

DIE BAUNORMUNG

MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN NORMENAUSSCHUSSES

BERLIN NW 7, DOROTHEEN-STRASSE 47 / FERNRUF: MERKUR 3925—3928

SCHRIFTFLEITER: REGIERUNGSBAUMEISTER a. D. KARL SANDER

8. Jahrgang

29. November 1929

Nr. 10/12

Berechnungsgrundlagen für massive Brücken

Noch nicht endgültig

DIN

Entwurf 2

E 1075

INHALT:

	Seite
I. Vorbemerkungen	45
II. Belastungsannahmen	
§ 1. Allgemeine Belastungsannahmen	45
§ 1 a. Temperaturschwankungen	45
§ 1 b. Schwinden	45
III. Allgemeine Vorschriften	
§ 2. Allgemeine Bezeichnungen	46
§ 3. Allgemeine Bezeichnungen für Massivbrücken	46
§ 4. Werte von E, G und ϵ_t für Stahl, Beton und Mauerwerk	46
§ 5. Inhalt der Berechnung	46
§ 6. Einzelheiten der Berechnung	46
§ 7. Stoßzahl	47
IV. Vorschriften für die Berechnung bestimmter Bauteile	
§ 8. Fahrbahntafel	48
§ 9. Haupttragwerke	48
§ 10. Sondervorschriften für Brücken unter Eisenbahngleisen	49
§ 11. Stützen, Pfeiler und Widerlager	49
§ 12. Gelenke und Lager	50
V. Zulässige Spannungen	
§ 13. Erforderliche Festigkeiten von Beton, Eisenbeton und Mauerwerk	50
§ 14. Zulässige Druck- und Biegungsspannungen	50
§ 15. „ Schubspannungen	51
§ 16. „ Haftspannungen zwischen Eisen und Beton	51
§ 17. „ Spannungen in Lagern und Gelenken	51
§ 18. „ Pressungen in den Lagerfugen und unter den Auflagersteinen	51
§ 19. „ Pressungen bewehrter Auflager- und Gelenksteine	52
§ 20. „ Spannungen in hölzernen Lehrgerüsten und Schalungsunterstützungen	52
VI. Überhöhung der Haupttragwerke	52

I. Vorbemerkungen

Für Brücken aus Eisenbeton und Beton gelten, soweit sich nicht aus dem Nachstehenden Abweichungen ergeben, die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton. (DIN 1045, 1047, 1048)¹.

Für sehr große oder den üblichen Bauweisen nicht entsprechende massive Brücken und bei Verwendung ungewöhnlicher Baustoffe können besondere, von diesen Normen abweichende Bestimmungen getroffen werden, ebenso für außergewöhnlich leichte Bauwerke (z. B. besonders leichte Gangstege).

¹ Von den hier und in der Folge angeführten Normblättern und Bestimmungen betreffen:

- DIN 105 Mauerziegel (Backsteine),
- „ 1044 Zeichen im Eisenbetonbau,
- „ 1045 Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton,
- „ 1047 Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Beton,
- „ 1048 Bestimmungen für Druckversuche an Würfeln bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Eisenbeton,
- „ 1071 Straßenbrücken, Abmessungen (mit Beiblatt),
- „ 1072 Straßenbrücken, Belastungsannahmen (mit Beiblatt),
- „ 1074 Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Straßenbrücken,
- „ 1350 Zeichen in der Statik, Festigkeitslehre, Werkstoffprüfung für Form- und Stabeisen, Bleche,

II. Belastungsannahmen²

§ 1. Allgemeine Belastungsannahmen

Belastungsannahmen für Straßenbrücken siehe DIN 1072. Belastungsannahmen für Brücken unter Eisenbahngleisen siehe die Vorschriften für Eisenbauwerke (BE) der Deutschen Reichsbahngesellschaft bzw. die Vorschriften des Reichsverkehrsministers für die Berechnung der Brücken der Privateisenbahnen des allgemeinen Verkehrs vom 26. Juli 1926 E. II, 22. Nr. 2095 (Reichsverkehrsblatt 1929 Teil I S. 296), und die Vorschriften der Länderbehörden für die Berechnung der Brücken der Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen³.

§ 1 a. Temperaturschwankungen

Bei Tragwerken aus Mauerwerk, Beton und Eisenbeton muß der Einfluß der Temperaturänderungen berücksichtigt werden, wenn diese beträchtliche Spannungen hervorrufen können. Als Grenzen der durch Änderung der Lufttemperatur bedingten Temperaturschwankung in den Bauteilen sind je nach den klimatischen Verhältnissen in Deutschland -5° bis -10° und $+25^\circ$ bis $+30^\circ$ anzunehmen. In dem Festigkeitsnachweis ist in der Regel mit einer mittleren Temperatur bei der Ausführung von $+10^\circ$ und demnach mit einem Temperaturunterschied von ± 15 bis $\pm 20^\circ$ zu rechnen.

Bei Bauteilen, deren geringste Abmessung mindestens 70 cm beträgt oder die durch Überschüttung oder andere Vorkehrungen einer Temperaturänderung weniger ausgesetzt sind, können die oben angegebenen Temperaturunterschiede um 5° ermäßigt werden.

Beim Feststellen der geringsten Abmessung brauchen vollständig umschlossene Hohlräume nicht abgezogen zu werden (z. B. bei Kastenquerschnitten).

Ungleiche Erwärmung einzelner Konstruktionsteile ist nur ausnahmsweise zu berücksichtigen (z. B. beim Zugband von Zweigelenkbogen) und zwar mit $\pm 5^\circ$.

§ 1 b. Schwinden

Bei statisch unbestimmten Tragwerken aus Beton und Eisenbeton ist der Einfluß des Schwindens auf die statisch unbestimmten Größen durch die Annahme eines Temperaturabfalls zu berücksichtigen. Dieser ist anzunehmen bei

- a) Rahmen und rahmenartigen Tragwerken aus Eisenbeton zu 15° ,
- b) bewehrten Betonbögen und Gewölben mit wenigstens 0,5% gesamter Längsbewehrung zu 15° , mit weniger als 0,5% gesamter Längsbewehrung zu 20° ,
- c) bei unbewehrten Gewölben zu 25° .

DIN 1661 Flußstahl geschmiedet oder gewalzt, unlegiert, Einsatz- und Vergütungsstahl,

„ 1681 Stahlguß (Stahlformguß),

„ 1691 Gußeisen

„ DVM 2105 Prüfverfahren für natürliche Steine — Druckfestigkeit,

BE Vorschriften für Eisenbauwerke. (Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken), Deutsche Reichsbahngesellschaft,

BH Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke, Deutsche Reichsbahngesellschaft.

Die Normblätter sind zu beziehen durch den Beuth-Verlag, Berlin S 14, die BE und BH sowie die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, September 1925, (DIN 1044—1048) in Heftausgabe durch den Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8.

² Der Inhalt der §§ 1 a u. 1 b ist tunlichst bald in DIN 1072 aufzunehmen.

³ z. B. die Vorschriften des Preuß. Ministeriums für Handel u. Gewerbe für die Berechnung der Brücken der Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen vom 24. 8. 26 J. Nr. VI 6. 15. 2739 (Ministerialblatt der Handels- u. Gewerbeverwaltung 1926 S. 226).

Einspruchsfrist bis 1. Februar 1930.
(Einspruchszuschriften in doppelter Ausfertigung und für jeden Entwurf gesondert erbeten.)

Hier abtrennen, dann Format A 4 (210×297) DIN 476.

Hierbei ist bei Bogen und Gewölben Betonierung in Lammellen vorausgesetzt. Andernfalls ist der zu berücksichtigende Temperaturabfall um 5° zu erhöhen. Als bewehrte Betonbogen und Gewölbe gelten nur solche, deren Längsbewehrung oben und unten mindestens je 6 cm² auf 1 m Gewölbebreite und zusammen mindestens 0,1% beträgt.

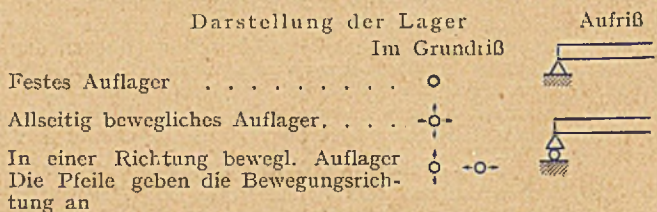
III. Allgemeine Vorschriften

§ 2. Allgemeine Bezeichnungen

Für die Bezeichnungen in den Festigkeitsberechnungen und Zeichnungen gelten Din 1044 und 1350 bzw. die BE der Reichsbahn.

§ 3. Allgemeine Bezeichnungen für Massivbrücken mit Beispielen einiger Grundformen

(Wegen der Abb. 1—10 und des Textes zu Abb. 10 — Brückenschiefe —, die hier wegen Platzmangels weggelassen sind, vgl. Entwurf 1 in der „Bauormung“ 1929 Nr. 4 und im „Bauingenieur“ 1929, Heft 19.)



§ 4. Werte von E, G und ε_t für Stahl, Beton und Mauerwerk

Baustoff	E = Elastizitätsmodul für Zug und Druck kg/cm ²	G = Schubmodul kg/cm ²
Stahl (auch Stahlguß und geschmiedeter Stahl)	2 100 000	810 000
Gußeisen	1 000 000	380 000
Beton bei Berechnung der Formänderungen und statisch unbestimmter Größen	210 000	105 000
Beton bei Berechnung der Spannung in Eisenbetonbauteilen	140 000	—
Bruchsteinmauerwerk in Zementmörtel	100 000	—
Mauerwerk in Zementmörtel aus Hartbrandziegeln oder Klinkern	50 000	—

Bei Mauerwerk schwanken diese Zahlen sehr. Werden durch einwandfreie Versuche andere Werte von E für Mauerwerk oder Beton nachgewiesen, so dürfen diese der Berechnung der Formänderung zugrundegelegt werden. Es empfiehlt sich, bei wichtigen Bauausführungen, insbesondere aus Mauerwerk, solche Versuche durchzuführen.

ε_t = Wärmeausdehnungszahl für 1° (linear):

Beton, Eiseneinlagen im Beton und Gußeisen	0,000 010
Quader- und Bruchsteinmauerwerk	0,000 008
Ziegelmauerwerk	0,000 005

§ 5. Inhalt der Berechnung

Die Festigkeitsberechnung soll ausreichende Angaben enthalten über:

- die der Berechnung zugrunde gelegten Lasten und die Klassenbezeichnung, für Straßenbrücken nach DIN 1071 und 1072, für Brücken unter Eisenbahngleisen nach den BE der Reichsbahn,
- die Art der im Entwurf vorgehene Baustoffe,
- die Eigengewichte aller wesentlichen Teile,
- die der Berechnung zugrunde gelegten Stoßzahlen,
- die Querschnittsformen und Querschnittswerte aller wesentlichen Bauteile,
- die zulässigen und die in allen wichtigen Querschnitten auftretenden größten Längs-, Schub- und gegebenenfalls auch Haftspannungen (vgl. auch § 6 Ziffer 3). Die Festigkeitsberechnung muß sich auch auf die Auflagerteile und auf etwaige Gelenke erstrecken,
- die Tragfähigkeit, Standsicherheit und Überhöhung der Lehrgerüste, den Betonierungs- und Ausrüstungsvorgang.

§ 6. Einzelheiten der Berechnung

1. Lastverteilende Wirkung der Fahrbahn und der Aufbauten

a) bei Brücken unter Straßen, Straßenbahnen und Industriegleisen⁴

Berechnung auf Biegung. Platten von der Stützweite l mit verteiler Deckschicht von der Höhe s oder ohne eine solche sind für Belastung durch Raddruck bei entsprechender Querbewehrung⁵ auf Biegung zu berechnen, wie plattenförmige Balken von der Breite (Abb. 11a)

b = t + 2s oder $b = \frac{2}{3} l \leq t + 2s + 2,0$ (in m). Von

beiden Werten kann der größere gewählt werden. In der Fahrtrichtung gemessen darf t = 10 cm angenommen werden.

In der Richtung der Zugeisen ist eine Lastverteilung auf die Strecke t + 2s zulässig (Abb. 11a).

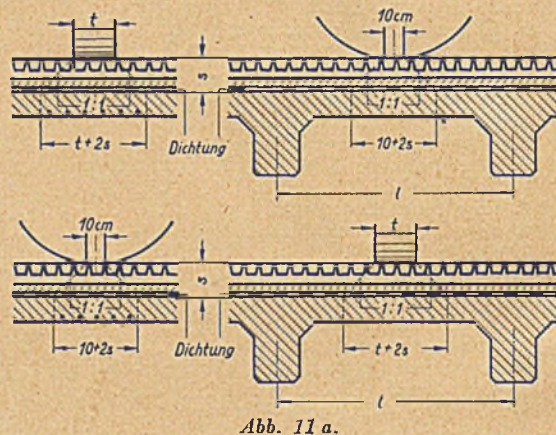


Abb. 11 a.

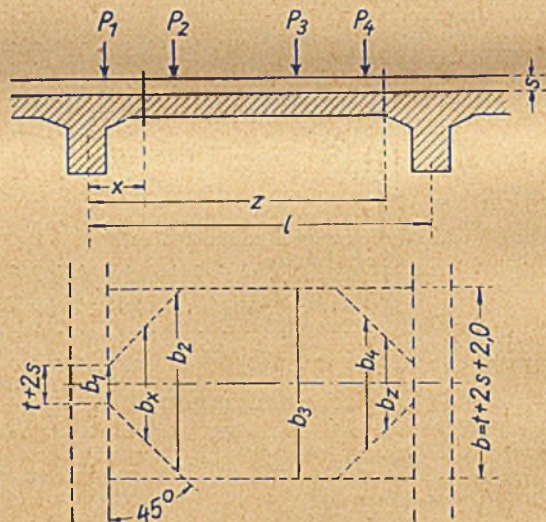


Abb. 11 b.

Der Berechnung von Platten auf Schub ist am Auflager eine mitwirkende Plattenbreite b = t + 2s zugrunde zu legen. Für die weiter nach der Feldmitte gelegenen Lasten und Schnitte kann eine Verbreiterung unter 45°, jedoch höchstens auf das

Maß $b = \frac{2}{3} l \leq t + 2s + 2,0$ (in m) angenommen werden

(Abb. 11b). Wegen des Nachweises der Schubsicherheit bei den üblichen Fahrbahnplatten vgl. § 15.

Momente und Querkräfte in Platten werden zweckmäßig für den 1 m breiten Streifen ermittelt, wobei mit den durch b

⁴ Das sind Gleise, die nicht von Lokomotiven der Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs befahren werden.

⁵ Als solche gilt eine untere Querbewehrung gleich dem nachstehend angegebenen Bruchteil c des durch den Raddruck allein bedingten Anteils der Hauptbewehrung

c = 0,10 + 0,1 · [b — (t + 2s)].

Mindestens sind aber 3 Rundeseisen von 7 mm Durchmesser auf 1 m Tiefe anzuordnen (vgl. DIN 1045 § 14, Ziffer 7)

geteilten Radlasten zu rechnen ist⁶. Zur Vereinfachung der Rechnung empfiehlt es sich, auch bei Straßenbrücken (wie bei Brücken unter Eisenbahngleisen) von einer Lastverteilung in der Längsrichtung abzusehen und mit Einzellasten zu rechnen.

Bei Balken und Plattenbalken sind die Radlasten in der Richtung der Zugeisen als Einzellasten einzuführen.

Wird die Mitwirkung von Querträgern zum Verteilen der Lasten auf mehr als 2 Hauptträger berücksichtigt, so ist ein besonderer rechnerischer Nachweis dafür zu erbringen.

Bei Gewölben darf in der Längsrichtung der Brücke keine Lastverteilung durch die Fahrbahn, den Aufbau oder die Überschüttung angenommen werden. In der Querrichtung kann die Verkehrslast von Straßen- und Industriebahnen auf eine Gewölbekante verteilt werden, die höchstens gleich dem Achsabstand der Gleise zuzüglich eines Streifens von 2 m Breite auf jeder Seite ist. Bei einem Gleis beträgt die Verteilungsbreite also höchstens 4 m. Bei Belastung mit den Regellasten gemäß DIN 1072 darf angenommen werden, daß das Gewölbe auf seiner ganzen Breite gleichmäßig trägt.

b) bei Brücken unter Eisenbahngleisen⁷

Bei Platten unter Eisenbahngleisen kann angenommen werden, daß sich Einzellasten in der Richtung rechtwinklig zur Stützweite unter 45° bis zur Oberkante der tragenden Platte nach Abb. 12 oder 13 verteilen. In der Richtung der Stützweite ist bei Platten, Balken, Plattenbalken und Gewölben mit Einzellasten zu rechnen.

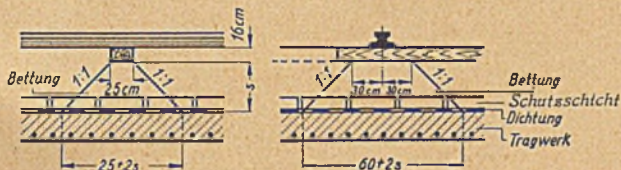


Abb. 12.

Abb. 13.

Bei Gewölben darf die Verkehrslast in der Querrichtung bei ein- und zweigleisigen Brücken auf die ganze Gewölbekante, bei Brücken unter Bahnhofsanlagen und bei Brücken mit drei und mehr Gleisen darf die Last eines regelspurigen Gleises auf eine Gewölbekante von höchstens 4 m gleichmäßig verteilt werden.

2. Ungünstigste Laststellung

Die ungünstigsten Stellungen der Verkehrslasten und die ihnen entsprechenden jeweils in Betracht kommenden Längskräfte, Biegemomente, Kernpunktmomente und Querkkräfte sind, soweit sie nicht aus Tafeln entnommen werden können, mit Einflußlinien oder ähnlichen Verfahren zu bestimmen.

Entlastend wirkende Verkehrslasten, auch alle günstig wirkenden Achslasten von Fahrzeugen sind wegzulassen. (Vgl. DIN 1072 B. 3.) Bei Rahmen und gewölbten Durchlässen ist auch der Einfluß ungleicher Erd drücke — z. B. infolge einsichtiger Verkehrslast — zu berücksichtigen. Pfeiler und Widerlager sind auch für den größt- und kleinstmöglichen Erd druck und gegebenenfalls für Auftrieb zu untersuchen.

3. Nachweis der äußeren und inneren Kräfte

Die Längskräfte, Momente, Kernpunktmomente, Querkkräfte und Auflagerkräfte sind getrennt für die ständige Last, für die Verkehrslast, gegebenenfalls für Fliehkräfte, Wärmewirkung und Schwinden, für den Winddruck und gegebenenfalls für Bremskräfte, Seitenstöße und Reibungswiderstände beweglicher Lager nachzuweisen.

⁶ Bei der Ermittlung der Querkkräfte ist hierbei in der Regel mit verschiedenen Breiten b für die einzelnen Radlasten zu rechnen. Handelt es sich z. B. nach Abb. 11b um eine Reihe von Lasten, so sind diese für die Ermittlung der Querkkräfte in den verschiedenen Schnitten des 1 m breiten Plattenstreifens mit den in der nachstehenden Tafel angegebenen Anteilen in die Rechnung einzuführen:

Schnitt	Anteile der Lasten			
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
unter P ₁ . .	P ₁ /b ₁	P ₂ /b ₂	P ₃ /b	P ₄ /b
„ P ₂ . .	P ₁ /b ₂	P ₂ /b ₂	P ₃ /b	P ₄ /b
„ P ₃ . .	P ₁ /b	P ₂ /b	P ₃ /b	P ₄ /b
„ P ₄ . .	P ₁ /b	P ₂ /b	P ₃ /b	P ₄ /b ₂
bei x . . .	P ₁ /b _x	P ₂ /b ₂	P ₃ /b	P ₄ /b
bei z . . .	P ₁ /b	P ₂ /b	P ₃ /b	P ₄ /b ₂

⁷ Das sind Gleise, die von Lokomotiven der Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs befahren werden.

Seitenstöße brauchen nur bei Brücken unter Eisenbahn- und Industriegleisen beachtet zu werden. Brems- und Fliehkräfte sind für Straßenbrücken im allgemeinen nur bei der Berechnung hoher Pfeiler und bei hochstieligen Rahmen zu berücksichtigen.

Der Einfluß der Windkräfte braucht bei Bogenbrücken mit oberliegender Fahrbahn nur nachgewiesen zu werden, wenn bei vollen Gewölben die Gewölbekante kleiner als 1/10 der Spannweite oder bei Rippenbogen der Achsabstand der äußersten Rippen kleiner als 1/3 der Spannweite ist. Bei Bogenbrücken mit angehängter Fahrbahn ist der Einfluß der Windkräfte stets nachzuweisen.

Die Normalspannungen sind aus der ungünstigsten Summe aller gleichzeitig wirkenden Kräfte zu berechnen.

Die Schubspannungen sind bei allen Eisenbetontragwerken außer Bogen und Gewölben nachzuweisen und aus der Linie der größten Querkkräfte zu ermitteln (vgl. § 15).

Bei der Ermittlung der Spannungen in den Lagern, Lagerfugen und Gelenksteinen (vgl. §§ 17 bis 19) sind zuerst die von den Hauptkräften zusammen hervorgerufenen Spannungen und alsdann — wenn erhebliche Zusatzkräfte auftreten — die Summe der Spannungen aus den Hauptkräften und der von den Zusatzkräften hervorgerufenen Zusatzspannungen zu ermitteln. Dabei gelten nach DIN 1072 und BE als Hauptkräfte die Einflüsse der ständigen Last, der Verkehrslast, der Fliehkräfte, der Wärmeschwankungen und des Schwindens und als Zusatzkräfte die Einflüsse des Winddrucks, der Bremskräfte, der Seitenstöße und des Reibungswiderstandes beweglicher Lager.

In den Festigkeitsberechnungen sind die größten rechnerischen Beanspruchungen den zulässigen Spannungen gegenüberzustellen. Als rechnerische Spannungen können genau genug auch die gelten, die bei Bemessungsverfahren als nicht überschrittene Grenzwerte nachgewiesen werden.

Werden bei fachwerkartigen Tragwerken mit Dreiecknetz die Grundspannungen unter Annahme gelenkiger Knoten berechnet, so müssen die durch die steifen Knotenpunktverbindungen entstehenden Nebenspannungen nachgewiesen werden. Dabei dürfen die Gesamtspannungen die in Tafel 4 unter b angegebenen Werte nicht überschreiten.

4. Angabe der Quellen von Formeln

Für außergewöhnliche Formeln oder Berechnungsverfahren sind die Quellen anzugeben, wenn sie allgemein zugänglich sind, sonst sind die Formeln so weit zu entwickeln, daß ihre Richtigkeit nachgeprüft werden kann. Jede Festigkeitsberechnung muß ein in sich abgeschlossenes Ganzes bilden. Daher sollen aus anderen Festigkeitsberechnungen nur dann Werte ohne ihre Entwicklung übernommen werden, wenn die neue Berechnung nur die Ergänzung einer früheren, in den Brückenakten des Bauwerks befindlichen ist.

§ 7. Stoßzahl

Die von der Verkehrslast hervorgerufenen Momente (Kernpunktmomente), Querkkräfte und Längskräfte der Fahrbahnteile, der Hauptträger, der Stützen, Hängestangen und Lager sind mit der in Tafel I für die betreffende Brückengattung angegebenen Stoßzahl zu vervielfachen. Menschenbelastung auf Fuß- und Radfahrwegen, die nicht von Fahrzeugen benutzt werden können, und auf Fußgängerbrücken ist ohne Stoßzahl in Rechnung zu stellen, dagegen ist das Menschengedränge auf der Fahrbahn von Straßenbrücken auch als Ersatzlast für rollende Lasten zu betrachten und daher mit der Stoßzahl einzusetzen.

Die Verkehrslast auf der Hinterfüllung von Widerlagern und Rahmentragwerken ist ohne Stoßzahl in Rechnung zu stellen.

Bei der Berechnung der Eisenbetonstützen und Hängestangen, der Lagerteile und Gelenke, auch bei der Ermittlung der Pressungen unter und über den Lagerkörpern, oder beim Fehlen besonderer Lagerkörper der Pressungen zwischen dem Tragwerk und der Unterstützung und zwischen Auflagersteinen und Mauerwerk ist die für den gelagerten oder angehängten Bauteil maßgebende Stoßzahl zu wählen.

Die Beanspruchungen der Widerlager, Pfeiler und Fundamente und die Bodenpressungen werden ohne Berücksichtigung einer Stoßzahl ermittelt.

Die unter 1a und 2a angeführten Stoßzahlen gelten nur unter der Voraussetzung, daß sämtliche Schienenstöße auf der Brücke geschweißt werden; ist dies ausnahmsweise nicht der Fall, so sind die Stoßzahlen um 10% zu erhöhen.

Unzulässig ist es, Schienen oder Schwellen von Eisenbahngleisen, die von durchgehenden Zügen befahren werden, unmittelbar auf tragende Eisenbetonteile zu lagern. Bei Brücken unter solchen Gleisen muß die Bettung, gerechnet von der Oberkante der Dichtungsschutzschicht bis zur Schwellenoberkante, mindestens 40 cm dick sein.

Tafel I. Stoßzahl φ

	Brücken unter Straßen u. Straßenbahnen	Brücken unter Eisenbahn- und Industriegleisen bei einer Schotterbettdicke bis Oberkante Schwelle von					
		ohne Schotterbett	Schwelle von				
			0,4 m	0,5 m	0,75 m	1,0 m	1,5 m
1. Balken- und Rahmenbrücken							
a) Fahrbahntafeln einschl. der Längs- und Querträger und der Rippen, Hauptträger, die ganz oder teilweise einen Bestandteil des Fahrtragwerkes bilden oder in unmittelbarer Verbindung mit diesem stehen, bis zu 10 m Stützweite	1,4	1,65	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0 ⁸
b) Hauptträger wie unter a, jedoch über 10 m Stützweite	1,3						
c) Alle übrigen Hauptträger (z. B. von Trogbriicken), die nur mittelbar durch Querträger mit der Fahrbahn in Verbindung stehen	1,2						
2. Bogenbrücken							
a) Fahrbahntafeln wie unter 1a einschließlich der Stützen und Hängestangen	1,4	1,65	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0 ⁸
b) Bogenbrücken mit aufgelöstem Querschnitt							
bis 50 m Stützweite	1,2			1,2			
über 50 bis 70 m Stützweite	1,1			1,1			
„ 70 m Stützweite	1,0			1,0			
c) Volle Gewölbe							
bis 50 m Stützweite	1,1			1,2			
über 50 bis 70 m Stützweite	1,0			1,1			
„ 70 m Stützweite	1,0			1,0			

IV. Vorschriften für die Berechnung bestimmter Bauteile

§ 8. Fahrbahntafel

Die Platte unter der Fahrbahn muß mindestens 12 cm dick sein.

Durchlaufende Platten und Balken, auch die bei versenkt, aufgeständerter oder angehängter Fahrbahn zwischen den Hauptträgern, Stützen oder Hängestangen gespannten Platten, Balken oder Plattenbalken sind als frei drehbar gelagert zu berechnen. Ergibt sich hierbei für das größte positive Feldmoment ein kleinerer Wert als bei voller beiderseitiger Einspannung, so ist der Querschnittsberechnung der für beiderseitige volle Einspannung geltende Wert des Feldmomentes zugrunde zu legen. Für die Berechnung der Platten ist bei starker Verschiedenheit des Trägheitsmomentes der stützenden Träger deren ungleichmäßige Einsenkung zu berücksichtigen, wenn nicht aussteifende Querträger angeordnet werden. Wird durch versteifende Querträger einer Verdrehung der Randträger vorgebeugt, so darf mit halber Einspannung der Platten im Randträger gerechnet werden. Als Stützweite gilt der Mittenabstand der Hauptträger, Stützen, Hängestangen oder Unterzüge.

Der Berechnung von Fahrbahnplatten, die über mehrere starr mit ihnen verbundene und durch Querverbindungen versteifte Rippen durchlaufen und deren Stützweite nicht größer als 2 m ist, darf ein Einzelfeld zugrunde gelegt werden, dessen Stützweite gleich den Mittenabständen der Rippen ist. Hierbei ist bei Ermittlung des Feld- und Stützenmomentes aus ständiger Last und des Stützenmomentes aus Verkehrslast volle Einspannung der Platte über den Stützenmitten anzunehmen. Die Größe des Feldmomentes aus Verkehrslast ist als arithmetisches Mittel aus den Feldmomenten zu bestimmen, die sich bei Annahme voller Einspannung und freier Auflagerung ergeben. Zur Aufnahme negativer Feldmomente muß eine obere Bewehrung angeordnet werden, die mindestens $\frac{1}{3}$ der unteren im Felde vorhandenen Bewehrung sein muß.

Momente, die bei Belastung einzelner Querträger oder Plattenteile infolge ihrer Einspannung in die Hauptträger, Stützen und Hängestangen entstehen können, sind durch Anordnung einer oberen Bewehrung zu berücksichtigen. Das Einspannmoment ist hierbei, soweit kein rechnerischer Nachweis geliefert wird, je nach der Art der Einspannung zu $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des größten Feldmomentes anzunehmen.

Querträger von aufgestellten Fahrbahnen der Bogenbrücken, die zusammen mit den fest mit ihnen verbundenen Stützen zur Überleitung von Windkräften und anderen waagerechten Seitenkräften aus der Fahrbahn auf den Bogen herangezogen werden, sind im allgemeinen als Riegel rahmenartiger Tragwerke zu berechnen (vgl. § 9 Ziffer 2).

⁸ Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden.

Bei der Ermittlung der Stützkräfte durchlaufender Platten oder Längsträger der Fahrbahntafel braucht die Kontinuität nicht berücksichtigt zu werden. Bei auskragenden Platten ist jedoch die Erhöhung der auf den Randträger ausgeübten Stützkraft zu berücksichtigen, falls die Auskrümmung größer als $\frac{1}{3}$ der Stützweite des Nachbarfeldes ist.

§ 9. Haupttragwerke

Bei Haupttragwerken sind für eine hinreichende Anzahl von Schnitten die Grenzwerte der in Betracht kommenden Kräfte zu ermitteln. Bei Rahmen, rahmenartigen Tragwerken, bei Bogen und Gewölben empfiehlt sich die Untersuchung nach dem Verfahren der Kernpunktmente.

1. Platten, Balken, Plattenbalken

Über die bei der Berechnung anzunehmende Stützweite vgl. für Platten DIN 1045, § 17, Ziffer 2 und 8 und für Balken und Plattenbalken DIN 1045, § 17, Ziffer 10.

Hauptträger, die als durchlaufende Balken oder Plattenbalken ausgebildet sind, dürfen nur dann nach den Regeln für frei drehbar gelagerte durchlaufende Träger berechnet werden, wenn sie vollständig von den stützenden Teilen getrennt oder nur gelenkartig mit ihnen verbunden sind. Es empfiehlt sich hierbei, die Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes zu berücksichtigen. Die Bestimmung im § 8 über den Mindestwert für positive Feldmomente gilt für diese Träger nicht. Ist an den Trägern die freie Drehbarkeit nicht in vollem Umfange gewährleistet, so muß auch bei Annahme freier Auflagerung durch Anordnung oberer Eiseneinlagen und eines ausreichenden Betonquerschnittes an der Unterseite einer etwa vorhandenen Einspannung Rechnung getragen werden.

Bei der Ermittlung der Stützkräfte durchlaufender Hauptträger (Platten, Balken, Plattenbalken) ist der Einfluß der Kontinuität zu berücksichtigen.

Walz- und Blechträger in Beton dürfen nicht als Eisenbetonkonstruktionen berechnet werden, sie sind vielmehr so zu bemessen, daß sie ohne Rücksicht auf die Tragfähigkeit des Betons die Lasten allein aufnehmen können. Hierbei kann angenommen werden, daß sich die Achslasten von Straßenfahrzeugen gleichmäßig auf eine Breite von 2,5 m, die von regelspurigen Eisenbahnfahrzeugen auf eine solche von 3,5 m verteilen. In der Längsrichtung ist mit Einzellasten zu rechnen. Zwischen den Trägern sind kräftige und wirksame Querverbindungen anzuordnen. Ein Bohrverlust im Steg kann bei der Bemessung der Träger unberücksichtigt bleiben.

2. Rahmen und rahmenartige Tragwerke

Erhebliche Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes der Rahmenstäbe ist bei Hauptträgern zu berücksichtigen.

Durchlaufende Balken als Hauptträger, die mit ihren Stützen fest verbunden sind, müssen als Rahmen oder als Balken auf elastisch drehbaren Stützen berechnet werden. Die im Balken auftretenden Längskräfte dürfen hierbei un-

berücksichtigt bleiben. Als wirksame Trägerhöhe zur Aufnahme des Stützenmomentes gilt die Höhe h (Abb. 14). Fehlen jedoch die Balkenschrägen, so darf keine Vergrößerung der wirksamen Höhe innerhalb der Stützen angenommen werden.

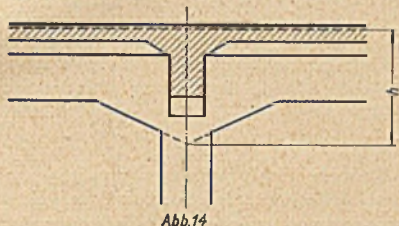


Abb. 14

Der Einfluß der Bremskräfte, der Temperaturschwankungen und des Schwindens kann bei rahmenartigen Tragwerken von erheblicher Bedeutung sein.

3. Bogenbrücken

Als bewehrte Betonbogen und Gewölbe gelten nur solche, deren Längsbewehrung oben und unten mindestens je 6 cm^2 auf 1 m Gewölbreite und zusammen mindestens $0,1\%$ beträgt.

Bei eingespannten Bogen gilt als Stützweite die waagerechte Entfernung der Mitten der Kämpferschnitte, bei Zwei- und Dreigelenkbogen die waagerechte Entfernung der Kämpfergelenke.

Der Berechnung der Bogen und Gewölbe hat die genaue Bestimmung der Form der Gewölbeachse voranzugehen.

Statisch unbestimmte Bogenträger sind auf Grund der Elastizitätslehre zu berechnen. Gewölbte Durchlässe mit reichlicher Überschüttungshöhe und günstigem Pfeilverhältnis dürfen nach dem Stützlinienverfahren untersucht werden, wobei Temperatur- und Schwindspannungen unberücksichtigt bleiben können.

In erster Linie sind die Spannungen in den Scheitel- und Kämpferfugen und bei Dreigelenkbogen in der Viertelsfuge nachzuweisen. Bei größeren Spannweiten treten hierzu noch weitere Zwischenschnitte.

Bei der Berechnung gelenkloser Gewölbe wird im allgemeinen an den Widerlagern starre Einspannung angenommen, doch muß man bei Gewölben auf hohen, schlanken Pfeilern die elastische Nachgiebigkeit der Gewölbekämpfer berücksichtigen. Bei Bogen und Rahmen mit Zugband darf gelenkiger Anschluß des Zugbandes angenommen werden.

Für weitgespannte massive Bogenbrücken ist auch die Knicksicherheit innerhalb der Tragwandebene nachzuweisen. Als freie Knicklänge l_k ist hierbei zu wählen:

- a) bei eingespannten Bogen: $\frac{1}{2}$ der Bogenlänge,
- b) bei Zweigelenkbogen: $\frac{1}{2}$ der Bogenlänge,
- c) bei Dreigelenkbogen: $l_k = 1,28s \left[1 + 7 \left(\frac{t}{s} \right)^2 \right]$ (Abb. 15).

Die auf Grund dieser freien Knicklängen und unter Voraussetzung eines mittig gedrückten Stabes nach der Eulerschen Knickformel ermittelte Knicksicherheit soll wenigstens dreifach sein.

$$N \leq \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_k^2}$$

Als Druckkraft N kann die größte im Viertelpunkt des Bogens auftretende Normalkraft aus ständiger Last und Verkehr angenommen werden. Für E ist bei Betonbogen der Wert $210\,000 \text{ kg/cm}^2$ und für J das arithmetische Mittel der Trägheitsmomente einzusetzen. Eine versteifende Wirkung der Fahrbahntafel darf dabei nicht berücksichtigt werden.



Abb. 15.

§ 10. Sondervorschriften für Brücken unter Eisenbahngleisen

Bei Platten, Balken und Plattenbalken unter Eisenbahngleisen dürfen in der Druckzone nicht mehr als eine, in der Zugzone nicht mehr als zwei Lagen Eisen übereinander angeordnet werden. Der Durchmesser der Eisen darf nicht größer als 40 mm sein, ihr lichter Abstand muß mindestens gleich ihrem Durchmesser und darf nicht kleiner als 2 cm sein.

Aussparungen in Balken (Nischen und Durchbrechungen) zur Gewichtersparnis sind unzulässig.

§ 11. Stützen, Pfeiler und Widerlager 1. Eisenbetonstützen

Die Beanspruchung mittig belasteter Eisenbetonstützen wird nach der Formel

$$\sigma = \frac{\omega \cdot S}{F_i}$$

berechnet, wobei F_i den Querschnitt unter Berücksichtigung der Eiseneinlagen bedeutet. [Vgl. DIN 1045, Gleichung (21) und (22)]. Die Werte der Knickzahl ω sind in der Tafel 2 angegeben.

Tafel 2. Knickzahlen ω für Eisenbetonstützen*

$\frac{h}{d}$ bzw. $\frac{h}{D}$	Knickzahl $\omega = \frac{\sigma_{b \text{ zul}}}{\sigma_{k \text{ zul}}}$	$\frac{\Delta \omega}{\frac{h}{d}}$
----------------------------------	---	-------------------------------------

1. für quadratische und rechteckige Stützen mit einfacher Bügelbewehrung:

15	1,0	0,05
20	1,25	0,09
25	1,70	0,15
30	2,45	0,19
35	3,40	0,20
40	4,40	

2. für umschnürte Stützen:

13	1,0	0,1
20	1,7	0,2
25	2,7	

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

Bei quadratischen und rechteckigen Stützen ist darin das Verhältnis der Höhe h zur kleinen Querschnittseite d , bei umschnürten Stützen das zum mittleren Durchmesser D der Umschnürungsspiralen maßgebend. Ist bei rechteckigen Stützen das Ausknicken nach der Ebene des kleinsten Trägheitsmomentes durch Aussteifungen mit voller Sicherheit ausgeschlossen, so ist unter d die größere Querschnittseite zu verstehen. Als Höhe h ist die Länge der Netzlinie einzusetzen.

Außer mittig gedrückte Stützen sind zunächst für Biegung mit Längskraft (ohne Knickzahl) zu berechnen. Die Zugzone des Betons muß hierbei außer Ansatz bleiben. Die Eiseneinlagen sind so zu bemessen, daß sie alle Zugspannungen allein aufnehmen können. Sodann ist die Sicherheit gegen Knicken wie für eine mittig belastete Stütze mit der Formel $\sigma = \frac{\omega \cdot S}{F_i}$ nachzuweisen.

2. Stützen, Pfeiler und Widerlager aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk

Bei Stützen, Pfeilern und Widerlagern ist die in Tafel 5 unter c) angegebene zulässige Druckbeanspruchung (bei außer mittigem Druck die größte zulässige Kantenpressung) mit zunehmendem Verhältnis der Höhe h zur kleinsten Dicke d abzumindern: $\sigma_{\text{zul}} = \frac{\sigma_{\text{zul}}}{\alpha}$.

Der Abminderungsbeiwert α ist in der Tafel 3 angegeben.

Tafel 3

α -Werte für Stützen, Pfeiler und Widerlager aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk

$\frac{h}{d}$	α	$\frac{\Delta \alpha}{\frac{h}{d}}$
1	1,0	0,125
5	1,5	0,30
10	3,0	

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

Ein größeres Verhältnis $\frac{h}{d}$ als 10 ist nur in besonderen Fällen zulässig. Die zulässige Beanspruchung muß alsdann unter der für das Verhältnis $\frac{h}{d} = 10$ angegebenen bleiben. Bei hohen Brückenpfeilern sind jedoch ausnahmsweise höhere Beanspruchungen zulässig.

Sind Stützen, Pfeiler oder Widerlager außer mittig belastet oder können sie seitliche Kräfte erhalten, so sind die größten

* Über die Festsetzung der Knickzahlen vgl. Gehler, Erläuterungen mit Beispielen zu den Eisenbetonbestimmungen 1925, 4. Aufl., S. 170 ff.

Kantenpressungen zu ermitteln. Hierbei bleibt die Zugfestigkeit des Baustoffes außer Ansatz.

Bei Stützen, Pfeilern und Widerlagern aus Beton empfiehlt es sich, zur Aufnahme der Zugspannungen Eiseneinlagen anzuordnen.

Bei Widerlagern von Gewölben, Bogenbrücken und Rahmen größerer Stützweite (über 20 m) müssen die Einflüsse der Verkehrslast (Kernpunktmomente) für die Bodenfuge und die wichtigen Zwischenschnitte mit Einflußlinien oder ähnlichen Verfahren ermittelt werden.

Für Balkenbrücken kleiner Stützweite (bis etwa 8 m), die mit beiden Widerlagern ausreichend verankert sind, kann bei Ermittlung der Standsicherheit der Widerlager in Höhe der Widerlageroberkante ein waagerechter Widerstand angenommen werden, der unter der Voraussetzung zu berechnen ist, daß die Widerlager im Fundamentkörper voll eingespannt und am Kopf gelenkig gelagert sind (für eiserne Brücken nicht zulässig).

§ 12. Gelenke und Lager

Für die Gelenkberechnung sind die größte Normalkraft und die größte Querkraft zu bestimmen. Es empfiehlt sich, die Gelenkfuge rechtwinklig zur Drucklinie für ständige Last zu legen.

Außer der Pressung zwischen den Grundplatten etwaiger Gelenk- oder Lagerkörper und den Gelenk- oder Auflagerquadern ist auch die Pressung zwischen etwa vorhandenen Quadern und dem Mauerwerk zu ermitteln. Die Höhe der Auflagerquadern aus Naturstein soll nicht kleiner als die größte Querschnittseite sein.

Bestehen die Auflagersteine aus Beton, so empfiehlt es sich, diesen unmittelbar unter den Lagern mit Rundeisen zu bewehren (vgl. auch Abb. 16).

V. Zulässige Spannungen

§ 13. Erforderliche Festigkeiten von Beton, Eisenbeton und Mauerwerk

1. Beton und Eisenbeton

Die zulässigen Beanspruchungen des bewehrten und unbewehrten Betons hängen ab von der Würfel Festigkeit W_{b28} , das ist die Würfel Festigkeit von Beton in derselben Beschaffenheit, wie er im Bauwerk verarbeitet wird, nach 28 tägiger Erhärtung. Diese ist nach DIN 1048 festzustellen. Durch fortlaufende Steifeproben ist nachzuweisen, daß der Beton im Bauwerk dieselbe Steife wie in den Probewürfeln hat.

Für Eisenbetonbauteile muß W_{b28} mindestens gleich 150 kg/cm² sein. Über die Mindestmenge an Zement vgl. DIN 1045, § 6, Ziff. 2.

2. Mauerwerk

Die zulässigen Beanspruchungen von Mauerwerk hängen ab von der Mauerwerksfestigkeit M_{28} , das ist die Würfel Festigkeit von Mauerwerkskörpern aus derselben Steinart und demselben Mörtel, wie sie im Bauwerk verarbeitet werden, nach 28 tägiger Erhärtung. Diese ist an Würfeln von mindestens 38 cm Kantenlänge oder in anderer, geeigneter Weise festzustellen. Der Nachweis wird nicht verlangt, wenn ein Zementmörtel im Mischungsverhältnis von mindestens 1 : 3 verwandt wird und die Beanspruchung im Bauwerk kleiner als 1/3 der im folgenden verlangten Mindestfestigkeit bleibt.

M_{28} muß mindestens betragen bei:

- a) Quadermauerwerk 200 kg/cm²
- b) Klinkermauerwerk 150 "
- c) Bruchsteinmauerwerk aus lagerhaften Steinen 125 "
- d) Mauerwerk aus Hartbrandsteinen 100 "

§ 14. Zulässige Druck- und Biegungsspannungen

I. Eisenbetonbauteile

Die zulässige Beanspruchung der Eiseneinlagen beträgt 1200 kg/cm². Bei Straßenbrücken darf in vollen Rechteckquerschnitten bei Verwendung von hochwertigem Stahl (St 48 oder St 52) die Eisenzugspannung auf 1500 kg/cm² erhöht werden. Bei Plattenbalken ist dies nur gestattet, wenn die zulässige Betondruckspannung auch ohne Berücksichtigung der Platte nicht überschritten wird.

Als Grenzen der in Eisenbetonbauteilen zulässigen Druck- und Biegungsspannungen des Betons gelten im allgemeinen die in Tafel 4, a—d unter α angegebenen Werte.

Die in der Tafel 4, a—d unter β angegebenen, an den Nachweis der Würfel Festigkeit gebundenen höheren Spannungen dürfen nur dann angewendet werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Berechnung, Durchbildung und Ausführung müssen den strengsten Anforderungen genügen. Der Bau darf nur von einem Unternehmer ausgeführt werden, der eine besonders gründliche Erfahrung und Kenntnis im Eisenbetonbrückenbau besitzt. Für die Überwachung der Ausführung muß ein in Eisenbeton-

bauten erfahrener und mit der Standsicherheitsberechnung der betreffenden Brücke vertrauter Ingenieur der Bauunternehmung auf der Baustelle anwesend sein. Der verwendete Zement muß den normenmäßigen Festigkeitsansprüchen für hochwertigen Zement nach 28 Tagen entsprechen. Sand und gröbere Zuschlagstoffe sind getrennt aufzugeben und entsprechend der durch Vorversuche festgestellten Kornzusammensetzung zu mischen. Wegen der Steifeprobe vgl. § 13 Ziffer 1.

Bei Brücken unter Gleisen der Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs ist stets die Würfel Festigkeit W_{b28} nachzuweisen.

Tafel 4
Zulässige Druck- und Biegungsspannungen des Betons in Eisenbetonbauteilen

Bauteil	Brücken, Straßenbahnen, Industriegeleisen $\sigma_{b\text{zul}}$ kg/cm ²	unter Gleisen der Eisenbahnen des allgem. Verkehrs $\sigma_{b\text{zul}}$ kg/cm ²
a) Platten und Balken, u. zwar Platten, Längs- und Querträger aller Fahrbahntafeln sowie Hauptträger von Balkenbrücken:		
α) allgemein	45	—
β) bei Nachweis der Würfel Festigkeit W_{b28} und bei Erfüllung der in § 14 Ziffer 1 angegebenen Bedingungen.	$\frac{W_{b28}}{3,5}$	$\frac{W_{b28}}{4}$
jedoch nicht mehr als	60	50
Bei Straßenbrücken erhöhen sich im Bereich der negativen Momente von Plattenbalken die vorstehenden Werte um 10 kg/cm ²		
b) Rahmen und rahmenartige Tragwerke bei Fahrbahnaufbauten und Hauptträgern:		
α) allgemein	55	—
β) bei den oben unter a) β) angegebenen Voraussetzungen	$\frac{W_{b28}}{3}$	$\frac{W_{b28}}{3,5}$
jedoch nicht mehr als	75	60
c) Bogenbrücken, volle Gewölbe und Bogenbrücken mit aufgelöstem Querschnitt (wegen der Mindestbewehrung vgl. § 9 Ziffer 3):		
α) allgemein	55	—
β) bei den oben unter a) β) angegebenen Voraussetzungen	$\frac{W_{b28}}{3}$	$\frac{W_{b28}}{3,5}$
bei $l \leq 80$ m jedoch nicht mehr als	80	70
bei $l > 80$ m jedoch nicht mehr als	90	80
d) mittig gedrückte Stützen:		
α) allgemein	35	—
β) bei den oben unter a) β) angegebenen Voraussetzungen	$\frac{W_{b28}}{4}$	$\frac{W_{b28}}{5}$
jedoch nicht mehr als	50	40
e) außermittig gedrückte Stützen:		
Bei außermittig gedrückten Stützen sind die unter b) angegebenen Spannungen zugelassen. Gleichzeitig darf aber die Spannung $\frac{\omega \cdot S}{F_i}$ allein nicht die unter d) angegebenen Werte überschreiten (vgl. § 11, Ziff. 1).		

2. Bauteile aus unbewehrtem Beton und aus Mauerwerk

Die in Bauteilen aus unbewehrtem Beton und aus Mauerwerk zulässigen Druckspannungen sind in Tafel 5 angegeben. Sie gelten für Straßen-, Industriebahn- und Eisenbahnbrücken.

Tafel 5

Zulässige Druckspannungen der Bauteile aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk

a) Gewölbe aus unbewehrtem Beton

Druckspannung des Betons $\frac{W_{b23}}{5}$

im allgemeinen jedoch nicht mehr als 50 kg/cm²
bei Brücken von mehr als 60 m Stützweite und wenn die im § 14 Ziffer 1 angegebenen Bedingungen erfüllt sind, nicht mehr als 65 „
Zugspannungen sind unzulässig.

b) Gewölbe aus Mauerwerk

a) Druckspannung allgemein $\frac{1}{5}$ der in § 13 Ziffer 2 angegebenen Mindestfestigkeiten.

β) Druckspannung bei Nachweis der Würfel-
festigkeit und bei sinngemäßer Erfüllung
der im § 14 Ziffer 1 angegebenen Bedin-
gungen $\frac{M_{23}}{5}$

bei Brücken bis 60 m Stützweite jedoch
nicht mehr als 50 kg/cm²
bei Brücken über 60 m Stützweite jedoch
nicht mehr als 65 „

Die größten Druckspannungen sind unter Ausschluß der Zugfestigkeit zu berechnen.

Die Zugspannungen dürfen bei statisch unbestimmten Gewölben aus Mauerwerk höchstens $\frac{1}{5}$ der im Querschnitt gleichzeitig auftretenden Druckspannung und höchstens 5 kg/cm² betragen. Bei statisch bestimmten Gewölben sind Zugspannungen unzulässig.

c) Stützen, Pfeiler und Widerlager

a) Druckspannung allgemein
für Beton 30 kg/cm²
für Mauerwerk $\frac{1}{5}$ der in § 13 Ziffer 2 ange-
gebenen Mindestfestigkeiten.

β) Druckspannung bei Nachweis der Würfel-
festigkeit und bei sinngemäßer Erfüllung der
in § 14 Ziffer 1 angegebenen Bedingungen $\frac{W_{b23}}{5}$ bzw. $\frac{M_{23}}{5}$
jedoch nicht mehr als 50 kg/cm²

Wegen Abminderung der zulässigen Druckspannungen bei schlanken Bauteilen und wegen Berechnung bei außermittigen Druck vgl. § 11 Ziffer 2.

§ 15. Zulässige Schubspannungen

Bei Eisenbetontragwerken außer Bogen und Gewölben sind die Schubspannungen nachzuweisen. Die Verminderung der Schubspannungen durch die Querschnittsänderung in den Balkenschrägen darf berücksichtigt werden¹⁰.

Geht der ohne Rücksicht auf abgebogene Eisen oder Bügel errechnete Wert der Schubspannung über 16 kg/cm² hinaus, so sind die Abmessungen des Trägers zu vergrößern, bis dieser Wert erreicht oder unterschritten wird.

Alle Schubspannungen sind durch abgebogene Eisen oder durch abgebogene Eisen und Bügel aufzunehmen (Schub-sicherung). Nur bei Platten, bei denen $\max \tau_n \leq 6$ kg/cm² ist, kann von dem Nachweis der Schubsicherung abgesehen werden. Gleichwohl empfiehlt es sich, die zur Aufnahme der Biegemomente nicht mehr benötigten Eisen aufzubiegen und in der Druckzone zu verankern.

Bei den üblichen Fahrbahnplatten bis 2,0 m Stützweite ist in der Regel ein Nachweis der Schubsicherung nicht erforderlich, wenn sie mit Schrägen an die Rippen angeschlossen sind.

Die Schubsicherung ist aus der Linie der größten Querkräfte mit Hilfe des Schubdiagramms zu ermitteln. Die Grundlinie des Diagramms ist in der halben Höhe des Balkens anzunehmen. Es empfiehlt sich, den größeren Teil der schiefen Zugkräfte den aufgebogenen Eisen zuzuweisen.

Nach Festlegen der abgebogenen Eisen nach Zahl und Lage sind zu den Linien der größten positiven und negativen Biegemomente die Linien der Momentendeckung aufzutragen, die angeben, welches Biegemoment jeder einzelne Querschnitt ohne Überschreiten der zulässigen Eisen- bzw. Betonspannung aufnehmen kann.

§ 16. Zulässige Haftspannung zwischen Eisen und Beton

Für die Berechnung der Haftspannungen gelten die Bestimmungen in DIN 1045, § 18, Ziff. 5. Die zulässige Haftspannung beträgt 6 kg/cm².

¹⁰ Vgl. Mörsch, Eisenbetonbau, 6. Aufl., I. Band 2. Hälfte S. 16—19 und 65—69.

§ 17. Zulässige Spannungen in Lagern und Gelenken

1. Lager und Gelenke aus Eisen und Blei

Die nachfolgende Tafel 6 enthält die zulässigen Spannungen der Lagerteile auf Biegung und Druck.

Tafel 6

Werkstoff	ohne Berücksichtigung der Zusatzkräfte (vgl. § 6 Ziffer 3)		mit Berücksichtigung der Zusatzkräfte (vgl. § 6 Ziffer 3)	
	Biegung kg/cm ²	Druck kg/cm ²	Biegung kg/cm ²	Druck kg/cm ²
Gußeisen Ge 14. 91 (nach DIN 1691)	Zug 450 Druck 900	1000	Zug 500 Druck 1000	1100
Stahlguß Stg 52.81 S (nach DIN 1681) allgemein bei Wälz Gelenken ¹¹	1800 1200	1800	2000 1400	2000 2000
Geschmiedeter Stahl St C 35. 61 (nach DIN 1661)	1500	1500	1600	1600
Weichblei.		100		

Die zulässigen Druckspannungen für die Berührungsflächen solcher Lager, die sich in unbelastetem Zustande nur in einer Linie oder einem Punkte berühren, sind bei Berechnung nach den Formeln von Hertz bei festen Lagern, bei Gleitlagern und bei den Rollen von Ein- und Zweirollenlagern ohne Berücksichtigung der Zusatzkräfte (vgl. § 6 Ziffer 3) anzunehmen zu

5000 kg/cm² für Gußeisen Ge 14. 91,
6500 „ „ Flußstahl St 37,
8500 „ „ Stahlguß Stg 52. 81 S u. hochwertigen
Baustahl St 48 und St 52.
9500 „ „ geschmiedeten Stahl St C 35. 61
und mit Berücksichtigung der Zusatzkräfte zu 6000, 8000
10 000 und 12 000 kg/cm².

Diese Werte sind bei den Rollen beweglicher Lager, die mehr als 2 Rollen aufweisen, um 1000 kg/cm² zu erniedrigen, wenn der auf die einzelnen Rollen entfallende Druck nicht einwandfrei ermittelt werden kann.

2. Wälz Gelenke aus Beton

In Wälz Gelenken aus Beton mit gekrümmten Berührungsflächen, die nach den Formeln von Hertz berechnet werden und deren Berührungsbreite $\frac{1}{8}$ der Gelenkhöhe oder kleiner ist, dürfen die Spannungen den Wert $\frac{W_{b23}}{2}$, höchstens jedoch

300 kg/cm² erreichen. W_{b23} soll mindestens 300 kg/cm² sein. Sämtliche quergerichteten Zugspannungen sind durch Eisen-einlagen aufzunehmen. Die Zugspannungen können parabel-förmig verteilt und insgesamt zu $\frac{1}{4}$ der Gelenkkraft ange-nommen werden¹². Die zu erwartenden Abwälzwege sind beim Versetzen der Gelenke zu berücksichtigen.

§ 18. Zulässige Pressungen in den Lagerfugen und unter den Auflagersteinen

Bei Berücksichtigung der Hauptkräfte (vgl. § 6 Ziffer 3) allein werden die in Tafel 7 angegebenen Spannungen zuge-lassen.

Tafel 7

1. Pressung in den Lagerfugen:	
a) Pressung der Zementmörtel- (1 : 1) oder Bleifugen bei Auflagerquadern und, wenn solche fehlen, des Betons in der Lagerfuge	50 kg/cm ²
b) Pressung einer auf der ganzen Bauwerksbreite durchlaufenden stark bewehrten Auflagerbank aus Eisenbeton mit kreisförmig umschnürten Kernen oder einem mehrlagigen Rundeisenrost unter den Lagerkörpern (vgl. Abb. 16)	80 kg/cm ²
2. Pressung zwischen Auflagersteinen und Mauerwerk:	
a) aus Beton oder Quadern oder Klinkern in Zementmörtel (1 : 2 $\frac{1}{2}$)	25 kg/cm ²
b) aus Bruchsteinen in Zementmörtel (1 : 2 $\frac{1}{2}$)	12 kg/cm ²

¹¹ Durch die Beschränkung der zulässigen Biege-spannung sollen erhebliche Verbiegungen der Gelenkgrund-platte verhütet werden.

¹² Über die Berechnung der Gelenkquadern s. Mörsch, „Der Eisenbetonbau“, 6. Aufl. Bd. I 2. Hälfte, S. 467.

Werden auch die Zusatzkräfte (vgl. § 6 Ziffer 3) berücksichtigt, so dürfen die Werte der Tafel 7 um 15% erhöht werden. Im allgemeinen kann die Berechnung ohne Berücksichtigung der Zusatzkräfte durchgeführt werden.

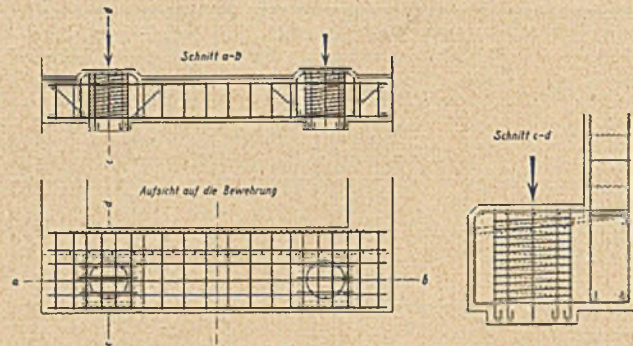


Abb. 16.

(Abb. 16 wegen Platzmangels stark verkleinert.)

Die Würfel Festigkeit der Auflagersteine aus Granit oder einem ähnlich festen Gestein soll mindestens 800 kg/cm^2 , die Würfel Festigkeit $W_{b,28}$ des Betons unmittelbar unter den Auflagerkörpern mindestens 300 kg/cm^2 und die des Betons unmittelbar unter den Auflagersteinen mindestens 200 kg/cm^2 betragen. Für die Druckversuche an natürlichen Steinen ist DIN DVM 2105, bei Beton DIN 1048 maßgebend.

§ 19. Zulässige Pressungen bewehrter Auflager- und Gelenksteine

Wenn bei Auflagerquadern oder Gelenksteinen bei annähernd würfelförmiger Form die eine Fläche F nur in einem mittig gelegenen Teil F_1 (Abb. 17a) oder bei länglicher Form von annähernd quadratischem Querschnitt in einem mittigen Streifen von der Breite d_1 (Abb. 17b) auf Druck beansprucht wird,

und dabei die Höhe h des Gelenksteinens mindestens gleich der größeren Seite d der Grundfläche F (Abb. 17a), bei Streifen-

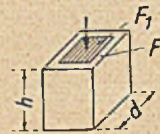


Abb. 17a.

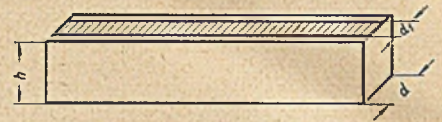


Abb. 17b.

belastung mindestens gleich der Breite d (Abb. 17b) ist, so gilt bei entsprechender Bewehrung¹³ für die zulässige Beanspruchung in der Teilfläche F_1 die Formel $\sigma_1 = \sigma \sqrt{\frac{F}{F_1}}$ und

für die Beanspruchung im Streifen von der Breite d_1 die Formel $\sigma_1 = \sigma \sqrt{\frac{d}{d_1}}$. Hierbei ist $\sigma = \frac{W_{b,28}}{4}$ zu setzen. Die Spannung σ_1 darf jedoch nicht größer als 120 kg/cm^2 werden.

§ 20. Zulässige Spannungen in hölzernen Lehrgerüsten und Schalungsunterstützungen.

Für die Berechnung hölzerner Lehrgerüste und Schalungsunterstützungen gelten im allgemeinen die Bestimmungen des Normblattes DIN 1074 „Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken“, bei Brücken unter Reichsbahngleisen die vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (B H) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

VI. Überhöhung der Haupttragwerke

Den Lehrgerüsten und Schalungen ist eine Überhöhung derart zu geben, daß die Tragwerke nach dem Ausrüsten unter der endgültigen ständigen Last nach Beendigung des Schwindens bei mittlerer Temperatur die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegte Form annehmen.

¹³ Über die Berechnung der Gelenkquader s. Mörsch, Eisenbetonbau, 6. Aufl. Bd. I, 2. Hälfte S. 467.

Bemerkungen zum Entwurf 2 der Berechnungsgrundlagen für massive Brücken Din E 1075

Zu dem in der Baunormung 1929 Nr. 4 (s. auch „Der Bauingenieur“ Heft 19) zur öffentlichen Kritik gestellte Entwurf 1 der Berechnungsgrundlagen für massive Brücken sind rd. 150 z. T. sehr beachtliche Abänderungs- und Ergänzungsanträge eingegangen. Der vom Ausschuß für Straßenbrücken eingesetzte Sonderausschuß für massive Brücken hat hierzu in seiner Sitzung am 22. bis 24. Oktober 1929 in Stuttgart Stellung genommen und die im vorliegenden Entwurf 2 enthaltenen Abänderungen und Ergänzungen des 1. Entwurfs beschlossen.

Diese beziehen sich insbesondere auf folgende Punkte: Bezeichnung der Abschnitte, Bestimmung über das Berücksichtigen der Temperaturschwankungen (§ 1a) und des Schwindens (§ 1b), Elastizitätsmodul für Mauerwerk (§ 4), lastverteilende Wirkung der Fahrbahn von Straßenbrücken (§ 5 Ziffer 1a), Nachweis der Beanspruchung von Gewölben durch Wind (§ 6 Ziffer 3), Stoßzahlen für Brücken unter Eisenbahngleisen (§ 7 Tafel 1), Berechnung der üblichen Fahrbahnplatten (§ 8) und der Walz- und Blechträger in Beton (§ 9 Ziffer 1), Nachweis der Knicksicherheit von Bogenbrücken (§ 9 Ziffer 3), Sondervorschriften für Eisenbahnbrücken (§ 10),

Knickzahlen für quadratische und rechteckige Stützen (Tafel 2), zulässige Spannung für Bewehrungsseisen aus hochwertigem Stahl (§ 14 Ziffer 1), für den Beton im Bereich der negativen Momente von Plattenbalken in Brücken unter Straßen und für den Beton von Bogenbrücken unter Eisenbahngleisen (Tafel 4), für Bauteile aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk (Tafel 5) und für Wälzelenke aus Beton (§ 17 Ziffer 2).

Im endgültigen Normblatt sollen die Schraffur der wegen Platzmangels (vgl. § 3) nicht wiedergegebenen Abbildungen 1—8 geändert werden (unbewehrter Beton weit, bewehrter Beton eng schraffiert), die Lagerbezeichnung in den gleichen Abbildungen unter die Schnitte gesetzt, die Bezeichnungen der Öffnungen weggelassen und die Mehrzahl der Abbildungen größer wiedergegeben werden.

Grundlagen für die bauliche Ausbildung und Ausführung von massiven Brücken sollen einstweilen nicht aufgestellt werden. Die im § 1 angeführten Vorschriften des Reichsverkehrsministeriums für die Berechnung der Brücken der Privateisenbahnen des allgemeinen Verkehrs sind inzwischen im Reichsverkehrsblatt 1929 Teil I S. 296 abgedruckt worden. Auch die im § 20 angezogenen Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken DIN 1074 sind inzwischen als Entwurf 1 in der Baunormung 1929 Nr. 7 veröffentlicht (s. auch „Der Bauingenieur“ 1929, Heft 31).

Ellerbeck Wedler

DIN-Taschenbuch 14

Straßenbau und Straßenentwässerung
ist erschienen.

Das 188 Seiten umfassende Buch kostet RM 4,75.
Inhalt: Technische Vorschriften

Prüfverfahren
Straßenbaustoffe
Kabelformstücke
Kanalisationsrohre
Gas- und Wasserversorgungsrohre
Gußeiserne Kanalisationsteile

Beide Bücher sind vom Beuth-Verlag GmbH, Berlin S 14, Dresden Str. 97, zu beziehen.

Die Deutschen Baunormen 1929

Wirtschaftliche Bedeutung Baunormenverzeichnis

Das 62 Seiten umfassende Buch kostet RM 0,50 und bringt im ersten Teil

Abhandlungen über die wirtschaftliche Bedeutung der Normen aus den Gebieten des Hochbaus, des Stahlbaus, des Aufzugsbaus, des Straßenbaus, der Straßenbrücken und der feuerfesten Baustoffe.

Das Normblattverzeichnis enthält sämtliche bis jetzt herausgegebenen und in Entwurf befindlichen Baunormenblätter.

