DIE BAUNORMUNG

MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN NORMENAUSSCHUSSES

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

SCHRIFTLEITER: REGIERUNGSBAUMEISTER a. D. KARL SANDER

8. Jahrgang | 2. August 1929 | Nr. 7

INHALT

DIN E 1074 Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken 29

DIN E 2192 Prüfung von Holz — Raumgewicht 36

Noch nicht endgültig!

Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken

DIN Entwurf 1 E 1074

Inhalt:

Seite

A. Belastungsannahmen
- I. Allgemeine Belastungsannahmen 29
- II. Eigengewichte der Bauhölzer 29
- III. Schneelast 29
- IV. Winddruck 29

B. Vorbemerkungen 30

C. Allgemeine Vorschriften für Festigkeitsberechnungen und Zeichnungen
- I. Allgemeine Bezeichnungen 30
- II. Allgemeine Bezeichnungen für die Darstellung von Ansichten, Querschnitten und Grundrissen hölzerner Überbauten . . . 30
- III. Elastizitätsmaß 30
- IV. Inhalt der Berechnung 30
- V. Einzelheiten der Berechnung 30
  1. Überschuß an Querschnitt
  2. Lastverteilende Wirkung der Fahrbahn
  3. Berechnung der Fahrbahnlängs- und -querträger sowie der Windverbände
  4. Ungünstigste Laststellungen
  5. Nachweis der Stabkräfte und Spannungen
  6. Angabe der Quellen von Formeln
- VI. Genauigkeitsgrad 31
- VII. Stoßzahl 31

D. Zulässige Spannungen und Bemessungsregeln
- I. Zulässige Spannungen für Bauholz . . . 31
  1. senkrechter und paralleler Kraftangriff
  2. Spannungsermäßigung
  3. schräger Kraftangriff
- II. Zulässige Spannungen für Eisenteile . . 32
- III. Querschnittsermittlung 32
  1. Mindestquerschnitte
  2. Querschnittsverschwächungen
  3. Bemessung von Druckstäben
     a) Freie Knicklänge
     b) Einteilige Stäbe (Vollholz)
        Mittiger Kraftangriff
        Außermittiger Kraftangriff
     c) Mehrteilige Stäbe
  4. Oben offene Brücken
  5. Auf Biegung beanspruchte Bauglieder
  6. Berechnung der Anschlüsse von Wechselstäben
- IV. Verbindungsmittel 34
  1. Allgemeines
  2. Leim
  3. Bolzenverbindungen
  4. Flacheiseneinlagen
  5. Dübel und Keile
  6. Abstand der Verbindungsmittel
  7. Schräge Kraftübertragung durch Verbindungsmittel
  8. Verdübelte und verzahnte Balken
- V. Zulässige Spannungen der Lagerteile. . . 35
- VI. Zulässige Spannungen von Auflagersteinen und von Mauerwerk bei Pfeilern und Widerlagern 35

E. Einzelheiten der Ausführung 35
- 1. Stoßdeckung
- 2. Vorspannung von Baugliedern
- 3. Mittiger Anschluß
- 4. Eisenteile
- 5. Werkstattausführung
- 6. Lager

F. Durchbiegung und Überhöhung der Hauptträger 36

A. Belastungsannahmen *

I. Allgemeine Belastungsannahmen

Belastungsannahmen für hölzerne Straßenbrücken siehe DIN 1072.

II. Eigengewichte der Bauhölzer

Tafel 1

Mittlere Raumeinheitsgewichte für Bauholz in kg/m³		
Holzart	lufttrocken	naß
Weichhölzer	600	800
Harthölzer	900	1100

In den angegebenen Einheitsgewichten sind die Zuschläge für kleine Eisenteile (Nägel, Verbindungsschrauben, Dübel), für Hartholzteile und für Anstrich oder Tränkung enthalten.

Die Gewichte eiserner Zugglieder, Knotenbleche, Laschen, Schuhe, Lager sind besonders in Rechnung zu stellen.

III. Schneelast

Bei überdachten Brücken ist mit einer Schneelast $p_s = 75 \cos \alpha$ in kg/m² Dachgrundfläche zu rechnen, wobei α den Neigungswinkel der Dachfläche bedeutet.

Unter besonders ungünstigen klimatischen Verhältnissen ist dieser Wert auf $p_s = 70 \left(1 + \frac{h}{500}\right) \cos \alpha$ zu erhöhen. (h bezeichnet die Höhe über dem Meer in m).

Bei Dachneigungen mit einem Winkel von $\alpha > 45°$ kann von einer Berücksichtigung der Schneelast abgesehen werden.

IV. Winddruck

Bei überdachten Brücken ist ein senkrecht zur Dachfläche wirkender Winddruck $w \cdot \sin^2 \alpha$ zu berücksichtigen, wobei α der Neigungswinkel der Dachfläche ist. Der Dachaufbau ist gegen Abheben zu sichern, wobei eine senkrecht von unten nach oben wirkende Windkraft von 60 kg je m² Dachgrundfläche zugrunde zu legen ist.

* Der Inhalt der Absätze A II, III und IV ist tunlichst bald in DIN 1072 aufzunehmen.

Einspruchsfrist bis 1. November 1929.
(Einspruchszuschriften in doppelter Ausfertigung und für jeden Entwurf gesondert erbeten.)

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

Außerdem sind als vom Wind voll getroffene Flächen anzunehmen:

bei im wesentlichen geschlossenen (verkleideten) Brücken die ganze Ansichtsfläche der Brücke unterhalb der Dachtraufe,

bei teilweise geschlossenen Brücken die verkleidete Fläche eines Hauptträgers und die in der Ansicht noch sichtbaren Teile des Tragwerkes beider Hauptträger, soweit diese Flächen unterhalb der Dachtraufen liegen.

B. Vorbemerkungen

Die Normen gelten für hölzerne Brücken und Stege, die dem Verkehr von Fußgängern und Straßenfahrzeugen (einschließlich Straßen- und Lokalbahnen sowie Industrie- und Rollbahnen) dienen. Sie gelten auch für Bauten zu vorübergehenden Zwecken, für hölzerne Lehrgerüste und Schalungsunterstützungen und auch für Bauzustände, die vom endgültigen Zustand abweichen.

Für Brücken unter Reichsbahngleisen und für Lehrgerüste und Schalungsunterstützungen für diese Brücken sind die „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH)" der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft maßgebend.

Für große und den üblichen Bauweisen nicht entsprechende hölzerne Brücken können besondere, von diesen Normen abweichende Bestimmungen getroffen werden.

C. Allgemeine Vorschriften für Festigkeitsberechnungen und Zeichnungen

I. Allgemeine Bezeichnungen

Für die Bezeichnungen in den Festigkeitsberechnungen und Zeichnungen gilt DIN 1350.

II. Allgemeine Bezeichnungen für die Darstellung von Ansichten, Querschnitten und Grundrissen hölzerner Überbauten

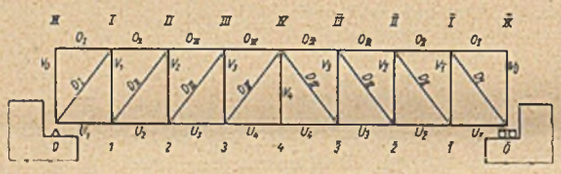


Abb. 1 Ansicht

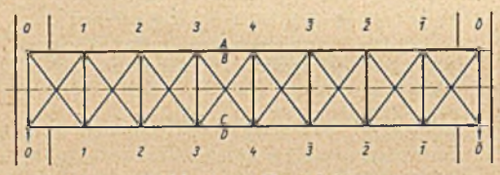


Abb. 1 a Grundriß

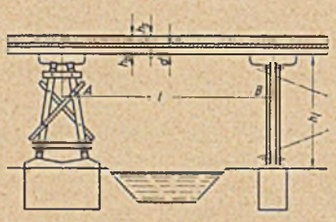


Abb. 2

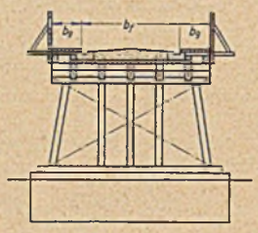


Abb. 2 a

Bezeichnung der Tragwände im Querschnitt

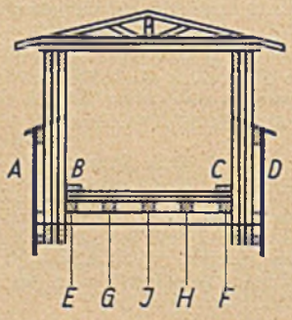


Abb. 3
Querschnitt

Die Hauptträgerstäbe können auch nach den sie begrenzenden Knotenpunkten bezeichnet werden, z B

D II—I, UO—1 oder 2—III, 0—1 usw

Bezeichnung der Lager im Grundriß

Festes Auflager: O

Allseitig bewegliches Auflager: ↑ ←O→ ↓

In einer Richtung bewegliches Auflager: ↑ O ↓ oder: ←O→

Die Pfeile geben die Bewegungsrichtung an.

III. Elastizitätsmaß

Das Elastizitätsmaß bei Beanspruchungen in der Faserrichtung kann für Laub- und Nadelholz zu 100000 kg/cm² angenommen werden.

Das Elastizitätsmaß für Stahl, Stahlguß und geschmiedeten Stahl beträgt 2100000 kg/cm².

IV. Inhalt der Berechnung

Die Festigkeitsberechnung soll ausreichende Angaben enthalten über:

a) die der Berechnung zugrunde gelegten Lasten und die Klassenbezeichnung nach DIN 1072;
b) die im Entwurf vorgesehenen Baustoffe;
c) die Eigengewichte aller wesentlichen Teile;
d) die der Berechnung zugrunde gelegten Stoßzahlen;
e) die Querschnittsformen und Querschnittswerte aller wesentlichen Bauglieder;
f) die zulässigen und die größten rechnerischen Spannungen der einzelnen Bauglieder und Verbindungen. Die Festigkeitsberechnung muß sich insbesondere auch auf die Stöße und Knotenpunkte erstrecken;
g) die Größe der rechnerischen Durchbiegungen unter der ständigen Last und den maßgebenden Verkehrslasten und über die Größe der Überhöhungen für die Aufstellung der Brücken.

V. Einzelheiten der Berechnung

1. Überschuß an Querschnitt

Anzustreben ist, daß allen Einzelteilen eines Überbaues der gleiche Sicherheitsgrad gegeben wird und etwa aus baulichen Gründen notwendige Überschüsse an Querschnitt auch auf die Anschlüsse ausgedehnt werden, um z B bei späterer Erhöhung der Verkehrslasten die Überschüsse ohne weiteres nutzbar machen zu können.

2. Lastverteilende Wirkung der Fahrbahn

Bei der Berechnung der Fahrbahn, auch der Fahrbahnlängs- und Zwischenquerträger kann angenommen werden, daß der Druck eines Rades sich nach Abb 4 auf eine größere Fläche gleichmäßig verteilt.

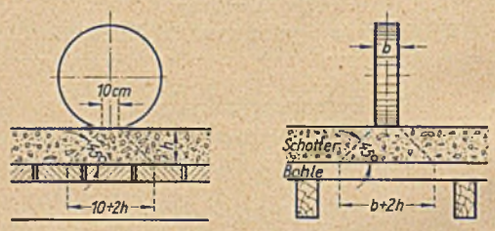


Abb. 4

Diese Fläche ist unter der Voraussetzung zu bestimmen, daß sich die Last von der Aufstandsfläche (Felgenbreite × 10 cm) unter 45° bis zur Oberkante der tragenden Teile der Fahrbahntafel verteilt.

3. Berechnung der Fahrbahnlängs- und -querträger sowie der Windverbände

Als Stützweite der Längsträger ist der Achsabstand der Querträger anzunehmen. Durchlaufende Balken sind wie Träger auf 2 Stützen zu behandeln.

Die Querträger sind als auf 2 Stützen frei aufliegende Träger zu berechnen, wobei als Stützweite die Achsentfernung der Hauptträger anzunehmen ist und die Längsträger als gelenkig auf den Querträgern gelagert zu betrachten sind.

Bilden Fahrbahnträger oder vollwandige Hauptträger die Gurtungen von Windverbänden, so können die durch Windkräfte in ihnen erzeugten Spannungen in der Regel vernachlässigt werden.

4. Ungünstigste Laststellungen

Bei Trägern, deren Momente und Querkräfte usw nicht unmittelbar aus Tafeln entnommen werden können, sind die ungünstigsten Laststellungen mit Einflußlinien oder ähnlichen Verfahren zu bestimmen. Ungünstigste Laststellungen, die durch beliebige Kürzung der Fahrzeuge oder Trennung der Lasten möglich sind, müssen berücksichtigt werden.

5. Nachweis der Stabkräfte und Spannungen

Die Stabkräfte, Auflagerkräfte, Momente und Querkräfte sind getrennt für ständige Last, für Verkehrslast, für Winddruck und bei überdachten Brücken für Schneelast nachzuweisen.

Bremskräfte sind im allgemeinen nur bei der Berechnung hoher Stützpfeiler und Joche zu berücksichtigen.

Spannungen, die durch beabsichtigte Krümmungen, durch erheblich außermittige Anschlüsse und durch unmittelbare Belastung von Stäben entstehen, sind besonders zu ermitteln und den eingangs genannten Spannungen zuzuzählen.

In der Festigkeitsberechnung ist im allgemeinen nicht anzugeben, welche Querschnitte und Abmessungen erforderlich sind; vielmehr sind die größten rechnerischen Spannungen der einzelnen Bauteile und Verbindungen den zulässigen Spannungen gegenüberzustellen.

6. Angaben der Quellen von Formeln

Für außergewöhnliche Formeln ist die Quelle anzugeben, falls diese allgemein zugänglich ist. Sonst sind die Formeln soweit 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 lediglich eine Ergänzung einer früheren, in den Brückenakten des Bauwerks befindlichen Berechnung ist.

VI. Genauigkeitsgrad

Für die Ausrechnung wird im allgemeinen keine größere Genauigkeit verlangt, als sie der Gebrauch eines guten Rechenschiebers oder ein sorgfältig durchgeführtes zeichnerisches Verfahren bietet. Daher dürfen die Werte der Biegungsmomente, Querkräfte, Stabkräfte usw in der (von vorn gezählten) dritten Stelle abgerundet werden. Die Abrundung wird zweckmäßig erst dann vorgenommen, wenn alle einzelnen Einflüsse zusammengezählt sind.

VII. Stoßzahl

Bei Brücken sind die von der Verkehrslast hervorgerufenen Momente, Querkräfte und Stabkräfte der Fahrbahn und Hauptträger, der Fahrbahntafel und der Stützen und Lager mit einer in Tafel 2 angegebenen Stoßzahl φ zu multiplizieren.

Menschenbelastung auf Fußstegen und auf Fußgängerbrücken ist ohne Stoßzahl in Rechnung zu stellen, dagegen ist das Menschengedränge auf der Fahrbahn auch als Ersatzlast für rollende Lasten zu betrachten und daher mit Stoßzahl einzusetzen.

Tafel 2 Stoßzahl φ

Bauglied und Belastungsart	Stoßzahl φ
Fahrbahntafeln, Fahrbahnträger und unmittelbar belastete Hauptträger	1,4
mittelbar belastete Hauptträger, Lager und Stützen	1,2

Bei der Berechnung des Erddruckes auf die Widerlager ist die Verkehrslast ohne Stoßzahl einzuführen.

D. Zulässige Spannungen und Bemessungsregeln

I. Zulässige Spannungen für Bauholz

1. Senkrechter und paralleler Kraftangriff

In Holzbauwerken aus fehlerfreiem, baureifem (lufttrocken, mit einem Wassergehalt unter 18 % des Trockengewichts) Bauholz mit geringer Astbildung, bei denen sich die Kraftwirkungen zuverlässig rechnerisch erfassen lassen und die Übertragung der Kräfte durch einwandfreie Verbindungen und Verbindungsmittel sichergestellt ist, sind folgende Spannungen zulässig:

Tafel 3

Zulässige Spannungen σ_{zul} in kg/cm²			
Art der Beanspruchung	Holzart: Buche und Eiche	Holzart: Nadelholz	Bemerkungen
a) Druck in der Faserrichtung			
1. allgemein	100	80	Zu a 2.)
2. Hirnholz auf Hirnholz	60	50	Nur für ungedeckte Stöße maßgebend. (S. Abschnitt E, Absatz 1)
b) Biegung	110	100	—
c) Zug in der Faserrichtung	120	100	Nur für ausgelesenes, scharfkantig geschnittenes Holz mit ganz kleinen festverwachsenen Ästen
	—	80	Für gutes vollkantiges Bauholz
d) 1. Druck rechtwinklig zur Faserrichtung auf ganzer Breite	35	15	Überstand der Schwelle über die Druckfläche in der Faserrichtung mindestens gleich dem 1½-fachen d. Schwellenhöhe (Abb. 5)
2. Druck rechtwinklig zur Faser bei untergeordneten Bauteilen, bei denen geringfügige Eindrückungen unbedenklich sind, oder als Lochleibungsdruck von Verbindungsmitteln, die nur einen Bruchteil des Holzquerschnitts nach Höhe und Breite in Anspruch nehmen	40	25	Überstand der Schwelle beiderseits des Stempels in der Breitenrichtung mindestens 0,2 der Stempelbreite, in der Längsrichtung mindestens gleich dem 1½fachen der Schwellenhöhe (Abb. 6)
e) Abscheren in der Faserrichtung	20	12	—

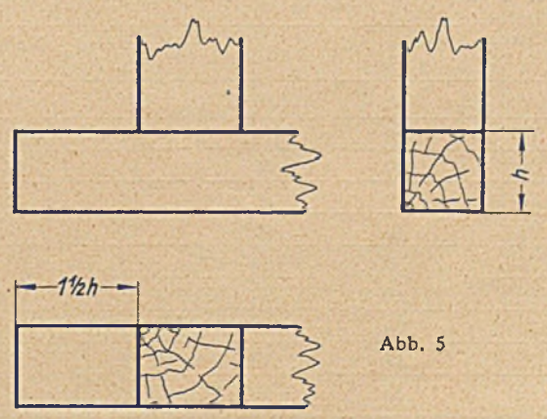


Abb. 5

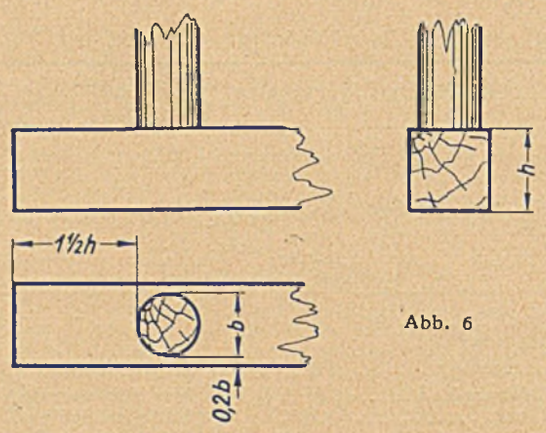


Abb. 6

2. Spannungsermäßigung

Die Spannungen dürfen höchstens $^2/_3$ der in Tafel 3 aufgeführten Werte erreichen:

bei Holztragwerken, die der Feuchtigkeit und Nässe ausgesetzt und nicht durch Tränkung oder Schutzanstrich oder besondere Abdichtungsmaßnahmen gegen Fäulnis geschützt sind;

bei Holz, das bei Wasserbauten (Stützjoche) dauernd durchnäßt ist;

wenn in Ausnahmefällen bei Gerüsten frisch gefälltes Holz verwendet werden sollte.

Wird gebrauchtes Holz wieder verwendet, so ist die zulässige Spannung entsprechend dem Zustand des Holzes zu vermindern.

3. Schräger Kraftangriff

Zugspannungen rechtwinklig und schräg zur Faser sind zu vermeiden. Rechtwinklig und schräg zur Faser wirkende Zugkräfte sind durch besondere Vorkehrungen aufzunehmen.

Druckspannungen schräg zur Faser dürfen die in der Tafel 4 eingetragenen Werte nicht überschreiten. Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten (vgl. Abb. 7).

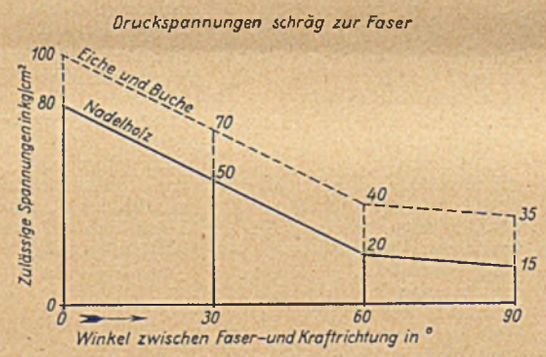


Abb. 7

Tafel 4

Zulässige Druckspannungen in kg/cm² bei schrägem Kraftangriff				
Winkel zwischen Faser- und Kraftrichtung in °	Unter den Voraussetzungen der Tafel 3, Abs d_1		Unter den Voraussetzungen der Tafel 3, Abs d_2	
	Buche und Eiche	Nadelholz	Buche und Eiche	Nadelholz
0	100	80	100	80
10	90	70	92	72
20	80	60	84	64
30	70	50	75	55
40	60	40	67	47
50	50	30	59	39
60	40	20	50	30
70	39	19	47	29
80	37	17	44	27
90	35	15	40	25

II. Zulässige Spannungen für Eisenteile

Für Eisenteile aus Stabeisen (Handelsqualität, Flußstahl St. 37) darf die Zug- und Biegungsspannung 1200 kg/cm² nicht überschreiten.

Eiserne Zugstangen, Anker und Bolzen dürfen im Gewinde-Kernquerschnitt nur mit 1000 kg/cm² beansprucht werden.

Im übrigen gelten die Bestimmungen von DIN 1073.

III. Querschnittsermittlung

1. Mindestquerschnitte

Für tragende Fachwerkstäbe sind Querschnitte unter 60 cm² und 6 cm kleinster Abmessung zu vermeiden. Bei mehrteiligen Stäben dürfen Einzelquerschnitte unter 36 cm² nicht verwendet werden.

2. Querschnittsverschwächungen

Bei Ermittlung der Spannungen in Zugstäben sind im gefährlichen Querschnitt und in dessen Nähe alle Verschwächungen durch Dübel, Bandeisen, Bolzen, Schrauben, Platten, Einkämmungen usw zu berücksichtigen.

Querschnittsverschwächungen sind bei Druckstäben nur dann zu berücksichtigen, wenn die verschwächte Stelle nicht satt ausgefüllt ist, oder wenn der ausfüllende Baustoff leichter zusammendrückbar ist als das Holz des Stabes (wenn z. B. die Fasern von Holzeinlagen rechtwinklig zu denen des Druckstabes verlaufen).

3. Bemessung von Druckstäben

a) Freie Knicklänge

Bei Fachwerkstäben ist als freie Knicklänge in der Regel die Länge der Netzlinie des Stabes einzuführen.

Bei Stützen, die an beiden Enden festgehalten sind, ist die Länge maßgebend. Bei Stützen, die einerseits eingespannt und andererseits frei sind, ist die Knicklänge gleich der doppelten Stablänge anzunehmen.

Bei Abstützung von Zwischenpunkten gedrückter Bauglieder gegen festliegende andere Punkte darf die freie Knicklänge entsprechend verringert werden.

b) Einteilige Stäbe (Vollholz)

Mittiger Kraftangriff

Bei mittigem Kraftangriff ist die errechnete Stabkraft S mit der dem Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_K}{i}$ entsprechenden Knickzahl ω (Tafel 5) zu multiplizieren ($i = \sqrt{\frac{J}{F}}$, J = kleinstes Trägheitsmoment und F = Querschnitt des unverschwächten Stabes). Der Stab kann dann wie ein dem Knicken nicht ausgesetzter Druckstab behandelt werden.

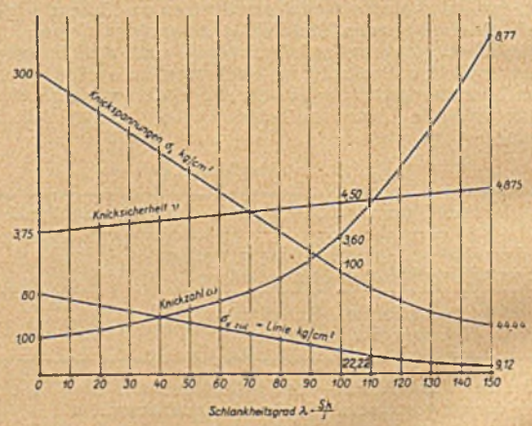


Abb. 8 Linien der Knickspannung σ_K, der zulässigen Druckspannung $\sigma_{d\,zul}$, der Knicksicherheit ν und der Knickzahl ω für Nadelholz.

Der Wert $\omega \cdot$ Schwerpunktsspannung ist dem Wert σ_{zul} gegenüberzustellen. Es muß also

$$\frac{\omega \cdot S}{F} \leqq \sigma_{zul}$$

sein, wobei für σ_{zul} die Werte der Tafel 3 unter a 1) anzunehmen sind.

Tafel 5

Knickspannungen σ_K und Knickzahlen ω

Nadelholz				Eichen- und Buchenholz			
1	2	3	4	1	2	3	4
Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{\sigma_K}{i}$	Knickspannung σ_K $\lambda \leq 100$; $\sigma_K = 300 - 2\lambda$ $\lambda \geq 100$; $\sigma_K = \frac{1\,000\,000}{\lambda^2}$	Knickzahl $\omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d\,zul}}$	$\frac{\Delta\omega}{\Delta\lambda}$	Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{\sigma_K}{i}$	Knickspannung σ_K $\lambda \leq 100$; $\sigma_K = 375 - 2{,}75\lambda$ $\lambda \geq 100$; $\sigma_K = \frac{1\,000\,000}{\lambda^2}$	Knickzahl $\omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d\,zul}}$	$\frac{\Delta\omega}{\Delta\lambda}$
0	300	1,00	0,009	0	375	1,00	0,010
10	280	1,09	0,011	10	347	1,10	0,012
20	260	1,20	0,013	20	320	1,22	0,013
30	240	1,33	0,014	30	292	1,36	0,017
40	220	1,47	0,018	40	265	1,53	0,021
50	200	1,65	0,022	50	237	1,74	0,026
60	180	1,87	0,027	60	210	2,00	0,035
70	160	2,14	0,035	70	182	2,35	0,046
80	140	2,49	0,046	80	155	2,81	0,067
90	120	2,95	0,065	90	127	3,48	0,102
100	100	3,60	0,083	100	100	4,50	0,104
110	83	4,43	0,093	110	83	5,54	0,116
120	69	5,36	0,103	120	69	6,70	0,129
130	59	6,39	0,114	130	59	7,99	0,142
140	51	7,53	0,125	140	51	9,41	0,156
150	44	8,78		150	44	10,97	

Außermittiger Kraftangriff

Bei Stäben, die erheblich außermittig durch eine Kraft $S = S_g + \varphi \cdot S_p + \ldots\ldots$ oder die neben einer mittigen Kraft S von einem Biegungsmoment $M = M_g + \varphi \cdot M_p + \ldots\ldots\ldots$ beansprucht werden, darf die aus der Gleichung

$$\sigma = \frac{\omega \cdot S}{F} + \frac{M}{W_n} \text{ bei Druckstäben und}$$

$$\sigma = \frac{S}{F_n} + \frac{M}{W_n} \text{ bei Zugstäben}$$

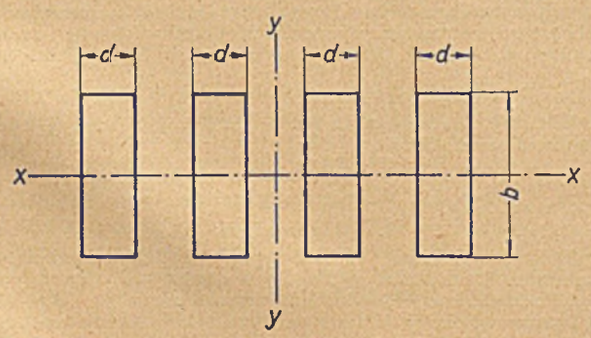


Abb. 9

errechnete (gedachte) Randspannung den entsprechenden Wert σ_{zul} (siehe Tafel 3) nicht überschreiten. Hierbei ist ohne Rücksicht auf die Richtung der Ausbiegung stets der größte Wert von ω einzusetzen. Die Momente M bei außermittigem Kraftangriff und das Widerstandsmoment W_n sind dabei auf die Achse des unverschwächten Querschnittes zu beziehen.

c) Mehrteilige Stäbe

Für das Ausknicken um die Stoffachse (x—x Achse, Abb. 9) können mehrteilige Stäbe wie Vollstäbe berechnet werden, wobei als Breite des Gesamtstabes die Summe der Breiten der Einzelstäbe Σ d gesetzt wird.

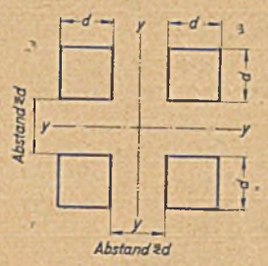


Abb. 9 a

Für das Ausknicken um die stoffreie Achse (y—y Achse, Abb. 9 und 9 a) kann mit einem vollkommenen Zusammenwirken der Einzelquerschnitte nicht gerechnet werden. In diesen Fällen ist die errechnete Stabkraft S mit der dem Schlankheitsgrad für die betreffende Achse entsprechenden Knickzahl ω' der Tafel 5 a zu multiplizieren. Die zugehörigen Linienzüge der σ'_K, σ'_d, ν und ω' sind in der Abb. 9 b dargestellt.

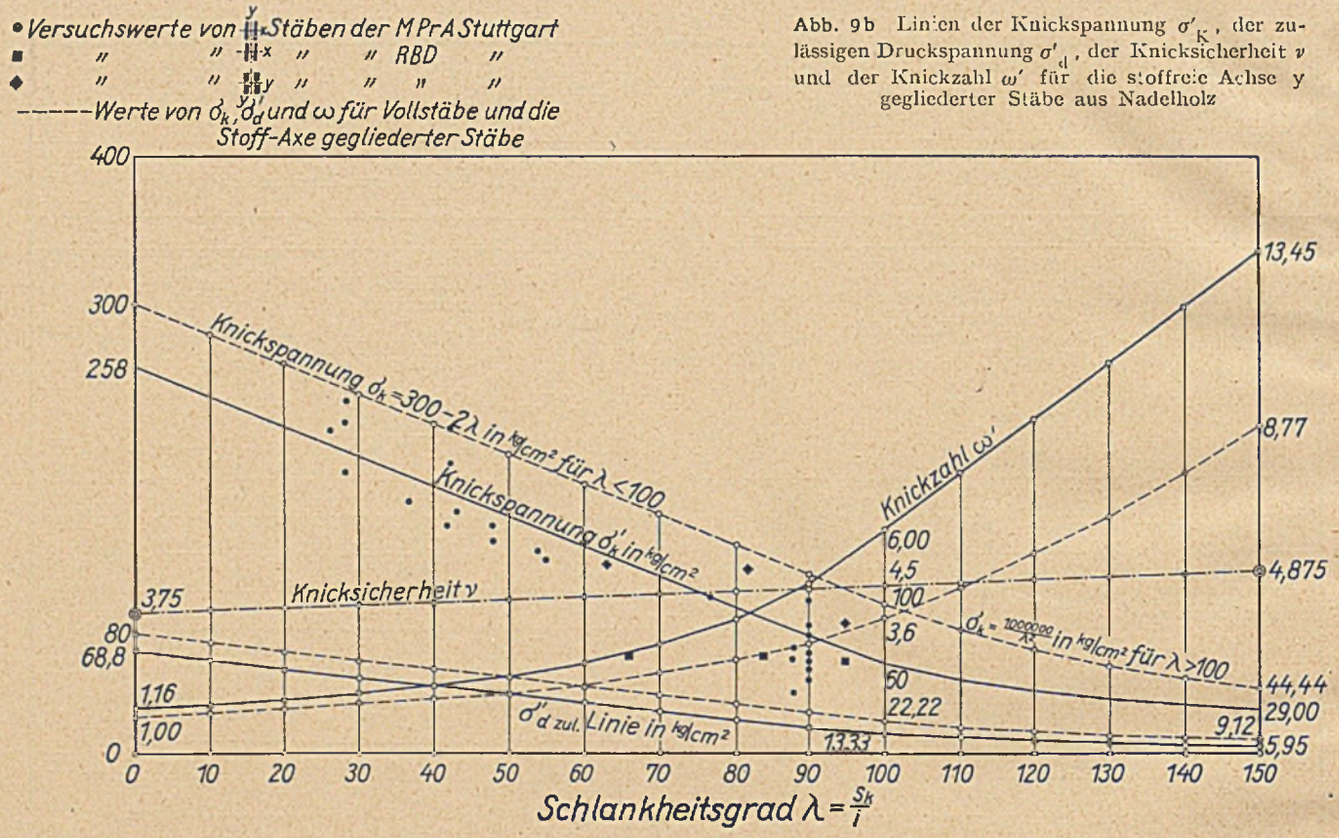
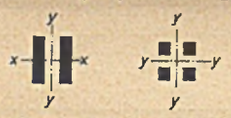


Abb. 9b Linien der Knickspannung σ'_K, der zulässigen Druckspannung σ'_d, der Knicksicherheit ν und der Knickzahl ω' für die stoffreie Achse y gegliederter Stäbe aus Nadelholz

Tafel 5 a

Knickspannung σ'_K und Knickzahlen ω' für die stoffreie Achse (y—y Achse) gegliederter Stäbe



Nadelholz

1	2	3	4
Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_K}{i}$	Knickspannung σ'_K (Versuchswerte)	Knickzahl $\omega' = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d\,zul}}$	$\frac{\Delta\omega'}{\Delta\lambda}$
0	258	1,16	
			0,013
10	238	1,29	
			0,014
20	218	1,43	
			0,018
30	198	1,61	
			0,021
40	178	1,82	
			0,027
50	158	2,09	
			0,034
60	138	2,43	
			0,047
70	118	2,90	
			0,065
80	98	3,55	
			0,099
90	78	4,54	
			0,146
100	60	6,00	
			0,147
110	49	7,47	
			0,147
120	42	8,94	
			0,153
130	36	10,47	
			0,149
140	32	11,96	
			0,149
150	29	13,45	

Für die Einzelstäbe mehrgliedriger Querschnitte erübrigt sich der Spannungsnachweis, wenn der Schlankheitsgrad des Einzelstabes $\lambda \leq 40$ oder die Knicklänge $s_K \leq 13^1/_3$ d ist.

4. Oben offene Brücken

Druckgurtungen, die nicht durch einen Windverband verbunden sind, müssen auf Sicherheit gegen seitliches Ausweichen untersucht werden. Dabei ist eine Seitenkraft von 1/100 der größten Stabkraft der beiden benachbarten Gurtstäbe (ohne Knickzahl) rechtwinklig zur Trägerebene nach außen oder innen anzunehmen. Hiermit sind Pfosten, Querträger usw. zu berechnen (Abb. 10).

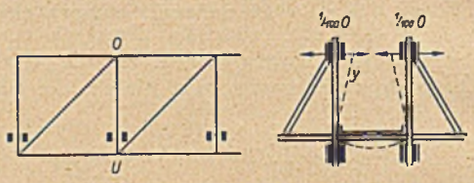


Abb. 10

5. Auf Biegung beanspruchte Bauglieder

Bei auf Biegung beanspruchten Baugliedern sind Verschwächungen der äußeren Fasern im gefährlichen Querschnitt tunlichst zu vermeiden. Lassen sich Verschwächungen nicht umgehen, so sind sie bei der Bemessung zu berücksichtigen.

6. Berechnung der Anschlüsse von Wechselstäben

Wechselstäbe sind nach der 1,2fachen größten Zug- oder Druckkraft anzuschließen.

IV. Verbindungsmittel

1. Allgemeines

Die verschiedenen Verbindungsmittel (Schraubenbolzen, Flacheisen, Runddübel, Keile usw.) dürfen auf Grund von Versuchsergebnissen staatlicher Versuchsanstalten, die die Wirkungsweise der Verbindungen einwandfrei klären, berechnet werden.

Die zulässige Beanspruchung der Verbindung ergibt sich hierbei aus der mittleren Versuchsbruchlast unter Annahme einer 3fachen Sicherheit. Gleichzeitig dürfen sich die verbundenen Teile unter der Gebrauchslast um nicht mehr als 2 mm gegeneinander verschieben.

Liegen Versuche noch nicht vor, so ist die Verbindung nach den Bestimmungen D, IV, 5 (Seite 35) zu untersuchen.

Bei wichtigen Baugliedern und Verbindungen ist das Nageln verboten, ebenso die Verwendung von Verbindungsmitteln, die ohne Bohr-, Nut- und Fräswerkzeuge eingebaut werden und Zerstörungen der Holzfasern beim Eintreiben zur Folge haben. Das Einschlagen von Klammern zur vorübergehenden Verbindung ist ebenfalls verboten.

2. Leim

Leim muß gegen den Einfluß von Feuchtigkeit und Dämpfen widerstandsfähig sein. Die Festigkeit der Leimfugen muß mindestens gleich der Schubfestigkeit des Holzes sein.

3. Bolzenverbindungen

Gewöhnliche Verbindungen aus schwachen Schraubenbolzen (ohne Dübel und dgl.) sind für hochbeanspruchte Bauteile im allgemeinen ungeeignet. Werden Bolzen ohne Dübel und dgl. verwendet, so muß ihr Durchmesser mindestens 16 mm betragen. Sie sind auf Lochleibungsdruck und auf Biegung zu berechnen, wobei die Druckverteilung nach Abb. 11 und demnach die Momente

$$M_1 = \frac{P \cdot a}{8} \text{ und}$$

$$M_2 = \frac{2P \cdot b}{27}$$

anzunehmen sind. Die gleichmäßig auf die Lochleibung bezogene Pressung darf betragen

bei Mittelhölzern . . . . 100 kg/cm²
bei Seitenhölzern . . . . 50 kg/cm²

Für Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung sind diese Werte auf $^1/_3$ zu ermäßigen.

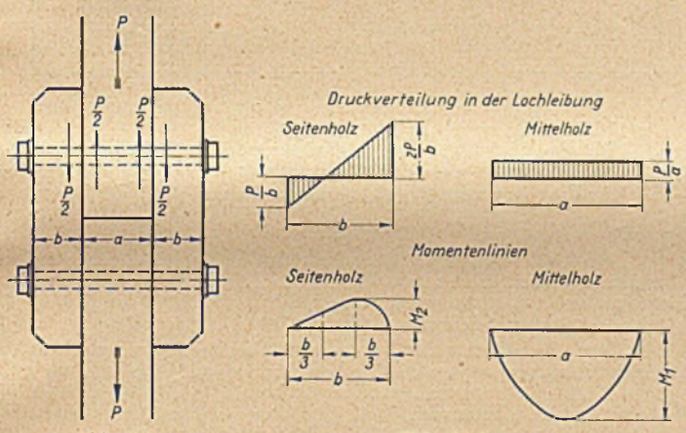


Abb. 11 a Abb. 11 b u. c

4. Flacheiseneinlagen

Für Verbindungen mit gebogenen oder geknickten Flacheisen, die mindestens 6 mm dick sein müssen, ist bei Nadelhölzern bei Annahme gleichmäßiger Verteilung der Kraft auf die Drucküberträgungsfläche mit einer zulässigen Spannung von 40 kg/cm² in der Faserrichtung und 15 kg/cm² rechtwinklig zur Faser zu rechnen, falls nicht durch ausreichende Versuchsergebnisse staatlicher Prüfungsanstalten die Zulässigkeit höherer Spannungen nachgewiesen ist.

5. Dübel und Keile

Bei Dübeln und Keilen dürfen die unter Berücksichtigung des auftretenden Kippmoments errechneten Randspannungen die Werte der Tafel 3 unter a), d) und e) nicht überschreiten. Die Wirkung der Dübel und Keile muß hierbei durch eine ausreichende Zahl von Schraubenbolzen gewährleistet sein.

Hölzerne Dübel, Bolzen und Keile sind aus gut gelagertem Hartholz herzustellen. Hölzerne und eiserne Dübel sowie andere Verbindungsmittel sollen nur in maschinell hergestellten Vertiefungen verwendet werden und genau passen.

6. Abstand der Verbindungsmittel

Der Abstand der Verbindungsmittel untereinander und vom Stabende in der Kraftrichtung ist so zu bemessen, daß die zulässigen Scherspannungen nicht überschritten werden.

Bei Zuggliedern muß der Abstand vom Stabende in der Kraftrichtung mindestens 15 cm betragen.

7. Schräge Kraftübertragung durch Verbindungsmittel

Bei Übertragung von Kräften durch Verbindungsmittel schräg zur Faser gelten sinngemäß die Bestimmungen unter D, I, 3, soweit keine Versuche vorliegen.

8. Verdübelte und verzahnte Balken

Bei verdübelten oder verzahnten Balken ist — sorgfältige Ausführung vorausgesetzt — das Widerstandsmoment zu rechnen

$$\text{bei 2 Lagen: } W = 0{,}8 \cdot \frac{b\,h^2}{6},$$

$$\text{bei 3 Lagen: } W = 0{,}6 \cdot \frac{b\,h^2}{6}.$$

Mehr als 3 Lagen sind unzulässig.

V. Zulässige Spannungen der Lagerteile

Für die Berechnung der eisernen Lagerteile gilt DIN 1073, Abschnitt C, VI.

Für hölzerne Lagerteile sind die Angaben der Tafel 3 maßgebend.

VI. Zulässige Spannungen von Auflagersteinen und von Mauerwerk bei Pfeilern und Widerlagern

Bei Berechnung der Spannungen in den Fugen zwischen den Lagern und den steinernen Unterstützungen, der Auflagersteine und des Mauerwerks unmittelbar unter den Auflagersteinen ist die Stoßzahl einzuführen. Die Pressung der übrigen Fugen und die Bodenpressungen der Widerlager werden ohne Berücksichtigung der Stoßzahl ermittelt.

Bei Berücksichtigung aller Kräfte werden die in Tafel 6 angegebenen Spannungen zugelassen.

Tafel 6

1.	Pressung der Zementmörtel- (1 : 1) oder Bleifugen zwischen Lager und steinerner Unterstützung, der Auflagersteine und bei Fehlen von Auflagersteinen des Betons unmittelbar unter dem Lager	50 kg/cm²
2.	Pressung zwischen Auflagersteinen und Mauerwerk a) aus Beton (1:3:5) oder Quadern oder Klinkern in Zementmörtel (1 : 2½) b) aus Bruchsteinen in Zementmörtel (1 : 2½)	 25 kg/cm² 12 kg/cm²
3.	Spannungen der Auflagersteine aus Granit oder einem ähnlich festen Gestein auf Schub oder Biegung	15 kg/cm²

Die Pressung unter Ziffer 1 kann bei Holzlagern nur ausgenutzt werden, wenn die Hirnfläche der Lagerhölzer auf der steinernen Unterstützung aufsitzt.

Die Würfelfestigkeit der Auflagersteine aus Granit oder einem ähnlich festen Gestein soll mindestens 800 kg/cm², die des Betons unmittelbar unter den Auflagern nach 28tägiger Erhärtung mindestens 300 kg/cm² und die des Betons unmittelbar unter den Auflagersteinen nach 28tägiger Erhärtung mindestens 200 kg/cm² betragen. Für die Druckversuche an natürlichen Gesteinen ist DIN DVM 2105, bei Beton DIN 1048 maßgebend.

Beim Fehlen von Auflagersteinen empfiehlt es sich, den Beton unmittelbar unter den Lagern mit Schienen oder Rundeisen zu bewehren. Bei Verwendung von hochwertigem Zement kann die zulässige Pressung des Betons der vorhandenen Würfelfestigkeit entsprechend höher als in Tafel 6 angenommen werden.

E. Einzelheiten der Ausführung

1. Stoßdeckung

Stöße sind nach Möglichkeit dort hinzulegen, wo Querschnittsüberschüsse vorhanden sind.

Beim Stoß von Zugstäben müssen die den Stoß deckenden Teile mindestens denselben Querschnitt wie die gestoßenen Teile aufweisen und voll angeschlossen sein.

Bei der Stoßdeckung von Teilen, die auf Biegung beansprucht werden, muß das Trägheitsmoment der den Stoß deckenden Teile mindestens gleich dem Trägheitsmoment der gestoßenen Teile sein.

Druckstöße sind durch Laschen oder eingelassene Dollen in ihrer gegenseitigen Lage zu sichern.

2. Vorspannung von Baugliedern

Bei etwaiger Vorspannung von Bauwerksteilen (z. B. Pfosten und Streben von Howe'schen Trägern, Vorspannung von Balken usw.) sind die künstlich eingeleiteten Kräfte zu messen.

3. Mittiger Anschluß

Fachwerkstäbe sind möglichst mittig anzuschließen, andernfalls sind die zusätzlichen Spannungen nachzuweisen. Tunlichst ist kein Stab bzw. Stabteil mit weniger als mit zwei Schraubenbolzen anzuschließen. Das gleiche gilt auch für Zwischenstücke bei gegliederten Stäben.

Dübel und Bolzen sind symmetrisch zur Stabachse und im Stabquerschnitt nach Möglichkeit gegeneinander versetzt anzuordnen, damit bei Luftrissen nicht gleichzeitig alle Befestigungsmittel gelockert werden und an Tragfähigkeit einbüßen.

Wichtige Gelenkpunkte sind in Eisen oder gut gelagertem Hartholz herzustellen.

4. Eisenteile

Heftschrauben unter 13 mm Durchmesser dürfen nicht verwendet werden. Zwischen Holz und Schraubenkopf bzw. der Mutter ist eine quadratische oder runde eiserne Unterlagscheibe anzuordnen, die bei Heftschrauben mindestens 4 mm und bei tragenden Schrauben mindestens 6 mm dick sein muß. Die Seitenlänge bzw. der Durchmesser der Scheiben soll mindestens gleich dem 3,5fachen Bolzendurchmesser sein, falls nicht größere Abmessungen auf Grund der Berechnung nötig werden.

Laschen und Knotenbleche unter 6 mm dürfen nicht verwendet werden, auch wenn auf Grund der Rechnung kleinere Abmessungen zulässig wären.

5. Werkstattausführung

Alle Teile eines zusammengesetzten Tragwerkes sind auf einem überdachten Reißboden auf unverschieblichen Unterlagen planmäßig derart zusammenzufügen, daß kein Teil Spannungen erleidet. Alle Verbindungsteile müssen gelöst werden können, ohne daß die verbundenen Stücke federn.

Die Flächen von Überblattungen, Versatzungen, Stoßverbindungen und Gelenkpunkten sind genau passend herzurichten. Künstliche hochkantige Verbiegungen von Hölzern (Überhöhungen ausgenommen) sowie das Ausschneiden gekrümmter Stäbe aus geraden Stücken größeren Querschnittes sind ohne besonderen Nachweis über die Zulässigkeit solcher Verfahren nicht statthaft. Hölzer, die bei der Aufstellung nicht genau in die Verbindungen passen oder sich nachteilig windschief verzogen haben, sind auszuwechseln.

Die Löcher für die Bolzenverbindungen der Stöße und Knotenpunkte dürfen erst nach vollständiger Zusammenstellung der Tragwerke gebohrt werden. Alle Bohrungen für Tragbolzen und Vertiefungen sowie die Nuten und Fräsungen für die Verbindungsmittel sind genau passend maschinell herzustellen. Die Bolzenlöcher sind mit Bohrmaschinen tunlichst mit Führung zu bohren, so daß Abweichungen von der vorgesehenen Richtung auch bei mehreren Holzlagen aufeinander vermieden werden.

6. Lager

Für die Lager ist im allgemeinen Eisen oder Hartholz, das mit Teeröl satt zu tränken ist, zu verwenden. Zwischen Holzlager und Auflagerstein sind Asphaltfilz- oder Bleiplatten einzulegen. Die Lager selbst sind durch Anker gegen Verschiebungen zu sichern.

Die Lager dürfen nicht vermauert werden. Alle Holzteile müssen dauernd von außen zugänglich sein.

Bei Ummantelung von Lagerteilen ist zum Schutz gegen Ersticken für ausreichenden Luftzutritt zum Holz zu sorgen.

F. Durchbiegung und Überhöhung der Hauptträger

Bei Trägern auf 2 Stützen genügt es, die Durchbiegungen unter der ständigen Last und den maßgebenden Verkehrslasten und die Überhöhung für die Aufstellung der Brücken nur für die Brückenmitte zu ermitteln; die anderen Punkte können als auf einer Parabel liegend angenommen werden.

Die von der Verkehrslast herrührende, ohne Berücksichtigung der Nachgiebigkeit der Verbindungen rechnerisch nachgewiesene Durchbiegung der Fachwerkträger soll im allgemeinen $^1/_{700}$ der Stützweite nicht überschreiten.

Die bei der Probebelastung tatsächlich festgestellte Durchbiegung ist der rechnerischen, der Probelast entsprechenden, gegenüberzustellen.

Bei vollwandigen Trägern genügt es im allgemeinen, die rechnerische, der maßgebenden Verkehrslast und der Probelast entsprechende Durchbiegung unter Annahme einer stellvertretenden, gleichmäßig verteilten Last durch Formeln zu ermitteln. Für Vollwandträger auf zwei Stützen mit gleichbleibendem Querschnitt kann die größte Durchbiegung in der Mitte zu

$$_{max}f = \frac{5\ {}_{max}M\ l^2}{48\ E\ J}$$

angenommen werden.

Darin ist $_{max}M$ das größte Biegungsmoment aus der für die Berechnung der Durchbiegung maßgebenden Belastung und J das Trägheitsmoment in Trägermitte.

Bei der Berechnung der Durchbiegung ist die Verkehrslast ohne Stoßwirkung anzunehmen und der Querschnitt ohne Verschwächung in Rechnung zu stellen. Zusatzkräfte (vgl. DIN 1072) brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Die Durchbiegung von Fachwerkbrücken unter Einwirkung der Probelast ist auf Grund der eintretenden Stablängenänderungen rechnerisch bzw. mit Hilfe von Verschiebungsplänen zu ermitteln.

Brücken von Stützweiten über 10 m ist in der Regel eine Überhöhung derart zu geben, daß sie unter der ständigen Last sowie der halben Verkehrslast ohne Stoßzahl die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegte Form annehmen. Hierbei ist die Nachgiebigkeit in den Verbindungsstellen zu berücksichtigen.

Diese Überhöhung ist den Trägern beim Abbinden auf dem Reißboden zu geben und das Stabnetz dementsprechend aufzutragen.

Prüfung von Holz Raumgewicht	DIN DVM E 2192

Das Raumgewicht ist möglichst an allen Festigkeitsproben zu bestimmen.

Es wird bei 15% Feuchtigkeitsgehalt ermittelt oder die Ergebnisse werden auf 15% Feuchtigkeitsgehalt umgerechnet. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes nach DIN DVM 2190.

Probeentnahme.

Bei Untersuchungen über den Einfluß der Höhenlage im Stamm werden die Proben in 1, 5, 11, 17 m Höhe über dem Stockabschnitt entnommen und dann fortschreitend um je 6 m, bis der Stammdurchmesser weniger als 13 cm beträgt.

Zur Ermittlung des durchschnittlichen Raumgewichtes eines Stammes werden die Proben unmittelbar oberhalb oder unterhalb des Stammabschnittes zwischen 7 und 10 m über dem Boden entnommen, aus dem die Biegeproben herausgearbeitet werden (siehe DIN DVM E 2182 Abb. 1).

Die Lage der Proben ist so zu wählen, daß ihre Versuchsergebnisse Mittelwerte der betreffenden Eigenschaften des zu prüfenden Stückes darstellen.

Zu allen Proben, wenn möglich auch zu den aus einzelnen Stücken entnommenen, ist die Höhenlage im Stamm anzugeben.

Die Proben bestehen grundsätzlich aus astfreiem Holz.

Es sind mindestens 3 Parallelversuche vorzunehmen.

Prüfverfahren.

Abb. 2.

Das Raumgewicht wird durch Wägen und durch Bestimmung des Rauminhalts der Probe ermittelt.

Der Rauminhalt wird stereometrisch durch Berechnung aus den Abmessungen sauber bearbeiteter rißfreier Proben bestimmt.

Der Anteil der Proben an Kernholz (K) und Splintholz (S) ist schätzungsweise oder in einer Skizze nach Abb. 2 anzugeben.

Kennzeichnung nach Ursprung und Aussehen

Probeentnahme aus dem Bestand	siehe	DIN DVM 2181
Druckversuch	„	DIN DVM 2182
Biegeversuch	„	DIN DVM 2183
Abnutzung	„	DIN DVM 2184
Schlagbiegeversuch	„	DIN DVM 2185
Zugversuch	„	DIN DVM 2186
Feuchtigkeitsgehalt	„	DIN DVM 2190
Schwindvermögen Quellvermögen	„	DIN DVM 2191

Einspruchsfrist bis 1. Oktober 1929.
(Einspruchszuschriften in doppelter Ausfertigung und für jeden Entwurf gesondert erbeten)