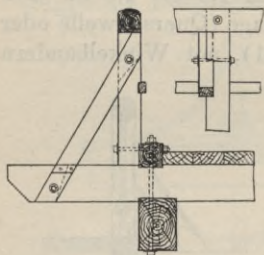


Abb. 93.

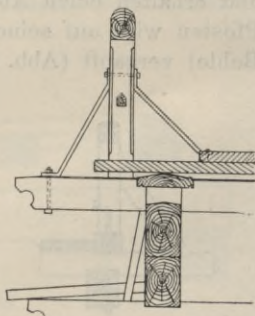


Abb. 94.

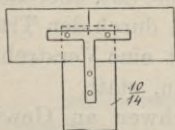


Abb. 95.

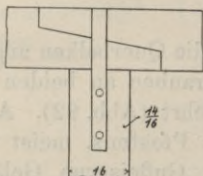


Abb. 96.

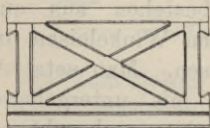


Abb. 97.

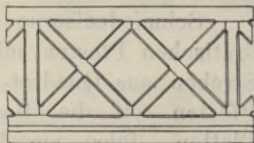


Abb. 98.

durch Klammern, Winkelbänder und Schrauben verbunden und mit dem Pfosten verzapft. Der Raum zwischen den Pfosten wird meist durch Riegel (Abb. 85 u. 86), selten durch Gegenstreben (Abb. 97 u. 98)

oder Zierfüllungen eingenommen (Abb. 99). Die Riegel werden 8 bis 12 cm stark genommen.

Geländer werden in der Nähe von Städten und Dörfern möglichst dicht gemacht.

Gut ausgeführte Geländer reichen den Brücken zur Zierde.

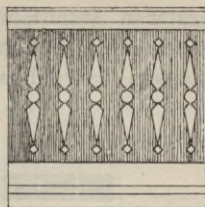


Abb. 99.

D. Querverbindungen.

Für die Tragfähigkeit der Brücke ist es wesentlich, daß die Verkehrslast sich gleichmäßig über alle oder doch einige Balken verteilt. Dieses bewirken mit den Tragbalken schwach verkämmte Unterzüge, die bei Hängewerksbrücken als zumeist erforderlich schon erwähnt, aber auch bei gewöhnlichen Balkenbrücken empfehlenswert sind, wenn die Konstruktionshöhe ausreicht. Zur Wirksamkeit der Unterzüge trägt eine genügend starke Verschraubung mit großen Unterlagsplatten bei. Daneben wurden wagerechte Verstreben zwischen den Tragbalken angebracht, die man neuerdings für entbehrlich hält, weil der Bohlenbelag schon versteifend wirkt.

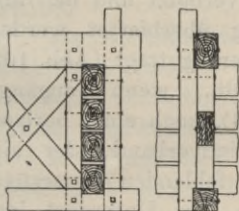


Abb. 100.

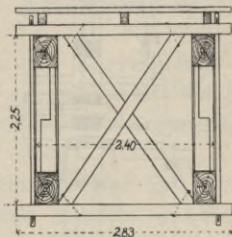


Abb. 101.

Zwischen hohen verdübelten Balken zieht man Bohlenstücke von 5 bis 10 cm Stärke ein, um die

ersteren standfähiger zu machen und vor dem Umkippen zu sichern. Damit die Versteifung wirkt, müssen Schraubbolzen eingezogen werden (Abb. 85).

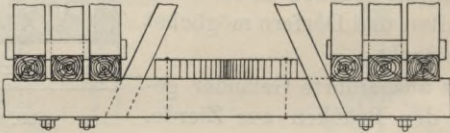


Abb. 102.

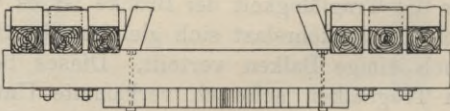


Abb. 103.

Bei sehr hohen Dübelsbalken, über drei Balken hoch, werden Kreuzstreben, 10 cm stark, vertikal stehend, eingelegt (Abb. 100). In gleicher Weise werden auch Fachwerkträger versteift (Abb. 101), indem die 15 bis 24 cm starken Streben mit Querschwellen und Unterzügen in 3 bis 4 m Entfernung verbolzt und bei ihrer Kreuzung überblattet werden. Der Unterzug trägt (Abb. 102) oder hält, wenn angängig (Abb. 103), noch einen horizontalen Windverband, der sich auch bei fehlenden Unterzügen zwischen den Untergurt legt. Ist die Trägerhöhe ausreichend, so wird auch der obere Gurt durch Windkreuze versteift.

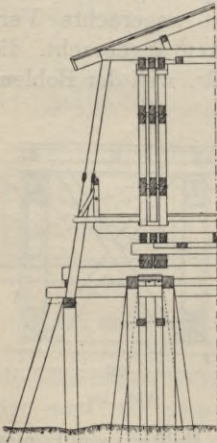


Abb. 104.

Sonst ist wenigstens an den Jochen eine seitliche Aussteifung vorzunehmen (Abb. 104).

Bei Sprengwerken werden unter dem Spannriegel Windkreuze sowie Verkreuzungen in der Ebene der Strebenneigung eingelegt. Durch Zangen werden die Streben gegen Ausweichen gesichert.

E. Schutzvorrichtungen.

Da hölzerne Brücken eine längere Dauer aufweisen, wenn sie vor den Einwirkungen der Nässe geschützt werden, deckt man einzelne Teile oder einzelne Brückenträger oder die ganze Brücke ab und erreicht damit für das Holzwerk eine bessere Erhaltung.

Über die Tragbalken legt man Zinkabdeckung, die aber vor Durchbrechungen und vor Berührung mit Eisenklammern oder -nägeln bewahrt werden muß. Auch die Deckung offener Fugen durch Zinkblech empfiehlt sich.

Alle Holzteile, die mit dem Regen unmittelbar in Berührung kommen, sind zu hobeln, damit das Wasser leichter abfließt.

Dachpappenlagen müssen durch rechtzeitig wiederholten Anstrich vor Bruch und Austrocknen behütet werden.

Ein Anstrich der Holzteile mit Karbolineum ist anzuraten. Endlich werden an geeigneten Stellen die Holzteile, besonders das Hirnholz, durch übergangenagelte Bretter geschützt.

Die Tragbalken erhalten Schutzbretter auf Klötzchen (Abb. 81). Die Jochholme werden an ihren Hirnenden mit Brettern überdeckt (Abb. 106), ebenso die Tragbalken an den Längsseiten (Abb. 77 u. 94). Geländerstreben und sogar Saumhölzer erhalten zuweilen eine den Regen ableitende Deckung aus Zink,

Aststellen der Bohlen und Balken sind womöglich zu entfernen, da sie sehr leicht den Beginn der Fäulnis veranlassen.

Zur Festlegung des Weges für die Fuhrwerke dienen Radabweiser, Prellsteine oder Pfähle.

An den Hirnenden der Balken werden möglichst einfache Profile angebracht, um das Eindringen des Regens in die Trockenrisse zu verhüten. Überschneidungen werden nur in den oberen Hölzern ausgeführt, um ein Auswechseln angefaulte Teile zu erleichtern.

2. Die Unterstützung des Tragwerks.

Man unterscheidet Unterstützungen an den äußeren Brückenden und zwischengeschaltete Unterstützungen. Bei Überschreitung von Gewässern heißen die ersten Endpfeiler oder -joche, die letzten Mittel- oder Strompfeiler bzw. -joche, bei anderen Überbrückungen spricht man von Widerlagern oder Endjochen und Zwischenpfeilern bzw. Mitteljochen. Landpfeiler oder -joche sind solche, die auf dem trockenen Lande stehen.

Die Bezeichnung „Joch“ kommt nur einer Holzkonstruktion zu, während steinerne oder eiserne Brückenstützen „Pfeiler“ genannt werden.

Hölzerne Joche werden als Land- oder Endjoch fast in gleicher Weise ausgebildet wie die Strom- oder Zwischenjoch. In der Regel sind letztere von größerer Höhe, erstere dagegen von größerer Stärke, weil sie dem Verfaulen mehr ausgesetzt sind.

Einfache Joche aus einer Pfahlreihe werden selten höher als 7 m. Ihre Breite richtet sich nach dem überzuführenden Wege oder nach der verlangten oder erforderlichen Seitensteifigkeit. Die Zahl und der Abstand der Pfähle richtet sich nach der Belastung. Meist wird jeder Tragbalken von je einem Jochpfahle aufgenommen. Bei größerem Auf-

lagerdruck oder geringerer Tragfähigkeit des Bodens sind die Pfähle näher zusammenzustellen. Die zulässige Belastung der Pfähle richtet sich nach dem Untergrund, in den sie eingerammt werden, und ist durch eingeschlagene Probepfähle näher nachzuweisen. Im Durchschnitt kann auf das Quadratcentimeter des Pfahlquerschnittes eine Last von 25 (bis 40) kg gerechnet werden, wenn der Pfahl auf festen Grund aufsetzt. Auch die erforderliche Länge ergibt sich aus dem Baugrund, der bei Felsboden das Einrammen von Pfählen ganz verbietet, bei Kies etwa 1 bis 2 m Rammtiefe verlangt und bei Sand- oder Moorboden ganz bedeutende Tiefen erreichen kann, im Durchschnitt aber die freie Höhe des Pfahles nicht übersteigt. Pfähle von 15 bis 20 m Länge erreichen die Grenze für die Beschaffbarkeit und die Handlichkeit. Größere Pfahlängen sind nur ausnahmsweise zu erhalten und dabei teuer. Sie müssen bei Bedarf durch aufgefropfte Pfähle (Abb. 105) ersetzt werden. Letztere

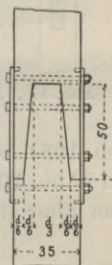


Abb. 105.

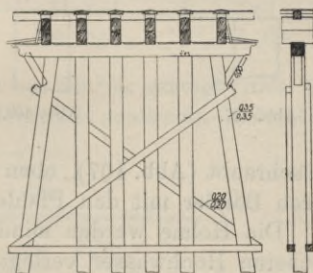


Abb. 106.

sind durch feste Lagerung der Stoßstellen im Boden, durch gute Verbindung und zentrisches Aufsetzen zu sichern.

Die Jochpfähle werden meist senkrecht gerammt. Nur die Endpfähle werden nach außen geneigt, um

dem Joch eine größere Seitensteifigkeit gegen Eisgang, den Angriff des strömenden Wassers oder seitliche Verschiebungen aus anderen Gründen zu verleihen (Abb. 106).

Angeschraubte Strebenkreuze und ein horizontales Zangenpaar (oder Gurthölzer) in Niedrigwasserhöhe dienen bei Jochhöhen von 3 bis 5 m in gleicher Weise zur Versteifung (Abb. 106). Bei Höhen über 5 m wird in Hochwasserhöhe ein zweites Zangenpaar gelegt.

Joche sollen durch Steinwurf, Pflasterung, Faschinen u. dgl. gegen Unterwaschungen von vornherein geschützt werden.

Ein oder zwei Holme begrenzen die Jochpfähle nach oben. Sie werden verzapft (Abb. 106), auch

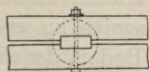


Abb. 107.

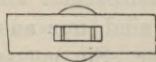


Abb. 108.

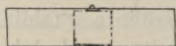


Abb. 109.

verschraubt (Abb. 107), oben verkeilt (Abb. 108) oder durch Bänder mit den Pfählen verbunden (Abb. 109).

Die Holme werden mindestens 30 cm über dem höchsten Hochwasser verlegt.

Zum Schutze gegen Eisgang erhält oft der stromaufwärts gelegene Endpfahl des Joches eine stärkere Neigung wie der untere; er wird mit Eisenblech beschlagen oder durch ein Winkeleisen (Abb. 117) geschützt oder bewehrt. Außerdem erhält das Joch eine Verschalung durch dicht aufgenagelte Bohlen

oder wird durch wagerecht angebrachte Streichbohlen von 8 bis 12 cm Stärke bei 10 bis 20 cm Breite in 10 bis 20 cm Abstand gegen Treibholz, Eisschollen u. dgl. zwischen Mittel- und Hochwasser geschützt.

Joche mit zwei oder drei Pfahlreihen werden selten und nur bei größeren Stützweiten verwendet. Bei zwei Pfahlreihen sind oft beide Reihen

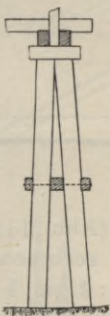


Abb. 110.

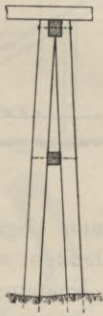


Abb. 111.

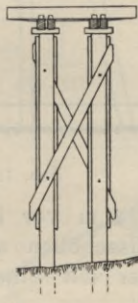


Abb. 112.

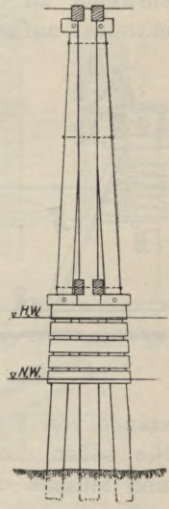


Abb. 113.

schräg gestellt und unter $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ geneigt (Abb. 110 u. 111), oder sie stehen gleichfalls senkrecht (Abb. 112).

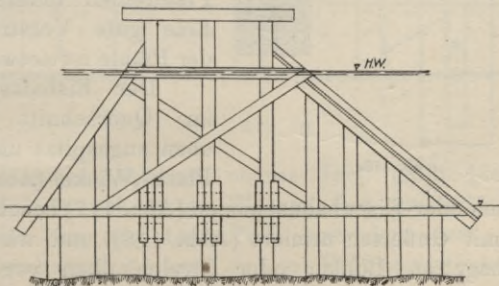


Abb. 14.

Eine dritte Pfahlreihe wird senkrecht in die Mitte zwischen die beiden schrägen gerammt (Abb. 113).

Vor die Joche setzt man Eisbrecher, die sich entweder an der stromaufwärts gelegenen Seite unmittelbar auflegen (Abb. 114) oder in geringem Ab-

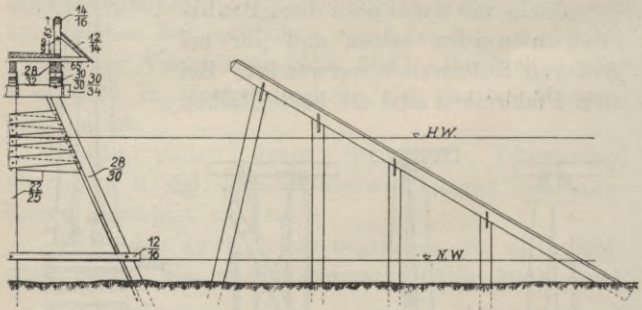


Abb. 115.

stände von 1 bis 3 m vor ihnen liegen (Abb. 115). Sie sollen die Eisschollen ablenken und zerbrechen und müssen daher mit einer Neigung 1:2 bis 1:3 bis über Hochwasser geführt werden.

Ein Eisbalken wird durch eine oder mehrere Pfahlreihen unterstützt. Eine gute Verstrebung der Pfähle ist notwendig.

Der Eisbalken ist im Querschnitt nach oben zugespitzt und mit Flach-, Winkel-

(Abb. 116), T-Eisen oder Eisenbahnschienen (Abb. 117) beschlagen oder mit Gußeisen armiert (Abb. 118) und wird mit aufgenagelten Bohlen oder Streichbalken vor dem Festsetzen schwimmender Gegenstände geschützt.

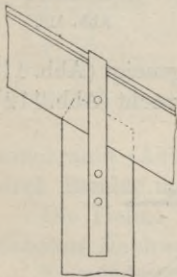


Abb. 116.



Will man die schwierige Wiederherstellung der unteren Teile eines Joches vermeiden, so legt man ein Grundjoch unter Niedrigwasser und setzt darauf

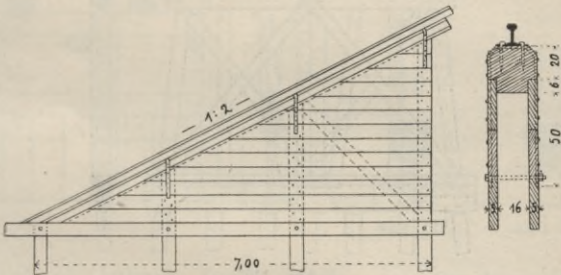


Abb. 117.

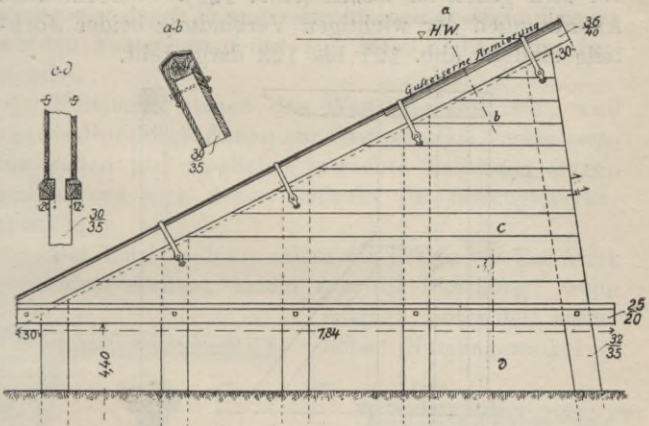


Abb. 118.

ein auswechselbares oberes Joch (Abb. 119). Da das Holzwerk unter Wasser fast unzerstörbar ist, leidet nur der obere Teil, besonders dort, wo der Wasserstand wechselt und das Holz zeitweilig trocknet und dann wieder naß wird.

Oft wird das Grundjoch breiter angelegt, um eine Absteifung des Oberjoches auf seinem Holme

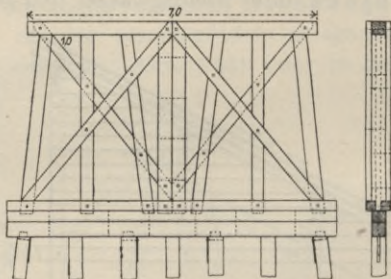


Abb. 119.

vor sich gehen zu lassen (Abb. 120). Verschiedene Anordnungen der wichtigen Verbindung beider Jochteile sind in Abb. 121 bis 123 dargestellt.

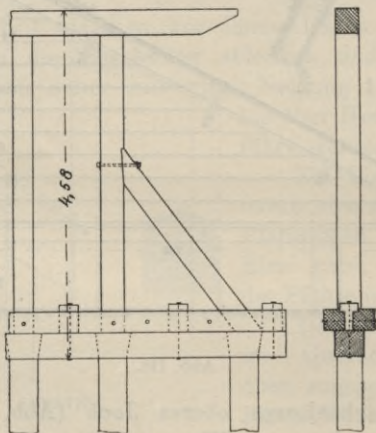


Abb. 120.

Die Grundpfähle werden unter Wasser abgeschnitten, die Zapfen mittelst der Zapfenlehre zurecht-

gemacht, die Grundschwelle wird aufgelegt und verkeilt, und die Zapfen werden über der Schwelle gekappt.

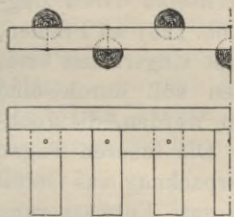


Abb. 121.



Abb. 122.

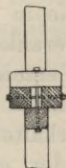


Abb. 123.

Noch höhere Joche werden in einzelnen Geschossen von 4 bis 8 m Höhe aufgebaut, neuerdings aber meist durch Eisenkonstruktionen ersetzt. Ebenso werden Fachwerkspfeiler aus Holz nicht mehr verwendet.

Holzjoche stauen das Wasser wenig auf, weil sie die Durchflußöffnung nur unwesentlich verkleinern. Sie sollen nur möglichst lotrechte Belastung tragen und eignen sich daher schlecht für Sprengwerksbrücken.

Bei Endjochen sollen die Pfähle vor Erddruck geschützt werden, indem man die Böschung, wenn möglich, unter dem natürlichen Neigungswinkel in

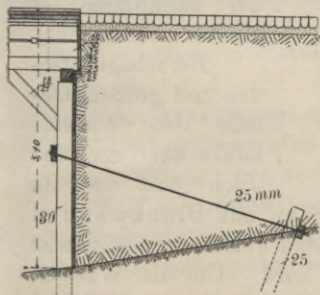


Abb. 124.

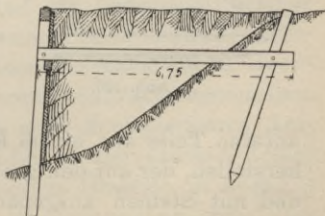


Abb. 125.

die Endöffnung der Brücke einfallen läßt. Sollen sie die Erde abstützen, so müssen sie entweder schräg gerammt oder einzeln bzw. abwechselnd durch Zugbänder (Abb. 124) oder Zangen (Abb. 125) an Pfählen, die in den gewachsenen Boden fest eingerammt sind, verankert werden. Der Erdboden soll durch eine Verschalung der Bohlen abgehalten werden, die Jochpfähle unmittelbar zu berühren. Die inneren Fugen erhalten Deckleisten. Eine Hinterpackung aus Geröll oder größeren Steinen, die eine gute Entwässerung vermittelt und wenig Druck ausübt, ist anzuraten.

Wo ein Einrammen der Pfähle nicht möglich ist, werden die Jochpfähle auf Grundswellen aufgesetzt,

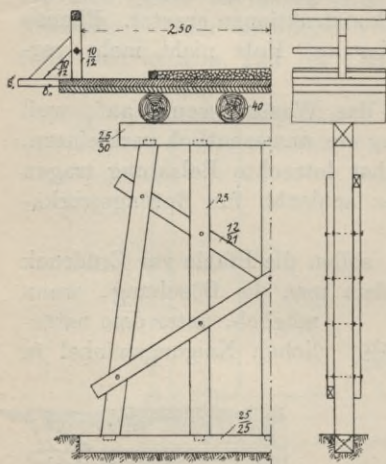


Abb. 126.

die unmittelbar auf dem Boden liegen und somit leicht vergänglich sind (Abb. 126) oder sich auf Mauerwerk oder Beton stützen und zuweilen mit diesem verankert werden (Abb. 127). Eine

Kreuzverstrebung der Jochpfähle ist hierbei unerlässlich.

Bei felsigem Boden und großem Gefälle des Wasserlaufes kann man das Joch ganz oder im

unteren Teile aus einem Kasten mit Blockwänden herstellen, der auf den geebneten Flußboden aufgesetzt und mit Steinen ausgepackt wird. Um die Wassergeschwindigkeit nicht zu beeinträchtigen und Wirbel

und Unterwaschungen zu vermeiden, läßt man das gegen den Strom gerichtete Ende des Kastens spitz zulaufen (Abb. 128).

Die Blockwände bestehen aus 15 bis 20 cm starken, nur an den Auflagerstellen bearbeiteten Rundhölzern, die mit Zwischenräumen aufeinandergelegt und durch Zangen gehörig verbunden werden. Da das

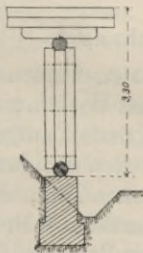


Abb. 127.

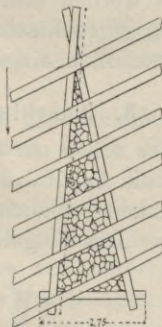


Abb. 128.

Material zu solchen Steinkasten schnell und billig zu beschaffen ist und die Anfertigung wenig Schwierigkeiten bietet, ihr großes Gewicht aber eine feste Grundlage für die Brückenstützen bietet, dürfte die Anwendung im geeigneten Falle sich empfehlen.

Auch bei Landjochen können solche Steinkasten oder auch nur Blockwände, mit Steinsatz hinterpackt, die durch Zangen zusammengehalten bzw. durch Anker festgelegt sind, mit Vorteil als Grundlage benutzt werden. Auskolkungen können dem Steinkasten verderblich sein und sind besonders nach einem Hochwasser aufzusuchen und durch Steinwürfe auszufüllen.

Soll ein festes, wenn auch kostspieligeres Auflager geschaffen werden, oder ist der spätere Ersatz einer Holzbrücke durch eisernen Überbau in Aussicht genommen, so kommen Steinpfeiler zur Ver-

wendung, deren Besprechung dem Band „Brücken aus Stein“ (s. Biblioth. d. ges. Technik) vorbehalten bleibt.

Nach Art der Holzjoche ausgeführte Eisenpfeiler werden mit Ständern aus I-Eisen hergestellt und durch Betonausfüllung bzw. -umhüllung versteift, geschützt und vor Treibholz bewahrt. Die Stirnpfähle aus \square -Eisen werden schräg gerammt und durch aufgelegte \top -Eisen gegen Eisstoß gesichert bzw. zum Zerbrechen der Eisschollen eingerichtet.

3. Anschluß an die Böschungen.

Hier sollen nur die wenig empfehlenswerten Bohlwerke, die bei Holzbrücken manchmal doch noch aus Sparsamkeitsrücksichten Verwendung finden, aufgeführt werden. Die Flügel aus Stein, die den Holzwänden

weit vorzuziehen sind, werden ausführlich im Bande „Brücken aus Stein“ (s. Biblioth. d. ges. Technik) besprochen.

Besteht das Endjoch aus Holz, so kann auch der Anschluß der Böschungen durch ein Bohlwerk gebildet werden. Das Bohlwerk steht entweder in gerader Verlängerung des Endjoches oder wird unter kleinem Bruchwinkel abgknickt (Abb. 1, C). Die Bohlwandpfähle können geneigt gerammt und nach dem unteren Böschungsende, des geringeren

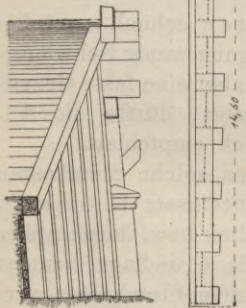


Abb. 129.

Erddruckes halber, weiter auseinander gestellt werden. Querbohlen, die hinter die Pfähle geschlagen werden, halten die Erde zurück und schützen die Pfähle vor der Berührung mit der Erde und also auch vor dem Faulen

(Abb. 129). Bei größeren Höhen ist eine Verankerung der Pfähle erforderlich (Abb. 124 u. 125). Das Bohlwerk soll das Bauwerk, die anschließenden Ufer und die überzuführende Straße sichern und den Wasserabfluß nicht hindern.

II. Hilfsbrücken.

Außer den für endgültige Straßen und Wege erforderlichen Holzbrücken können auch Aushilfsbrücken Anwendung finden.

Bei Ersatz von alten, nicht mehr gebrauchsfähigen Brücken durch neue, bei Einstürzen durch Unterwaschung bei Hochwasser od. dgl. ist der Verkehr über einen Wasserlauf, einen Einschnitt oder eine Talschlucht manchmal so groß und wichtig, daß er während des Neubaus der Brücke aufrechterhalten werden muß. Dies kann entweder durch Ablenkung des Verkehrs auf einen anderen Weg, der zum selben Ziele hinführt, geschehen, wenn ein solcher Weg in nicht zu großem Abstände von der alten Brückenstelle vorhanden ist, oder es muß eine Hilfsbrücke geschlagen werden. Auch bei Neuanlage von Straßenzügen kann ein neuer Weg für den Verkehr durch die Anlage einer vorläufigen Brücke vermittelt werden. Bei Eisenbahnneubauten werden derartige Brücken zur bequemeren Erdbewegung oder zur Vermittlung des Verkehrs häufig gebraucht.

Die Breite der Hilfsbrücke richtet sich nach der Benutzung. Ihre Fertigstellung soll, wenn möglich, vor der Außerdienstsetzung der alten Brücke erfolgt sein, und ihre Zuwege dürfen nicht zu stark gekrümmt oder geneigt werden.

Am besten und einfachsten geschieht der Bau einer Hilfsbrücke in geringem Abstände von dem zu ersetzenden Wege. Jedenfalls muß aber darauf ge-

achtet werden, daß ihre Stützen nicht die Baugruben oder die Zufahrten der, wenn auch erst später zu erbauenden Brücke beeinträchtigen.

Von örtlichen Verhältnissen hängt zumeist die Lage der Hilfsbrücke, ob flußaufwärts oder flußabwärts von dem Neubau, ab. Selten gelingt es, beim Abbruch der einen Hälfte den Verkehr auf die andere zu verweisen und nach Fertigstellung und Inbetriebsetzung der neuen Hälfte die andere zu ergänzen. Immer ist bei einer Lage der Hilfsbrücke in derselben Achse die Stützenverteilung so zu wählen, daß die Erbauung der neuen Pfeiler nicht durch die Lage der alten Joche gestört wird.

Manchmal tritt eine Scheidung des Verkehrs ein. Personen und Fuhrwerke werden auf einer leichteren, schmälern Brücke übergeführt, während Straßenbahnen einer besonderen Hilfsbrücke zugewiesen werden, um größere Gleisverlegungen zu vermeiden oder günstigeres einstweiliges Gefälle zu erzielen. Auch können die Fuhrwerke auf Umwege verwiesen werden, während der Personenverkehr durch einen Steg aufrechterhalten wird, wobei zur Aufrechterhaltung der Schifffahrt eine teilweise Hebung des Weges, etwa durch eingelegte Treppen, erfolgen kann. Bei Fußwegen ist ein steiles Ansteigen oder ein Einlegen scharfer Krümmungen wenig hinderlich, meist sogar anzuraten oder notwendig.

Ist die Uferstraße von genügender Breite, so wird die Abschrägung der Eckhäuser gute Dienste bei der Ausführung des Brückenersatzes leisten. Auch die Benutzung freiliegender oder durch Abbruch freigewordener Grundstücke ist für die Ablenkung des Weges zur Hilfsbrücke manchmal wertvoll. Bei geringer Länge braucht ein solches Bauwerk nur für eine Spur erbaut zu werden, da dann das Zusammen-

treffen zweier Fuhrwerke auf der Brücke leicht überschaut und vermieden werden kann.

Brücken dieser Art werden vorzugsweise als Jochbrücken mit möglichst einfacher Konstruktion der Längsträger, als einfache Balken, 2 bis 5 m weit, die, wenn erforderlich, durch Sattelhölzer und Kopfbänder verstärkt werden, erbaut. Zeitweilige Unterbrechungen für Schiffsverkehr verlangen manchmal die Einlage beweglicher Brücken, welche die einfache Anlage durchbrechen und besondere Versteifungen verlangen.

Vor Jochen an Schiffsfahrtsöffnungen werden Leitwerke angelegt, damit die Joche nicht beschädigt werden und die Schiffe besser ihre ungehinderte Einfahrt in die Brücke finden.

Auch offene Balken (s. S. 30) sind zu Hilfsbrücken empfehlenswert.

Je nach dem Zeitraum, während welchem die Brücke in Benutzung bleiben soll, oder dem Ort und Zweck der Brückenanlage wird beschlagenes oder Rundholz verwendet, welches letzteres nur an den Auflagerstellen oder an Überschneidungen bearbeitet wird. Meist soll die Hilfsbrücke mit den geringsten Kosten möglichst schnell hergestellt werden, wobei lange Lieferfristen für das erforderliche Holz ausgeschlossen sind.

Für größere Spannweiten werden beim Neubau größerer Stein- oder Eisenbrücken einfache Fachwerksträger zur Arbeits- und Materialanfuhr gebraucht (Abb. 130 u. 101), die bis 20 m weit gespannt,

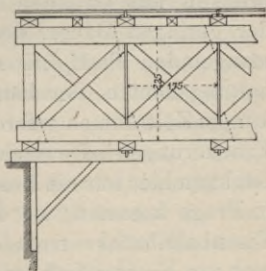


Abb. 130.

mit einfachen Gurtbalken versehen und mit schräg bearbeiteten Streben aus Schwellen oder Rundholz

verspreizt werden. Als Hängeeisen können alte Schienen oder anderes passendes Eisenzeug benutzt werden, die mit Keilen über und unter Querschwellen festgehalten werden. Die Gurthölzer werden am Stoße mit Laschen verbolzt.

Für kurze Dauer berechnete Hilfsbrücken zeigen möglichst einfache Verbindungen und Befestigungsarten und lassen das Holz möglichst unbearbeitet, damit es nach dem Gebrauch jederzeit anders verwendet werden kann. Sie werden durch Bohlen oder Schwarten ausgesteift und mit gesäumten Schwarten belegt. Statt Geländerriegeln werden Bretter benutzt; die Pfosten können mit Nägeln befestigt werden.

Die zugehörigen Joche sind zumeist einfache, gerammte Pfahljoche mit oder ohne Verstrebung durch Schwarten, Bohlen oder Zangen, deren Pfähle etwa 1 m Abstand aufweisen.

Die Kosten von Hilfsbrücken betragen durchschnittlich $\frac{1}{15}$ der Baukosten einer endgültigen Brücke.

III. Eisenbahnbrücken.

Da die Verwendung von Holz zu Eisenbahnbrücken aus Gründen der Betriebssicherheit, wegen der geringen Dauer, der drohenden Feuergefahr, der mangelnden Festigkeit der Verbindungen, der Unterhaltungskosten, der häufigen Reparaturen und der in kurzen Zeiträumen erforderlich werdenden vollständigen Erneuerungen in Deutschland in der Regel ausgeschlossen ist, kann hier nur die Besprechung derjenigen Einzelfälle in Frage kommen, wo die Herstellung einer hölzernen Eisenbahnbrücke trotzdem angezeigt ist. Es handelt sich um Notbrücken, die bei Unglücksfällen jederzeit in Verwendung treten können, oder bei Kriegzeiten zum Ersatz für gesprengte Brücken, zur Beförderung der Truppen, der Munition oder der Ver-

pflegung oder zur Aufrechterhaltung des Verkehrs notwendig werden.

Durch die mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit die Brücke passierenden Lokomotiven und Züge werden auf die Konstruktionen größere Kräfte mit gefährlicheren Stoßwirkungen übertragen. Daher verlangen Eisenbahnbrücken eine sorgfältige, kräftige Bauweise, die zuweilen allerdings durch die voraussichtlich nur kurze Zeit notwendige Benutzung, und zwar durch die Annahme größerer zulässiger Spannung und geringerer Beanspruchung beeinflusst werden kann. Die schwersten Betriebsmittel können bei schwächeren Brücken und kürzerer Dauer meist auf andere Strecken umgeleitet werden.

Bei Zerstörungen des Schienengleises, die durch höhere Gewalt eintreten, ist eine Regelmäßigkeit der Verhältnisse nicht zu erwarten. Dennoch lassen sich für verschiedene Fälle Regeln aufstellen, wie bei der Herstellung einer Notbrücke zu verfahren ist.

So sind von der Preußischen Staatseisenbahnverwaltung Entwürfe für Notbrücken aufgestellt, die im allgemeinen der plötzlich notwendigen Bearbeitung unter umsichtiger Erfassung und Benutzung vorliegender Verhältnisse zugrunde gelegt werden können, eine geringe Bearbeitung des Holzes an die Hand geben und eine genügende Stärke der Ausführungen sichern sollen. Es sind für Stützweiten von 3 bis 10 m Zeichnungen entworfen, wobei je eine Schiene von zwei, drei, vier oder sechs Balken, von zwei Balken zu 22:28 für 3 m, von drei Balken zu 20:26 für 3,5 m, von drei Balken zu 22:28 für 4 m, von vier Balken zu 22:28 für 4,5 m, von sechs Balken zu 20:26 für 5, zu 22:28 für 5,5, zu 23:29 für 6, zu 24:32 für 7 m oder von je drei armierten Balken zu 24:32 und 30:33 für 8,5 und 10 m Stützweite

unterstützt wird. Die Brückenden, deren Auflagerung natürlich auch den Umständen gemäß wechseln muß, ruhen in den Entwürfen auf Schwellenstapeln,

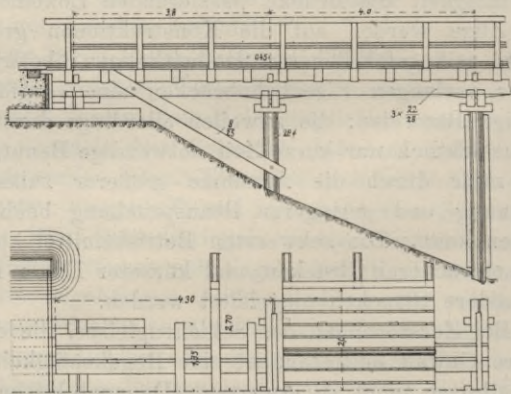


Abb. 131.

während bei den Mittelauflagern eine Unterstützung durch ein- oder zweireihige, senkrecht eingerammte Joche angenommen ist. Abb. 131 zeigt eine Balken-

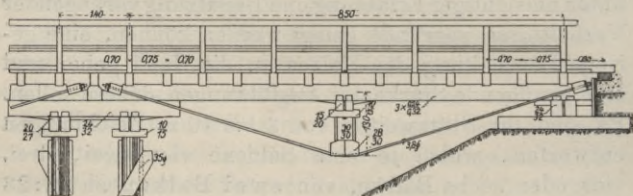


Abb. 132.

brücke von 4 m Stützweite, die natürlich genügend häufig wiederholt werden kann, um eine vorhandene Öffnung auszufüllen. Für zwei Gleise werden zwei Brücken gleicher Konstruktion nebeneinander gelegt.

Abb. 132 zeigt eine Brücke von 8,5 m Stützweite. Der Grundriß ist ähnlich wie bei Abb. 131.

Verschraubungen sind nur dort vorgenommen, wo sie nicht zu umgehen waren, um genügende Stärke, Verbindung und Sicherheit zu erreichen.

Die Joche bestehen aus vier Pfählen von 35 cm und mehr Durchmesser, von denen die beiden äußeren mit $1:1/10$ nach außen geneigt sind. Die Höhe ist nach den Umständen verschieden, kann aber durch verschiedene Breiten der Endöffnungen den Verhältnissen angepaßt werden.

Für die Lagerung der Schienen sind, wie jetzt fast allein üblich ist, Querschwellen, und zwar hier hochliegende (16:25), verwandt, die meist 70 cm voneinander entfernt liegen und auf den Balken 2,5 cm tief ausgeschnitten sind, während letztere ungeschwächt durchgehen. Die Schwellenlänge 2,70 bzw. 3 m wechselt mit 5,40 m ab. An oder auf den längeren Schwellen werden die Geländerpfosten befestigt.

Auf doppelten Mauerlatten (16:25) ruhen die Balken am Endauflager auf.

Um bei einer Entgleisung ein Abstürzen der Fahrzeuge zu verhindern, wird an der Außenkante

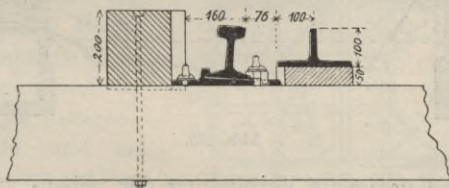


Abb. 133.

der Schiene neben die Unterlagsplatte ein Streichbalken von 20 cm Höhe in die Querschwelle 10 cm tief eingelassen; an der Innenseite wird die Bohle mit einem \perp -Eisen versehen (Abb. 133).

Die Jochpfähle tragen doppelte Gurthölzer (16 : 25 oder 20 : 27), die bei zwei Pfahlreihen ein mit dem Balken verdübeltes Sattelholz (30 : 33) tragen, in dessen Mitte der Balkenstoß erfolgen kann.

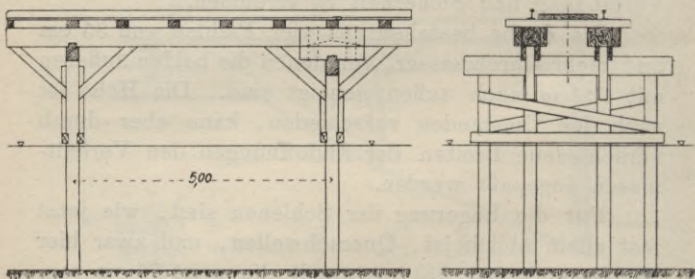


Abb. 134.

Sind Schienenstöße auf der Brücke nicht zu vermeiden, so ist bei der Querschwellenanordnung auf sie Rücksicht zu nehmen.

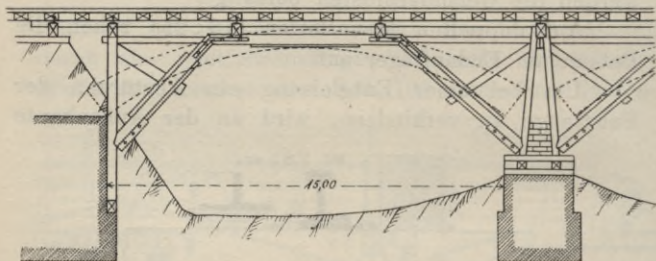


Abb. 135.

Eine geeignete Verbindung der neben- und übereinanderliegenden Balken vermitteln die Packhölzer, die über die Mauerschwellen bzw. Holme fassen und mit den Balken verschraubt werden (Abb. 55 u. 177).

Ebenso wie die Notbrücken verlangen die im Felde meist durch die Pioniere errichteten Kriegs-

brücken eine rasche Ausführung. Das Material zur Herstellung wird entweder auf Wagen mitgeführt oder aus nächster Umgebung herbeigeholt. Daß dabei das nächste Brauchbare das Beste ist, liegt auf der Hand. Auch hier ist rascher Blick und schnelles Erfassen der Umstände für die baldige

Vollendung der Brücke unentbehrlich. Im allgemeinen werden nur kurze Hölzer leicht mitzuführen oder im Gebrauchsfall aus der Nähe herbeizuholen sein. Feste vorgerichtete Böcke, Brückenkähne (Pontons) und auf bestimmte Längen passende und mit entsprechenden Verbindungen versehene Traghölzer dienen zur leichten und schnellen Errichtung solcher Brücken. Die

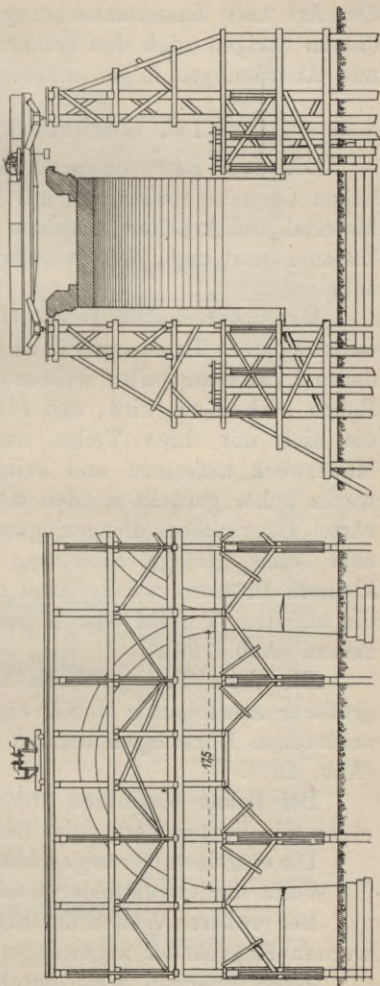


Abb. 136.

beigegebenen Abb. 134 u. 135 geben Beispiele von der Art und Zusammensetzung von Kriegsbrücken, die im übrigen auch den früher erwähnten Systemen und Anordnungen folgen müssen.

IV. Gerüstbrücken.

Die zum Bau von größeren Brücken erforderlichen Gerüste sind meist mit Transportbrücken für Material und Arbeiter versehen und kommen in ihrer Zusammensetzung den vorerwähnten Holzbrücken sehr nahe.

Man unterscheidet feste Gerüste mit fester, unbeweglicher Transportbahn, feste Gerüste, deren Transportbahn während des fortschreitenden Baues gehoben wird, und fliegende Gerüste, die sich mit ihren Teilen nur auf fertiggestelltes Mauerwerk aufsetzen und beim Wachsen des Bauwerks höher gerückt werden müssen. Fliegende Gerüste verursachen die geringsten Kosten, gewähren aber eine geringe Sicherung der Arbeiter. Für kleinere Brücken wendet man nur feste Gerüste an, die auf dem Terrain oder niedrigen Pfahlbauten aufsetzen (Abb. 136).

Die feste Transportbahn wird bei Brücken von größerer Ausdehnung durch eine Bahn, die in verschiedenen Höhenlagen benutzt werden kann, ersetzt (Abb. 137).

Bei hohen Viadukten werden nur fliegende Gerüste mit Vorteil verwendet (Abb. 138).

Die einzelnen Gerüstgeschosse sind 3 bis 8 m hoch; die Weite der Gerüstfelder wechselt von 4 zu 6,5 m.

Bei größeren Weiten der Felder, von 4,5 bis 6,5 m, werden Kopfbänder angewendet.

Jedes Geschoß wird durch Ständer von 15 bis 20 cm Stärke getragen, durch Rahmen von 20 bis

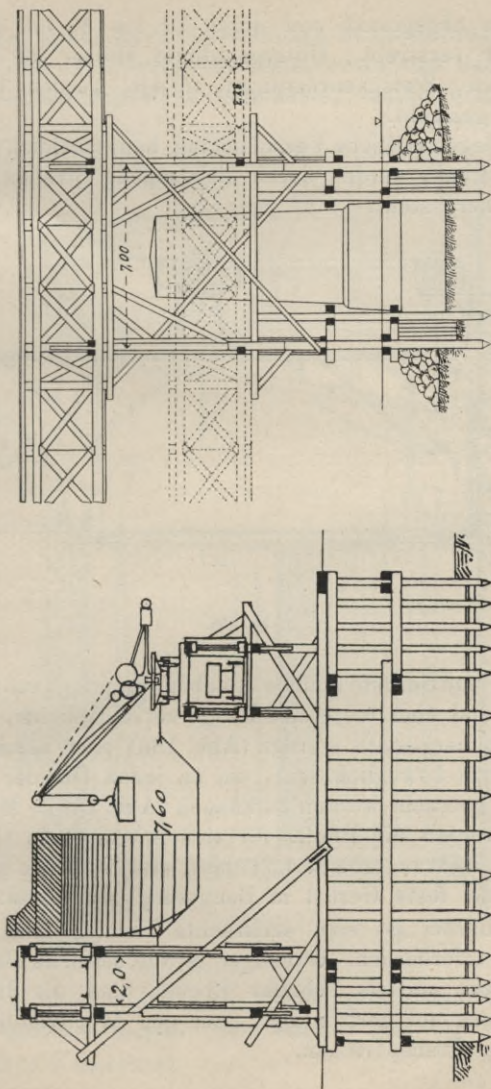


Abb. 137.

35 cm abgegrenzt und durch 15 bis 25 cm starke Hölzer verstrebt. Untergeordnete Hölzer zu Kopfbändern, Zwischenrüstungen u. dgl. werden 15 cm stark gemacht.

Gegen seitliche Verschiebung, hauptsächlich durch Winddruck, werden durch eingezogene Streben Dreiecke hergestellt.

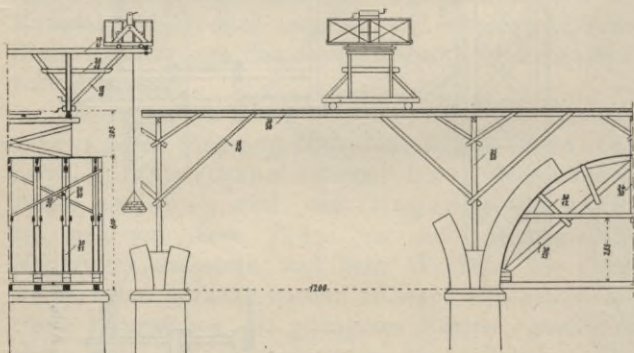


Abb. 138.

Feste Gerüste können mit obenliegender Transportbahn und über die ganze Länge verschieblichen Laufkränen hergestellt werden (Abb. 136) oder selber auf Schienen beweglich sein, um an jeden Ort der Baustelle gebracht werden zu können (Abb. 139). Manchmal werden die Pfeiler für sich mit eigenem Gerüst oder Laufkran erbaut, und dann erst wird das durchgehende, feste Gerüst in Benutzung genommen.

Hierbei ist eine senkrechte Hebung aller Baustoffe erforderlich. Günstiger ist die seitliche Hebung derselben mittels schiefer Ebenen und die Heranschaffung auf horizontaler, über der Arbeitsstelle gelegener Transportbahn,

Bei genügender Höhe können Fachwerkträger auf ihrer oberen Gurtung die Beförderung der Baustoffe zur Verwendungsstelle vermitteln, während sie auf

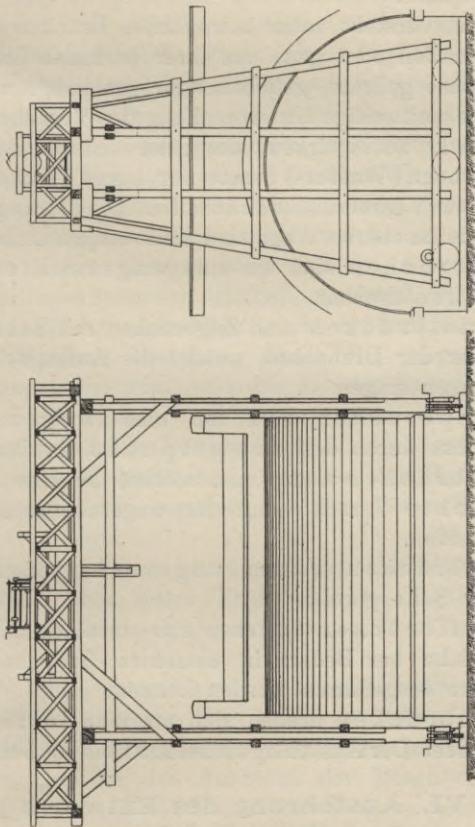


Abb. 139.

dem unteren Gurt einen Laufsteg für den Verkehr der Arbeiter tragen. Sie werden also als Doppelbrücken ausgenutzt.

V. Bewegliche Brücken.

Hier werden nur die verschiedenen Arten der beweglichen Brücken benannt, soweit sie in Holz konstruiert sind.

Man versteht unter beweglichen Brücken solche, die zum Teil oder ganz aus ihrer normalen Lage um eine Achse gedreht, gehoben oder geschoben werden, um eine zeitweilige Unterbrechung des Verkehrs über die Brücke zu bewirken oder einer anderen darunter hergehenden (Wasser-) Straße für kurze Frist die erforderliche Verkehrshöhe zu schaffen. Die Störungen des Verkehrs im oberen Wege sind meist empfindlicher Art.

Zugbrücken sind um eine wagerechte Endachse drehbar.

Portalbrücken sind Zugbrücken mit Ständern über der Drehachse, welche die Aufzugsvorrichtungen tragen.

Klappbrücken sind um eine wagerechte Achse durch den Schwerpunkt drehbar.

Hubbrücken nennt man solche, die eine senkrechte Verschiebung der wagerechten Brücke erleiden.

Rollbrücken werden wagerecht verschoben, zur Seite gerollt.

Schiffbrücken bestehen aus einzelnen Schiffen, welche bei Bedarf in einzelnen Gruppen oder ganz ausgefahren werden können.

Drehbrücken drehen sich um eine lotrechte Achse. Der Ausschlagwinkel kann bis 90° betragen.

VI. Ausführung des Entwurfs und der Brücke.

Jeder Entwurf verlangt genaue Vorschriften über die Grundlagen des Bauwerks, die entweder von der Landespolizei oder den mit dem Entwurfe Betrauten

aufgestellt werden, und die sich über die zukünftige Anlage bezüglich der erforderlichen Maße für Breiten und Höhen sowie über größte Neigung und geringste Krümmung aussprechen. Nach vorläufiger allgemeiner Festlegung der Brückenbaustelle nach Lageplänen, im Maßstabe 1:1000 etwa, unter Berücksichtigung der erforderlichen Wegeverlegungen behufs Kreuzung in geeigneter Höhenlage, wird die in Aussicht genommene Stelle einer genaueren Aufnahme, etwa im Maßstabe 1:200, unterzogen, die über Wege, Gräben, Wasserabfluß, Kultur- und Besitzgrenzen, ferner über die Höhenlage durch Querprofile, welche auf eine bestimmte Achse bezogen sind und die Einzeichnung von Schichtenlinien ermöglichen, Auskunft gibt. Über die Bodenverhältnisse allgemeiner Art soll von vornherein Klarheit bestehen, damit die erforderlichen Böschungen bestimmt und die Art der Gründung erkannt werden kann.

Aufzustellende Längenschnitte zeigen die Höhen in zehnfachem Maßstabe gegenüber den Horizontalentfernungen und ergeben ein allgemeines Bild der späteren Anlage.

Dann geht man zur besonderen Bearbeitung des Entwurfes über unter Ergänzung der Bodenuntersuchungen oder auch der Aufnahmen über Lage und Höhen.

Die Bauentwürfe sind etwa im Maßstabe 1:100, bei größeren Anlagen in 1:200, zur Übersicht, bei verwickelteren Darstellungen in 1:50 anzufertigen. Im Grundriß ist der Anschluß der Böschungen an das Bauwerk und die Trägerverteilung zu bestimmen und, wenn angängig, zugleich die Ansicht von oben zur Darstellung zu bringen. In derselben Figur kann oft die Ansicht zugleich mit dem Längenschnitt gezeigt werden. Querschnitte sind überall da erforder-

lich, wo eine genauere Kenntniss der Konstruktionen oder der Stärken einzelner Teile nur durch sie vermittelt werden kann.

Alle erforderlichen Einzelheiten sind im Maßstabe 1 : 10 etwa auszuführen.

Alle zum Bau oder zur Absteckung erforderlichen Maße sind einzuschreiben, damit man später nicht zu umständlichem Ausrechnen oder ungenauem Abgreifen schreiten muß. Der Nordpfeil und die Maßstäbe der Auftragungen sind einzuzeichnen.

Nach der Prüfung, Feststellung und Genehmigung des Entwurfs kann der Bau beginnen. Zuerst wird die Aussteckung der Achse vorgenommen. Die Festlegung derselben erfolgt je nach der Bedeutung des Bauwerks durch zwei fest eingeschlagene Pfähle oder durch genauere Vorrichtungen, wenn nötig unter Benutzung von Winkelmeßinstrumenten und Fernrohren. Auch die Höhenlage wird von Anfang an durch einivellierte Pfähle oder Fixpunkte, die durch den Brückenbau nicht beeinträchtigt werden können, angegeben.

Inzwischen ist die Ausschreibung bzw. die Vergebung an einen Unternehmer erfolgt, wenn diese Art der Ausführung beliebt wird, oder die Bauverwaltung übernimmt selbst den Ausbau (in Regie). Der Ausführung der Zimmerarbeiten geht das Zulegen und Abbinden der Einzelteile auf dem Reißboden voraus. Müssen Pfähle geschlagen werden, so beginnt man mit dieser Arbeit, wobei jeder Pfahl mit Nummer, Länge, Umfang, Tiefe der Rammung, Zahl und Wirkung der Hitzten, Fallhöhe des Rammklotzes und Zeit der Rammung in das sogenannte Rammregister eingetragen wird. Zum Schutze gegen Betrug (Abschneiden) wird der Pfahl bzw. seine Länge bezeichnet und die Rammung nicht aus dem Auge gelassen. Die Fortschritte des Baues sind zu überwachen und durch Aufnahmen

festzulegen. Letztere gewähren auch das Mittel zur Anweisung von Abschlagszahlungen. Ein Bautagebuch, welches vom Bauaufseher zu führen ist, enthält alle Angaben, welche die Arbeitsleistungen übersehen und die Anlieferungen und Kosten überblicken lassen, ferner die Aufmessungen von Bauteilen, die beim Fortschritt der Arbeiten unzugänglich oder unübersichtlich werden, sowie alle Verfügungen oder Anweisungen der Behörden oder der Baubeamten.

Die Träger der Balkenbrücken werden meist auf dem Rüstplatze fertiggestellt und auf die Unterstützungen aufgezogen oder übergeschoben.

Bei Sprengwerkträgern werden nach der Vorbereitung der Auflagerplatten oder -stellen die vorher zusammengelegten Tragwände aufgezogen, in die richtige Lage gebracht, versteift und verbolzt. Die Überhöhung bei der Zulage beträgt in der Mitte $\frac{1}{200}$ der Spannweite.

Fachwerksträger werden bei geringen Spannweiten und Jochhöhen fertig hochgezogen, bei größeren Jochhöhen auf einfachen Gerüsten zusammengesetzt. Bei hohen Jochen und großer Spannweite dürfte das Überschieben der Fachwerke sich empfehlen. Man überhöht die Fachwerke in der Mitte der Spannweite um etwa $\frac{1}{400}$ ihrer Länge.

Nach der Anbringung der Träger erfolgt der Ausbau der Fahrbahn und der Vorrichtungen zum Schutz und zur Verschönerung.

Der endgültigen Abnahme geht eine Probelastung vorher, die eine Durchbiegung von nicht mehr als $\frac{1}{300}$ der Stützweite ergeben soll.

Den Schluß bildet die Abrechnung und die Anweisung der Schlußzahlung, wobei eine Summe als Sicherung für die gute, brauchbare Ausführung für eine bestimmte Zeit noch einbehalten werden kann.

VII. Berechnungen.

a) Allgemeines.

1. Eigengewicht der Holzbrücken.

Das Gewicht von 1 cbm Holz kann zu 800 kg gerechnet werden.

Fußgängerbrücken können mit einem Eigengewicht $e = 10l$ kg/qm vorläufig eingesetzt werden.

Nach Heinzerling ist

für einfache Balkenbrücken mit einfachem Bohlenbelag $e = 11l + 150$ kg, mit doppeltem Bohlenbelag $e = 11l + 350$ kg;

für verdübelte Balken mit einfachem Bohlenbelag $e = 10l + 150$ kg für 1 qm zu setzen;

für zeitweilige Eisenbahnbrücken kann vorläufig genommen werden bei einfachen Balken $e = 67l + 350$ kg für 1 m Gleis,

für endgültige Fachwerksbrücken $e = 72l + 600$ kg für 1 m Gleis.

$l =$ Spannweite in Metern.

Es ist als Grundsatz anzunehmen, daß mit den durch die Formeln gefundenen Balkenstärken und Konstruktionsteilen die Eigengewichte genauer zu bestimmen und die endgültige Berechnung zu wiederholen ist, wenn nicht die Unterschiede der angenommenen und der berechneten Eigengewichte nur gering sind.

2. Verkehrslast.

Für Straßenbrücken werden als bewegliche Lasten

leichte Wagen von 1,40 m Spurweite und 2 m Kastenbreite (Abb. 140),

schwere Wagen von 1,50 m Spurweite und 2,30 m Kastenbreite (Abb. 141),

sehr schwere Wagen von 1,50 m Spurweite und 2,50 m Kastenbreite (Abb. 142) je nach dem zu erwartenden Verkehr angenommen.

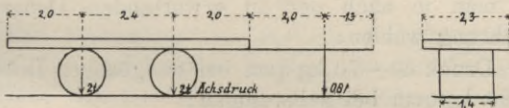


Abb. 140.

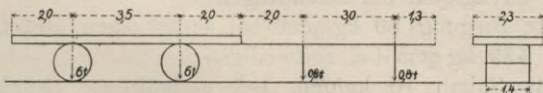


Abb. 141.

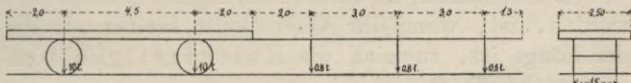


Abb. 142.

Abb. 143 zeigt die entlastete Chausseewalze (ohne Wasserfüllung) und Abb. 144 eine der Berechnung e. F. zugrunde zu legende Dampfwalze.

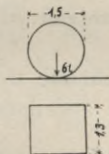


Abb. 143.

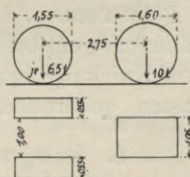


Abb. 144.

Bei Fußwegen kann 300 kg/qm als Belastung durch Menschengedränge angenommen werden, die gewöhnliche Annahme ist 400 kg für das Quadratmeter; in Städten wählt man 500 kg für das Quadratmeter.

Für Eisenbahnbrücken gelten die Vorschriften der Preußischen Staatseisenbahnen von 1903.

3. Als zulässige Belastung für Nadelholz kann man je nach der zu erwartenden Dauer der Ausführung wählen:

für Druck 60—70 kg/qcm bei endgültigen Brücken,
80 kg/qcm bei zeitweiligen;

für Zug 60—70 kg/qcm bei endgültigen Brücken,
80 kg/qcm bei zeitweiligen;

für Biegung 80 kg/qcm bei endgültigen Brücken,
125 kg/qcm bei zeitweiligen;

für Schub 10 kg/qcm bei endgültigen Brücken,
12 kg/qcm bei zeitweiligen.

4. Für Balken, die auf Druckfestigkeit beansprucht werden, ist, wenn ihr Querschnitt kleiner als $\frac{1}{5}$ der Länge ist, zugleich die Knickfestigkeit zu untersuchen*).

In den meisten Fällen wird der zweite Fall der Einspannung und die vereinfachte Euler'sche Formel angewandt:

Kleinstes erforderl. Trägheitsmoment $J = 100 P l^2$

(bei zeitweiligen Brücken $J = 85 P l^2$),

worin P in Tonnen, l in Metern einzusetzen ist und J sich in cm^4 ergibt.

Auf Knickung beanspruchte Querschnitte werden am besten quadratisch oder kreisrund angenommen.

5. Biegungsfestigkeit*).

Die allgemeine Biegunsgleichung ist:

$$M_{\max} = \mathfrak{S} \cdot W.$$

Das größte Moment ist gleich der zulässigen Spannung mal dem Widerstandsmomente.

*) Siehe unter Festigkeitslehre und Statik der Brückenbaukonstruktionen (Bibliothek der ges. Technik).

Für den rechteckigen Balken von der Breite b und der Höhe h ist:

$$W = \frac{bh^2}{6}.$$

Aus Stammholz ist für die Tragfähigkeit am besten ein rechteckiger Balken, dessen Breite sich zur Höhe wie 5 : 7 verhält, zu schneiden :

$$b = \frac{5}{7} h,$$

$$W = \frac{5 \cdot h^3}{7 \cdot 6} = \frac{5h^3}{42} = \frac{h^3}{8,4},$$

oder für $b = \frac{5}{7} h$ ist die erforderliche Balkenhöhe :

$$h = \sqrt[3]{8,4 \cdot W}.$$

6. Momente und Querkräfte aus der Verkehrslast.

Bei Straßenbrücken wird die Fahrbahn unter der Annahme berechnet, daß ein Rad der Wagenart, die als schwerste auf der Brücke verkehrt, mitten auf der Bohle, auf dem Längs- oder Querträger aufruhet. Bei doppeltem Bohlenbelag wird der Raddruck auf zwei nebeneinanderliegende Bohlen wirkend angenommen.

Die Hauptträger sind durch bewegte Wagenzüge belastet anzunehmen. Da aber diese Belastungsart nicht ganz einfach zu verfolgen ist, führt man mehr oder weniger genau eine gleichförmig verteilte Last ein und bestimmt die entsprechenden Größtmomente.

Nach der „Hütte“ ist die gleichförmige Last, die der Wirkung eines Wagenzuges, wobei der nicht von den Wagen eingenommene Teil der Brücke von Menschen besetzt ist, gleichkommt, bei Straßenbrücken :

für leichte Wagen $v = 0,37 + \frac{1,7}{l}$ t/qm,

für schwere Wagen $v = 0,34 + \frac{2,6}{l}$ t/qm,

für sehr schwere Wagen $v = 0,28 + \frac{8,4}{l}$ t/qm.

l = Stützweite in Metern.

Für Eisenbahnbrücken können die in den Vorschriften von 1903 angegebenen Größtwerte der Berechnung der Träger für 1 m Gleis zugrunde gelegt werden.

Tab. 1. Momente der Hauptträger.

L m	M_{\max} mt	L m	M_{\max} mt	L m	M_{\max} mt	L m	M_{\max} mt
1,0	5,00	3,2	18,76	11	157,1	22	469,0
1,2	6,00	3,5	21,61	12	178,4	24	550,5
1,4	7,00	4,0	28,50	13	199,7	26	632,6
1,6	8,00	4,5	35,63	14	221,0	28	728,2
1,8	9,00						
2,0	10,00	5	42,75	15	243,9	30	823,3
2,2	11,00	6	57,00	16	270,0	32	939,2
2,4	12,00	7	73,45	17	297,8	34	1050
2,6	13,16	8	93,5	18	327,0	36	1165
2,8	15,01	9	114,7	19	359,8	38	1286
3,0	16,88	10	135,9	20	394,0	40	1416

Tab. 2. Schwellenträger.

Momente aus der Verkehrslast bei 3,6 m. Brückenbreite.
 l = Spannweite in Metern.

l m	M_v f. 1 m Träger tm	l m	M_v f. 1 m Träger tm	l m	M_v f. 1 m Träger tm	l m	M_v f. 1 m Träger tm
1,0	2,5	1,8	4,5	2,6	6,582	3,4	10,327
1,2	3,0	2,0	5,0	2,8	7,505	3,6	11,400
1,4	3,5	2,2	5,5	3,0	8,438	3,8	12,825
1,6	4,0	2,4	6,0	3,2	9,379	4,0	14,250

Tab. 3. Auflagerdruck der Schwellenträger.
Brückenbreite 3,6 m.

Abstand der Querträger cm	Auflagerdruck aus Verkehr t	Abstand der Querträger cm	Auflagerdruck aus Verkehr t
100	10	280	18,321
150	10	300	19,000
160	10,688	320	19,594
170	11,735	340	20,118
180	12,667	360	21,250
190	13,500	380	22,368
200	14,250	400	23,375
210	14,929	420	24,286
220	15,545	440	25,114
230	16,109	460	25,869
240	16,625	480	26,563
260	17,538	500	27,200

Tab. 4. Querkräfte der Hauptträger.
Brückenbreite 3,60 m.

L m	$V_{\max} \cdot L$ tm	L m	$V_{\max} \cdot L$ tm
1,50—3,26	30,0	21,00—22,50	1957,5
3,26—5,10	85,5	22,50—24,00	2220,0
5,10—7,15	162	24,00—28,50	2508,0
7,15—10,50	265	28,50—30,00	3448,5
10,50—12,00	637,5	30,00—31,50	3781,5
12,00—13,50	784,5	31,50—34,50	4134
13,50—16,50	951,0	34,50—37,50	4878
16,50—19,50	1323,0	37,50—40,50	5661
19,50—21,00	1734,0	40,50—43,50	6483

b) Straßenbrücken.

Feldwegbrücke aus einfachen Balken.

Gegeben ist

die Stützweite $l = 5,50$ m,

„ Wegbreite $b = 4,00$ „

Als Verkehrslast sollen leichte Wagen oder Menschengedränge von 400 kg für das Quadratmeter angenommen werden.

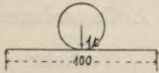


Abb. 145.

Es werden fünf Tragbalken, deren Entfernung voneinander daher $\frac{b}{4} = \frac{4,00}{4} = 1,00$ m beträgt, gewählt.

Auf diesen liege der einfache Bohlenbelag.

1. Bohlenbelag.

$P = 1,0$ t · Radlast (Abb. 145).

$$M_{\max} = \frac{Pl}{4} = \frac{1000 \cdot 100}{4} = 25\,000 \text{ kgcm},$$

$$W_{\text{erf.}} = \frac{M_{\max}}{\sigma} = \frac{25\,000}{80} = 313 \text{ cm}^3.$$

Gewählt wird eine Bohle von 24 cm Breite bei 12 cm Höhe:

$$W_{\text{vorh.}} = \frac{24 \cdot 12^2}{6} = 576 \text{ cm}^3.$$

Die größte Spannung beträgt

$$\sigma = \frac{25\,000}{576} = \text{rd. } 44 \text{ kg/qcm}.$$

Bei Menschengedränge ist

$$M_{\max} = \frac{400 \cdot 0,24 \cdot 1 \cdot 100}{8} = 12\,000 \text{ kgcm},$$

also wesentlich geringer.

2. Hauptträger.

Eigengewicht:

$$e = 10l + 150 = 10 \cdot 5,5 + 150 = 205 \text{ kg/qm},$$

Verkehrslast:

$$v = 0,37 + \frac{1,7}{l} = 0,37 + \frac{1,7}{5,5} = 0,37 + 0,31 = 0,68 \text{ t/qm},$$

Gesamtgewicht:

$$G = e + v = 205 + 680 = 885 \text{ kg/qm.}$$

Für 1 m Träger: $G_1 = 1,0 \cdot 885 = 885 \text{ kg.}$

$$M_{\max} = \frac{G_1 l^2}{8} = \frac{885 \cdot 550 \cdot 550}{8} = 334000 \text{ kgcm,}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{334000}{80} = 4175 \text{ cm}^3.$$

Gewählt wird ein Balken von 28 : 32 cm:

$$W = 4780 \text{ cm}^3,$$

$$\xi = \frac{334000}{4780} = \text{rd. } 70 \text{ kg/qcm.}$$

Zeitweilige Landstraßenbrücke aus Balken mit Sattelholz.

Stützweite $l = 9,3 \text{ m}$, Sattelhölzer 3 m lang,

Wegbreite $b = 6,00 \text{ m}$.

Verkehrslast: Leichte Wagen von 1 t Raddruck
und 2,4 m Achsstand.

Es werden sechs Hauptträger angeordnet, welche
bei gleicher Belastung $\frac{6,00}{6} = 1,00 \text{ m}$ Abstand haben.

$\xi = 125 \text{ kg/qcm}$ sei zulässig.

Für die Fahrbahn wird 15 cm Bekiesung auf
einfachem Bohlenbelag angenommen.

1 cbm Kies wiegt 2250 kg.

Die Bohlen tragen bei einer Breite von 20 cm:

$$\text{an Kies} \quad . \quad . \quad . \quad 1 \cdot 0,2 \cdot 0,15 \cdot 2250 = 68 \text{ kg,}$$

$$\text{„ Eigengewicht} \quad 1 \cdot 0,2 \cdot 0,08 \cdot 800 = 13 \text{ „}$$

zusammen 81 kg.

Hieraus:

$$M = \frac{Ql}{8} = \frac{0,081 \cdot 1 \cdot 1}{8} = 0,10125 \text{ tm} = 10\,125 \text{ kgcm},$$

aus der Radlast (1 t) ergibt sich:

$$M = \frac{1 \cdot 1}{4} = 0,25 \text{ tm} = 25\,000 \text{ kgcm}$$

zusammen 35 125 kgcm.

$$W = \frac{M}{\xi} = \frac{35\,125}{80} = \text{rd. } 440 \text{ cm}^3.$$

Eine Bohle von 20 : 8 cm hat ein $W = 533 \text{ cm}^3$.

Hauptbalken. Er liegt auf 6,3 m frei bei 1 m Tragbreite.

Eigengewicht:

des Kieses . . .	6,3 · 1 · 0,15 · 2250 =	2126 kg,
„ Bohlenbelages	6,3 · 1 · 0,08 · 800 =	384 „
„ Balkens . . .	6,3 · 0,3 · 0,3 · 800 =	454 „

zusammen 2964 kg.

Hieraus:

$$M_e = \frac{Ql}{8} = \frac{2964 \cdot 630}{8} = 233\,415 \text{ kgcm}.$$

Aus Abb. 146 ergibt sich das größte Moment aus dem Wagenverkehr an der Stelle 2,55 m vom rechten Auflager. Denn hier hat die Resultierende der Gesamtlasten $R = 2000 \text{ kg}$ den gleichen Abstand von der Mitte wie die gefährliche Einzellast $P = 1000 \text{ kg}^*$.

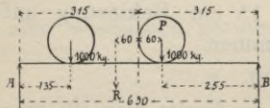


Abb. 146.

*) Siehe Bibliothek der gesamten Technik: „Statik der Brückenbaukonstruktion“: Träger mit bewegten Einzellasten.

$$B = \frac{1000 \cdot (1,35 + 3,75)}{6,30} = 810 \text{ kg,}$$

$$M_{v\max} = 810 \cdot 255 = 206550 \text{ kgcm.}$$

Zusammen ist:

$$M_{\max} = 233415 + 206550 = 439965 \text{ kgcm,}$$

$$W = \frac{439965}{100} = 4400 \text{ cm}^3.$$

Ein Querschnitt von 30 cm Höhe bei 30 cm Breite hat ein $W = 4500 \text{ cm}^3$.

Bei Menschengedränge (400 kg/qm) wird

$$M_{v\max} = \frac{Ql}{8} = \frac{6,3 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 1}{8} = 3150 \text{ kgm,}$$

$$M_{v\max} = 233415 + 315000 = 548415 \text{ kgcm,}$$

$$\varrho = \frac{548415}{4500} = \text{rd. } 122 \text{ kg/qm (125 kg/qm seien zulässig).}$$

Sattelholz. Dieses muß vom frei aufliegenden Balken von 6,3 m Weite den Stützendruck am freien Ende aufnehmen können.

Die Eigenlast für 6,3 m beträgt wie oben 2964 kg, auf 9,3 m $\frac{2964 \cdot 9,3}{6,3} = 4376 \text{ kg.}$

Daher erleidet das Sattelholz in der Mitte ein Biegemoment von $\frac{4376}{2} \cdot 150 = 328200 \text{ kgcm.}$ Außerdem entsteht aus Menschengedränge (400 kg/qm):

$$M_v = \frac{9,3 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 150}{2} = 279000 \text{ kgcm.}$$

Aus umstehender Laststellung (Abb. 147) wird:

$$M_{v\max} = \left(1000 + \frac{1000}{6,3} \cdot 3,9\right) 150 = 243000 \text{ kgcm.}$$

Das Moment aus Menschengedränge wird das größte.

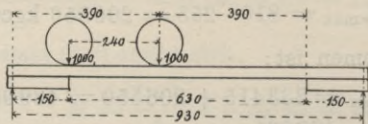


Abb. 147.

Das Sattelholz wird bei

$$M_{\max} = 328\,200 + 279\,000 = 607\,200 \text{ kgcm}$$

und einem Querschnitt 30 : 30 cm mit

$$\sigma = \frac{607\,200}{4500} = 135 \text{ kg}$$

beansprucht, was bei Eichenholz zulässig sein soll.

Landstraßenbrücke aus verdübelten Balken.

Stützweite $l = 9,0$ m, Wegbreite $b = 5,10$ m.
Verkehrslast: Schwere Wagen.

Es werden sechs Hauptträger angeordnet, welche $\frac{5,10}{5} = 1,02$ m Abstand haben. Auf diesen liegen sechs Querträger mit $\frac{9,0}{5} = 1,80$ m Abstand. Hierauf liegen acht Straßenträger mit $\frac{5,1}{7} = 0,73$ m Abstand. Diese tragen einen doppelten Bohlenbelag.

1. Berechnung der Fahrbahn.

Bohlenbelag. Der obere Belag ist 5 cm stark und soll nach dem Verbrauch ausgewechselt werden. Der untere soll allein das Tragen der Last übernehmen. Die Radlast wird durch die oberen Bohlen auf je zwei Bohlen des Unterbelages übertragen. Der

Raddruck steht in der Mitte und beträgt 3 t; die Bohlenlänge von Mitte zu Mitte Längsbalken ist 0,73 m:

$$M_{v \max} = P \frac{l}{4} = \frac{3000 \cdot 73}{4} = 54750 \text{ kgcm.}$$

Zwei Bohlen von je 20 cm Breite bei 12 cm Höhe haben ein

$$W = \frac{2 \cdot 20 \cdot 12^2}{6} = 960 \text{ cm}^3.$$

Erforderlich ist

$$W = \frac{54750}{80} = 685 \text{ cm}^3,$$

$$\xi = \frac{54750}{960} = 57 \text{ kg/qcm.}$$

Die einzelne Bohle würde mit 114 kg beansprucht oder verlangte einen Querschnitt 13 : 25 mit $W = 704$.

Straßenlängsträger. $P = 3$ t, in der Mitte der Länge angreifend, $l = 180$ cm.

$$M_{v \max} = \frac{3000 \cdot 180}{4} = 135000 \text{ kgcm,}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{135000}{80} = 1687,5 \text{ cm}^3,$$

$$W_{\text{vorh}} \text{ bei } 18 : 24 \text{ cm Balken} = 1728,$$

$$\xi = \frac{135000}{1728} = 78,1 \text{ kg/qcm.}$$

Querträger. $P = 3$ t, in der Mitte der Stützweite angreifend, $l = 102$ cm.

$$M_{v \max} = \frac{3000 \cdot 102}{4} = 76500 \text{ kgcm,}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{76500}{80} = 957 \text{ cm}^3,$$

$$W_{\text{vorh}} \text{ bei } 16 : 20 \text{ cm Balken} = 1067 \text{ cm}^3,$$

$$\xi = \frac{76500}{1067} = \sim 72 \text{ kg/qcm.}$$

2. Berechnung der Hauptträger.

Eigengewicht (s. S. 90) $e = 11l + 350$ kg:

$$e = 11 \cdot 9 + 350 = \text{rd. } 450 \text{ kg/qm.}$$

Verkehrslast (s. S. 94) $v = 0,34 + \frac{2,6}{l}$ t/qm:

$$v = 0,34 + \frac{2,6}{9} = 0,34 + 0,30 = 0,64 \text{ t/qm} = 640 \text{ kg/qm.}$$

$$G = e + v = 450 + 640 = \text{rd. } 1090 \text{ kg/qm,}$$

$$G \text{ für 1 m Träger} = 1090 \cdot 1,02 = 1110 \text{ kg,}$$

$$M_{\max} = \frac{Ql}{8} = \frac{1110 \cdot 9 \cdot 900}{8} = 1123880 \text{ kgcm,}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{1123880}{80} = 14097 \text{ cm}^3.$$

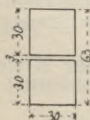


Abb. 148.

Nebenstehendes Profil (Abb. 148) hat ein

$$J_x = \frac{30}{12} (63^3 - 3^3) = 2,5 \cdot 250020 =$$

$$625050 \text{ cm}^4.$$

Für verdübelte Balken nimmt man der geringeren Festigkeit wegen $J = \frac{4}{5} J_{\text{ber.}}$

$$W = \frac{\frac{4}{5} J_x}{\frac{H}{2}} = \frac{8 \cdot 625050}{5 \cdot 63} = \text{rd. } 14300 \text{ cm}^3.$$

Die Beanspruchung beträgt:

$$\sigma = \frac{1123880}{14300} = \sim 78,6 \text{ kg/qcm.}$$

3. Berechnung der Dübel.

Der Ausdruck für die Schubkraft an irgendeiner Stelle eines Balkens von beliebigem Querschnitt ist:

$$S = \frac{V \cdot St}{J},$$

worin S die Schubkraft, V die Vertikalkraft, St das statische Moment, bezogen auf die Schwerpunktsachse XX , und J das Trägheitsmoment des gesamten Querschnittes auf dieselbe Achse ist.

Die Schubkraft wächst mit der Vertikalkraft und ist in der neutralen Achse am größten.

V ist am Auflager am größten, und zwar gleich dem Auflagerdruck.

Der Dübelentfernung wird die größte Schubkraft, die im Balken auftritt, zugrunde gelegt.

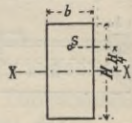


Abb. 149.

Sie beträgt beim ein- und dreifach verdübelten Balken

$$S = \frac{A \cdot St}{J}$$

und liegt in der Mittelfuge beim Auflager. Hierin ist A der Auflagerdruck, St das statische Moment der Querschnittshälfte, J das Trägheitsmoment des ganzen Querschnittes, beide bezogen auf die XX -Achse.

Der einfach verdübelte Balken werde der Berechnung zugrunde gelegt (Abb. 149).

Da

$$St = \frac{b \cdot H}{2} \cdot \frac{H}{4},$$

$$J = \frac{b \cdot H^3}{12},$$

$$A = \frac{Q}{2} \text{ (gleichmäßig verteilte Last } Q \text{ vorausgesetzt),}$$

so wird:

$$S = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{b \cdot H^2}{8}}{b \cdot \frac{H^3}{12}} = \frac{12 \cdot Q \cdot b \cdot H^2}{16 \cdot b \cdot H^3} = \frac{3}{4} \cdot \frac{Q}{H}.$$

Beim zweifach verdübelten Balken wird

$$S = \frac{2}{3} \cdot \frac{Q}{H}.$$

Soll die Reibung, die durch die durchgezogenen Schraubbolzen erzeugt wird, vorderhand nicht eingerechnet werden, so darf:

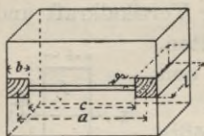


Abb. 150.

1. an der Eingriffsstelle des Dübels das Holz des Balkens nicht zerdrückt werden (Abb. 150).

Die Tragfähigkeit eines Dübels ist daher:

$$P = d \cdot l \cdot \mathcal{E}_d.$$

d = Eingriff des Dübels, l = Dübelleänge, $\mathcal{E}_d = 60$ bis 80 kg/qcm für Holz.

2. Es muß die größte Schubkraft für die Balkenbreite auf die Strecke von Mitte zu Mitte Dübel (= a) gleich der Tragfähigkeit sein:

$$S \cdot a = P,$$

$$a = \frac{P}{S}.$$

3. Der Dübel darf nicht abgeschoren werden. Daher:

$$b \cdot l \cdot \mathcal{E}_s = P = d \cdot l \cdot \mathcal{E}_d,$$

$$b = d \frac{\mathcal{E}_d}{\mathcal{E}_s}.$$

Für

$$\frac{\mathcal{E}_d}{\mathcal{E}_s} = \frac{60}{12} = 5$$

wird die Dübelsbreite:

$$b \geq 5 d.$$

4. Das Balkenholz, welches zwischen zwei Dübeln liegt, darf nicht der Abscherung unterliegen.

Daher:

$$c \cdot l \cdot \mathcal{S}_{s_1} = P = d \cdot l \cdot \mathcal{S}_d,$$

$$c = d \frac{\mathcal{S}_d}{\mathcal{S}_{s_1}}.$$

Für

$$\frac{\mathcal{S}_d}{\mathcal{S}_{s_1}} = \frac{60}{7,5}$$

wird:

$$c \geq 8 d.$$

Bei Berücksichtigung der Reibung R , welche der Zugfestigkeit eines Bolzens von d cm Durchmesser entsprechen soll, würde:

$$R = f \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \mathcal{S}_z^t.$$

$\mathcal{S}_z^t = 750$ kg/qcm für Schmiedeeisen, f ist der Reibungskoeffizient, der für einstweilige Brücken = 0,5, für Brücken längerer Dauer = 0,3 gesetzt werden darf.

Kommen auf einen Dübel n Bolzen, so können diese $n \cdot R$ kg aufnehmen.

Für Straßenbrücken kann $n = 0,5$, für Eisenbahnbrücken $n = 1$ gesetzt werden.

Dann muß nach 2. sein:

$$S \cdot a - n \cdot R = P,$$

woraus sich a ermitteln läßt.

Für den vorliegenden Fall ist die gleichmäßig verteilte Trägerlast:

$$Q = G \cdot l = 1110 \cdot 9 = 9990 \text{ rd. } 10\,000 \text{ kg.}$$

Demnach die größte Schubkraft (S. 103):

$$S = \frac{3Q}{4H} = \frac{3 \cdot 10\,000}{4 \cdot 63} = \sim 120 \text{ kg.}$$

$$1. \quad P = d \cdot l \cdot \mathcal{S}_d = 3 \cdot 30 \cdot 80 = 7200 \text{ kg,}$$

$$2. \quad a = \frac{P}{S} = \frac{7200}{120} = 60 \text{ cm,}$$

$$3. \quad b \geq 5 \delta \geq 5 \cdot 3 \geq 15 \text{ cm,}$$

$$4. \quad c \geq 8 \delta \geq 8 \cdot 3 \geq 24 \text{ cm,}$$

$$5. \quad b + c \leq a \quad 15 + 24 < 60 \text{ cm.}$$

Bei Berücksichtigung der Reibung ergibt sich:

$$1. \quad P = 7200 \text{ kg, wie vorher,}$$

$$2. \quad S \cdot a - n \cdot R = P.$$

$$n = 0,5 \text{ für Straßenbrücken, } d = 3 \text{ cm } \left(= \frac{l}{10} \right),$$

$$n \cdot R = f \frac{\pi \cdot d^2}{4} \mathcal{S}_z^e = 0,3 \cdot \frac{\pi \cdot 3^2}{4} \cdot 750 = 1591 \text{ kg,}$$

$$S \cdot a = P + 1591 = 7200 + 1591 = 8791 \text{ kg,}$$

$$a = \frac{8791}{120} = 73,3 \text{ cm.}$$

Der Abstand a kann daher noch vergrößert werden.

Die Abstände der Dübel können nach der Mitte zunehmen.

In die Balkenmitte wird ein Dübel nicht gesetzt, da die Scherkraft dort gering ist und das größte Moment in der Mitte liegt.

Landstraßenbrücke mit einfach armiertem Balken.

Stützweite $l = 7 \text{ m}$, Wegbreite $b = 5,20 \text{ m}$.

Es sind fünf Hauptträger angenommen, die $\frac{5,20}{4} = 1,30 \text{ m}$ Abstand von Mitte zu Mitte haben sollen. Jeder Hauptträger wird armiert.

Berechnung der Fahrbahn.

Der obere Bohlenbelag sei 5 cm stark.

Der untere liegt auf acht Straßenträgern von $\frac{5,2}{7} = 0,743 \text{ m}$ Abstand.

Diese ruhen auf fünf Querträgern von $\frac{7}{4} = 1,75$ m Abstand.

Raddruck = 3 t.

$$M_{v\max} = \frac{P \cdot l}{4} = \frac{3000 \cdot 74,3}{4} = 55580 \text{ kgcm.}$$

Zwei Bohlen von je 20 cm Breite bei 12 cm Höhe haben ein:

$$W = \frac{2 \cdot 20 \cdot 12^2}{6} = 960 \text{ cm}^3.$$

Die einzelne Bohle würde mit

$$\frac{55580}{480} = \text{rd. } 116 \text{ kg/qcm}$$

beansprucht oder müßte ein

$$W = \frac{55580}{80} = 695 \text{ cm}^3$$

oder einen Querschnitt von 13:25 mit $W = 704$ haben.

Der Straßenlängsträger trägt in der Mitte von 1,75 m Länge eine Last von 3000 kg:

$$M_{v\max} = \frac{3000 \cdot 175}{4} = 131500 \text{ kgcm.}$$

Bei 18:24 wird $W = 1728$ und $\mathcal{S} = \frac{131500}{1728} = 76,1 \text{ kg/qcm.}$

Der Querträger wird in der Mitte von 1,30 m Länge von der Radlast = 3000 kg beansprucht:

$$M_{v\max} = \frac{3000 \cdot 130}{4} = 97500 \text{ kgcm.}$$

Bei 13:24 wird $W = 1248$ und $\mathcal{S} = \frac{97500}{1248} = 78 \text{ kg/qcm.}$

Armierter Balken.

$$e = 11l + 350 + \frac{8}{5} \text{ Längsträger} + 1 \text{ Querträger} =$$

$$11 \cdot 7 + 350 + \frac{8}{5} \cdot 7 \cdot 0,18 \cdot 0,24 \cdot 800 + 0,13 \cdot 0,24 \cdot 5,6 \cdot 800 =$$

$$77 + 350 + 390 + 140 = 957 \text{ kg,}$$

$$v = 0,34 + \frac{2,6}{l} = 0,34 + \frac{2,6}{7} = 0,34 + 0,37 =$$

$$0,71 \text{ t/qm} = 710 \text{ kg/qm,}$$

$$G = 957 + 710 = 1667 \text{ kg/qm,}$$

$$G \text{ für 1 m Träger} = 1667 \cdot 1,3 = \text{rd. } 2170 \text{ kg.}$$

Auf den Mittelpfosten entfällt ein Druck:

$$P = G \cdot \frac{l}{2} = 2,17 \cdot 3,5 = 7,60 \text{ t.}$$

Bei Eisenbahnbrücken, wo das Moment aus Tabellen entnommen werden kann, ist

$$M_{\max} = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{F \cdot l}{4}$$

zu setzen und hieraus

$$P = \frac{4M}{l}$$

zu bestimmen.

Die zweiteilige Zugs tange nimmt auf einen Teil:

$$\frac{10,93}{2} = 5,465 \text{ t} = 5465 \text{ kg.}$$

Für 3,1 cm Durchmesser ist $F = 7,55 \text{ qcm}$:

$$\sigma = \frac{5465}{7,55} = \text{rd. } 720 \text{ kg/qcm.}$$

Der Streckbalken wird in der Mitte durchschnitten gedacht, so daß jeder Teil 3,5 m Stützweite hat:

$$M_{\max} = \frac{G \cdot l^2}{8} = \frac{2,17 \cdot 3,5 \cdot 3,5}{8} = 3,323 \text{ tm} = 332\,300 \text{ kgcm.}$$

Nebenstehender Querschnitt (Abb. 151) hat ein

$$W = \frac{22 \cdot (46,2^3 - 2,2^3)}{12 \cdot 23,1} = 7825 \text{ cm}^3.$$

Hiervon $\frac{4}{5}$:

$$\frac{4}{5} 7825 = 6260 \text{ cm}^3,$$

$$F = 2 \cdot 22^2 = 2 \cdot 484 = 968 \text{ qcm.}$$



Abb. 151.

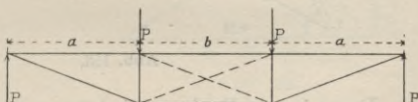


Abb. 152.

Die Druckbeanspruchung durch H beträgt gleichzeitig 10 230 kg.

Daher ist:

$$\sigma = \frac{332\,300}{6260} + \frac{10\,230}{968} = 53,1 + 10,6 = \text{rd. } 64 \text{ kg/qcm.}$$

Bei doppelter Armierung wird das größte Moment für die Trägermitte wie vorhin festgestellt.

Dann wird

$$M_{\max} = P \cdot a$$

gesetzt, woraus sich

$$P = \frac{M_{\max}}{a}$$

ergibt (Abb. 152).

Ist das Moment nicht von vornherein gegeben, so ist bei gleichförmiger Last die entsprechende Einzellast leicht zu ermitteln. Sonst ist der Gang wie vorstehend.

Landstraßenbrücke (Sprengwerke). (Abb. 153.)

Spannweite = 16 m, Breite = $5,0 + 2 \cdot 1,3 = 7,6$ m.

Vier Tragrippen mit je $\frac{7,6}{5} = 1,52$ m Abstand

werden gewählt.

Fahrbahn: Doppelter Bohlenbelag.

Last: Schwere Wagen.

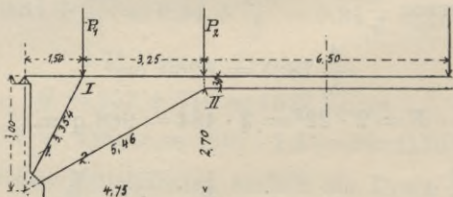


Abb. 153.

Der obere Belag wird 6 cm stark angenommen.

Der untere Belag trägt 3 t auf 1,52 m Länge als Mittellast:

$$W = \frac{3000 \cdot 152}{4 \cdot 80} = 1425 \text{ cm}^3.$$

Zwei Bohlen 13 : 26 cm haben ein $W = 1465 \text{ cm}^3$.

Belastung der Tragrippen.

$$e = 11l + 350 = 11 \cdot 16 + 350 = 176 + 350 = 526 \text{ kg/qm},$$

$$v = 0,34 + \frac{2,6}{l} = 0,34 + \frac{2,6}{16} = 0,34 + 0,16 =$$

$$0,5 \text{ t/qm} = 500 \text{ kg/qm},$$

$$G = e + v = 526 + 500 = 1026 \text{ kg/qm},$$

$$G \text{ für 1 m Träger} = 1026 \cdot 1,52 = \text{rd. } 1570 \text{ kg} = 1,57 \text{ t}.$$

Berechnung des Sprengbockes.

Die größte Beanspruchung der Streben und des Spannriegels tritt bei voller Belastung ein.

Knotenpunkt I nach Abb. 153 u. 154 ist:

$$P_1 = \frac{1,50 + 3,25}{2} \cdot 1,57 = 3,74 \text{ t,}$$

$$S_1 = P_1 \cdot \frac{3,354}{3,0} = \frac{3,74 \cdot 3,354}{3} = 4,2 \text{ t,}$$

$$H_1 = P_1 \cdot \frac{1,5}{3,0} = 1,87 \text{ t.}$$

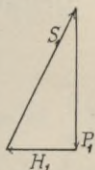


Abb. 154.

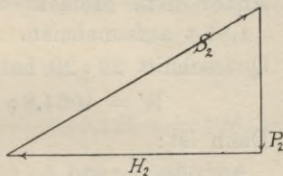


Abb. 155.

Knotenpunkt II nach Abb. 153 u. 155 ist:

$$P_2 = \frac{3,25 + 6,5}{2} \cdot 1,57 = \frac{9,75}{2} \cdot 1,57 = 7,65 \text{ t,}$$

$$S_2 = P_2 \cdot \frac{5,46}{3,0} = \frac{7,65 \cdot 5,46}{3,0} = 15,47 \text{ t,}$$

$$H_2 = P_2 \cdot \frac{4,75}{3,0} = \frac{7,65 \cdot 4,75}{3} = 13,45 \text{ t.}$$

Strebenquerschnitt. Strebe 1 erfordert ein Trägheitsmoment:

$$J_1 = 100 \cdot P_1 \cdot l^2 = 100 \cdot 4,2 \cdot 3,354^2 = 4725 \text{ cm}^4.$$

Der Querschnitt von 14 cm Seitenlänge hat ein $J_{\text{vorh}} = 4779$.

Strebe 2 erfordert ein Trägheitsmoment:

$$J_2 = 100 \cdot 15,47 \cdot 5,46^2 = 46172 \text{ cm}^4.$$

Der Querschnitt 28 : 28 cm hat ein $J = 51221 \text{ cm}^4$.

Streckbaum. Der Streckbaum wird ohne Stoß über die ganze Länge von rund 16 m durchgeführt.

Im Mittelfelde wird er mit dem Spannriegel verübelt. Von den Seitenfeldern ergibt das 3,25 m weite die größte Beanspruchung des Streckbaumes. Hieraus ist:

$$M_{\max} = \frac{G \cdot l^2}{8} = \frac{1,57 \cdot 3,25^2}{8} = 2,07 \text{ tm} = 207\,000 \text{ kgcm.}$$

Außer dem Moment ist noch die Druckkraft $H_1 = 1,87 \text{ t}$ aufzunehmen.

Querschnitt 29 : 29 hat:

$$W = 4064,8; \quad F = 841.$$

Dann ist:

$$\sigma = \frac{207\,000}{4064,8} + \frac{1870}{841} = 50,9 + 2,2 = 53,1 \text{ kg/qcm.}$$

Im Mittelfelde von 6,5 m Weite ist:

$$M_{\max} = \frac{G \cdot l^2}{8} = \frac{1,57 \cdot 6,5^2}{8} = 8,3 \text{ tm.}$$

Die größte Vertikalkraft ist:

$$q \frac{l}{2} = \frac{1,57 \cdot 6,5}{2} = 5,1 \text{ t.}$$

Der Spannriegel muß den Druck $H_2 = 13,45 \text{ t}$ aufnehmen:

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 13,45 \cdot 6,5^2 = 56\,823 \text{ cm}^4.$$

Der Querschnitt 29 : 29 hat ein $J = 58\,940 \text{ cm}^4$.

Im verübelten Zustande haben beide Balken eine Höhe von $29 + 29 + 3 = 61 \text{ cm}$ und eine Breite von 29 cm (Abb. 156):

$$F = 841 + 841 = 1682 \text{ qcm,}$$

$$J_x = \frac{29 (61^3 - 3^3)}{12} = 548\,472,$$

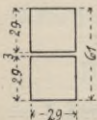


Abb. 156.

$$W_x = \frac{J_x}{30} = 17\,982,$$

$$\frac{4}{5} J_x = 438\,778, \quad \frac{4}{5} W_x = 14\,386.$$

Außer dem Moment ist noch die Druckkraft $H_1 + H_2 = 1,87 + 13,45 = 15,32$ t durch den Querschnitt aufzunehmen:

$$\mathfrak{S} = \frac{830\,000}{14\,386} + \frac{15\,320}{1682} = 57,7 + 9,1 = 66,8 \text{ kg/qcm.}$$

Verdübelung.

$$\mathfrak{S} = \text{rd. } \frac{3Q}{4H} = \frac{3 \cdot 1,57 \cdot 6,5}{4 \cdot 61} = 0,126 \text{ t} = 126 \text{ kg.}$$

$$1. P = \mathfrak{S} \cdot b \cdot l = 70 \cdot 3 \cdot 28 = 5880 \text{ kg,}$$

$$2. a = \frac{P}{S} = \frac{5880}{126} = \sim 47 \text{ cm,}$$

$$3. b \geq 5 \cdot d = 5 \cdot 3 = 15 \text{ cm,}$$

$$4. c \geq 8 \cdot d = 8 \cdot 3 = 24 \text{ cm.}$$

$$b + c \leq a, \quad 15 + 24 < 47 \text{ cm.}$$

Fußsteg (Hänge-Sprengewerk). (Abb. 157.)

Eine Schlucht, deren Felswände mit $1 : \frac{1}{5}$ geneigt sind, ist mit einer Brücke zu überspannen, die

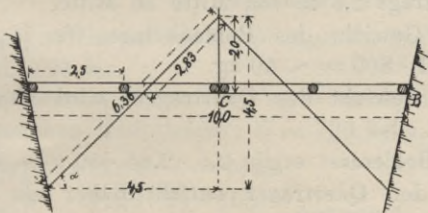


Abb. 157.

mit Ausnahme des Bohlenbelages ganz aus Rundholz hergestellt werden soll.

Spannweite = 10 m, Breite = 2,35 m (2,5 von Mitte zu Mitte Hauptträger).

Bohlenbelag. Bohlenbreite = 20 cm angenommen.

Für Menschengedränge (400 kg/qm) ist $Q = 0,2 \cdot 2,5 \cdot 400 = 200$ kg:

$$M_{v\max} = \frac{Q \cdot l}{8} = \frac{200 \cdot 235}{8} = 5838 \text{ kgcm.}$$

Ein Mann von 100 kg Gewicht in der Mitte stehend ergibt gleiches Moment $\frac{100 \cdot 235}{4} = 5838$ kgcm:

$$W_{\text{erf}} = \frac{5838}{60} = \text{rd. } 100 \text{ cm}^3,$$

$$100 = \frac{b \cdot h^2}{6},$$

$$100 = \frac{20 \cdot x^2}{6},$$

$$x^2 = \frac{100 \cdot 6}{20} = 30,$$

$$x = \sqrt{30} = \text{rd. } 6 \text{ cm.}$$

Querträger. Der größte Abstand der Querträger beträgt 2,5 m von Mitte zu Mitte.

Das Gewicht des Bohlenbelages für 1 qm ist $0,06 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 800 = \sim 50$ kg.

Das Gewicht des Querträgers wird zu 110 kg geschätzt.

Die Bohlenlast ergibt $2,5 \cdot 2,65 \cdot 50 = \sim 330$ kg.

Auf den Querträger entfällt daher ein Eigengewicht von $330 + 110 = 440$ kg:

$$M_{e\max} = \frac{440 \cdot 250}{8} = 13750 \text{ kgm.}$$

Die Belastung durch Menschengedränge ergibt auf den Querträger:

$$Q = 2,5 \cdot 2,35 \cdot 400 = 2350 \text{ kg,}$$

$$M_{v\max} = \frac{2350 \cdot 250}{8} = 73475 \text{ kgcm,}$$

$$M_{\max} = M_{e\max} + M_{v\max} = 13750 + 73475 = 87225 \text{ kgcm,}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{87225}{60} = 1454 \text{ cm}^3.$$

Ein Kreisquerschnitt von 25 cm Durchmesser hat $F = 491 \text{ qcm}$ und ein $W = 1534 \text{ cm}^3$. Er genügt also.

Hauptträger. Belastung: Ein Hauptträger aus zwei Rundhölzern von 27 cm Durchmesser, 10 m lang wiegt:

$$10 \cdot 2 \cdot \frac{0,27^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1 \cdot 800 = \text{rd. } 920 \text{ kg,}$$

zur Hälfte: sechs Querträger:

$$6 \cdot \frac{2,65}{2} \cdot \frac{0,25^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1 \cdot 800 = \text{rd. } 320 \text{ kg,}$$

zur Hälfte den Bohlenbelag:

$$\frac{2,65}{2} \cdot 10 \cdot 0,06 \cdot 800 = 636 \text{ kg}$$

zusammen 1876 kg.

Eigengewicht auf den Hauptträger für das laufende Meter rd. 190 kg.

Verkehrslast: $1,325 \cdot 400 \text{ kg} = 530 \text{ kg/m}$.

Zusammen Hauptträger: $G = 720 \text{ kg/m}$.

Hauptbalken: $l = 5 \text{ m}$.

$$M_{G\max} = \frac{(720 \cdot 5) \cdot 500}{8} = 225000 \text{ kgcm,}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{225000}{60} = 3750 \text{ cm}^3.$$

Der Querschnitt ist zweiteilig, erfordert daher für einen Querschnitt:

$$\frac{W_{\text{erf}}}{2} = \frac{3750}{2} = 1875 \text{ cm}^3.$$

Der Kreisquerschnitt von 27 cm Durchmesser hat ein $W = 1932$:

$$\sigma = \frac{225000}{2 \cdot 1932} = 58,2 \text{ kg/qcm.}$$

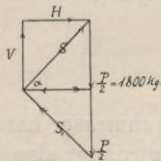


Abb. 158.

Sprengbock (Abb. 158). Auf den mittleren Punkt C kommen 5 m des Hauptträgers, mithin:

$$5 \cdot 720 = 3600 \text{ kg.}$$

Die Strebe:

$$S = \frac{V}{\sin \alpha} = \frac{P}{2 \sin \alpha} = \frac{P \cdot 6,36}{2 \cdot 4,5} = \frac{3600 \cdot 6,36}{2 \cdot 4,5} = 2544 \text{ kg,}$$

$$V = \frac{P}{2} = 1800 \text{ kg,}$$

$$H = \frac{P}{2} \cotg \alpha = 1800 \cdot \frac{4,5}{4,5} = 1800 \text{ kg.}$$

Querschnitt der Streben:

$$F_{\text{erf}} = \frac{2544}{60} = 42,4 \text{ qcm,}$$

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 2,544 \cdot 6,36^2 = 10289 \text{ cm}^4.$$

Der Kreisquerschnitt von 22 cm Durchmesser hat ein $J = 11499$ und ein $F = 380$ qcm.

Hängesäule:

$$F_{\text{erf}} = \frac{3600}{60} = 60 \text{ qcm.}$$

Die Hängesäule ist so stark zu machen, daß sie von den 22 cm starken Streben ordentlich gefaßt werden kann.

Ein Holz von 30 cm Durchmesser wird gewählt. Die Hängesäule ist an den Seiten, wo die Streben einsetzen, anzuschneiden.

Überstand der Hängesäule (Abb. 159). Damit die senkrechte Seitenkraft des Strebendruckes die Hängesäule nicht abscheren kann, muß

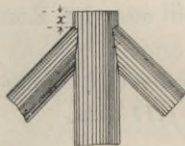


Abb. 159.

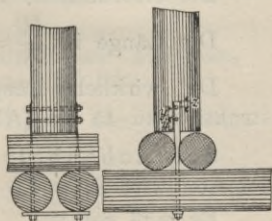


Abb. 160.

diese um x cm überstehen. Die abzuscherende Fläche ist $F = 22 \cdot x$.

Dann muß sein: $F \cdot \mathfrak{S}_s = V$, worin $\mathfrak{S}_s = 10 \text{ kg/qcm}$ beträgt.

Es ist $22 \cdot x \cdot 10 = 1800$,

$$x = \frac{1800}{220} = \text{rd. } 9 \text{ cm.}$$

Ausgeführt wird $x = 10 \text{ cm}$.

Die Hängeeisen (Abb. 160). Das Hängeband ist zweiteilig. Jeder Teil nimmt $\frac{P}{2} = 1800 \text{ kg}$ auf:

$$F_{\text{erf}} = \frac{1800}{750} = \text{rd. } 2,5 \text{ qcm.}$$

Bei 1 cm Stärke ist neben den Bolzenlöchern 2,5 cm Breite nötig.

Das Rundeisen der Enden muß ebenfalls 2,5 qcm Querschnitt haben. Der Kern des Bolzens hat daher 1,8 cm Durchmesser.

Unterlagsplatte. Die Platte drückt auf das Holz. Es ist daher ein

$$F = \frac{3600}{60} = 60 \text{ qcm}$$

erforderlich.

Die erforderliche Breite ist $3d = \text{rd. } 6 \text{ cm}$.

Die Länge ist $\frac{60}{6} = 10 \text{ cm}$.

Die wirkliche Länge ergibt sich aus der Konstruktion zu 45 cm (Abb. 160).

Schraubenbolzen (Durchmesser d_1). Angenommen wird $d_1 = 1,5 \text{ cm}$ mit $F = 1,77 \text{ qcm}$.

Es muß sein:

$$P = 2 \cdot 1,77 \cdot \mathfrak{S}_s = 2 \cdot 1,77 \cdot 600 = 2124 \text{ kg.}$$

Mithin sind $\frac{3600}{2124} = \text{rd. } 2$ Schraubenbolzen erforderlich, von denen jeder $\frac{3600}{2} = 1800 \text{ kg}$ aufnimmt.

Durch den Schraubbolzen wird das Holz der Hängesäule aus der Gleichung $1800 = 30 \cdot 1,5 \cdot \mathfrak{S}_d$ mit

$$\mathfrak{S}_d = \frac{1800}{30 \cdot 1,5} = 40 \text{ kg/qcm}$$

beansprucht.

Abstand der Schrauben voneinander und vom Ende der Hängesäule (Abb. 161).

Nennt man den Abstand der Schraubenbolzen y , so muß

$$2 \cdot 30 \cdot y \cdot \mathfrak{S}_s = 1800$$

sein.

Für $\mathfrak{S}_s = 10 \text{ kg/qcm}$ ist:

$$y = \frac{1800}{2 \cdot 30 \cdot 10} = 3 \text{ cm.}$$

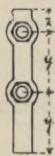


Abb. 161.

Zur Ausführung soll $y = 8 \text{ cm}$ gewählt werden.

Überstand der Hängeeisen = z :

$$2 \cdot z \cdot 1 \cdot \mathfrak{S}_s = 1800,$$

$$z = \frac{1800}{2 \cdot 600} = \text{rd. } 2 \text{ cm},$$

$$\mathfrak{S}_s = 600 \text{ kg/qcm}.$$

Zur Ausführung soll $z = 3 \text{ cm}$ genommen werden.

Landstraßenbrücke mit Howe-Trägern, Fahrbahn oben (Abb. 162).

Stützweite $l = 24 \text{ m}$; Breite der Fahrbahn = $5,0 + 2 \cdot 1,25 = 7,5 \text{ m}$.

Die Trägerhöhe h wird $= \frac{1}{7} l = \frac{24}{7} = \text{rd. } 3,5 \text{ m}$ gewählt. Schwere Wagen dienen als Last.

Die Feldweite sei 3 m .

Es werden drei Hauptträger, die Gurtungen von je drei Balken aufweisen, angeordnet.

Die Fahrbahn bestehe aus doppeltem Bohlenbelag auf sieben Längsträgern von je 1 m Abstand, die auf Querträger aufruhen. Die Querträger liegen in den Knotenpunkten, damit in den Stäben des oberen Gurtes Biegungsspannungen nicht auftreten.

Der obere Bohlenbelag sei 5 cm stark.

Der untere Belag ruht auf den sieben Längsträgern.

Zwei Bohlen werden als tragend angenommen.

Radlast: $P = 3 \text{ t}$, $l = 1 \text{ m}$:

$$M_{r\text{max}} = \frac{P \cdot l}{4} = \frac{3 \cdot 1}{4} = 0,75 \text{ tm} = 75\,000 \text{ kgcm},$$

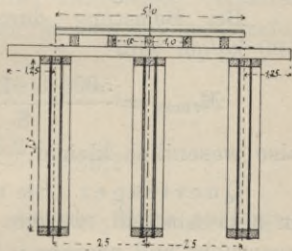


Abb. 162.

$$\mathfrak{S} = \frac{75000}{2W},$$

worin W für Bohle $\frac{12}{20} = 480 \text{ cm}^3$ ist,

$$\mathfrak{S} = \frac{75000}{960} = 78 \text{ kg/qcm.}$$

Längsträger. Diese Träger sind 3 m freitragend. Bei einer Radlast von 3 t in der Mitte ist:

$$M_{v\max} = \frac{P \cdot l}{4} = \frac{3 \cdot 3}{4} = 2,25 \text{ tm} = 225000 \text{ kgcm.}$$

Ein Querschnitt von 23:28 cm hat ein $W = 3005,3$:

$$\mathfrak{S} = \frac{225000}{3005,3} = \text{rd. } 75 \text{ kg/qcm.}$$

Das Eigengewicht wird vernachlässigt.

Bei Belastung durch Menschengedränge von 500 kg/qm wird:

$$M_{v\max} = \frac{500 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 300}{8} = 56250 \text{ kgcm};$$

also wesentlich kleiner.

Querträger. Sie tragen 2,5 m weit frei, liegen in 3 m Abstand, werden durch 3 t in der Mitte beansprucht und ergeben:

$$M_{v\max} = \frac{3 \cdot 2,5}{4} = 1,875 \text{ tm,}$$

$$W_v = \frac{187500}{80} = 2348.$$

Hierzu kommt die Belastung aus Eigengewicht:

1 Querträger 23 : 28, 2,5 m lang, wiegt . . .	130 kg,
3 Längsträger 23 : 28, 3 m lang, wiegen . . .	470 „
3 · 2,5 = 7,5 qm Bohlenbelag, 0,17 m stark, wiegen	820 „
	<hr/> zusammen 1420 kg.

$$W_e = M_{\max} \cdot \frac{1}{80} = \frac{1420 \cdot 300}{8 \cdot 80} = 666 \text{ cm}^3,$$

$$W = W_v + W_e = 2348 + 666 = 3014 \text{ cm}^3.$$

Ein Querschnitt von 23 : 28 cm zeigt ein

$$\sigma = \frac{187500 + 53280}{3005,3} = 80,1 \text{ kg/qcm.}$$

Diagonale und Vertikale. Ihre Stärke hängt von der größten Querkraft ab:

$$V_{\max} = A = \frac{Q}{2} = \frac{24 \cdot 2,1}{2} = 25,2 \text{ t.}$$

(G für 1 m Träger = 2,1 t s. Hauptträger.)

Diagonale. Bei $h = 3,5$ m ist

$$l = \sqrt{3,5^2 + 3^2} = 4,61 \text{ m.}$$

Bei Beanspruchungen der Diagonalen verhalten sich zu denen der Vertikalen wie die entsprechenden Längen:

$$D : V = 4,61 : 3,5.$$

Hieraus:

$$D = \frac{4,61 \cdot 25,2}{3,5} = 33,2 \text{ t.}$$

Die Hauptdiagonalen, die zur Mitte ansteigen, sind zweiteilig.

Also entfällt auf jeden Teil $\frac{33,2}{2} = 16,6$ t:

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 16,6 \cdot 4,61^2 = 35278 \text{ cm}^4.$$

Querschnitt 26 : 26 hat ein $J = 38081 \text{ cm}^4$.

Die Druckbeanspruchung bei der Querschnittsfläche von 6,76 qcm ist:

$$\frac{16600}{676} = 24,6 \text{ kg.}$$

Derselbe Querschnitt wird für alle Hauptdiagonalen durchgeführt.

Die Gegendiagonalen erhalten den halben Querschnitt von 26 : 26 cm.

Vertikale Rundenisen:

$$V_{\max} = 25,2 \text{ t.}$$

Da die Vertikalen zweiteilig sind, so entfällt auf einen Stab $\frac{25,2}{2} = 12,6 \text{ t.}$

Bei 5 cm Durchmesser ist $F = 19,69 \text{ qcm}$ und

$$\sigma = \frac{12600}{19,6} = \text{rd. } 643 \text{ kg/qcm.}$$

Hauptträger:

$$e = 10 \cdot 24 + 150 = 240 + 150 = 390 \text{ kg für 1 qm,}$$

$$v = 0,34 + \frac{2,6}{e} = 0,34 + \frac{2,6}{2,4} = 0,34 + 0,11 =$$

$$0,45 \text{ t/qm} = 450 \text{ kg/qm,}$$

$$G = e + v = 390 + 450 = 840 \text{ kg/qm} = 0,84 \text{ t/qm,}$$

$$G \text{ für 1 m Träger} = 2,5 \cdot 0,84 = \text{rd. } 2,1 \text{ t,}$$

$$M_{\max} = \frac{2,1 \cdot 24 \cdot 24}{8} = 151,2 \text{ tm.}$$

Da $M_{\max} = O \cdot h$ ist, worin O die Spannung in den Gurtungen, h die Trägerhöhe ist, so wird

$$O_{\max} = \frac{M_{\max}}{h} = \frac{151,2}{3} = 50,4 \text{ t} = U_{\max}.$$

Diese Kraft bestimmt den überall gleichbleibenden Gurtungsquerschnitt.

Auf jeden Teil der dreiteiligen Gurtung entfällt $\frac{50,4}{3} = 16,8 \text{ t:}$

$$J_{\text{erf}} = 100 P \cdot l^2 = 100 \cdot 16,8 \cdot 3 \cdot 3 = 15120 \text{ cm}^4.$$

Für Querschnitt 26 : 20 cm ist

$$J_{\min} = 17333 \text{ cm}^4.$$

Die Druckbeanspruchung

$$\sigma_d = \frac{16800}{520} = \text{rd. } 32,3 \text{ kg/qcm.}$$

Drei Balken, 20 cm hoch und 26 cm breit, bilden die Gurtungen.

Stöße in den Gurtungen. In je einem Felde soll nur ein Balken des Querschnittes gestoßen werden.

Der Stoß im Obergurt, welcher nur Druckkräfte überträgt, kann stumpf angeordnet werden (Abb. 60).

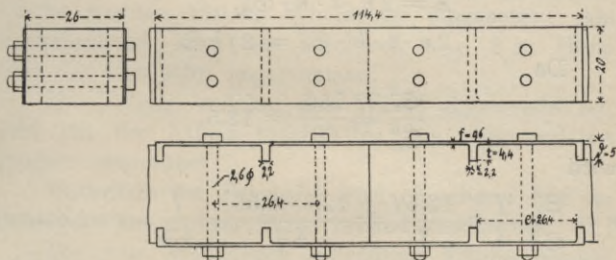


Abb. 163.

Der Stoß im Untergurt muß Zugkräfte übertragen. Daher sind hierfür besondere Laschen aus Schmiedeeisen anzuordnen (Abb. 163).

Ein Balken hat 16,8 t aufzunehmen.

Damit die Lasche nicht reißt, muß sein:

$$Z = 2f \cdot h \cdot \sigma_z^E,$$

$$f = \frac{Z}{2h \cdot \sigma_z^E} = \frac{16800}{2 \cdot 20 \cdot 750} = 0,56 \text{ cm rd. } 6 \text{ mm.}$$

Damit das Holz nicht reißt, muß sein:

$$Z = (b - 2b) \cdot h \cdot \sigma_z^H = 2fh \sigma_z^E.$$

Wenn

$$\frac{\sigma_z^E}{\sigma_z^H} = \frac{750}{80} = 9,4$$

ist, so wird

$$b = \frac{b}{2} - 9,4f = \frac{26}{2} - 9,4 \cdot 0,56 = 13 - 5,26 = 7,74 \text{ cm.}$$

Daher kann $b = 7,74$ cm sein. Um das Holz nicht zu sehr zu schwächen, wird $d = 5$ cm gewählt:

$$t = b - f = 5 - 0,56 = \text{rd. } 4,4 \text{ cm.}$$

Damit der Zahn das Holz nicht zerdrückt, muß bei n Zähnen beiderseits des Stoßes in der Laschenhälfte sein:

$$Z = 2n \cdot t \cdot h \cdot \mathfrak{S}_d^H,$$

$$2n \cdot t \cdot h \cdot \mathfrak{S}_d^H = 2fh \mathfrak{S}_z^E.$$

Da

$$\frac{\mathfrak{S}_z^E}{\mathfrak{S}_d^H} = \frac{750}{60} = 12,5,$$

wird

$$n = \frac{\mathfrak{S}_z^E}{\mathfrak{S}_d^H} \cdot \frac{f}{t} = \frac{12,5f}{t} = \frac{12,5 \cdot 0,56}{4,4} = \frac{7}{4,4} = \text{rd. } 2 \text{ Zähne.}$$

Damit das Holz auf die Entfernung e der Zähne nicht abgeschoren wird, muß

$$Z = 2 \cdot n \cdot e \cdot h \cdot \mathfrak{S}_s^H$$

sein:

$$2n \cdot e \cdot h \cdot \mathfrak{S}_s^H = 2f \cdot h \cdot \mathfrak{S}_z^E.$$

Setzt man den Wert

$$n = \frac{\mathfrak{S}_z^E}{\mathfrak{S}_d^H} \cdot \frac{f}{t}$$

ein, so wird

$$e = t \cdot \frac{\mathfrak{S}_d^H}{\mathfrak{S}_s^H}.$$

Da nun

$$\frac{\mathfrak{S}_d^H}{\mathfrak{S}_s^H} = \frac{60}{10} = 6$$

ist, so wird

$$e = 6t = 6 \cdot 4,4 = 26,4 \text{ cm,}$$

$$s = \frac{t}{2} = \frac{4,4}{2} = 2,2 \text{ cm.}$$

Die Schraubbolzen erhalten $\frac{b}{10} = \frac{26}{10} = 2,6$ cm Durchmesser.

Für Notbrücken kann $\delta = \frac{b}{2} - 8f$, $n = \frac{8f}{t}$ und $e = 7t$ gesetzt werden.

Winddruck. Für das Quadratmeter getroffene Fläche werden 150 kg Winddruck eingesetzt. Als Verkehrsband wird ein Rechteck von 2 m Höhe über der Fahrbahn angenommen.

Der Träger, welcher dem Winde abgewendet ist, wird mit der halben Fläche des ihm zugewendeten Trägers eingeführt.

Unterhalb der Fahrbahn wird ein oberer und im Untergurt ein unterer Windverband angeordnet.

Die vom Winddruck getroffene Fläche beträgt schätzungsweise $(1,0 + 0,04 l \text{ m})$ qm/m Träger.

Hier also $(1,0 + 0,04 \cdot 24) = 1,96$ rd. 2 qm/m Träger.

Rechnet man hiervon die Hälfte für den dem Winde abgewandten Träger hinzu, so ergibt sich 3 qm/m Träger als windgetroffen.

Hiervon entfällt die Hälfte je auf 1 m Ober- bzw. Untergurt.

Der Winddruck auf das Verkehrsband wird ganz von dem an der Fahrbahn liegenden Windverband aufgenommen.

Die getroffene Fläche desselben ist $2 \cdot 1 = 2$ qm/m Träger.

Der obere Windverband wird also mit $1,5 + 2 = 3,5$ qm/m, der untere mit 1,5 qm/m beansprucht.

Daher wirkt auf den oberen Windverband $150 \cdot 3,5 = 525$ kg/m, auf den unteren $1,5 \cdot 150 = 225$ kg/m.

Die Querkraft im oberen Verband wird:

$$V_o = p \frac{l}{2} = \frac{525 \cdot 24}{2} = 6300 \text{ kg,}$$

$$V_u = \frac{225 \cdot 24}{2} = 2700 \text{ kg,}$$

$$D_o = V_o \cdot \frac{5,83}{5,00} = \frac{6,3 \cdot 5,83}{5} = 7,35 \text{ t,}$$

$$D_u = V_u \cdot \frac{5,83}{5} = \frac{2,7 \cdot 5,83}{5} = 3,15 \text{ t.}$$

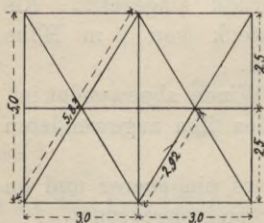


Abb. 164.

Die Winddiagonale wird (Abb. 164) in der Mitte durch Verbolzung am Mittelträger gehalten. Ihre freie Länge ist daher:

$$\frac{5,83}{2} = 2,92 \text{ m.}$$

Erforderlich ist also für D_o :

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 7,35 \cdot 2,92^2 = 100 \cdot 7,35 \cdot 8,5264 = 6267 \text{ cm}^4.$$

Für D_u wird

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 3,15 \cdot 2,92^2 = 2685 \text{ cm}^4.$$

Für D_o wird ein Querschnitt 17 : 17 cm mit $J = 6960 \text{ cm}^4$ gewählt, für D_u ein Querschnitt 13 : 15 cm mit $J_{\text{min}} = 2746,3 \text{ cm}^4$.

Außerdem wird überall noch eine Gegendiagonale gleichen Querschnittes angeordnet.

Landstraßenbrücke wie vor, Fahrbahn unten.

Die Fahrbahnbreite beträgt 3,50 m.

Die Fußwege von 1,25 m Breite werden über die Hauptträger ausgekragt (Abb. 165).

Die fünf Längsträger der Fahrbahn haben 0,7 m Abstand; die Querträger ruhen in Abständen von 3 m in den Knotenpunkten auf.

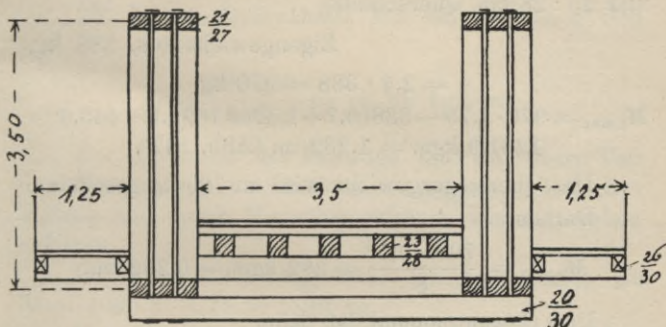


Abb. 165.

Der obere Bohlenbelag sei 5 cm stark; die Bohle des unteren wird 12 : 20 cm stark (s. oben).

Die Längsträger erhalten einen Querschnitt von 23 : 28 cm (s. oben).

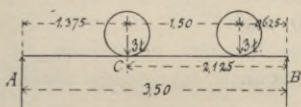


Abb. 166.

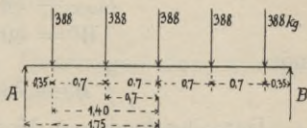


Abb. 167.

Die Querträger. Die in Abb. 166 dargestellte Laststellung ergibt das größte Moment in C (s. S. 98):

$$A = \frac{3 \cdot 2,125 + 3 \cdot 0,625}{3,5} = \frac{3(2,125 + 0,625)}{3,5} = \frac{3 \cdot 2,75}{3,5} = 2,36 \text{ t,}$$

$$M_{v \max} = 2,36 \cdot 1,375 = 3,245 \text{ tm.}$$

Hierzu kommt das Moment aus dem Eigengewichte.

Der Bohlenbelag ist der gleiche wie vorhin und wiegt wie oben $110 \text{ kg/qm} \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 110 = 231 \text{ kg}$.

Ein Längsträger wiegt (bei 3 m Länge und 23 : 28 cm Querschnitt) 157 „

Eigengewicht zus. 388 kg.

$$A = 2,5 \cdot 388 = 970 \text{ kg},$$

$$M_{1\max} = 970 \cdot 1,75 - 388(0,7 + 1,4) = 1697,5 - 465,6 = 1231,9 \text{ kgm} = 1,232 \text{ tm} \text{ (Abb. 167)}.$$

Das Querträgergewicht wird zu 700 kg geschätzt.

Daraus:

$$M_{2\max} = \frac{700 \cdot 3,5^2}{8} = 292 \text{ kgm} = 0,292 \text{ tm}.$$

Das Gesamtmoment ist daher:

$$M = M_{v\max} + M_{1\max} + M_{2\max} = 3,245 + 1,232 + 0,292 = 4,769 \text{ tm}.$$

Der Querträger sei zweiteilig.

Der obere Teil bestehe aus dem Querschnitt 26 : 30 mit:

$$J_{\max} = 58\,500 \text{ cm}^4,$$

$$W = 3900 \text{ cm}^3$$

und

$$F = 780 \text{ qcm}.$$

Derselbe kann ein Moment

$M_1 = 3900 \cdot 70 = 273\,000 \text{ kgcm} = 2,73 \text{ tm}$ aufnehmen.

Für den unteren Teil bleibt dann noch:

$$M_2 = M - M_1 = 4,769 - 2,73 = 2,039 \text{ tm}.$$

Daher:

$$W_{\text{erf}} = \frac{203\,900}{70} = 2913 \text{ cm}^3.$$

Da beide Teile sich gemeinsam durchbiegen sollen, so muß $J_2 : J_1 = M_2 : M_1$ sein.

Mithin:

$$J_2 = \frac{J_1 \cdot M_2}{M_1} = \frac{58\,500 \cdot 2,039}{2,73} = 43\,700 \text{ cm}^4.$$

20 : 30 cm Querschnitt hat ein $J_{\max} = 45\,000$ und $W = 3000$:

$$\xi = \frac{203\,900}{3000} = \text{rd. } 68 \text{ kg/qcm.}$$

Zur Aufnahme der Fußwege wird der obere Teil des Querträgers um 1,25 m ausgekragt. Die Belastung soll durch Menschengedränge von 400 kg/qm erfolgen.

Die Gesamtbelastung eines Querträgers ist dann $400 \cdot 3 \cdot 1,25 = 1500 \text{ kg}$.

Hiervon wirkt am freien Ende die Hälfte = 750 kg.

Außerdem überträgt der Langträger noch 250 kg nach Schätzung.

Also wirkt am Ende eine Kraft von 1000 kg:

$$M = P \cdot l = 1000 \cdot 125 = 125\,000 \text{ kgcm,}$$

$$\xi = \frac{125\,000}{3900} = 32 \text{ kg/qcm.}$$

Zwischen den beiden Querträgerteilen werden Klötze eingesetzt und verschraubt.

Hauptträger. Die Gesamtbelastung beträgt nach der Berechnung auf S. 122 $G = 840 \text{ kg/qm}$.

Wegen des stärkeren Querträgers wird $G = 880 \text{ kg/qm}$ gesetzt.

Daher ist

$$G \text{ für 1 m Träger} = 880 \cdot \left(\frac{3,5}{2} + 1,25 \right) = 880 \cdot 3 = 2640 \text{ kg} = 2,64 \text{ t,}$$

$$M_{\max} = G \frac{l^2}{8} = \frac{2,64 \cdot 24 \cdot 24}{8} = 190,1 \text{ t/m,}$$

$$V_{\max} = A = G \frac{l}{2} = 31,68 \text{ t,}$$

$$M_{\max} = O \cdot h,$$

$$O = \frac{M_{\max}}{3} = \frac{190,1}{3}.$$

Die Gurtungen. Für einen der drei Balken, auf den $\frac{190,1}{3 \cdot 3} = 21,2 \text{ t}$ entfallen, ist:

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 21,2 \cdot 3 \cdot 3 = 19010 \text{ cm}^4.$$

Der Querschnitt von 27 cm Breite bei 21 cm Höhe hat ein $J_{\min} = 20837$.

Die Diagonalen haben eine größte Kraft von

$$D = \frac{4,61 \cdot 31,68}{3,5} = 41,73 \text{ t (s. S. 121),}$$

$$J_{\text{erf}} = 100 \frac{D}{2} \cdot l^2 = 100 \cdot 20,865 \cdot 4,61^2 = 44338 \text{ cm}^4.$$

Der Querschnitt 27:27 cm hat ein $J = 44287 \text{ cm}^4$, ist daher zu verwenden.

Die Vertikalen sind mit 31,68 t auf Zug beansprucht.

Zwei Stäbe von 5,2 cm Durchmesser haben ein $F = 2 \cdot 21,24 \text{ qcm}$.

$$\mathcal{S} = \frac{31680}{2 \cdot 21,24} = 746 \text{ kg/qcm.}$$

Lasche und Windverband werden ähnlich wie im vorigen Beispiele berechnet.

c) Eisenbahnbrücken.

Eisenbahnnotbrücke (eingleisig) aus einfachen Balken.

$$\text{Stützweite} = 6 \text{ m, } \mathcal{S}_{\text{zul}} = 125 \text{ kg/qcm.}$$

Da die ganz schweren Betriebsmittel von der Notbrücke ferngehalten werden können, sollen nur

70 % der in den Tabellen S. 94 u. 95 angegebenen Werte der Querschnittsbestimmung zugrunde gelegt werden.

Eigengewicht. Nach überschläglicher Berechnung ergibt sich das Eigengewicht von 1 m Gleis zu rund 1000 kg, für 1 m des Trägers also zu 500 kg = 0,5 t.

Hieraus:

$$M_e = \frac{0,5 \cdot 6 \cdot 6}{8} = 2,25 \text{ tm.}$$

Aus der Tabelle (S. 94) ergibt sich aus der Verkehrslast

$$M_v = 57 \text{ tm für ein Gleis.}$$

Hiervon 70 % ergibt:

$$\begin{aligned} M_v &= 0,7 \cdot 57 = 39,9 \text{ tm/Gleis,} \\ &= \sim 20 \text{ tm/Träger.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= M_e + M_v = 2,25 + 20 = 22,25 \text{ tm} = \\ &2\,225\,000 \text{ kgcm,} \end{aligned}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{2\,225\,000}{125} = 17\,800 \text{ cm}^3.$$

Sechs Balken 23 : 29 cm haben ein W von $6 \cdot \frac{23 \cdot 29^2}{6} = 19\,243 \text{ cm}^3$:

$$\varrho = \frac{2\,225\,000}{19\,243} = \sim 116 \text{ kg/qcm.}$$

Querschwellenabstand = 0,70 m, Ausladung rechts und links 1,25 m, Abstand 1,40 m.

Ein Querschnitt von 16 : 25 cm mit $W = 1667 \text{ cm}^3$ ist ausreichend.

Eisenbahnnotbrücke aus einfach armierten Balken.

Spannweite 10 m.

Eigengewicht nach Formel S. 90:

$$e = 67l + 350 = 67 \cdot 10 + 350 = 1020 \text{ kg} =$$

rd. 1,1 t für 1 m Gleis oder 0,55 t für 1 m Träger.

Für die Trägermitte ist daraus:

$$M_e = \frac{e \cdot l^2}{8} = \frac{0,55 \cdot 10 \cdot 10}{8} = 6,9 \text{ tm.}$$

Tabelle S. 94 ergibt:

$$M_v = 135,9 \text{ tm für das Gleis.}$$

Hiervon 70 % = 95,13 tm für das Gleis oder rd. 48 tm für den Träger:

$$M_{\max} = M_e + M_v = 6,9 + 48 = \text{rd. } 55 \text{ tm.}$$

Aus diesem Momente wird die Last in der Mitte abgeleitet, die als Druck auf die Stütze wirken soll:

$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{4},$$

$$P = \frac{4M}{l} = \frac{4 \cdot 55}{10} = 22 \text{ t.}$$

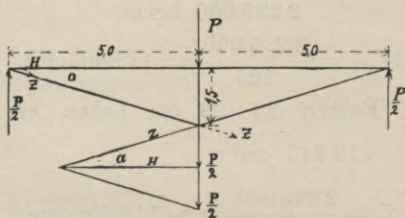


Abb. 168.

Nach Abb. 168 ist $\frac{P}{2} : Z = \sin \alpha = \frac{P}{2Z}$;

$$Z = \frac{P}{2 \sin \alpha} = \frac{22}{2 \cdot 1,5} = \frac{22 \cdot 5,22}{2 \cdot 1,5} = 38,3 \text{ t.}$$

$$H : \frac{P}{2} = \cotg \alpha;$$

$$H = \frac{P}{2} \cotg \alpha = \frac{22 \cdot 5}{2 \cdot 1,5} = \frac{110}{3} = 37 \text{ t.}$$

Streckbalken. Die in Rechnung zu ziehende Spannweite ist 5 m:

$$M_e = \frac{G \cdot l^2}{8} = \frac{0,55 \cdot 5 \cdot 5}{8} = 1,72 \text{ tm,}$$

$$M_v = 42,75 \text{ tm/Gleis (S. 94).}$$

Hiervon 70 % = 29,925 tm/Gleis und 14,96 tm/Träger:

$$M_{\max} = M_e + M_v = 1,72 + 14,96 = \sim 16,7 \text{ tm} = \\ 1\ 670\ 000 \text{ kgcm.}$$

Der Balken wird auf zusammengesetzte Festigkeit, und zwar auf Biegung und Druck berechnet.

Daher ist

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{H}{F} = \frac{1\ 670\ 000}{16\ 335} + \frac{37\ 000}{2\ 970} = \\ 102,2 + 12,5 = \text{rd. } 115 \text{ kg.}$$

Für den in Abb. 169 dargestellten dreiteiligen Querschnitt ist nämlich

$$W = \frac{3 \cdot 30 \cdot 33^2}{6} = 16\ 335 \text{ cm}^3$$

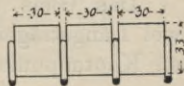


Abb. 169.

und

$$F = 3 \cdot 30 \cdot 33 = 2\ 970 \text{ qcm.}$$

Druckpfosten.

$$F = \frac{P}{\sigma};$$

$$P = 22\ 000 \text{ kg, } \sigma = 60 \text{ kg/qcm;}$$

$$F_{\text{erf}} = \frac{22\ 000}{60} = 367 \text{ qcm.}$$

Ausgeführt werden zwei Pfosten von 30 : 30 cm:

$$F = 2 \cdot 30 \cdot 30 = 1\ 800 \text{ qcm.}$$

Zugeisen. Nach Abb. 169 sind vier Zugstangen angeordnet.

Daher entfällt auf jede $\frac{38,3}{4} = 9,575 \text{ t} = 9575 \text{ kg}$.

Ein Rundeisen von 4 cm Durchmesser hat 12,6 qcm Querschnitt.

Daher ist

$$\mathfrak{S} = \frac{9575}{12,6} = 760 \text{ kg/qcm.}$$

Eisenbahnnotbrücke mit Howe-Träger und obenliegender Fahrbahn (Abb. 170).

Stützweite $L = 17 \text{ m}$.

70 % der Tabellenwerte sollen angenommen werden.

$\mathfrak{S}^H = 125 \text{ kg/qcm}$.

Trägerhöhe $= \frac{1}{7} L = \frac{17}{7} = \text{rd. } 2,50 \text{ m}$.

Feldweite 2,10 m = drei Schwellenteilungen von 0,70 m.

Das Gleis liegt auf Querschwellen, diese auf zwei Längsträgern und diese auf Querträgern, die in den Knotenpunkten liegen.

Fahrbahn.

Die Tabellen 2 u. 3 sind für 3,6 m Brückenbreite berechnet, geben also hier etwas zu große Werte, die jedoch genommen werden.

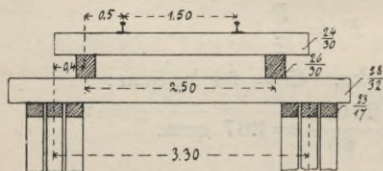


Abb. 170.

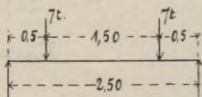


Abb. 171.

1. Querschwellen. $l = 2,5 \text{ m}$, Raddruck $0,7 \cdot 10 = 7 \text{ t}$ (Abb. 171):

$$M_v = 7 \cdot 0,5 = 3,5 \text{ tm} = 350000 \text{ kgcm.}$$

Für den Querschnitt 24:30 cm ist $W_{\max} = 3600 \text{ cm}^3$:

$$\sigma = \frac{350\,000}{3600} = 97,2 \text{ kg/qcm.}$$

2. Langschwelen. $l = 2,10 \text{ m}$ (Tab. 2, S. 94):

$$M_v = 5,0 + 0,25 = 5,25 \text{ tm/Träger.}$$

Hiervon 70 % = 3,675 tm/Träger.

Bei Berücksichtigung des Eigengewichtes mit $M_e = 0,3 \text{ tm}$ ergibt sich:

$$M_{\max} = 4 \text{ tm} = 400\,000 \text{ kgcm.}$$

Für den Querschnitt 26:30 cm ist $W_{\max} = 3900 \text{ cm}^3$:

$$\sigma = \frac{400\,000}{3900} = 103 \text{ kg/qcm.}$$

3. Querträger. Der Druck vom Längsträger her (Tabelle 3, S. 95) beträgt für 210 cm Abstand = 14,929 t.

Hiervon 70 % = $0,7 \cdot 14,929 = 10,45 \text{ t}$:

$$M_v = 10,45 \cdot 0,4 = 4,18 \text{ tm (Abb. 170).}$$

Rechnet man für das Eigengewicht 0,52 tm hinzu, so wird

$$M = 4,7 \text{ tm} = 470\,000 \text{ kgcm.}$$

Für den Querschnitt 28:32 cm ist $W_{\max} = 4780 \text{ cm}^3$:

$$\sigma = \frac{470\,000}{4780} = \text{rd. } 100 \text{ kg/qcm.}$$

Momente und Querkräfte.

Momente:

$$e = 72l + 600 = 72 \cdot 17 + 600 = 1824 \text{ kg/m Gleis} = 0,912 \text{ tm/Träger,}$$

$$M_e = \frac{e \cdot l^2}{8} = \frac{0,912 \cdot 17 \cdot 17}{8} = 32,9 \text{ tm.}$$

Aus Tabelle 1:

$$M_v = 297,8 \text{ tm/Gleis oder } 148,9 \text{ tm/Träger.}$$

Hiervon 70 % = $0,7 \cdot 148,9 = 104,23$ tm:

$$M_{\max} = M_e + M_v = 32,9 + 104,23 = 137,13 \text{ tm.}$$

Querkraft:

$$V_e = \frac{e \cdot l}{2} = \frac{0,912 \cdot 17}{2} = 7,75 \text{ t.}$$

Aus Tabelle 4 wird:

$$V_v \cdot L = 1323 \text{ tm/Gleis.}$$

Hiervon 70 % = $0,7 \cdot 1323 = 926$ tm/Gleis oder
463 tm/Träger.

Daher ist

$$V_v = \frac{463}{17} = 27,3 \text{ t}$$

und

$$V_{\max} = V_e + V_v = 7,75 + 27,3 \text{ t} = \text{rd. } 35 \text{ t.}$$

Berechnung des Hauptträgers.

Diagonale (Abb. 172): $l = \sqrt{2,1^2 + 2,5^2} = 3,265$ m.

Die Hauptdiagonale ist zweiteilig:

$$D_{\max} : V_{\max} = 3,265 : 2,5,$$

$$D_{\max} = \frac{35 \cdot 3,265}{2,5} = 45,71 \text{ t,}$$

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 45,71 \cdot 2,97^2 = 40320 \text{ cm}^4.$$

Zwei Querschnitte 23:22 cm
haben:

$$J = 2 \cdot 20409 = 40818 \text{ cm}^4.$$

Vertikale: $V_{\max} = 35$ t.

Zwei Stäbe von 5,5 cm Durchmesser haben ein

$$\sigma = \frac{V}{F} = \frac{35000}{47,5} = 737 \text{ kg/qcm.}$$

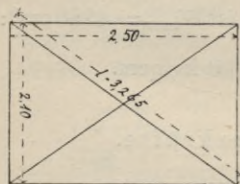


Abb. 172.

Gurtungen:

$$O_{\max} = U_{\max} = \frac{M_{\max}}{h} = \frac{137,13}{2,5} = \text{rd. } 54,85 \text{ t.}$$

Ober- und Untergurt sind dreiteilig.

Ein Teil erhält $\frac{54,85}{3} = 18,3 \text{ t}$ Druck bzw. Zug:

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 18,3 \cdot 2,1^2 = 8070 \text{ cm}^4.$$

Querschnitt 23 : 17 cm hat $J_{\min} = 9417 \text{ cm}^4$ bei $F = 391 \text{ qcm}$.

Auf Druck sind $\frac{18300}{60} = 305 \text{ qcm}$ erforderlich.

Stoß im Zuggurt.

Ein Balken hat 18,3 t Zug aufzunehmen.

$$f = \frac{Z}{2h \cdot \mathcal{E}_z} = \frac{18300}{2 \cdot 17 \cdot 750} = 0,72 \text{ cm (s. S. 123),}$$

$$b = \frac{b}{2} - 8f = 11,5 - 5,76 = 5,74 \text{ cm,}$$

$$t = b - f = 5,74 - 0,72 = 5,02 \text{ cm,}$$

$$n = \frac{8f}{t} = \frac{8 \cdot 0,72}{5,02} = \sim 2 \text{ cm,}$$

$$e = 7t = 7 \cdot 5,02 = 35,14 \text{ cm,}$$

$$s = \frac{t}{2} = \text{rd. } 2,5 \text{ cm.}$$

Der Windverband wird wie auf S. 125 berechnet.

Dieselbe Brücke, Fahrbahn unten (Abb. 173).

Fahrbahn.

Querschwelle, 2,7 m lang, von Mitte zu Mitte Langträger.

Raddruck wie oben = 7 t:

$$M_v = P \cdot a = 7 \cdot 0,6 = 4,2 \text{ tm} = 420000 \text{ kgcm.}$$

Ein Querschnitt von 26 : 32 cm hat ein $W_{\max} = 4437 \text{ cm}^3$:

$$\sigma = \frac{420\,000}{4437} = 95 \text{ kg/qcm.}$$

Langträger, 2,10 m lang.

Wie oben: Querschnitt 26 : 36 cm mit $\sigma = 103 \text{ kg/qcm.}$

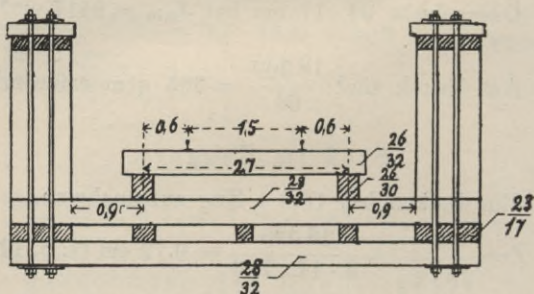


Abb. 173.

Querträger. Auflagerdruck wie oben = 10,45 t:

$$M = P \cdot a = 10,45 \cdot 0,9 = 9,405 \text{ tm.}$$

Berücksichtigt man das Eigengewicht mit 0,595 tm, so wird:

$$M_{\max} = 10 \text{ tm.}$$

Der Querschnitt wird zweiteilig.

Auf einen Teil entfallen 5 tm.

Zwei Querschnitte von 28 : 32 cm zeigen je ein $W_{\max} = 4780 \text{ cm}^3$.

$$\sigma = \frac{500\,000}{4780} = \text{rd. } 105 \text{ kg/qcm.}$$

Zwischen den beiden Querträgerteilen werden Stützklötze eingesetzt und verschraubt.

Hauptträger. Wie oben: $M_{\max} = 137,13 \text{ t/m}$.

Diagonale. Zwei Querschnitte 23 : 22 cm.

Vertikale. Diese erhalten vom unteren Querträger noch einen Zug P_1 .

Aus $\frac{M}{2} = P_1 \cdot 0,9$ wird:

$$P_1 = \frac{M}{2 \cdot 0,9} = \frac{5}{0,9} = 5,56 \text{ t.}$$

Daher ist $V = 35 + 5,56 = 40,28 \text{ t}$.

Für eine Stange ist:

$$\frac{40280}{2} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 750,$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{40280}{2 \cdot 750} = 26,9,$$

$$d = \text{rd. } 6 \text{ cm.}$$

Gurtungen. Drei Querschnitte von 23 : 17 cm.

Der Stoß ist wie oben zu berechnen (S. 137).

Der Windverband kann nur im unteren Gurt eingelegt werden, da die Trägerhöhe zum Anbringen eines oberen Windverbandes nicht ausreicht.

Jener hat die ganze Windbeanspruchung von 750 kg für 1 m Träger aufzunehmen.

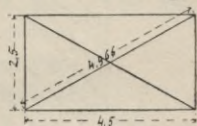


Abb. 174.

Die Querkraft wird $\frac{750 \cdot 17}{2} = 6375 \text{ kg}$.

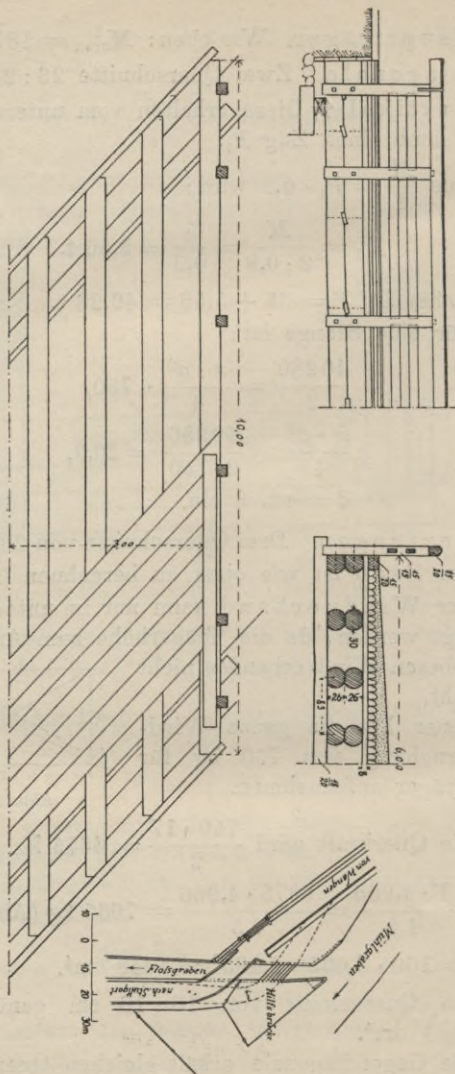
$$D = \frac{V \cdot 4,966}{4,5} = \frac{6375 \cdot 4,966}{4,5} = 7035 \text{ kg (Abb. 174),}$$

$$J_{\text{erf}} = 100 \cdot 7,035 \cdot 2,483^2 = 4348 \text{ cm}^4.$$

Ein Querschnitt von 16 : 16 cm genügt mit $J = 5461 \text{ cm}^4$.

Die Gegendiagonale erhält gleichen Querschnitt.

Abb. 175.



VIII. Kostenanschlag einer Hilfsbrücke (Abb. 175).

1. Grunderwerb.

Die untere Zufahrt führt über Eigentum der Bauverwaltung und erfordert daher keinen Erwerb	— Mk.
Die obere Zufahrt führt über die Baumwiese des N. N. Ein Baum ist nicht zu beseitigen. An Pacht werden vorgesehen	300 „
Für späteres Einebnen der zu pachtenden Fläche sowie zur Umzäunung zweier Bäume mit Schwarten werden angenommen . .	150 „
	<hr/>
Sa. 1. Grunderwerb	450 Mk.

2. Bauarbeiten.

a) Erdarbeiten.

Die Anschüttung der beiderseitigen Zufahrten erfordert nach besonderer Berechnung rund 200 cbm.	
Für Beschaffen, Anfuhr, Abladen und Einebnen von 200 cbm, für 1 cbm 2 Mk.,	400 Mk.
Für spätere Abfuhr dieser Massen, Einebnen der Baustelle, Wiederaufbringen des vorher beiseite zu schaffenden Mutterbodens für 1 cbm 1 Mk.	200 „
	<hr/>
Sa. a) Erdarbeiten	600 Mk.

b) Chaussierung.

Auf der Brücke nebst Zufahrten wird auf 6 m Breite und 80 m Gesamtlänge eine 20 cm starke Setzlage aus Tuffsteinen und eine 10 cm starke Kleinschlagdecke aufgebracht.

Für die Setzlage wird für 1 qm 0,2 cm Tuffstein gebraucht; für 1 cbm 10 Mk. für

Ankauf, Brechen, Laden, Anfuhr und Abladen, sowie Setzen, Abköpfen und Verzwicken, ergibt für 1 qm	2,00 Mk.
Die Kleinschlagdecke fertig eingebracht, kostet für Ankauf, Brechen und Laden, für Anfuhr und Abladen, für Zerkleinern der Steine und Einbringen für 1 qm	1,75 „
Aufbringen des Sandes nebst Anliefern für 1 qm	0,25 „
Es kostet mithin 1 qm fertige Chaussierung	<u>4,00 Mk.</u>

Für $80 \cdot 6 = 480$ qm zu 4,00 Mk. . . . 1920 Mk.
 Das Einwalzen besorgt die Bauverwaltung

Sa. b) Chaussierung 1920 Mk.

c) Maurer- und Steinhauerarbeiten.

Die beiderseitigen Ufermauern sind zu erhöhen:
 die linksseitige um 20 cm:

$$11,0 \cdot 0,60 \cdot 0,2 = 1,32 \text{ cbm,}$$

die rechtsseitige um 30 cm:

$$11,0 \cdot 0,60 \cdot 0,3 = 1,98 \text{ „}$$

zusammen 3,30 cbm.

3,30 cbm Mauerwerk aus Bruchsteinen einschließlich Lieferung der Bruchsteine nach besonderer Angabe, für 1 cbm 30 Mk., 99 Mk.

Sa. c) Maurerarbeiten 99 Mk.

d) Zimmerarbeit.

Es wird Tannenholz verwendet.

Im Preise für 1 cbm ist Ankauf, Anfuhr, Beschlagen und Aufstellen sämtlicher Brückenteile, das Einlassen und Befestigen des Eisenwerks und der Wiederabbruch der Brücke enthalten. Die ver-

wendeten Materialien verbleiben beim Abbruch dem Unternehmer ohne Gewähr.

Die verdübelten Tragbalken sind einschließlich Lieferung der eichenen Dübel, 5 cm dick, 12 cm breit und 20 cm lang, mit vollkommen schließenden Fugen zu arbeiten.

8 Stück verdübelte Tragbalken, 30 : 52 cm stark, je 10 m lang	12,48 cbm
2 Stück Mauerlatten, 20 : 15 cm stark, je 9,4 m lang	0,56 „
2 Stück Bordschwellen, 20 : 18 cm stark, je 8,3 m lang	0,60 „
12 Stück Geländerpfosten, 15 : 15 cm stark, je 1,7 m lang	0,46 „
2 Stück Geländerholme, 15 : 20 cm stark, je 9,1 m lang	0,52 „
12 Stück Geländerriegel, 12 : 12 cm stark, je 2 m lang	0,35 „
8 Stück Geländerriegel, 12 : 12 cm stark, je 1 m lang	0,12 „
	15,09 cbm

Rund 15,1 cbm Holz, 1 cbm zu 75 Mk., 1132,50 Mk.

Belaghölzer, 8,7 m lang, 6 m breit (8 cm stark) = 52,2 qm, 1 qm zu 7 Mk., 365,40 „

2 Dielenabschlüsse, 5 cm stark, ca. 17,5 m lang, 0,5 m breit = 8,8 qm, 1 qm zu 4 Mk. 36,20 „

Stangengeländer an den Zufahrtsrampen, Stangen von 10 cm Durchmesser mit Pfosten im Abstand von 2 m, mit Einschlagen der Pfosten und Aufnageln der Stangen, ungefähr 200 laufende Meter zu je 1 Mk. . . . 200,00 „

Sa. d) Zimmerarbeit 1674,10 Mk.

e) Schmiedearbeiten.

48 Schrauben durch die verdübelten Tragbalken, 25 mm stark, mit viereckigen Köpfen und Muttern, 0,55 m lang, zu je 3,5 kg	168 kg
4 Schrauben zur Befestigung der Kiesschwellen an den Geländerpfosten, 16 mm stark, ca. 40 cm lang, mit Unterlagsscheiben zu je 2,5 kg	10 „
24 Schrauben zur Befestigung der Geländerpfosten, 0,50 m lang, mit je 2 Unterlagsscheiben, zu je 2,5 kg	60 „
4 eiserne Bänder für die Geländerholme, 40,5 m stark, mit je 6 geschmiedeten Nägeln, zu je 3 kg	12 „
	<u>250 kg</u>
1 kg zu 0,4 Mk.	100 Mk.
	<u>100 Mk.</u>
Sa. e) Schmiedearbeiten 100 Mk.	

Das Eisen verbleibt dem Unternehmer der Zimmerarbeit beim Abbruch ohne Gewähr.

Zusammenstellung zu 2. Bauarbeiten:

a) Erdarbeiten	600,00 Mk.
b) Chaussierung	1920,00 „
c) Maurerarbeiten	99,00 „
d) Zimmerarbeiten	1674,10 „
e) Schmiedearbeiten	100,00 „

zusammen 4393,10 Mk.

3. Insgemein.

Für Einwalzen der Chaussierung	100,00 Mk.
Für Absperren, Beleuchtung und sonstige Sicherheitsmaßregeln	30,00 „
Für Anzeigen, Briefe, Botenlöhne u. dgl.	30,00 „
Für Unvorhergesehenes	106,90 „
	<u>266,90 Mk.</u>
Sa. 3. Insgemein 266,90 Mk.	

Hauptzusammenstellung.

1. Grunderwerb . . .	600,00	Mk.
2. Bauarbeiten . . .	4393,10	"
3. Insgemein . . .	266,90	"
	<hr/>	
Gesamtkosten	5260,00	Mk.

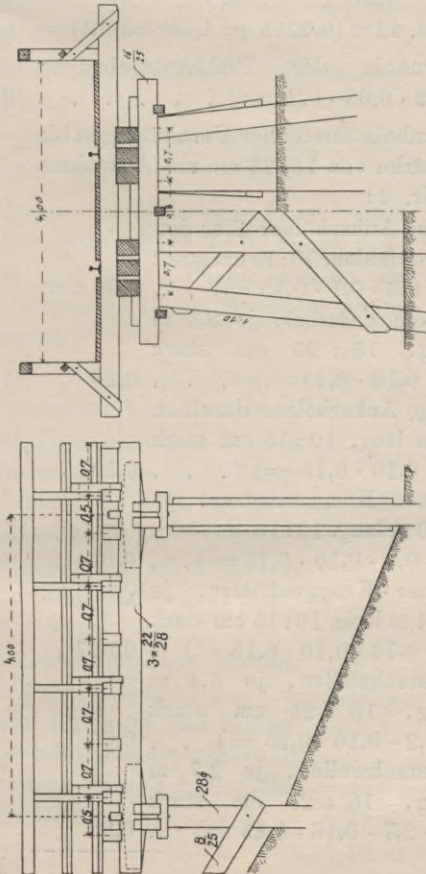


Abb. 176.

IX. Massenberechnung einer Notbrücke.

Mittelöffnung von 4 m Spannweite (Abb. 176).

1. Rundholz der Pfähle bis zu 35 cm Stärke :
 - 4 Pfähle 30 cm stark, 4 m lang,
 - 4 „ 30 „ „ 6,5 „ „
 - zus. 42 m ($0,2255 \text{ qm Querschnitt}$) = 9,47 cbm.
2. Kiefernholz der Pfahlverstrebenungen
($2 \cdot 4,2 \cdot 0,08 \cdot 0,25 =$) 0,17 „
3. Kiefernholz sämtlicher Verbindungen bis zur Stärke von 16 : 25 cm mit Ausnahme von Nr. 2 :
 - 6 kurze Ankerhölzer über den Jochpfählen, 10 : 15 cm stark
($6 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 0,15 =$) . . 0,06 cbm,
 - 2 Holme daselbst, je 3,5 m lang, 16 : 25 cm stark
($7 \cdot 0,16 \cdot 0,25 =$) . . . 0,28 „
 - 2 lange Ankerhölzer daselbst, 3 m lang, 10 : 15 cm stark
($6 \cdot 0,10 \cdot 0,15 =$) . . . 0,10 „
 - 4 Quer-Knaggenhölzer, je 0,40 m lang, 10 : 15 cm stark
($4 \cdot 0,4 \cdot 0,10 \cdot 0,15 =$) . . 0,024 „
 - 2 Quer-Knaggenhölzer, je 0,74 m lang, 10 : 15 cm stark
($2 \cdot 0,74 \cdot 0,10 \cdot 0,15 =$) . 0,027 „
 - 3 Querschwellen, je 5,4 m lang, 16 : 25 cm stark
($16,2 \cdot 0,16 \cdot 0,25 =$) . . 0,65 „
 - 3 Querschwellen, je 2,7 m lang, 16 : 25 cm stark
($3 \cdot 2,7 \cdot 0,16 \cdot 0,25 =$) . 0,32 „

4. Kiefernholz wie vorher unter 3., jedoch über 16 : 25 cm Stärke:
- 6 Balken, je 4 m lang, 22 : 28 cm stark ($4 \cdot 6 \cdot 0,22 \cdot 0,28 =$) . . . 1,48 cbm.
5. Geländer ($2 \cdot 4 =$) 8 m.
6. Packhölzer aus 5 cm starken kiefernen Bohlen:
- 8 Stück, als Rechteck vollgerechnet ($8 \cdot 1,40 \cdot 0,3 =$) 3,36 qm.
7. Kieferne Stirnbohlen am Auflager nebst Leisten, 5 cm stark: fällt aus.
8. Kieferner Bohlenbelag, 5 cm stark ($[4,0 - (12 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,18)] 4,0 =$) . 12,64 „
Es sind für 12 Fugen je 4 cm, für 2 Schienen je 18 cm Breite in Abzug gebracht.
9. Eiserne Schraubenbolzen von 20 mm Durchmesser und Unterlagsplatten:
- 8 Stück wagerechte Bolzen durch Balken und Packhölzer, je 0,78 m lang, zwischen Kopf und Mutter 6,24 m
- 8 Stück wagerechte Bolzen durch Jochholme und Pfähle, je 0,37 m lang 2,96 „
- 6 Stück senkrechte Bolzen, je 0,78 m lang 4,68 „
- Hierzu für Kopf und Mutter der achtfache Bolzendurchmesser $[(8 + 8 + 6 = 22) \cdot 8 \cdot 0,02 =]$ 3,52 „
-
- 17,40 m

17,40 m Rundeisen 20 mm Durchmesser, für 1 m	2,4 kg	29,90 kg.
44 Stück quadratische Unterlagsplatten von 7 cm Seitenlänge und 2,3 cm Lochdurchmesser, 1 cm stark, 2 Stück für jeden Bolzen [44 · 1 · (49,0 — 4,15) · 0,0078 =]	15,39 „
		<hr/>
		45,29 kg.
11. Verbandhölzer unter 2 = 2 · 4,2 =		8,40 m.
12. Verbandhölzer unter 3 = 3,6 + 7 + 6 + 3,08 + 24,3 =		43,98 „

Zusammenstellung.

Nr. der Massenberechnung	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	
1.	Rundholz der Pfähle bis zu 35 cm Stärke	9,47 cbm.
2.	Kiefernholz zu den Verstrebungen der Pfahljoche	0,17 „
3.	Kiefernholz der sämtlichen Verbindungen außer Nr. 2, bis 16:25 cm Stärke	1,46 „
4.	Kiefernholz wie vor, jedoch über 16:25 cm Stärke	1,48 „
5.	Geländer (fertig mit Bolzen und Nägeln)	8,00 m.
6.	Packhölzer (liefern, zuschneiden, anbringen)	3,36 qm.
7.	Kieferne Stirnbohlen (vier Leisten 5:20 cm)	— „
8.	Kieferner Bohlenbelag (liefern und befestigen mit Nägeln)	12,64 „
9.	Eiserne Schraubenbolzen und Unterlagsplatten	45,29 kg.
10.	Rundholzpfähle (zu rammen)	8 Stück.

Nr. der Massen- berechnung	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	
11.	Verbandholz zu Nr. 2 (zuschneiden, abbinden und aufstellen)	8,40 m.
12.	Verbandholz zu Nr. 3 u. 4 (abbinden und aufstellen)	43,98 „
13.	Eichene Dübel (aus zwei Keilen, 0,15 m breit. . . . m lang).	— Stück.
14.	Querschwellen (befestigt mit 2 Stück 30 cm langen Holzschrauben)	6 „
15.	Knaggenhölzer (befestigt mit je 2 Stück 25 cm langen geschmiedeten Nägeln)	6 „

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Sachverzeichnis.

- A**bführung des Tagewassers 14.
Abstand der Schrauben 118.
Allgemeines über Brücken 10.
Andreaskreuz 50.
Anschluß an die Böschungen 72.
Armierte Balken 42.
— —, Berechnung 108.
— —, einfache 42.
— —, doppelte 42, 109.
Auflagerung 46.
Auflagerdruck der Schwellen-
träger 95.
Ausführung des Entwurfs und
der Brücke 86.
Aussteifung 59, 61.
Ausschreibung 88.
Aussteckung 88.
- B**achwegebrücken 16.
Balkenbrücken aus einzelnen
Balken 21, 90.
— — armierten Balken 42, 106.
— mit Hängewerk 35.
— — Hängsprengewerk 40,
113.
— — Sattelholz 24, 97.
— — Sprengewerk 31, 89, 110.
— — verdübelten Balken 27,
90, 100.
— — verstärkten Balken 23.
Balkenende 48.
Balkenquerschnitte 21.
Balkenschutz 22.
Balkenstöße 22.
Balkenteilung 21.
Bauentwurf 87.
Baustoff 19.
- Belageisen 56.
Berechnungen 90.
Bewegliche Brücken 86.
Biegungsfestigkeit 92.
Blockwände 71.
Bohlenbelag 22, 55.
—, Berechnung 96, 77, 101,
110, 114, 119.
—, einfacher 52.
—, doppelter 52.
— mit Beschotterung 52.
Bohlwände (-werke) 18, 72.
Bohlwandpfähle 72.
Bordschwelle (Saum-) 53, 55, 56.
Breite der Brückenbahn 12.
Breite der Dübel 28, 30.
Brückenbahn 51.
Brückenbreite 12.
Brückenentwässerung 14.
Brückenneigung 13.
Brückenrichtung 12.
Buchenholz 52.
- D**auer 19.
Diagonale 121, 130, 139.
Doppelholme 48.
Drehbrücken 86.
Druckpfosten 133.
Durchbiegen der Dübel-
balken 29.
Durchbiegung bei Probe-
belastung 89.
Durchfahrthöhe 14.
Durchflußbreite 16.
Dübel 28.
—, Berechnung 103.
—, versetzte 29.

- Eichenholz** 52.
Eigengewicht der Brücken 99.
Einfluß auf eine Brücke
 durch eine Bahn 14.
 — einen Wasserlauf 15.
 — einen Weg 11.
Einzelne Balken als Tragwerk 21.
Eisbalken 66
Eisbrecher 66.
Eisenbahnbrücken 90, 92, 130.
Eisenbahnnotbrücke 131, 134, 137.
Eisenpfeiler (-joche) 72.
Endjoche 62, 69.
Endpfosten, doppelte 50.
Endwiderlager 62.
Entfernung der Dübel 28.
Entwässerung der Brücken 14.
Fachwerke 43.
 —, Belastung 90.
 —, Gurtungen 44.
 —, Träger 75, 85, 89.
Fahrbahn 12, 18, 51.
Fahrbahnberechnung 100, 106, 119, 134, 137.
Fahrbahnanschluß 48.
Feldwegbrücke aus einfachen Balken 95.
Flügel 18.
Füllstücke 45.
Fußgängerbrücken, Belastung 90.
Futterstücke 29.
Fußsteg 113.
Fußwege 51, 54.
Geländer 18, 51, 56.
Geländerholm 58.
Geländerpfosten 57.
Geländerstreben 57.
Geländerriegel 58.
Gerüstbrücken 20, 82.
Gerüste, feste 82, 84.
 —, fliegende 82.
Geschichtlicher Überblick 7.
Geschiftete Balken bei Stößen 22.
Geschoßjoche 69.
Grundjoche 67, 68.
Grundpfähle 68.
Grundschwelle 69, 70.
Gründe für die Verwendung von Holzbrücken 17.
 — gegen die Verwendung von Holzbrücken 17.
Gußschuhe beim Fachwerkträger 45.
Gurtungen, Stöße 123.
 —, Berechnung 130, 137, 139.
Hängeeisen 38, 76.
 —, doppelte 38, 117.
 —, einfache 37.
Hängesäule aus Eisen 37.
 — aus Holz 37, 116.
Hängesprengwerke 40.
 —, doppeltes von Heinzerling 40.
Hängewerke, doppelte 36.
 —, einfache 35.
 —, mehrfache 36.
 — auf gesprengten Sattelhölzern 42.
Hauptteile der Brücken 18.
Hauptträger, Berechnungen 96, 98, 102, 115, 122, 129, 136, 139.
 —, Momente 94, 135.
Hilfsbrücken 73.
Höhe der Dübel 28.
 — — Sattelhölzer 25.
Holzbrücken des Altertums 7.
 — des Mittelalters 8.
 — der Neuzeit 8.
Holme 48, 64.
Holzpflaster 54.
Holzrinnen 56.
Howe-Träger 43, 50, 119, 127, 134.
Hubbrücken 86.
Joche, aufgesetzte 67.
 —, durchgehende 64, 65.
 —, einfache 18, 62, 64.
 — mit zwei oder mehreren Pfahlreihen 65.
 — für Notbrücken 79.

- Joche an Schiffahrtsöffnungen 75.
 Jochbrücken 75.
 Jochpfähle 62, 63, 64, 70.
 — bei Notbrücken 80.
Kanalbrücken 15, 16.
 Kantholz 19.
 Kasten mit Blockwänden 70.
 Kiefernholz 19, 52.
 Klappbrücken 86.
 Klötzelbalken 30.
 Knickfestigkeit 92.
 Kopfbänder 23, 26, 27, 48.
 Kosten von Hilfsbrücken 76.
 Kostenanschlag 141.
 Kreuzstreben 60, 70.
 Kriegsbrücken 20, 76, 80.
 Krümmungen, zulässige, bei Wegen 13.
 —, Einfluß auf die Lichtweite 14.
Landjoche 62.
 Landstraßenbrücken, Fahr-
 bahn oben 106, 119.
 —, Fahrbahn unten 126.
 Längengefälle der Brücken-
 bahn 13.
 Längsträger 120, 127, 135, 138.
 Laves'sche Träger 30.
 Lichte Höhe 14.
 Lichtweite 11, 14.
Massenberechnung 146.
 Maßstäbe 87.
 Mauerlatten 47, 48, 49, 50, 53, 79.
 Mitteljoche 62.
 Momente aus der Verkehrs-
 last 93.
 —, Hauptträger 94, 135.
 —, Schwellenträger 94, 95.
Nadelholz 19.
 Notbrücken 20, 76.
Oberjoch 68.
 Offene Balken 30, 75.
Packhölzer 80.
 Pfähle 62, 63.
 —, aufgepfropfte 63.
 Pfahljoche 48, 76.
 Pfeiler 18.
 Probelastung 89.
 Probepfähle 63.
 Portalbrücken 86.
Querdübel 28.
 Querverbindungen 59.
 Quergefälle der Brückenbahn
 14, 53.
 Querkräfte 95, 135, 136.
 Querträger, Berechnung 101,
 107, 114, 120, 127, 135, 138.
 Querswellen auf hölzernen
 Eisenbahnbrücken 79, 134,
 137.
Rollbrücken 86.
 Rundholz 19, 75.
Sattelhölzer 25, 26, 27, 48, 49,
 50, 99.
 —, mehrfache 26.
 — mit Kopfbändern 25.
 Schiffbrücken 86.
 Schnittholz 19.
 Schutzbretter 61.
 Schutzvorrichtungen 61.
 Sicherheitsschwelle 79.
 Schotterung 54.
 Schraubbolzen 118.
 Schwellenträger, Momente 94,
 95.
 Schwinden 57.
 Spannriegel bei Hängewerken
 39.
 — — Sprengewerken 35.
 Sprengbock, Berechnung 110,
 116.
 Sprengwerke, doppelte 32.
 —, einfache 31.
 —, mehrfache 32.
 —, Versteifung 61.
 Sprengung der Dübelbalken 29.
 Steinkasten 71.
 Steinpfeiler 71.
 Stemmklötze 44.
 Stöße in den Gurtungen 123,
 137, 139.

- Straßenlängsträger, Berechnung 101, 107.
 Straßen- und Wegebrücken 20.
 — — —, Verkehrslast 90.
 — — —, Momente 93.
 Straßenrinnen 56.
 Strebebalken 51.
 Streben beim Fachwerk 44, 60.
 — bei Hängesprengwerken 40, 116.
 — — Hängewerken 39, 40.
 — — Sprengwerken 33, 34, 111.
 Strebenfüße beim Hängewerk 39.
 — — Sprengwerk 34.
 Strebenkreuze 64.
 Streckbalken 39, 108, 112, 133.
 Streichbalken 79.
 Streichbohlen 65.
 Strebensystem, doppeltes 44, 46.
 —, einfaches 44.
 Stumpfer Stoß der Tragbalken 22.
Tragbalken 18, 98.
 Tragwerk 21.
 Trägerhöhe beim Fachwerkträger 45.
 Transportbahn 82, 84.
Überbau 18.
 Überhöhung der Hängewerkbalken 39.
 Überstand der Hängeeisen 119.
 — — Hängesäule 117.
 Unterhaltung 19.
 Unterhaltungskosten 20.
 Unterlagsplatte 118.
 Unterzüge bei Sprengwerken 33.
Verdübelte Träger 27.
 — Sattelhölzer 25.
 Verkehrslast 90.
 Verstärkte Balken 23.
 Verwendung der Holzbrücken 20.
 Vertikale 122, 130, 139.
 Vertikalstreben armierter Balken 43, 133.
 Versteifung 60, 61.
 Verzahnte Träger 30.
Wahl des Brückenbaustoffes 17.
 Wasserabführung 14, 56.
 Wegeverlegungen 11.
 Winddruck 125.
 Windkreuze 60.
 Windverband 60, 125, 139.
 Wölbung der Wegefäche 53.
Zahl der Brückenöffnungen 15.
 Zahndübel 28.
 Zangen bei Sprengwerken 34.
 Zugbrücken 86.
 Zugstangen armierter Balken 43, 108, 133.
 — beim Fachwerk 46.
 Zulässige Belastungen 92.
 Zwischenpfeiler 49.

Lehrbuch der Mauerwerks-Konstruktionen

Von

Ludwig Debo

Geheimer Regierungsrat, Baurat und Professor a. D.

Mit 508 Abbildungen

Preis brosch. M. 9.—, geb. M. 10.—

Inhalt:

- I. Arten des Mauerwerks und allgemeine Bemerkungen.
- II. Stein und Mörtel.
- III. Allgemeine Regeln für die Ausführung des Mauerwerks.
- IV. Mauern aus künstlichen Steinen.
- V. Mauern aus natürlichen Steinen; das Quaderwerk.
- VI. Mauern aus Beton, Mörtelmassen und Erde.
- VII. Die Festigkeit des Mauerwerks.
- VIII. Die Überdeckung der Öffnungen in den Mauern, zwischen Pfeilern und Säulen, sowie Tonnengewölbe.
- IX. Erddruck und Futtermauern.
- X. Die Fundamentmauern.
- XI. Die Grundmauern und Wände der Gebäude.
- XII. Die Gewölbe.
- XIII. Die Einfriedigungsmauern.
- XIV. Zusätze zu vorstehenden Abschnitten.

Deutsche Technikerzeitung, Berlin: In übersichtlicher und klarer Weise gibt das Werk eine Darstellung der Lehre von den Eigenschaften der Steine und des Mörtels sowie genaue Regeln für die Ausführung des Mauerwerks. Das Werk kann als wertvoller Ratgeber in Theorie und Praxis allen Bautechnikern warm empfohlen werden.

S-96

S. 61

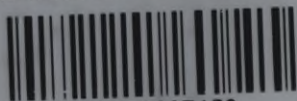
80,00

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301714

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297159