DK 624.92.012.4 **DDR-Standard** Bauer April 1973

Deutsche Demokratische Republik

BAUWERKE AUS STAHLBETON
Projektierung und Ausführung

TGL 0-1045

Gruppe 20000

Железобетонные конструкции
Проектирование и изготовление

Buildings of Reinforced Concrete
Design and Construction

Verbindlich ab 1.1.1974

VE WOHNUNGSBAUKOMBINAT
»WILHELM PIECK« KARL-MARX-STADT
Betriebe Projektierung
Karl-Marx-Stadt
Brückenstraße 8 Postschließfach

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Begriff	2
2.	Bauvorlagen	2
3.	Anzeigen an die Kontrollorgane	2
4.	Bauleitung	2
5.	Betongüte, Baustoffe	3
6.	Nachweis der Güte der Baustoffe und des Betons	6
7.	Probebelastung	7
8.	Betonaufbereitung	8
9.	Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons	10
10.	Betonieren bei kühler Witterung	13
11.	Einbringen der Stahleinlagen	13
12.	Schalungen und Lehrgerüste	14
13.	Schalungsfristen und Ausschalen	16
14.	Grundsätze für die bauliche Durchbildung	17
15.	Belastungsannahmen	24
16.	Temperaturschwankungen, Schwinden und Kriechen	25
17.	Rechnungsannahmen	25
18.	Ungünstigste Laststellung	26
19.	Lastverteilung bei Einzellasten und Streckenlasten	26
20.	Querkraft und Torsion	27
21.	Haftspannungen	31
22.	Platten mit Hauptbewehrung nach einer Richtung	32
23.	Kreuzweise bewehrte Platten	34
24.	Stahlbetonrippendecken	36
25.	Balken und Plattenbalken	38
26.	Pilzdecken	41
27.	Säulen und Druckglieder	42
28.	Wände (Tragglieder, die in ihrer Ebene vorwiegend auf Druck beansprucht werden)	50
29.	Rahmenartige Tragwerke	53
30.	Örtlicher Druck bei Teilbelastung	54

Fortsetzung Seite 2 bis 55

Verantwortlich: Bauakademie der DDR, Zentralinstitut Einheitssystem Bau
Bestätigt: 4.4.1973, Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung, Berlin

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kanellenstraße 7b, 08324 Bockau.

(688) Lizenz-Nr. 751 – 216/74

Bestellanschrift: Zentrale Bestellstelle, 701 Leipzig, Postschließfach 966 – Verlag: Staatsverlag der DDR, 108 Berlin

1. BEGRIFF

Im Sinne dieses Standards gelten alle Bauausführungen, bei denen Beton mit einer Rohdichte von mindestens 1800 kg/m^3 in Verbindung mit Stahl derart verwendet wird, daß beide Baustoffe gemeinsam zur Übertragung der äußeren Kräfte nötig sind.

2. BAUVORLAGEN

2.1. Zeichnungen

Bei Bauwerken, die ganz oder zum Teil aus Stahlbeton hergestellt werden, müssen die für den Prüfbescheid vorzulegenden Zeichnungen das Bauwerk im Ganzen und seine Teile in Grundrissen und Schnitten deutlich darstellen.
Die Zeichnungen müssen alle erforderlichen Maße und auch die Positionen enthalten, nach denen die Festigkeitsberechnung eingeteilt ist. Für Tragteile sind die Bewehrungszeichnungen mit den herausgezeichneten Stahleinlagen vorzulegen. Auf jeder Schalungs- und Bewehrungszeichnung sind deutlich lesbar anzugeben:

a) die verwendete Stahlsorte nach Abschnitt 5.2.5.
b) die erforderliche Betongüte nach Abschnitt 5.1.
c) die Zementart nach Abschnitt 5.2.1., der Zementgehalt nach Abschnitt 8.2.
d) die Betondeckung nach Abschnitt 14.6.

2.2. Festigkeitsberechnung

Die Festigkeitsberechnung muß die Standfestigkeit aller tragenden Teile nach diesen Bestimmungen übersichtlich und leicht prüfbar nachweisen.
Die Art und Auflagerung der Tragteile, ihre Belastungen und Querschnitte sind in der Berechnung durch Skizzen zu erläutern. In der Berechnung sind ebenfalls die unter Abschnitt 2.1. a) bis d) geforderten Angaben zu machen. Wenn nötig, ist die Berechnung durch eine Beschreibung des Bauwerkes zu ergänzen.

2.3. Unterschriften

Die Bauvorlagen müssen vom Bauauftraggeber, vom Projektanten und - vor Beginn der Arbeiten - auch vom Bauauftragnehmer unterschrieben worden sein.

3. ANZEIGEN AN DIE KONTROLLORGANE

Die Ausführung der tragenden Stahlbetonkonstruktionen ist entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen den Kontrollorganen anzuzeigen.

4. BAULEITUNG

Während der Bauausführung muß der verantwortliche Bauleiter oder einer seiner Vertreter stets auf der Baustelle anwesend sein.
Über den Gang der Arbeiten ist auf der Baustelle ein Bautagebuch zu führen, aus dem die Zeitabschnitte für die Ausführung der einzelnen Arbeiten, siehe z. B. Abschnitt 13., stets nachgewiesen werden können. Frosttage sind darin unter Angabe der Temperatur und der Ablesungszeit besonders zu vermerken.
Das Bautagebuch ist den Kontrollorganen auf Verlangen vorzulegen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

5. BETONGÜTE, BAUSTOFFE

5.1. Betongüte

Tabelle 1

Betongüte	Würfelfestigkeit R_{28} kp/cm^2 mindestens
B 120	120
B 160	160
B 225	225
B 300	300
B 450	450

Für Stahlbeton-Fertigbauteile und für Sonderbauten können höhere Betongüten und besondere Bedingungen für die Ausführung festgelegt werden.
Die Würfelfestigkeit ist hierbei nach TGL 21094 Bl.4 "Prüfung des erhärteten Betons; Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit" und nach Abschnitt 6.3. zu bestimmen.
Bei großen Temperatureinwirkungen ist stets die Eignung nachzuweisen.

Die Betongüte ist vom Projektanten nach technisch-ökonomischen Kriterien unter Beachtung geltender Vorschriften festzulegen.

Beton B 120 darf nur für einfache, statisch bestimmte Bauteile verwendet werden, also z. B. nicht für kreuzweise bewehrte Platten.

5.2. Baustoffe

5.2.1. Zement

Verwendet werden dürfen:

Portlandzement	nach TGL 9271
Eisenportlandzement, Hochofenzement	nach TGL 9272
Sulfatresistenter Portlandzement	nach TGL 16691

Die Verwendung von Zement 350 und Zement 450 ermöglicht bei günstiger Witterung früheres Ausschalen, siehe Abschnitt 13.2., und erleichtert es, höhere Betonfestigkeiten zu erreichen.
Lieferbedingungen sind nach TGL 8036 "Zemente; Kennzeichnung, Lieferung, Lagerung, Lagerzeit, Transport" festzulegen.

Vor der Verwendung sind die Zemente auf Einhaltung der technischen Forderungen zu prüfen. Auf der Baustelle ist in jedem Falle die Prüfung der Raumbeständigkeit und des Erstarrungsablaufes nach TGL 10573 Bl.1 "Zemente, Physikalische Prüfung" durchzuführen und durch eine Notiz im Bautagebuch, siehe Abschnitt 4., festzuhalten.

5.2.2. Betonzuschlagstoffe

5.2.2.1. Die Betonzuschlagstoffe haben den geltenden Vorschriften zu entsprechen. Als Betonzuschlagstoffe gelten z. B. Sand, Kies, Splitt und Schlackensand.
Die einzelnen Körnungen sind der TGL 10809 "Körnungen für Sand, Kies und gebrochene Natursteine" sowie anderen Vorschriften für Zuschlagstoffe zu entnehmen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Die Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe beeinflußt in hohem Grade die Güte des Betons. Deshalb soll die Zusammensetzung der Korngemische entsprechend den Bildern 1 und 2 so gewählt werden, daß sie mindestens dem brauchbaren Bereich entspricht.

Bei Verwendung von Brechsand soll die Sieblinie in der Regel nicht tiefer liegen als in der Mitte zwischen den Linien A und B des Bildes 1.

Für die Herstellung eines Betons B 225 soll der Durchgang bei 5 mm Korngröße entsprechend Bild 2 höchstens 60 % betragen.

Bei Betongüten von B 300 und höher sollen stets Zuschlagstoffe verwendet werden, die dem besonders guten Bereich entsprechen.

Bei ausreichendem Nachweis der Eignung sind auch abweichende Sieblinien, insbesondere Ausfallkörnungen, zulässig.

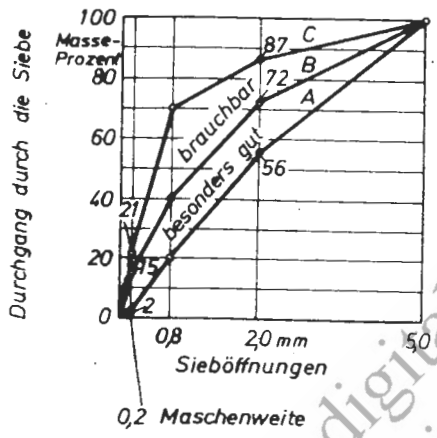


Bild 1 Sand

Als besonders gute Zuschlagstoffe gelten solche, deren Sieblinien zwischen den Linien A und B nach Bild 1 und D und E nach Bild 2 liegen.

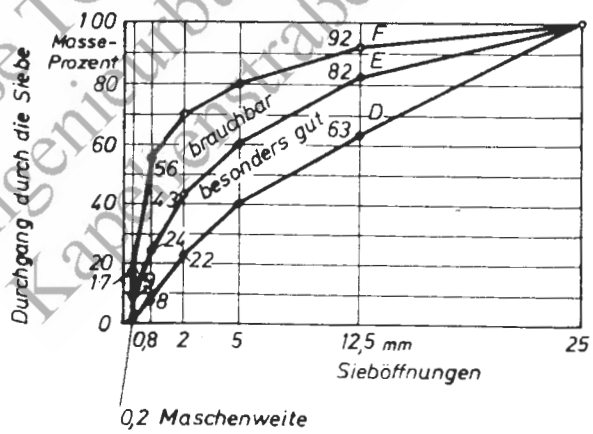


Bild 2 Gesamte Zuschlagstoffe

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7a, 08324 Bockau.

5.2.2.2. Die Betonzuschlagstoffe dürfen keine Stoffe enthalten, die das Erhärten oder die Festigkeit des Betons schädigen oder den Stahl angreifen können.

Schädliche Stoffe sind insbesondere:

a) Lehm, Ton und ähnliche Beimischungen, wie sie in natürlichen Vorkommen und im Steinmehl enthalten sein können. Sie wirken besonders schädlich, wenn sie an den Zuschlagstoffen festhaften.
Verunreinigte Zuschlagstoffe können meist durch Waschen verbessert werden.

b) Organische, humusartige Stoffe;

c) Kohlen-, besonders Braunkohlenteile;

d) Stücke mit großblasigem, schaumigem und glasigem Gefüge in der Hochofenstückschlacke. In ihr dürfen höchstens 5 % solcher Stücke vorhanden sein. Sie darf weder zerfallen noch zerrieseln und keine Beimengungen, wie Steine, Ziegel, Lehm, Kohle und dergleichen enthalten.

e) Schwefelverbindungen[1], wie sie z. B. in Kessel- und Lokomotivschlacken, Ziegelsplitt und Trümmern, Müllverbrennungsrückständen vorkommen. Sie vermögen bei Zutritt von Wasser infolge chemischer Umsetzung der Sulfate mit den Bestandteilen des Zements auf den Beton schädlich einzuwirken, wenn sie als Sulfate vorhanden sind oder durch genügende Zufuhr von Luft und Feuchtigkeit zu solchen oxydiert werden.
Der Gehalt der Zuschlagstoffe an solchen Stoffen darf höchstens 1 % sein - berechnet als SO_3, bezogen auf die bei 98 °C getrockneten Stoffe.
Schlacken enthalten auch vielfach Stücke von gebranntem Kalk[2], der bei Aufnahme von Feuchtigkeit nachlöscht, seinen Raumgehalt vergrößert und hierdurch schädlich wirkt. Die in den Schlacken enthaltenen staubigen Bestandteile (Asche) können die Betonfestigkeit vermindern, wenn sie in großer Menge vorhanden sind.

f) Der Gehalt der Zuschlagstoffe an löslichen Chloriden darf 0,03 Masse-% nicht überschreiten. Bei Neuaufschließung von Kiesgruben sowie im Rahmen der Probevorlagepflicht von Zuschlagstoffen ist von den Betrieben der Gehalt an löslichen Chloriden bestimmen zu lassen und in einem Prüfbericht des Amtes für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung auszuweisen. Betriebe, die Stahlbeton mit Zuschlagstoffen aus eigenem Aufkommen herstellen, haben diese Untersuchung mindestens halbjährlich durchführen zu lassen.

5.2.2.3. Die Betonzuschlagstoffe müssen genügend fest und wetterbeständig sein. Für Bauteile, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, müssen Zuschlagstoffe verwendet werden, die den zu erwartenden höchsten Temperaturen gegenüber beständig sind und außerdem eine besonders kleine Wärmeleitfähigkeit besitzen.

5.2.3. Wasser

Als Anmachewasser sind alle in der Natur vorkommenden Wässer geeignet, soweit sie nicht stark verunreinigt sind, vergleiche TGL 11357 "Beton in aggressiven Wässern, Beurteilung des Wassers, Bauausführung".

5.2.4. Zusatzmittel

Zusatzmittel dürfen nur verwendet werden, wenn sie den hierfür geltenden Standards entsprechen und ausdrücklich für Stahlbeton zugelassen sind.

---

[1] Der in Hochofenschlacke geeigneter Zusammensetzung, wie zerkleinerte Hochofenstückschlacke, zerkleinerte Hochofenschaumschlacke und Schlackensand, als Calciumsulfid vorhandene Schwefel ist unschädlich.

[2] Solche Kalkteile sind besonders schädlich, wenn sie magnesiahaltig sind, da erfahrungsgemäß dolomitische Kalke stark treiben, besonders wenn sie scharf gebrannt sind und infolgedessen sehr träge löschen.

Diese TGL wurde digitalisiert von Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 76, 08324 Bockau.

5.2.5. Stahl

Die Betonstähle müssen die in Tabelle 2 angegebenen Eigenschaften besitzen. **Importstähle müssen in Abhängigkeit ihrer Festigkeiten, Schweißeignung, Verbundwerte, Verarbeitbarkeit und Mindestbruchdehnung sinngemäß innerhalb der Werte der Tabelle 2 eingeordnet werden.**

Betonstähle dürfen nur dann verschweißt werden, wenn ihre Schweißung gewährleistet ist und die geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau eingehalten werden. Die Tragfähigkeit dynamisch beanspruchter Schweißverbindungen, auch Knüpfersatzverbindungen, ist durch Versuche nachzuweisen.

Tabelle 2

Stahlmarke nach TGL 101-054	Mindeststreckgrenze kp/cm^2	Zugfestigkeit kp/cm^2	Mindestbruchdehnung am Proportionalstab $l = 5d_e$ %	Faltversuch	
				Dorndurchmesser	Biegewinkel Grad
St A-0	2200	3400	18	$2d_n$	180
St A-I	2400	3800 bis 4700	25	$0,5d_n$	
St A-III[x)]	4000	5700 bis 6000	14	$3d_n$	90

Hierbei bedeutet: d_n = Nenndurchmesser

Die Betonstähle müssen, soweit sie nicht durch besondere, nur bei der betreffenden Stahlmarke angewendete Formgebung gekennzeichnet sind, mit einem unverwechselbaren und leicht erkennbaren Unterscheidungszeichen versehen sein. Alle Betonstähle, außer den Stahlmarken St A-I und St A-0, haben, sofern die Produktion in mehreren Werken erfolgt, das Kennzeichen des Herstellers zu tragen.

6. NACHWEIS DER GÜTE DER BAUSTOFFE UND DES BETONS

6.1. Zement

Da sich der Erstarrungsbeginn eines Zements ändern kann, muß durch Erstarrungsversuche nachgewiesen werden, daß nur normalbindender Zement verwendet wird. Ferner ist die Raumbeständigkeit des Zements wiederholt durch Kochversuch zu prüfen. **Es wird empfohlen, gleichzeitig den Kaltwasserversuch nach TGL 10573 Bl.1 "Zemente, Physikalische Prüfung" durchzuführen.**

6.2. Betonzuschlagstoffe

Die Betonzuschlagstoffe sind auf schädliche Bestandteile zu prüfen, ihre Kornzusammensetzung ist durch Siebversuche festzustellen. Für Beton der Güteklassen B 120 und B 160 genügt es in der Regel, den Anteil des Feinsandes und des Grobsandes zu ermitteln.

Wegen der Anforderung im einzelnen siehe Abschnitt 5.2.2.1. und 5.2.2.2. Bei Bauwerken aus Stahlbeton der Betongüte von B 225 und höher, stets aber bei

---

x) Wird nach Abschnitt 14.1.1. bei einem Durchmesser von 12 mm und weniger vom lichten Krümmungsdurchmesser von $4,5\ d_e$ Gebrauch gemacht, so ist der Biegewinkel beim Faltversuch auf 180° zu vergrößern.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Verwendung von flüssigem Beton, **siehe Abschnitt 8.5. und 9.3.. ist vor Bau-**beginn eine zweckmäßige Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe durch Versuche festzulegen.
Ihr Einhalten mit angemessenem Spielraum ist während der Bauausführung wiederholt durch Siebversuche nachzuprüfen. Lassen sich wesentliche Änderungen nicht vermeiden, so müssen die gewährleisteten Eigenschaften des Betons, **siehe Abschnitt 5.1., von** neuem nachgewiesen werden.

6.3. Beton

6.3.1. Nachweis vor Produktionsbeginn

Vor Produktionsbeginn ist festzustellen, ob und wie die erforderliche Betonfestigkeit **mit den vorgesehenen Baustoffen mit Sicherheit erreicht werden kann.**
Bei Verwendung von flüssigem Beton und von Beton B 225 und höher, sind stets Eignungsprüfungen nach TGL 21093 Bl.1 bis 3 **"Prüfung des Frischbetons" durchzuführen und die Verarbeitbarkeit nach TGL 21093 Bl.2 festzustellen.**

6.3.2. Nachweise während und nach der Produktion

Bei Verwendung von Beton B 120 bis B 300 sind bei Baustellen ohne zentrale Mischanlage stets Güteprüfungen nach TGL 21094 Bl.1 bis 10 **"Prüfung des erhärteten Betons" durchzuführen. Eine statistische Kontrolle nach DAMW-VW 968 "Nachweis der Druckfestigkeit bei Beton" kann durchgeführt werden. Bei Baustellen mit zentraler Mischanlage und bei der Betongüte ≥ B 450 muß der Gütenachweis nach DAMW-VW 968 statistisch vorgenommen werden.**
Die Entnahme des Frischbetons, die Prüfdichte, die Herstellung, Lagerung, Nachbehandlung und Prüfung der Prüfkörper und die sonstigen Bedingungen sind nach DAMW-VW 968, TGL 21 094 Bl.1 bis 10 und TGL 117-0069 ;"Warmbehandlung von Beton" durchzuführen.

6.4. Stahl

Die in Tabelle 2 angegebenen mechanischen Eigenschaften sind in Zweifelsfällen durch den Zug- und Faltversuch nachzuweisen.
Die Probestäbe dürfen für den Faltversuch weder abgedreht noch ausgeschmiedet oder ausgewalzt werden. Dies gilt auch für den Zugversuch an profilierten Stäben.
Auf der Zugseite dürfen beim Faltversuch keine Risse entstehen. Der Zug- und Faltversuch ist bei Betonstählen unbekannter Herkunft stets durchzuführen.
Prüfung der Schweißverbindung von Bewehrungsstählen ist nach den geltenden Vorschriften durchzuführen.

6.5. Ergebnisse der Qualitätsprüfungen

Die Ergebnisse der Qualitätsprüfungen **müssen auf der Baustelle für die Abnahme durch die Kontrollorgane bereitliegen.**
Die Staatliche Bauaufsicht und das ASMW können **weitere Prüfungen und Prüferzeugnisse** fordern.

7. PROBEBELASTUNG

7.1. Probebelastungen sollen auf das Mindestmaß beschränkt werden und dürfen nur im Einvernehmen mit der Staatlichen Bauaufsicht durchgeführt werden.
Sie sind bei Hochbauten nicht vor 45 tägiger Erhärtung des Betons vorzunehmen.
Hierbei ist darauf zu achten, daß bei balkenartigen Tragwerken **eine** in der Festigkeitsberechnung nicht vorgesehene Einspannung oder Gewölbewirkung eintritt.
In besonderen Fällen empfiehlt es sich, einzelne Bauteile durch Stemmfugen abzutrennen und bis zum Bruch zu belasten, **wenn das ohne Schädigung des Gesamtbau**werkes möglich ist.
Die Belastung muß in sich beweglich sein und der Durchbiegung folgen können.

7.2. Bei Deckenplatten und Balken soll als Probelast höchstens das 1,5 fache der Verkehrslast p aufgebracht werden.
Ist p größer als 1000 kp/m^2, so kann die Probelast bis auf den Wert p ermäßigt werden.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Peko, Kapellenstraße 76, 08324 Bockau.

7.3. Bei Bauwerken, bei denen auf die Vermeidung sichtbarer Zugrisse im Beton besonderer Wert gelegt werden muß, sind höchstens die wirklichen, der Berechnung zugrunde gelegten Verkehrslasten aufzubringen. Die volle rechnungsmäßige Last darf nicht unmittelbar nach dem Ausrüsten aufgebracht werden.

7.4. Ist die ständige Last noch nicht voll vorhanden, so ist die Probelast um den fehlenden Betrag zu erhöhen.

7.5. Die Probelast muß mindestens 6 Stunden liegenbleiben, erst dann ist die größte Durchbiegung zu messen. Die bleibende Durchbiegung ist frühestens 12 Stunden nach Beseitigung der Probelast festzustellen.
Die bleibende Durchbiegung unter Berücksichtigung etwaiger Auflagersenkungen darf im allgemeinen höchstens 1/4 der gemessenen Gesamtdurchbiegung sein.

8. BETONAUFBEREITUNG

8.1. Zugabe der Zuschlagstoffe

Die Zuschlagstoffe sollen nach Masse (kg) zugegeben werden. Werden sie nach Raumteilen abgemessen, so sind die Massen der abgemessenen Zuschlagstoffmengen so nachzuweisen, daß eine gleichmäßige Zugabe gewährleistet ist; dies gilt auch dann, wenn selbsttätige Abmeßvorrichtungen vorhanden sind.
Bei Beton B 120 dürfen die Zuschlagstoffe ungetrennt in einer Körnung verwendet werden. Ihre Zusammensetzung muß aber mindestens dem brauchbaren Bereich nach Bild 2 entsprechen.
Um eine gleichmäßige Zusammensetzung von Beton B 160 und B 225 zu gewährleisten, müssen die Zuschlagstoffe dann getrennt in 2 verschiedenen Körnungen, unter 5 mm und über 5 mm, angeliefert werden, wenn der Betonkiessand nach TGL 117-0680 "Betonkies, Betonkiessand; Technische Lieferbedingungen" von sich aus nicht den Anforderungen der Bilder 1 oder 2 in Abschnitt 5.2.2.1. entspricht. Die verschiedenen Körnungen müssen beim Mischen derart zugegeben werden, daß die Kornzusammensetzung der gesamten Zuschlagstoffe mindestens im brauchbaren Bereich nach Bild 2 liegt, jedoch darf bei Beton B 225 das Verhältnis der Masse zwischen Feinem (unter 5 mm) und Grobem (über 5 mm) in Gesamtmenge nicht größer als 60 : 40 sein, siehe Abschnitt 5.2.2.1. Bei Ausfallkörnungen sind Abweichungen nach Abschnitt 5.2.2.1. möglich.
Bei Beton B 300 und Beton höherer Güte sind die Zuschlagstoffe getrennt, zum mindesten nach den drei Körnungen 0 bis 2 mm, 2 bis 5 mm und über 5 mm, anzuliefern und so zu mischen, daß die Kornzusammensetzung des Sandes und des gesamten Gemenges im besonders guten Bereich nach Bild 1 und 2 liegt.

8.2. Zementgehalt

Der Zement wird durch Wägen zugemessen. Beim Festlegen der Mischung ist der Zementanteil in kg auf ein m^3 Fertigbeton anzugeben.
Das Mischgut muß so viel Zement enthalten, daß ein dichter Beton entsteht, der eine rostsichere Umhüllung der Stahleinlagen gewährleistet.
Im allgemeinen müssen mindestens 270 kg Zement in einem m^3 fertigen Beton im Bauwerk enthalten sein.
In Hochbauten darf der Zementgehalt für die Bauteile, die dem Einfluß von Feuchtigkeit und Witterung nicht ausgesetzt sind, bei Beton B 160 und B 225 auf 240 kg/m^3 herabgesetzt werden. Bei Beton B 120, B 300 und höher sowie bei Brücken müssen mindestens 270 kg Zement in einem m^3 fertigen Beton im Bauwerk vorhanden sein.
Die Kontrollorgane können den Nachweis des Zementgehaltes verlangen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08321 Bockau.

Bei Bauwerken, die wegen besonders ungünstiger Verhältnisse einen erhöhten Rostschutz verlangen, z. B. Brücken, kann eine größere Mindestmenge Zement gefordert werden. Bei Stahlbetonkörpern größerer Abmessungen, deren Beanspruchung wesentlich unter den zulässigen Werten liegt, darf eine entsprechend geringere Menge zugelassen werden, wenn für den Rostschutz der Stähle gesorgt wird und, falls erforderlich, die Wasserundurchlässigkeit des Betons im Bauwerk gesichert ist.
Bei Bauten im Meerwasser ist die erforderliche Mindestzementmenge nach TGL 11357 "Beton in aggressiven Wässern, Beurteilung des Wassers, Bauausführung" zu bestimmen.

8.3. Wasserzusatz
Der Wasserzusatz richtet sich nach

der vorgesehenen Verarbeitung des Betons, Art, Feuchtigkeitsgehalt und Wasseraufnahmefähigkeit der Zuschlagstoffe, dem Mischverhältnis und der Witterung.

Der Beton muß die Bewehrung vollständig und dicht umhüllen. Der Wasserzusatz darf aber nicht größer sein, als es die gewählte Verarbeitungsweise verlangt, da Wasserüberschuß die Festigkeit stark herabsetzt. Der beim Festigkeitsnachweis, siehe Abschnitt 6.3., verlangte Grad der Verarbeitbarkeit des Betons muß während der Bauausführung, entsprechend TGL 21093 Bl. 2, eingehalten werden.
Aus der Verarbeitungstechnologie ergibt sich der W/Z Faktor, wobei ein gleichmäßig dichtes Gefüge gewährleistet sein muß.

8.4. Mischweise
Das Mischverhältnis muß an der Mischanlage deutlich lesbar angeschlagen sein und sich beim Arbeitsvorgang leicht feststellen lassen.

8.4.1. Maschinenmischung
Der Beton soll durch geeignete Maschinen gemischt werden. Die Mischmaschinen müssen Wasserabmeßvorrichtungen haben, die so beschaffen sind, daß das Wasser gleichmäßig und rasch zugeführt wird und der Wasserzusatz mit einer Genauigkeit von ± 3 % gemessen werden kann.
Die Mischmaschinen müssen von erfahrenen Facharbeitern bedient werden, die in der Lage sind, eine gleichmäßige Steife des Betons einzuhalten.
Der Beton ist so lange zu mischen, bis er innig durchgearbeitet ist und gleichmäßig aussieht. Dabei braucht nicht trocken vorgemischt zu werden. Im allgemeinen genügt eine Mischdauer (Zeit, während der das Gemenge in der Mischtrommel bearbeitet wird) von 1 bis 1,5 Minuten. Werden jedoch Mischmaschinen verwendet, bei denen nach TGL 4973 Bl.3 "Mischmaschinen für Beton und Mörtel" die Einhaltung der Mischgüte in einer kürzeren Mischzeit nachgewiesen wird, so ist diese nachgewiesene Mischzeit zulässig. Durchlaufmischer sind ausnahmsweise zulässig, wenn die maschinelle Beschickung der Trommel einen vollkommen gleichmäßigen Zufluß der Stoffe gewährleistet und dieser laufend nachgeprüft wird.

Bei kleineren Bauausführungen ist ausnahmsweise auch Handmischung zulässig.
Hierbei ist der Beton auf einer gut gelagerten, kräftigen, dichtschließenden Pritsche oder auf einer anderen ebenen, schlecht absaugenden und festen Unterlage herzustellen.
Zunächst sind die Betonzuschlagstoffe mit dem Zement trocken mindestens dreimal zu mischen, bis ein gleichfarbiges Gemenge entsteht; dann ist das Wasser allmählich gleichmäßig verteilend zuzusetzen und das Ganze noch so lange zu mischen, bis man eine gleichmäßige Betonmasse erhält.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

8.5. Verarbeitbarkeit des Betons

Je nach dem Wassergehalt und dem Kornaufbau des Frischbetons ergeben sich unterschiedliche Grade der Verarbeitbarkeit, die entsprechend dem Bauteil und der möglichen Technologie der Herstellung zu wählen sind. Der Grad der Verarbeitbarkeit ist nach TGL 21093 Bl. 2 festzustellen. Tabelle 3 enthält Beispiele für die Zuordnung von Graden der Verarbeitbarkeit zu Bauteilen oder Technologien.

Tabelle 3

Kennzeichen der Betonmischung	Beton	
	Grad der Verarbeitbarkeit nach TGL 21093 Bl. 2	Beispiele für Zuordnung
steif, trocken	V_1	Betonwaren und Betonfertigteile mit weitmaschiger Bewehrung bei intensivster Rüttelverdichtung
steif bis weich, leicht feucht	V_2	Massenbeton, Bauteile mit engliegender Bewehrung, Fundamente; Verdichtung durch Rütteln, Stampfen
weich bis fließfähig, feucht	V_3	Pumpbeton, Stahlbeton mit feingliedrigen Querschnitten und/oder besonders dichter Bewehrung; Verdichtung durch leichtes Rütteln, Stampfen
fließfähig, naß	V_4	Transport mit Gießrinnen, Unterwasserbeton; Verdichtung durch Stochern
flüssig	V_5	spezielle Technologien wie Auspressen und Einpressen

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

9. VERARBEITUNG UND NACHBEHANDLUNG DES BETONS

9.1. Allgemeines

Der Beton soll unmittelbar nach dem Mischen und ohne Unterbrechung verarbeitet werden. Nur in Ausnahmefällen darf er einige Zeit unverarbeitet liegenbleiben, - bei trockener und warmer Witterung nicht über eine halbe Stunde, bei nasser und kühler Witterung nicht über eine Stunde -, er muß dann aber gegen Witterungseinflüsse, wie Sonne, Wind, starken Regen, geschützt und unmittelbar vor Verwendung umgeschaufelt werden. Stets muß der Beton verarbeitet sein, ehe sein Erstarren festzustellen ist.

Beim Einbringen des Betons ist darauf zu achten, daß die Mischung gleichmäßig bleibt.

Um Hohlräume infolge Setzens des frisch eingebrachten Betons zu vermeiden, sind die Formen nicht zu schnell zu füllen.

Beim Betonieren von hohen schlanken Bauteilen ist der Beton mittig in die Form einzubringen, z.B. durch Schüttrohre und Trichter.

Der Beton darf nicht unmittelbar aus der Gießrinne in die Schalung geschüttet werden.

9.2. Fördern des Betons

Beim Fördern des Betons von der Misch- zur Verarbeitungsstelle ist dafür zu sorgen, daß sich der Beton nicht entmischt. Beton, der sich trotzdem während der Beförderung entmischt hat, ist unmittelbar vor Einbringen in die Schalung nochmals durchzumischen.

Weicher und flüssiger Beton darf nicht über längere Strecken gefahren werden. Soll Beton über eine größere Höhe geschüttet werden, so ist er durch Fallrohre zusammenzuhalten, die erst kurz über der Einbaustelle enden dürfen. Nur Beton mit hohem Sandgehalt darf bis zu höchstens 2 m frei herabfallen. Pumpleitungen müssen so verlegt werden, daß der Betonstrom innerhalb der Leitung nicht abreißt. Der Wassergehalt und die Kornzusammensetzung sind beim Pumpbeton so zu bestimmen, daß sich die Rohre nicht verstopfen. Die festgelegte Verarbeitbarkeit des Betons darf durch Zugabe von Wasser vor dem Pumpen nicht verändert werden, siehe auch TGL 118-0347 "Betonförderung hydraulisch, pneumatisch". Transportbeton ist nach TGL 117-0825 "Transportbeton" herzustellen.
Die Neigung der Rinnen zur Förderung flüssigen Betons ist so festzulegen, daß der Beton mit möglichst geringem Wassergehalt fließt und sich nicht entmischt. Bei der Beschickung der Rinnen ist anzustreben, daß der Beton in möglichst gleichmäßigem Strom durch die Rinnen fließt.

9.3. Verarbeiten des Betons

9.3.1. Verarbeitungsgrade V_1 bis V_3

Wird Beton durch Rütteln verdichtet, so richtet sich seine Zusammensetzung auch nach der Leistungsfähigkeit der Rüttler. Der Beton ist richtig verdichtet, wenn während des Rüttelns an der Oberfläche Schlempe, aber nur in geringer Menge, austritt, Innenrüttler von selbst einsinken und beim langsamen Herausziehen des Rüttlers keine Löcher im Beton zurückbleiben.
Zum Rütteln des Betons in Säulen, Balken und dicken Platten eignen sich Innenrüttler, für dünne Platten kommen Oberflächenrüttler in Frage. Werden Außenrüttler für die Herstellung derartiger Elemente verwendet, muß die gleichmäßige Verdichtung des Gesamtquerschnittes gewährleistet werden.
Innenrüttler sind möglichst lotrecht in den Beton einzutauchen und nach Erreichen der tiefsten Lage sofort wieder langsam herauszuziehen. Ihr Wirkungsbereich ist am Feuchtwerden der Betonoberfläche und am Austritt von Schlempe zu erkennen. Der Abstand der Tauchstellen richtet sich nach der Steife des Betons und nach der Leistung der Rüttler. Besonders in den Ecken und längs der Schalung ist für ausreichendes Rütteln zu sorgen. Die Rüttler dürfen die Stahleinlagen und die Schalung nicht berühren.
Oberflächenrüttler sind so langsam fortzubewegen, daß die Betonoberfläche hinter ihnen deutlich feucht wird und mit etwas Schlempe bedeckt ist.
Beim Verdichten mit Innenrüttlern darf der Beton in Schichten bis zu 700 mm Höhe eingebracht werden; unter Oberflächenrüttlern soll die Schichthöhe nach dem Verdichten höchstens 200 mm sein.
Die Schalung oder Formen für Beton, der gerüttelt wird, müssen dicht sein.

9.3.2. Verarbeitungsgrade V_2 und V_3

Beim Verdichten durch Stampfen ist beim Verarbeitungsgrad V_2 der Beton in Schichten von solcher Höhe einzubringen, daß die fertiggestampfte Schicht nicht dicker als 150 mm ist. Die einzelnen Schichten sollen rechtwinklig zu der im Bauwerk auftretenden Druckrichtung verlaufen und in Druckrichtung gestampft werden. Wo dies nicht möglich ist, muß eine andere Verdichtungsart ausgewählt werden.

Die Schichten müssen durch Hand- oder besser Maschinenstampfer so lange verdichtet werden, bis der Beton an der Oberfläche weich wird und dort eine geschlossene Fläche bildet. In den Ecken und längs der Schalung muß besonders sorgfältig gestampft werden. Vor dem Einbringen einer neuen Schicht ist die vorhergehende aufzurauhen, bevor sie erstarrt ist. Wird mit Innenrüttlern verdichtet, darf die Schütthöhe höchstens 700 mm betragen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Beko, Kapellenstraße 7b 08324 Bockau.

9.3.3. Verarbeitungsgrad V_3

Hierbei kann der Beton durch sorgfältiges Stochern unterstützt durch Stampfen mit leichten breitflächigen Stampfern oder durch Rütteln verdichtet werden. Beim Stochern ist besonders auf satte Umhüllung der Stahleinlagen und gutes Durcharbeiten längs der Schalung zu achten. Dies kann, besonders bei Säulen, durch Klopfen gegen die Schalung unterstützt werden. Stampfen empfiehlt sich hauptsächlich für Platten.
Zum Verdichten durch Rüttler eignet sich nur schwer entmischbarer Beton. Der Beton darf hierbei nur so wenig weich sein, daß er keine wässrige Schlempe abstößt. Die Rüttelzeit muß kürzer sein als bei Beton der Verarbeitungsgrade V_1 und V_2. Die Schichthöhe des weichen Betons richtet sich nach der Art des Bauteils, der Größe der zu betonierenden Fläche und nach der Art des Verdichtens.

9.3.4. Verarbeitungsgrad V_4

Der Beton verlangt wegen seines hohen Wassergehalts und der dadurch verursachten Herabminderung der Festigkeit eine ausgesuchte Zusammensetzung der Zuschlagstoffe, geeignete Einrichtungen für das Mischen, Fördern und Einbringen.
Durch zweckmäßige Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe, die stets durch Eignungsprüfungen vor Baubeginn festzulegen und deren Einhalten durch laufende Überwachung während der Bauausführung zu gewährleisten ist, siehe Abschnitt 6.3., ist dafür zu sorgen, daß die Fließfähigkeit mit möglichst geringem Wassergehalt erreicht und die Entmischungsgefahr eingeschränkt werden. Fließt der Beton nicht von selbst überall hin, so ist mit geeigneten Geräten nachzuhelfen. Weites Fließen oder Verziehen muß vermieden werden. Unzulässig ist es, den Beton mit flach auslaufenden Böschungen vorzutreiben.
Nach dem Einbringen ist der Beton durch Stochern so weit durchzuarbeiten, daß die in ihm enthaltenen Luftblasen möglichst entweichen und er ein gleichmäßiges Gefüge ohne Fehlverdichtungsstellen erhält.
Wasser und Schlamm, die sich auf der Oberfläche der gegossenen Schichten ansammeln, müssen vorsichtig beseitigt werden. Etwa noch verbliebener Zementschlamm ist später von der erstarrten Schicht zu entfernen.

9.3.5. Verarbeitungsgrad V_5

Der Beton ist nach den geltenden Vorschriften zu verarbeiten.

9.4. Arbeitsfugen

Die Arbeitsfugen sind vor Beginn des Betonierens festzulegen. Ihre Anordnung richtet sich nach

- dem Arbeitsvorgang
- der Leistung der Betonanlage
- der Art und Beanspruchung des Bauteils und
- den Anforderungen bei sichtbaren Außenflächen.

In den Arbeitsfugen muß für einen ausreichend festen Zusammenschluß der Betonschichten gesorgt werden. Dazu ist die Anschlußfläche des erstarrten Betons aufzurauhen und vor dem Weiterbetonieren von losen Bestandteilen, Zementschlamm und Staub sorgfältig zu reinigen und gründlich zu nässen. Sobald die Anschlußflächen nach Aufsaugen des Wassers nur noch mattfeucht sind, ist Zementmörtelbrei oder Beton von fetterer Mischung und feinerer Körnung aufzubringen. Dann ist sofort weiterzubetonieren.

9.5. Nachbehandlung des Betons

Die Festigkeit des frischen, erhärtenden Betons wird durch sorgfältige Nachbehandlung merkbar erhöht. Der eingebrachte Beton ist während der ersten Zeit des Erhärtens gegen schädigende Einflüsse, wie Hitze, Wind, Kälte, strömendes Wasser, chemische Angriffe und Erschütterungen zu schützen. Mit Rücksicht auf das Schwinden

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

ist er 8 bis 14 Tage lang dauernd feucht zu halten; Beton mit Zement 350 oder Zement 450 muß stärker feucht gehalten werden. Bei Frostgefahr ist frischer Beton frostsicher abzudecken.
Die Warmbehandlung ist nach TGL 117-0069 "Warmbehandlung von Beton" durchzuführen.

10. BETONIEREN BEI KÜHLER WITTERUNG

Wenn bei Temperaturen unter +5 °C betoniert werden soll, sind Vorsichtsmaßregeln zu treffen, damit der Beton während des Abbindens eine genügend hohe Temperatur behält. Die Temperatur des Mischgutes ist fortlaufend zu messen; mit einem Mischgut, das kälter ist als +5 °C, darf nicht betoniert werden. Gefrorene Zuschlagstoffe dürfen nicht verwendet werden.
Bei vorübergehendem Frost bis etwa -3 °C sind, wenn nötig, das Anmachwasser oder die Zuschläge anzuwärmen. Bei anhaltendem Frost und bei kurzem Frost unter -3 °C darf nur unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen (Winterbaumaßnahmen) betoniert werden. Hierbei ist durch Anwärmen des Wassers und der Zuschläge und durch Umschließen und Heizen der Arbeitsstelle dafür zu sorgen, daß der Beton ungestört erstarren und erhärten kann. Dem Beton darf aber das zum Erstarren und Erhärten erforderliche Wasser nicht durch zu große Hitze entzogen werden.
An gefrorene Bauteile darf nicht anbetoniert werden. Durch Frost beschädigter Beton ist zu beseitigen.

11. EINBRINGEN DER STAHLEINLAGEN

11.1. Der Stahl ist vor der Verwendung von Schmutz, Fett, Eis und losem Rost zu befreien.
Besondere Sorgfalt ist darauf zu verwenden, daß die Stahleinlagen die vorgeschriebene Form und richtige Lage erhalten, und daß die Zug- und Druckbewehrungen (Hauptbewehrung) mit den Verteilungseinlagen und Bügeln gut durch Bindedraht verknüpft werden. Die Verknüpfung durch Draht darf durch Schweißung nach den geltenden Vorschriften ersetzt werden.
Der verantwortliche Bauleiter muß vor dem Betonieren die planmäßige Anordnung und die Querschnitte der Stahleinlagen prüfen.
Bewehrungsstähle dürfen zum Zeitpunkt des rostsicheren Umhüllens mit Beton höchstens mit einem fest haftenden Rostansatz (Flugrost) versehen sein. Stärker korrodierte Bewehrungsstähle sind durch geeignete Maßnahmen zu entrosten. Die eingetretene Querschnittsschwächung ist beim Einsatz der Stähle zu berücksichtigen. Für dynamisch beanspruchte Bauteile dürfen sie nicht verwendet werden. Weitergehende Forderungen aus schweißtechnischen Gesichtspunkten werden hiervon nicht berührt.

11.2. Während des Betonierens ist die Bewehrung in der geforderten Lage festzuhalten. Die erforderliche Betonüberdeckung aller Einlagen ist z. B. durch Aufhängen der Bewehrung, Einlegen von Betonklötzchen zu sichern; auf die seitliche Überdeckung der Bügel ist besonders zu achten. Die obere Decken- und Balkenbewehrung ist gegen Heruntertreten zu sichern.
Der den Stahl umhüllende Beton muß durch wirksame Verdichtung ein gleichmäßiges, geschlossenes Gefüge ohne Anhäufung von offenen Poren enthalten.

11.3. Die Stahleinlagen sind mit der Betonmasse dicht zu umhüllen. Bei Verwendung von steifem Beton (V_1, V_2), siehe Abschnitt 8.6. und 9.3., sind sie mit einer Schicht weichen Betons zu umgeben oder unmittelbar vor dem Einbringen des steifen Betons mit Zementmilch einzuschlämmen, wobei darauf zu achten ist, daß die Zementmilch beim Einbringen des Betons noch vollkommen frisch und nicht abgetrocknet ist.

11.4. Wird ein Bauteil mit Stahleinlagen auf der Unterseite unmittelbar auf dem Baugrund hergestellt, z. B. Fundamentplatte, so ist dieser vorher mit einer mindestens 50 mm dicken Betonschicht oder mit einer gleichwertigen Schicht, z. B. Ziegelflachschicht, abzudecken.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Karl-Marx-Straße 7b, 08324 Bockau.

12. SCHALUNGEN UND LEHRGERÜSTE

12.1. Allgemeines

Alle Gerüste und Schalungen sind tragfähig und standsicher herzustellen.
Für Gerüste gilt TGL 118-4420 "Gerüstordnung".
Formen müssen den auftretenden Beanspruchungen entsprechend dimensioniert und verankert sein.
Die auftretenden Kräfte müssen sicher in den Baugrund abgeleitet werden. Hierauf ist besonders zu achten, wenn sich Gerüste und Schalungen auf andere Bauteile stützen, z. B. auf Zwischendecken oder bei Aufstockungen oder Umbauten.
Die Stützenlasten sind sachgemäß auf den Untergrund zu verteilen. Bei nicht tragfähigem oder gefrorenem Untergrund sind besondere Maßnahmen zu treffen. Die Stützen müssen eine sichere und unverrückbare Unterlage erhalten, z. B. Kanthölzer oder Bohlen, aber keinesfalls lose Ziegel oder Steine, um eine ausreichende Lastverteilung oder Lastübertragung auf den Untergrund zu gewährleisten. Lassen sich mehrlagige Unterklotzungen nicht vermeiden, so müssen sie kippsicher ausgebildet werden. Schrägstützen sind gegen Gleiten zu sichern.
Schalungen und Lehrgerüste müssen leicht, gefahrlos und ohne Stöße und Erschütterungen entfernt werden können. Sie sind daher auf Keile, Sandtöpfe, Schrauben oder andere Ausrüstungsvorrichtungen zu stellen.
Schalungen und Lehrgerüste für weitgespannte Bauteile müssen eine solche Überhöhung erhalten, daß die Tragwerke nach dem Ausrüsten die planmäßige Form haben.
Vor dem Einbringen der Bewehrung und des Betons sind die Schalungen und Formen zu reinigen, gegebenenfalls mit Trennmitteln zu behandeln und, wenn nötig, anzunässen. Hierzu sind Reinigungsöffnungen anzuordnen, bei Schalungen von Säulen am Fuß und am Ansatz der Auskragungen, bei tiefen Balkenschalungen an der Unterseite. Bevor und während betoniert wird, sind die Schalungen und ihre Unterlagen bzw. Betonformen und ihre Befestigungen genau nachzuprüfen.
Keinesfalls dürfen Baustoffe auf Schalungen abgestürzt oder in unzulässiger Menge gestapelt werden.

12.2. Aussteifungen

Alle Schalungs- und Lehrgerüste müssen in der Längs- und Querrichtung so ausgesteift werden, daß die waagerechten Kräfte, siehe Abschnitt 12.6., sicher in den Baugrund abgeleitet werden können. Als Aussteifungen sind im allgemeinen Dreieckverbände anzuordnen, deren Stäbe so zu führen sind, daß die Stützen möglichst wenig auf Biegung beansprucht werden. Dreieckverbände können in den Stützenfeldern entfallen, die durch Zangen oder ähnliche Vorkehrungen unverschieblich gegen benachbarte ausgesteifte Felder oder gegen standfestes Mauerwerk festgelegt werden.
Schalungs- und Lehrgerüste müssen auch während der Aufstellung ausreichend ausgesteift sein.

12.3. Zeichnungen

Bei freistehenden und mehrgeschossigen Schalungs- und Lehrgerüsten und in allen Fällen, in denen nach Abschnitt 12.5. ein Festigkeitsnachweis verlangt wird, sind Zeichnungen der Schalungs- und Lehrgerüste für die Baustelle anzufertigen. Dies gilt auch für die Vorkehrungen, die getroffen werden müssen, um bei hohen seitlichen Schalungen den seitlichen Druck des Betons aufzunehmen.

12.4. Schalungsgerüste im Hochbau

12.4.1. Schalungsstützen

Holzstützen sollen gerade gewachsen sein. Geringere Zopfdicken als 70 mm sind unzulässig. Wenn nötig, sind die Knicklängen durch doppelte Kreuzstreben nach zwei zueinander senkrechten Richtungen oder durch waagerechte Zangen zu vermindern, die unverschieblich, in der Regel durch Dreieckverbände,

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bar & Kelo, Kapellenstraße 7b 08324 Bockau

gehalten sein müssen; zum Nachweis der Knicksicherheit siehe Abschnitt 12.5.
Von den Schalungsstützen der Stahlbetontragwerke im Hochbau darf unter Platten nur jede zweite, unter Balken nur jede dritte Stütze gestoßen sein. Die gestoßenen Stützen sollen gleichmäßig verteilt werden. Mehr als einmal gestoßene Stützen sind unzulässig. Die Schnittflächen gestoßener lotrechter Stützen müssen waagerecht sein und dicht aufeinanderpassen. Die Stoßstellen sind durch aufgenagelte, mindestens 0,70 m lange hölzerne Laschen gegen Ausbiegung und Knicken zu sichern. Bei Stützen aus Rundholz sind für jeden Stoß drei, bei solchen aus Vierkantholz vier Laschen zu verwenden. Wegen der Knickgefahr darf der Stoß nicht ins mittlere Drittel der Stütze gelegt werden.
Stützen mit Ausziehvorrichtung oder stählerner Verlängerung gelten als nicht gestoßen, wenn die Verbindung haltbar und wirksam ist.
Das Einpressen der Stützen in die Lagerhölzer ist, wenn nötig, durch Zwischenlagen aus Hartholz oder Stahl zu vermindern.
Die Stützen sind im Stockwerkbau und in mehrgeschossigen Gerüsten so anzuordnen, daß die Last der oberen Stützen unmittelbar auf die darunterstehenden übertragen wird.

12.4.2. Notstützen
Die Schalungen für Hochbauten sind so anzuordnen, daß beim Ausschalen einige Stützen (Notstützen) stehenbleiben können, ohne daß daran und an den darüberliegenden Schalbrettern gerührt zu werden braucht. Die Notstützen sollen in den einzelnen Stockwerken möglichst genau übereinanderstehen.
Bei Balken geringer Stützweite genügt eine Notstütze unter der Mitte jedes Balkens. Bei größeren Stützweiten sind mehrere Notstützen anzuordnen. Bei Platten von mehr als 3 m Stützweite sind Notstützen in Plattenmitte anzuordnen. Ihr Abstand darf rechtwinklig zur Plattenstützweite höchstens 6 m sein.

12.5. Festigkeitsnachweis
Bei eingeschossigen Schalungsgerüsten von Hochbauten, bei denen sämtliche Lasten durch lotrechte Stützen unmittelbar übertragen werden, muß die Standsicherheit besonders nachgewiesen werden, wenn die Gerüsthöhe mehr als 5 m beträgt. In Zweifelsfällen ist der Nachweis der Knicksicherheit der Stützen zu erbringen. Bei schwer lastenden Bauteilen ist die Knicksicherheit stets nachzuweisen.
Bei allen anderen Schalungs- und Lehrgerüsten ist eine Festigkeitsberechnung aufzustellen. Für die Bemessung sind die jeweils gültigen Vorschriften anzuwenden.

12.6. Belastungsannahmen
Als lotrechte Kräfte für die Bemessungen der Schalungen und Gerüste kommen in Betracht:
die Eigenlast der Schalung und des Gerüstes,
die Last des eingebrachten frischen Betons, wobei die Anhäufung an einzelnen Stellen berücksichtigt werden muß,
die Last vom Fördergerät,
der Einfluß von Stößen, z. B. beim Ausschütten des Betons.
Als waagerechte Kräfte sind außer der Windlast auch Seilzug, Schub aus Schrägstützen und dergleichen zu beachten.
Zur Berücksichtigung der Kräfte, die z. B. aus unvermeidlichen Schrägstellungen der Stützen entstehen, sind die Versteifungen und ihre Anschlüsse so zu bemessen, daß sie außer den genannten waagerechten Kräften eine in Höhe der Schalungsoberkante angreifende waagerechte Kraft von mindestens $\frac{1}{100}$ der von dem Gerüst zu tragenden lotrechten Lasten ohne Überschreitung der zulässigen Spannungen aufnehmen und sicher in den Erdboden ableiten können.
Bei seitlichen Schalungen ist zu beachten, daß weicher und vor allem flüssiger Beton, im übrigen aber jeder Beton, der durch Innenrüttler verdichtet wird, bei größerer Schütthöhe einen hohen seitlichen Druck ausübt.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Peko, Kapellenstraße 70 08324 Bockau.

13. SCHALUNGSFRISTEN UND AUSSCHALEN

13.1. Kein Bauteil darf ausgeschalt, d.h. keine Schalung oder Stützung eher beseitigt werden, als bis der Beton ausreichend erhärtet ist, der verantwortliche Bauleiter sich durch Untersuchung des Bauteils davon überzeugt und die Ausschalung angeordnet hat. Mindeststandzeiten der Notstützen sind Abschnitt 13.3. zu entnehmen.

13.2. Die Fristen zwischen der Beendigung des Betonierens und dem Ausschalen sind abhängig von der Zementart und Beschaffenheit des Betons, von der Art, Größe und Beanspruchung des Betonkörpers und von der Witterung.
Besondere Vorsicht ist geboten bei Bauteilen, die beim Ausschalen nahezu schon die volle rechnungsmäßige Last haben, z. B. die Geschoßdecken, die durch noch nicht erhärtete Decken der oberen Stockwerke belastet sind, Dächer und Dachdecken.
Bei günstiger Witterung (niedrigste Temperatur über 5 °C) gelten bei Anwendung der üblichen Schalungsverfahren im allgemeinen mindestens folgende Ausschalungsfristen nach Tabelle 4:

Tabelle 4

1	2	3	4
Verwendete Zementart	Ausschalungsfristen für die seitliche Schalung der Balken, Wände und Schalung der Säulen	Schalung der Deckenplatten	Stützung der Balken und Deckenplatten
Zement 225	3 Tage	8 Tage	3 Wochen
Zement 350	2 Tage	4 Tage	8 Tage
Zement 450	1 Tag	3 Tage	6 Tage

Bei großen Stützweiten und Abmessungen sind diese Ausschalungsfristen unter Umständen bis auf das Doppelte zu verlängern. Bei Anwendung von Gleit- oder Wanderschalungen und ähnlichen Verfahren oder bei besonders günstigen Witterungsverhältnissen können die Fristen der Spalte 2 sinngemäß herabgesetzt werden.
War es seit Einbringen des Betons zeitweise kühl (niedrigste Temperatur zwischen + 5 und 0 °C), so muß der verantwortliche Bauleiter durch Untersuchen des auszuschalenden Bauteils besonders sorgfältig prüfen, ob der Beton ausreichend erhärtet ist und ob nicht die angegebenen Schalungsfristen entsprechend verlängert werden müssen.
Tritt während des Erhärtens Frost ein, so sind die Ausschalungsfristen mindestens um die Dauer der Frostzeit zu verlängern.
Bei Wiederaufnahme der Arbeiten nach dem Frost und vor jeder weiteren Ausschalung ist der Beton darauf zu untersuchen, ob er abgebunden hat und genügend erhärtet, nicht etwa nur hart gefroren ist.
Bei ungünstiger Witterung und bei Frostwetter können die Kontrollorgane die Entscheidung über die Ausschalungsfristen von dem Ausfall von Druckversuchen an Würfeln nach Abschnitt 6.3.2. abhängig machen, die unter den gleichen Bedingungen wie der Beton im Bauwerk im Freien erhärtet sind.
Erhärtungsprüfung ist nach TGL 21 094 Bl.4 durchzuführen.

13.3. Die Mindeststandzeiten der Notstützen, siehe auch Abschnitt 12.4.2., sollen den Werten der Tabelle 5 entsprechen. Bei Frost sind sie mindestens um die Dauer der Frostzeit zu verlängern. In besonderen Fällen können die Kontrollorgane Ausnahmen zulassen.

Tabelle 5

Mindeststandzeiten nach dem Ausschalen bei Verwendung von Zement		
225	350	450
14 Tage	8 Tage	6 Tage

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Pabellenstraße 7b, 08324 Bockau.

13.4. Die Säulen sollen vor den Balken und Platten ausgeschalt werden. Die Stützen, Lehrbogen und freitragenden Deckenschalungen sind zunächst durch Lösen der Ausrüstungsvorrichtungen, siehe Abschnitt 12.1., abzusenken. Verboten ist, sie ruckweise wegzuschlagen oder abzuzwängen, auch sonst ist jede Erschütterung dabei zu vermeiden.

13.5. Läßt sich eine Benutzung der Decken in den ersten Tagen nach dem Herstellen nicht vermeiden, so ist besonders Vorsicht geboten.
Unzulässig ist, Lasten, wie Steine, Balken, Bretter, Träger, auf frisch hergestellte Decken abzuwerfen oder abzukippen oder Baustoffe in unzulässiger Menge auf ihnen zu stapeln.

14. GRUNDSÄTZE FÜR DIE BAULICHE DURCHBILDUNG

14.1. Formgebung der Bewehrungsstähle

14.1.1. Haken

Die lichten Krümmungsdurchmesser müssen mindestens betragen:

$2{,}5\ d_e$ für St A-0; St A-I
$4{,}5\ d_e$ für St A-III und $d_e \leqq 12$ mm
$7{,}0\ d_e$ für St A-III und $d_e > 12$ mm

Die Länge des geraden Hakenendes darf

$3{,}0\ d_e$ für rechtwinklige Haken nur bei Druckstäben und für halbkreisförmige Haken
$10{,}0\ d_e$ für rechtwinklige Haken bei geschlossenen Bügelstäben, siehe Bild 9

nicht unterschreiten.
Hierbei ist d_e der Durchmesser der Bewehrungsstäbe.

14.1.2. Auf- und Abbiegungen

Der lichte Krümmungsdurchmesser an den Biegestellen auf- und abgebogener Bewehrungsstäbe muß $15\ d_e$ betragen, wobei die seitliche Betondeckung $2\ d_e + 20$ mm nicht unterschreiten darf.
Wenn die Betongüte $\geqq$ B 225 ist, darf bei Stäben aus St A-0 oder St A-I der lichte Krümmungsdurchmesser auf $10\ d_e$ verringert werden.

14.2. Umlenkkräfte

Bei Bauteilen mit gebogenen oder geknickten Leibungen sind die sich aus der Richtungsänderung von Zug- oder Druckkräften ergebenden, nach außen wirkenden Kräfte durch zusätzliche Bügel aufzunehmen.

14.3. Bewehrungsführung bei Biegebeanspruchung

Auf- und abgebogene sowie im Feld gerade endende Bewehrungsstäbe sind unter Wahrung der Zugkraftdeckung (Zugkraftlinie) zu verankern. Bei dynamisch beanspruchten Konstruktionen müssen gerade Bewehrungsstäbe immer im gedrückten Beton verankert sein. Eine für die Konstruktion ausreichend genaue Zugkraftlinie der Längsbewehrung ist aus der um das Versatzmaß (v) parallel zur Tragwerksachse verschobenen Momentenlinie zu ermitteln, siehe Bild 3.

In Abhängigkeit von der errechneten Vergleichsspannung nach Gleichung (9) sind folgende Versatzmaße anzunehmen:

$v = 1{,}5\ h$ für Plattentragwerke mit $\tau_o \leqq \tau_{og}$
$v = h$ für Plattentragwerke mit $\tau_o > \tau_{og}$ und Balkentragwerke

Hierbei sind:

h = Nutzhöhe im betrachteten Querschnitt
τ_{og} = Grenzwert der Vergleichsspannung nach Tabelle 9

14.4. Verankerung der Bewehrungsstähle

14.4.1. Allgemeines

Die auf Zug beanspruchte Längsbewehrung aus glattem Rundstahl muß an ihren Enden halbkreisförmige und bei Druckbeanspruchung mindestens rechtwinklige Haken erhalten, wenn nicht durch andere Maßnahmen, z. B. aufgeschweißte Querstäbe, die Wirkung der Haken ersetzt wird.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Beim Verankerungsnachweis ist zwischen guten und schlechten Haftbereichen zu unterscheiden. Bewehrungsstähle liegen im guten Haftbereich, wenn

- sie höchstens 250 mm über dem Schalungsboden angeordnet sind, oder
- sie beim Betonieren mehr als 45° gegen die Waagerechte geneigt sind, und
- im Einbauzustand normal zu ihren Stabachsen keine Zugkräfte auftreten.

Stähle, die diese Forderungen nicht erfüllen, liegen im schlechten Haftbereich.

14.4.2. Verankerung von Zugstäben im Feld

Zur Zugkraftdeckung nicht mehr benötigte Bewehrungsstäbe, siehe Abschnitt 14.3. , dürfen unter Beachtung der Forderungen nach Tabelle 9 im Feld enden. Aufgebogene Stähle sind nach Bild 3 und Tabelle 6 um das Maß a_2 zu verankern.

Gerade im Feld endende Bewehrungsstähle müssen vom Punkt (O) um das Maß 0,5 a_3 nach Tabelle 6 mit Verminderung der konstruktiven Forderungen ihrer Zeilen 3 und 4 auf die Hälfte und vom theoretischen Endpunkt (E) um das Maß a_3 nach Tabelle 6 verankert werden, siehe Bild 3

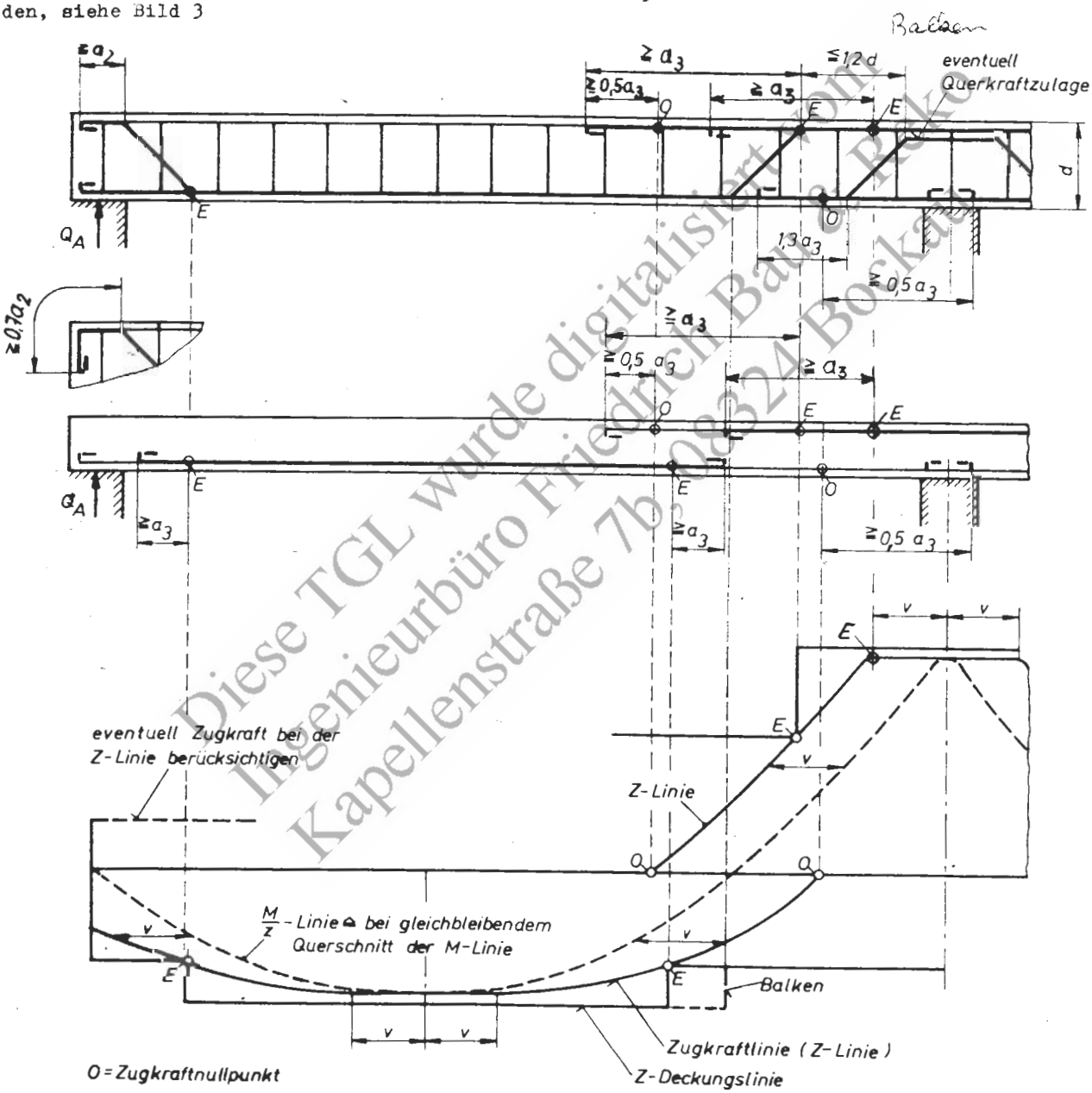


Bild 3

Das Versatzmaß (v) ist so zu berücksichtigen, daß sich stets eine Vergrößerung der $\frac{M}{z}$-Fläche ergibt.

z = Hebelarm der inneren Kräfte

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

14.4.3. Verankerung der Feldbewehrung an Endauflagern

Bei reiner Biegung und Biegung mit Druckkraft ist die Feldbewehrung für die nachfolgend angegebene Verankerungskraft $[Z_A]$ innerhalb des Auflages zu verankern.

- Konstruktionen mit rechnerischem Nachweis der Querkraftbewehrung

$$Z_A = (1{,}50 - \eta) \cdot Q_A \geqq 0{,}5\, Q_A \qquad (1)$$

- Platten ohne rechnerischen Nachweis der Querkraftbewehrung[4)]

$$Z_A = 1{,}50 \cdot Q_A \qquad (2)$$

- Bei Balken mit einer konstruktiven, rechnerisch nicht nachgewiesenen Querkraftbewehrung darf die Feldbewehrung konstruktiv verankert werden, z.B.

  StA-0; StA-I durch halbkreisförmige Haken,
  StA-III durch Haftverbund mit $a_1 \geqq 9\ d_e$
  nach Bild 5

Bei Biegung mit Zugkraft sind diese Verankerungskräfte um den Betrag der Zugkraft zu vergrößern.

In den Gleichungen (1) und (2) bedeutet

Q_A = Querkraft am Auflager, siehe Bild 3
η = vorhandener Korrekturwert nach Abschnitt 20

Z_A muß durch eine der nachstehend angegebenen konstruktiven Verankerungen auf den Beton übertragen werden:

Halbkreisförmige Haken und Haftverbund

Als Hakenanfang gilt der Beginn der Krümmung, der nicht vor dem theoretischen Auflager liegen darf. Die aufnehmbare Verankerungskraft von halbkreisförmigen Haken beträgt

$$Z_A = 700 \cdot \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot n \quad \text{für Rundstähle, z.B. St A-0 und St A-I} \qquad (3)$$

$$Z_A = 1200 \cdot \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot n \quad \text{für Rippenstähle, z.B. St A-III} \qquad (4)$$

Z_A in kp; d_e in cm

Zusätzlich zu den durch halbkreisförmige Haken übertragbaren Verankerungskräften dürfen die Verankerungskräfte aus dem Haftverbund im Bereich a_1 nach Bild 4 berücksichtigt werden. Für die zulässigen Haftspannungen gilt Tabelle 10.

Werden die zur Verankerung vorgesehenen Bewehrungsstäbe nach Abschnitt 14.1.2. zusätzlich rechtwinklig so aufgebogen, daß der Krümmungsbeginn im Bereich a_1 nach Bild 4 liegt, dürfen als zulässige Haftspannungen die doppelten Werte nach der Tabelle 10 angesetzt werden.

Haken auch geneigt oder parallel zur Auflagerebene zulässig

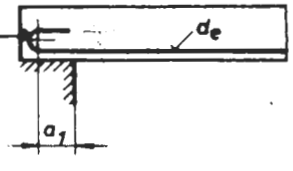


Bild 4

4) Werden Platten mit konstanter Dicke (d) und einer Entfernung der Momenten- Nullpunkte $l > 20\ d$ gleichmäßig verteilt belastet und wird $\geqq 50\ \%$ ihrer Feldbewehrung gerade zum Auflager durchgeführt, die im Auflagerbereich durch halbkreisförmige Haken verankert ist, siehe Bild 4, so darf auf den Verankerungsnachweis verzichtet werden.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Haftverbund

Auf eine Verankerung durch halbkreisförmige Haken darf verzichtet werden bei

- Rippenstahl St A-III in allen Tragwerken
- Bewehrungsmatten aus St A-I nur in Plattentragwerken, wenn τ_o die Werte der Tabelle 9, Zeile 2 nicht überschreitet und an der Auflagerkante ein Querstab in der Ausführungsklasse II (kraftschlüssig) nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau mit der Längsbewehrung verschweißt ist.

In diesen Fällen ist nachzuweisen, daß zur Übertragung der Verankerungskräfte (Z_A) der Haftverbund allein im Bereich a_1 nach Bild 5 ausreicht. Für die zulässigen Haftspannungen gilt Tabelle 10. Werden bei St A-III die zur Verankerung vorgesehenen Bewehrungsstäbe nach Abschnitt 14.1.2. zusätzlich rechtwinklig so aufgebogen, daß der Krümmungsbeginn im Bereich a_1 nach Bild 5 liegt, dürfen als zulässige Haftspannungen die 1,5fachen Werte der Tabelle 10 eingesetzt werden.

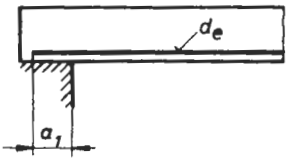


Bild 5

Querstäbe, Ankerplatten oder Ankerprofile

Auf- oder angeschweißte Querstäbe, Ankerplatten oder Ankerprofile müssen die Verankerungskräfte allein auf den Beton übertragen und nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau durchgebildet werden. Die Lage von aufgeschweißten Querstäben muß den Bildern 6 und 7 entsprechen.

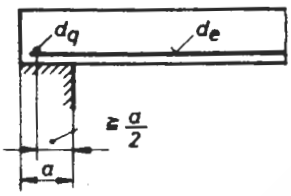


Bild 6

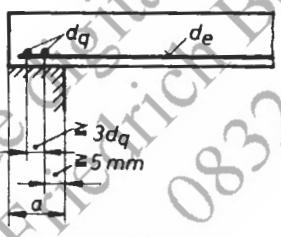


Bild 7

14.4.4. Verankerung der Feldbewehrung an Zwischenauflagern von durchlaufenden Konstruktionen und eingespannten Auflagern.

Die Längsstäbe sollen im allgemeinen über die Auflagermitte geführt werden. Sie müssen vom Zugkraftnullpunkt (0), siehe Bild 3, bis zum Stabende mindestens um das Maß 0,5 a_3 nach Tabelle 6 mit Verminderung der konstruktiven Forderungen ihrer Zeilen 3 und 4 auf die Hälfte zur Verankerung weitergeführt werden und müssen im Auflagerbereich enden.

14.4.5. Volle Verankerung

Voll auf Zug beanspruchte Bewehrungsstäbe, z.B. von Konstruktionen an Einspannstellen oder Zuggliedern, sind unter Beachtung des Haftbereiches im druckbeanspruchten Beton mit der Länge

$1{,}2 \cdot a_3$ für geknüpfte Bewehrungen oder heftgeschweißte Bewehrungsmatten

$1{,}5 \cdot a_3 \geqq 300$ mm für punktgeschweißte Bewehrungsmatten mit $d_e \leqq 14$ mm

zu verankern. a_3 ist Tabelle 6 zu entnehmen.

Werden die Bewehrungsstäbe im Verankerungsbereich rechtwinklig abgebogen, so darf das Maß a_3 um 30 % verringert werden. Bei punktgeschweißten Bewehrungsmatten im schlechten Haftbereich darf auf eine Verdoppelung des Maßes a_3 nach Tabelle 6 verzichtet werden, wenn im Verankerungsbereich mindestens 3 Querstäbe angeordnet werden, die allein die volle Zugkraft der Längsbewehrung übertragen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Steht für die Verankerung kein druckbeanspruchter Beton zur Verfügung, so sind andere konstruktive Maßnahmen, z. B. Ankerplatten oder Schlaufen mit Querbewehrung erforderlich.

14.4.6. Verankerung von Bügelbewehrungen

Die Bügel sind sowohl in der Zug- als auch in der Druckzone mit ihrer größten Zugkraft

$$Z_B = \frac{\pi \cdot d_B^2 \cdot \sigma_e}{4}$$ je Bügelschenkel zu verankern. (5)

Es bedeuten:

d_B = Bügeldurchmesser

σ_e nach Abschnitt 20.1.1.

Torsionsbügel sind durch einen Zugstoß zu schließen. Werden Bügel oder Bügelmatten entsprechend den Bildern 8 bis 13 ausgebildet, so darf auf einen rechnerischen Verankerungsnachweis verzichtet werden.

Bei der Verwendung von offenen Bügeln oder offenen Bügelmatten ist Abschnitt 25.6. zu beachten.

14.4.7. Verankerung von Querkraftzulagen und Abbiegungen

Querkraftzulagen und abgebogene Längsstäbe sind um das Maß 1,3 . a_3 zu verankern, siehe Bild 3; a_3 nach Tabelle 6.

Offener Bügel zur Querkraftsicherung

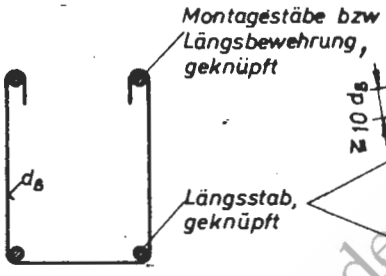


Bild 8

Geschlossener Bügel zur Querkraftsicherung und in Stützen

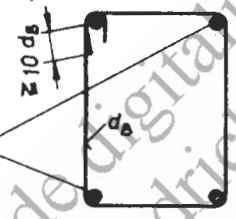


Bild 9

Punktgeschweißte Torsionsbügelmatte[5] und Torsionsbügel

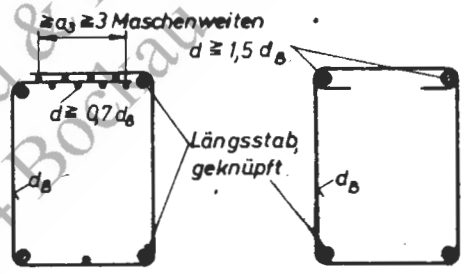


Bild 10

Offene, punktgeschweißte Bügelmatten zur Querkraftsicherung[5]

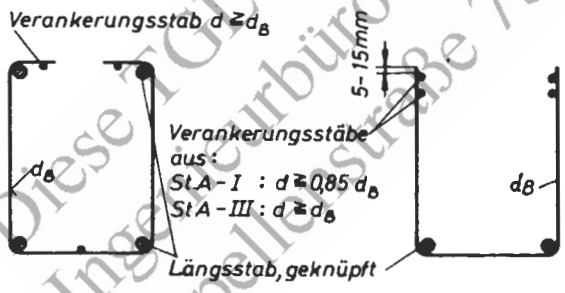


Bild 11

Liegt der offene Bügelmattenteil nach Bild 11
- in der Druckzone, so dürfen die Verankerungsstäbe nicht mehr als 2/3 der Druckzonenhöhe vom Druckrand entfernt liegen
- in der Zugzone, so darf der Schwerpunkt der Verankerungsstäbe nicht mehr als der Schwerpunkt der Längsbewehrung vom Zugrand entfernt liegen

Geschlossene punktgeschweißte Bügelmatten[5] zur Querkraftsicherung und in Stützen

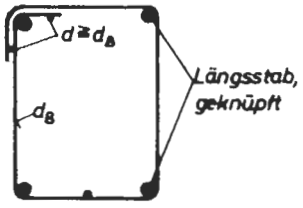


Bild 12

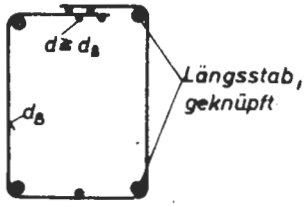


Bild 13

5) Punktgeschweißte Matten dürfen nicht in dynamisch beanspruchten Konstruktionen verwendet werden.
Mattenstäbe, die als Punkt dargestellt wurden, sind nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau in der Ausführungsklasse II (kraftschlüssig) mit den Bügelstäben zu verschweißen und müssen in der gleichen Stahlmarke wie die Bügelstäbe gewählt werden.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Koko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

seite 3,4,20,25,30,68,22

Tabelle 6 Verankerungslängen

Zeile	Längsbewehrung	Konstruktive Forderungen im Verankerungsbereich		Maß	Verankerungslängen für Stähle im guten Haftbereich bei Betongüten B 120	B 160	B 225	B 300	B 450	B 600	im schlechten Haftbereich
1	aus St A-0, St A-I mit der Querbewehrung verknüpft oder heftgeschweißt	halbkreisförmige Haken		a_2	15 d_e	15 d_e	15 d_e	15 d_e	15 d_e	15 d_e	Die Verankerungslängen des guten Haftbereiches sind zu verdoppeln mit Ausnahme der in den Zeilen 3 und 4 angegebenen Mindestverankerungslängen von 300 mm
				a_3	45 d_e	35 d_e	30 d_e	27 d_e	25 d_e	25 d_e	
2	aus St A-III, mit der Querbewehrung verknüpft oder heftgeschweißt	ohne Haken		a_2	-	30 d_e	25 d_e	20 d_e	15 d_e	15 d_e	
				a_3	-	50 d_e	40 d_e	35 d_e	30 d_e	25 d_e	
				Bei halbkreisförmigen Haken dürfen die Werte der Zeile 2 um $\frac{1}{3}$ verringert werden.							
3	Punktgeschweißte Bewehrungsmatten mit $d_e \leq 14$ mm oder -leitern der Ausführungsklasse II (kraftschlüssig) nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau verschweißt	Mindestens 3 Querstäbe (dq). Über Schweißknoten und Querstäbe müssen je Längsstab (d_e) folgende Zugkräfte (Zq) auf den Beton übertragen werden können	bei Längsstäben aus St A-I $Zq = 1400 \frac{\pi \cdot d_e^2}{4}$ in kp, d_e in cm	a_3	-	20 d_e	15 d_e	15 d_e	15 d_e	15 d_e	
				mindestens jedoch 300 mm							
4			bei Längsstäben aus St A-III $Zq = 1900 \frac{\pi \cdot d_e^2}{4}$ in kp, d_e in cm	a_3	-	25 d_e	20 d_e	20 d_e	15 d_e	15 d_e	
				mindestens jedoch 300 mm							

14.5. Stoßverbindungen von Bewehrungsstäben

14.5.1. Allgemeines

Bewehrungsstöße sind möglichst nur an nicht voll beanspruchten Stellen unter Beachtung der Zugkraftlinie anzuordnen, siehe Abschnitt 14.3. Kann diese Forderung nicht eingehalten werden, so sind besondere Maßnahmen, z. B. Anordnung von zusätzlichen Bügeln im Stoßbereich, zu treffen.

Besonders bei Überdeckungsstößen ist darauf zu achten, daß im Stoßbereich beachtliche Querzugkräfte auftreten können, die durch eine zusätzlich anzuordnende Querbewehrung aufgenommen werden müssen. In dynamisch beanspruchten Konstruktionen ist diese Querbewehrung immer anzuordnen.

14.5.2. Geschweißte Stöße

Bei vorwiegend statisch beanspruchten Bewehrungsstößen ist nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau zu verfahren. Bei nicht vorwiegend statischer Beanspruchung ist die Wirksamkeit der Verbindung durch Versuche nachzuweisen.

14.5.3. Schraubverbindungen

Bei nicht vorwiegend statischer Beanspruchung und bei kaltverfestigten Stählen ist die Anordnung von Schraubverbindungen unzulässig.

Sind auf die zu verbindenden Bewehrungsstähle die erforderlichen Gewinde kalt aufgerollt, braucht bei der Berechnung die Querschnittsschwächung des Rundstahles nicht berücksichtigt zu werden. Bei aufgeschnittenen Gewinden ist der Kernquerschnitt in die Berechnung einzuführen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Zockau

14.5.4. Überdeckungsstöße

Der lichte Abstand der einzelnen Bewehrungsstäbe untereinander muß $\geqq d_e$, mindestens aber 20 mm betragen und darf nicht größer sein als das Dreifache der Mindestabstände.
Überdeckungsstöße bei Zuggliedern sind unzulässig.

14.5.4.1. Zugstöße bei geknüpften Bewehrungen oder heftgeschweißten Bewehrungsmatten

Die Überdeckungslänge ($l_ü$) der Biegezugbewehrung ist in Abhängigkeit des Verhältnisses der gestoßenen Bewehrung zur Gesamtbewehrung im Stoß der Tabelle 7 zu entnehmen.
Bei Platten und Rippendecken mit Bewehrungsstäben $d_e' > 14$ mm und bei dynamisch beanspruchten Konstruktionen dürfen in einem Querschnitt nicht mehr als 20 % von F_e gestoßen werden.
Bei anderen, vorwiegend statisch beanspruchten Konstruktionen wird empfohlen, diesen Wert ebenfalls einzuhalten; wird jedoch dabei mehr als 50 % von F_e gestoßen, ist eine zusätzliche Verbügelung in Abständen von 12 d_e anzuordnen.
Die Stöße sind untereinander um 0,5 $l_ü$ zu versetzen.

Tabelle 7 Überdeckungslänge ($l_ü$)

$\frac{F_{e,St}}{F_e}$	$l_ü$
$\leqq 0,2$	$1,3 \cdot a_3$
1,0	$2,0 \cdot a_3$

Das Verankerungsmaß a_3 ist unter Beachtung der konstruktiven Forderungen der Tabelle 6 zu entnehmen. Für Zwischenwerte von

$$\frac{F_{e,St}}{F_e}$$

darf $l_ü$ durch lineare Interpolation ermittelt werden.
In der Tabelle bedeuten:

$F_{e,St}$ = Querschnitt der gestoßenen Bewehrung
F_e = Querschnitt der Gesamtbewehrung im Stoß

14.5.4.2. Druckstäbe bei geknüpften Bewehrungen oder heftgeschweißten Bewehrungsmatten

Die Überdeckungslänge ($l_ü$) bei Druckbewehrungen muß mindestens $0,7 \cdot a_3 \geqq 200$ mm betragen; a_3 nach Tabelle 6 Zeilen 1 und 2. Beachte auch Abschnitt 27.4.3..

14.5.4.3. Zugstöße bei geschweißten Bewehrungsmatten mit $d_e \leqq 14$ mm

Die Überdeckungslänge ($l_ü$) muß mindestens 3 1/2 Maschenweiten und unabhängig vom Haftbereich nicht weniger als

$l_ü = 1,25\ a_3 \geqq 300$ mm für Matten aus St A-I oder St A-III

betragen; a_3 nach Tabelle 6, Zeilen 3 und 4.

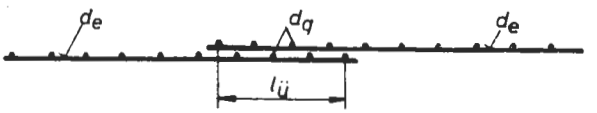


Bild 14

Im Stoßbereich sind je Matte mindestens 4 Querstäbe in der Ausführungsklasse II (kraftschlüssig) nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau mit der Längsbewehrung zu verschweißen, siehe Bild 14. Für die Schweißknoten und Querstäbe im Stoßbereich ist der Nachweis zu führen, daß je Längsstab (d_e) eine Zugkraft von

$$Z_q = 1900 \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \text{ in kp bei Längsstäben aus St A-I}$$

$$Z_q = 2800 \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \text{ in kp bei Längsstäben aus St A-III}$$

auf den Beton übertragen werden kann. Hierbei ist d_e in cm einzusetzen.
Bei Stößen der Querbewehrung muß die Überdeckungslänge mindestens 1 1/2 Maschenweiten und nicht weniger als 100 mm betragen. Bei Wänden siehe auch Abschnitt 28.5.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7, 08324 Bockau.

14.5.4.4. Druckstöße bei geschweißten Bewehrungsmatten mit $d_e \leqq 14$ mm
Die Überdeckungslänge muß unabhängig vom Haftbereich mindestens gleich dem Maß a_3 nach Tabelle 6 Zeilen 3 und 4 sein und den konstruktiven Forderungen der Tabelle 6 entsprechen. Das Mindestmaß von 300 mm ist nicht zu berücksichtigen.

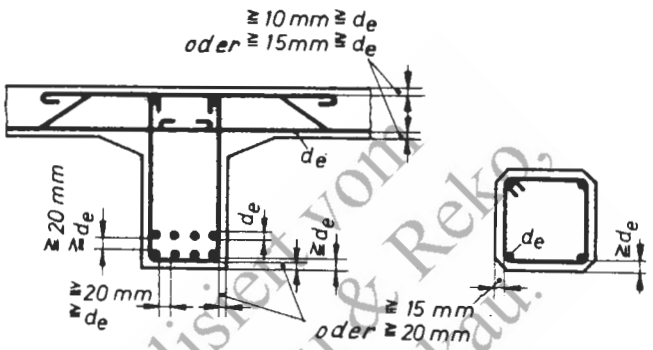
14.6. Betondeckung

1. Änderungsblatt

~~Die Betondeckung aller Stahleinlagen muß, sofern durch die Forderungen spezieller Vorschriften keine größeren Werte erforderlich werden~~, gleich dem Durchmesser der Bewehrung sein, mindestens aber die Werte der Tabelle 8 erfüllen, siehe Bild 15. Zum Ausgleich fertigungsbedingter Abmaße sind die Werte der Tabelle 8 bei der Bemessung um mindestens 5 mm zu vergrößern, sofern nicht nachweisbar in der Fertigung ein geringes Maß gewährleistet wird.

Tabelle 8 Mindestbetondeckung

Bauteile	Mindestbetondeckung in mm für Bauteile	
	im Innern von Bauwerken bei relativen Luftfeuchten $\leqq$ 75 %	im Freien oder von offenen Bauwerken oder bei relativen Luftfeuchten >75 %
Platten, Wände, Rippendecken und sonstige Flächentragwerke	10	15
Alle sonstigen Stahlbetonkonstruktionen	15	20



Abstände der Stähle untereinander siehe auch Abschnitt 25

Bild 15

Bei Bauteilen für Küchen und Bäder in Wohnungen darf für die Betondeckung eine relative Luftfeuchte von 75 % zugrunde gelegt werden.
Sollen Sichtflächen steinmetzmäßig bearbeitet werden, so ist die Betondeckung so zu vergrößern, daß nach der Bearbeitung die Mindestmaße nach Tabelle 8 eingehalten werden.

14.7. Schutz gegen chemische Angriffe
Bauwerke oder Bauteile, die dem Angriff aggressiver Wässer ausgesetzt sind, müssen entsprechend TGL 11 357 "Beton in aggressiven Wässern" ausgebildet werden.
Bauwerke oder Bauteile im Einflußbereich aggressiver gas- und staubförmiger Medien sind entsprechend den gesetzlichen Vorschriften gegen Korrosion zu schützen[6].

14.8. Schutz gegen mechanische Angriffe
Unterliegt die Oberfläche von Bauteilen einer starken mechanischen Beanspruchung, z. B. durch Verkehr, so ist zu sichern, daß die Nutzhöhe bzw. Betondeckung für die Dauer der Nutzung erhalten bleibt. Wird keine Verschleißschicht, z. B. Estrich, angeordnet, so ist entsprechend dem zu erwartenden Abnutzungsgrad die Betonnutzhöhe bzw. Betondeckung zu vergrößern, wobei hierfür mindestens 10 mm vorzusehen sind.

14.9. Bautechnischer Brandschutz
Die Bauteile sind so auszubilden, daß sie den für den jeweiligen Verwendungszweck erforderlichen Feuerwiderstand nach TGL 10 685 Bl. 2 "Bautechnischer Brandschutz" aufweisen.

15. BELASTUNGSANNAHMEN
Sofern in speziellen Standards nichts anderes ausgesagt wird, gelten für die Ermittlung der Schnittkräfte die Lastannahmen und Lastfälle nach TGL 20 167 Bl. 1 und 2 "Lastannahmen für Bauten".

---

6) siehe GBl II Nr. 35 Seite 235

Dieses TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

16. TEMPERATURSCHWANKUNGEN, SCHWINDEN UND KRIECHEN

16.1. Allgemeines

Mit Rücksicht auf den Einfluß der Temperaturschwankungen und des Schwindens sind Dehnungsfugen nach TGL 22 903 "Bewegungsfugen in Bauwerken" anzuordnen.

16.2. Temperaturschwankungen

Bei Tragwerken, bei denen die Temperaturänderung beträchtliche Beanspruchungen hervorruft, muß ihr Einfluß berücksichtigt werden. Im allgemeinen darf dabei mit einer gleichmäßig über das Tragwerk verteilten Temperaturänderung gerechnet werden. Bei künstlich erzeugten Temperaturunterschieden, z. B. bei Industrieschornsteinen, Behältern für heiße Flüssigkeiten, ist jedoch auch der Einfluß eines Temperaturgefälles innerhalb des betreffenden Bauteiles zu berücksichtigen. Die Eignung des Betons gegenüber höheren Temperatureinwirkungen ist zu gewährleisten. Als Wärmedehnzahl α_t für den Beton und die Bewehrung ist 1 : 100000 anzunehmen, wenn nicht in besonderen Fällen ein anderer Wert nachgewiesen wird.

Als Grenzen der durch Änderung der Lufttemperatur hervorgerufenen Temperaturschwankung in den Bauteilen sind je nach den klimatischen Verhältnissen - 5 bis - 10 °C und + 25 bis + 30 °C anzunehmen. In dem Festigkeitsnachweis ist in der Regel mit einer mittleren Temperatur bei der Ausführung von + 10 °C und demnach mit einem Temperaturunterschied von ± 15 bis ± 20 grd zu rechnen.

Bei Bauteilen, deren geringste Abmessung nicht kleiner ist als 700 mm oder die durch Überschüttung oder andere Vorkehrungen Temperaturänderungen weniger ausgesetzt sind, dürfen die oben angegebenen Temperaturunterschiede um 5 grd ermäßigt werden. Beim Feststellen der geringsten Abmessung brauchen vollständig umschlossene Hohlräume nicht abgezogen zu werden, z.B. bei Kastenquerschnitten.

Sind Bauteile nach ihrer Fertigstellung durch ständige Einbettung ins Erdreich der unmittelbaren klimatischen Einwirkung entzogen, braucht diese Temperaturänderung nicht berücksichtigt zu werden.

16.3. Schwinden

Bei statisch unbestimmten Tragwerken ist der Einfluß des Schwindens auf die statisch unbestimmten Größen durch die Annahme eines Temperaturabfalles zu berücksichtigen. Dieser ist anzunehmen bei

- Rahmen und rahmenartigen Tragwerken	mit 15 grd
- Bögen und Gewölben	
mit wenigstens 0,5 % Gesamtbewehrung	mit 15 grd
mit weniger als 0,5 % Gesamtbewehrung	mit 20 grd.

Als bewehrte Betonbögen und Gewölbe gelten nur solche, deren Querschnitt der Längsbewehrung oben und unten mindestens je 4 cm^2 auf 1 m Gewölbebreite und zusammen mindestens 0,1 % des Betonquerschnittes beträgt.

16.4. Kriechen

Der Einfluß des Betonkriechens auf die Größe von Zwängungskräften, die sich stetig über längere Zeiträume entwickeln, z. B. bei Stützensenkungen, Fundamentverdrehungen, darf berücksichtigt werden. Er muß berücksichtigt werden, wenn vorsätzlich eingetragene Zwängungskräfte zu einer Abminderung der Beanspruchungen führen.

Der Einfluß des Kriechens auf die Größe von Zwängungskräften aus Temperaturschwankungen und Schwinden nach Abschnitt 16.2. und 16.3. darf nicht angesetzt werden, weil die festgelegten Werte bereits die Abminderungen daraus enthalten.

17. RECHNUNGSANNAHMEN

Stahlbetonquerschnitte sind unter nachstehenden Annahmen zu berechnen:

- Die Dehnungen an den einzelnen Querschnittspunkten sind proportional ihren Abständen von der Nullinie.
- Eine Mitwirkung des Betons auf Zug darf nicht in Rechnung gestellt werden.

Die Bemessung ist nach TGL 11 422 durchzuführen. Ist in Ausnahmefällen der Tragfähigkeitsnachweis nur mit Hilfe der Spannungsermittlung möglich, so ist das Verhältnis der Elastizitätsmaße von Stahl und Beton zu n = 15 anzunehmen. Unter der Annahme, daß der Beton keine

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Zugspannungen aufnimmt, gelten für vorwiegend ruhende Belastungen folgende Grenzspannungen:

- Beton $\sigma_b = \left(0{,}4 - \frac{R_{28}}{4000}\right) \cdot R_{28}$

  σ_b und R_{28} in kp/cm^2

- Stahl $\sigma_e = \frac{1}{1{,}7} \cdot \sigma_s$

  σ_s = rechnerische Streckgrenze nach TGL 11 422 "Bauwerke und Fertigteile aus Beton und Stahlbeton". Bei der Berechnung der unbekannten Größen statisch unbestimmter Tragwerke darf mit einem für Druck und Zug im Beton gleich großen Elastizitätsmaß $E_b = 210\,000\ kp/cm^2$ gerechnet werden.

Das Trägheitsmoment ist hierbei aus dem vollen Betonquerschnitt mit oder ohne Einschluß des zehnfachen Stahlquerschnitts zu ermitteln; für Plattenbalken siehe auch Abschnitt 25.4.1.

18. UNGÜNSTIGSTE LASTSTELLUNG

18.1. Rollende Lasten

sind immer in der Stellung vorzusehen, die für den untersuchten Querschnitt am ungünstigsten ist. Wenn nötig, ist diese mit Einflußlinien zu ermitteln.

18.2. Gleichmäßig verteilte Verkehrslasten

sind im allgemeinen ebenfalls in ungünstigster Stellung vorzusehen. Bei Hochbauten genügt jedoch im allgemeinen die Vollbelastung der einzelnen Felder in ungünstigster Zusammenwirkung (feldweise veränderliche Belastung).

Die für die Ermittlung der Vergleichs- und Haftspannungen maßgebenden Querkräfte dürfen in Hochbauten bei durchlaufenden Platten, Rippendecken, Balken und Plattenbalken für Vollbelastung aller Felder bestimmt werden, wobei die Durchlaufwirkung zu berücksichtigen ist.

Bei ungleichen Stützweiten darf die Vollbelastung aller Felder der Querkraftermittlung nur dann zugrunde gelegt werden, wenn die kleinste Stützweite noch mindestens 0,8 von der größten ist.

Bei Balken auf zwei Stützen dürfen die entsprechenden Querkräfte ebenfalls für Vollbelastung ermittelt werden.

18.3. Stützkräfte

Die von den Platten, Rippendecken, Balken, Plattenbalken und Säulen übertragenen Stützkräfte dürfen im allgemeinen ohne Berücksichtigung einer Durchlaufwirkung unter der Annahme berechnet werden, daß die Platten, Rippendecken, Balken und Plattenbalken über allen Innenstützen gestoßen und frei drehbar gelagert sind. Dagegen muß die Durchlaufwirkung bei der Ermittlung der Stützkräfte an den inneren Stützen berücksichtigt werden, wenn die Platten, Rippendecken, Balken oder Plattenbalken über nur zwei Felder durchlaufen oder die Stützweiten der beiden anschließenden Felder so verschieden sind, daß die eine kleiner ist als 2/3 der anderen. Für die Stellung der Verkehrslasten ist dabei Abschnitt 18.2., erster Absatz, maßgebend; wegen der Stützkräfte kreuzweise bewehrter Platten siehe Abschnitt 23.3..

19. LASTVERTEILUNG BEI EINZELLASTEN UND STRECKENLASTEN

Die folgenden Festlegungen gelten nicht für Platten von Durchfahrten und befahrbaren Hofkellerdecken. Diese sind nach TGL 0-1075 "Verkehrsbau; Massive Brücken" zu berechnen.

19.1. Berechnung auf Biegung

Platten mit der Stützweite l und einer verteilenden Deckschicht von der Dicke s oder ohne eine solche dürfen für die Belastung durch Einzel- oder Streckenlasten, z.B. Maschinenfüße, auf Biegung mit einer Breite $\bar{b}$ berechnet werden, die bei Einfeldplatten anzunehmen ist zu

$$\bar{b} = t_1 + 2s + d + 0{,}75\left(l - \frac{4x^2}{l}\right) \qquad (6)$$

bei Durchlaufplatten zu

$$\bar{b} = t_1 + 2s + d + 0{,}5\left(l - \frac{4x^2}{l}\right) \qquad (7)$$

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Fabellenstraße 7b, 08324 Beckau.

Steht die Einzellast dichter als 0,5 $\bar{b}$ am Plattenrand, so ist die mitwirkende Breite 0,5 $\bar{b}$ zuzüglich dem Randabstand.
Bei Kragplatten ist in die Gleichung (6) und (7) für l die doppelte Kragarmlänge einzusetzen und x vom freien Plattenrand zu rechnen.
In Richtung der Stützweite ist eine Lastverteilung auf die Länge $t_2 + 2s + d$ zulässig.

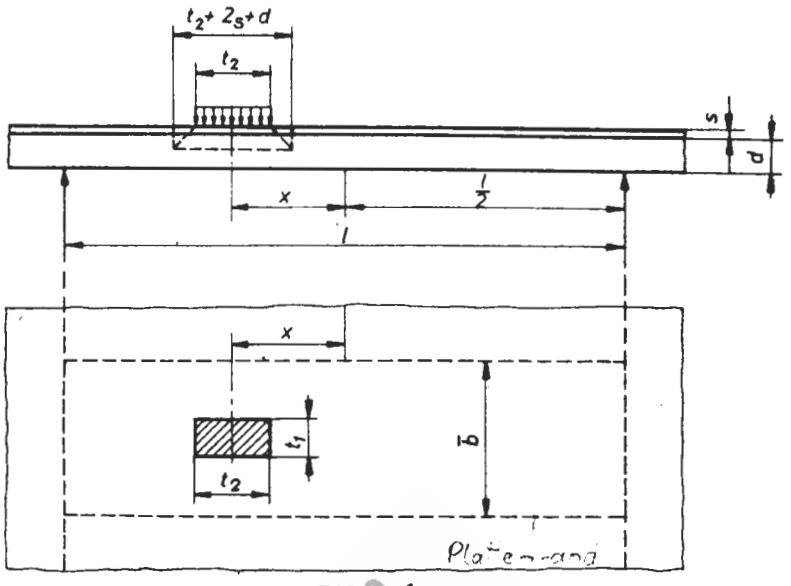


Bild 16

19.2. Berechnung auf Querkraft

Beim Nachweis der Platten unter Querkraft ist die mitwirkende Plattenbreite $\bar{b}$ anzunehmen zu

$$\bar{b} = t_1 + 2s + d + 0{,}4\left(l - \frac{4x^2}{l}\right) \qquad (8)$$

Bei Kragplatten ist in der Gleichung (8) für l die doppelte Kragarmlänge einzusetzen und x vom freien Plattenrand zu rechnen.
Für die Lastverteilung in Richtung der Stützweite sowie für Laststellung am Plattenrand gilt Abschnitt 19.1.

20. QUERKRAFT UND TORSION

In Platten, Balken, Plattenbalken, Rippendecken und Konsolen ist nachzuweisen, daß die Querkräfte und Torsionsmomente durch die Konstruktion sicher aufgenommen werden. Querkraft und Torsionsbewehrungen sind nach Abschnitt 14.3. und 14.4. zu verankern. 7)

20.1. Querkraftsicherung bei biegebeanspruchten Bauteilen

Die Querkrafttragfähigkeit von Bauteilen mit und auch ohne Querkraftbewehrung ist mittels der Vergleichsspannung (τ_o) nachzuweisen.

$$\tau_o = \frac{1}{b_o \cdot z}\left(Q \mp \frac{M}{h} \cdot \tan\varphi\right) \qquad (9)$$

In der Gleichung (9) sind sämtliche Größen ohne Vorzeichen einzusetzen.
Das Minuszeichen gilt, wenn mit zunehmender Nutzhöhe auch der Absolutwert des Momentes zunimmt, anderenfalls ist das Pluszeichen zu wählen.
In der Gleichung (9) bedeuten:

b_o = geringste Querschnittsbreite zwischen dem Schwerpunkt der Zugbewehrung und der Dehnungsnullinie
z = Hebelarm der inneren Kräfte (angenähert $z = 0{,}9 \cdot h$)
h = Nutzhöhe des betrachteten Querschnittes
φ = Winkel zwischen dem Zug- und Druckgurt

20.1.1. Querkraftbewehrung

Ergibt sich für die betrachtete Feldseite die größte Vergleichsspannung (τ_o) zu

$\tau_o \leqq \tau_{og}$, so braucht die Querkraftbewehrung rechnerisch nicht nachgewiesen zu werden.

$\tau_o > \tau_{og}$, so ist die Querkraftbewehrung nach Gleichung (10) nachzuweisen

7) Unter Querkraftbewehrung wird nachfolgend die Bewehrung verstanden, die eine sichere Aufnahme der Querkräfte gewährleistet (bisher Schubbewehrung).

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Fabrikstraße 7b, 08324 Bockau

$\tau_o > \max \tau_{o1}$, so ist bei Platten und dynamisch beanspruchten Konstruktionen der Betonquerschnitt zu vergrößern

$\tau_o > \max \tau_{o2}$, so ist bei Balken, Plattenbalken und Rippendecken mit vorwiegend statischer Beanspruchung der Betonquerschnitt zu vergrößern

Es bedeuten:

τ_{og}, $\max \tau_{o1}$, $\max \tau_{o2}$ = Grenzwerte der Vergleichsspannung nach Tabelle 9

Der erforderliche Querschnitt der Querkraftbewehrung (F_Q) für die Feldseite $x_1 \dots x_2$ errechnet sich nach Gleichung (10)

$$F_Q = \frac{\eta}{\sigma_e} \int_{x_1}^{x_2} \tau_o \cdot b_o \cdot dx = F_{es} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos\alpha + F_{eB} \qquad (10) \qquad [cm^2]$$

(Fläche $d_x = 0{,}5 \cdot \frac{l}{2}$) o. $0{,}5 \cdot z$

In der Gleichung (10) bedeuten:

η = Korrekturwert nach Gleichung (11)

σ_e = 1400 kp/cm² bei St A-0 und St A-I

σ_e = 2400 kp/cm² bei St A-III

F_{es} = Querschnitt der Aufbiegungen oder Schrägbügel

F_{eB} = Querschnitt der Vertikalbügel

α = Winkel zwischen der Neigungsebene der Bewehrung und 45° - Neigung

Der Korrekturwert η berücksichtigt die Mitwirkung des Betons bei der Querkraftsicherung und ist nach der Gleichung (11) zu bestimmen. Er ist zu $\eta = 1{,}0$ anzunehmen;

- bei Biegung mit Zugkraft, wenn der gesamte Betonquerschnitt auf Zug beansprucht wird
- beim Zusammenwirken von Fertigteilen mit Ortbetondecken und
- bei dynamisch beanspruchten Konstruktionen.

$$\eta = \frac{\tau_o}{\max \tau_{o1}} \leq 1{,}0 \qquad (11)$$

In der Gleichung (11) bedeuten:

τ_o = größte Vergleichsspannung der Feldseite $x_1 \dots x_2$

$\max \tau_{o1}$ Grenzwert der Vergleichsspannung nach Tabelle 9

20.1.2. Konstruktive Forderungen

Zur Beschränkung der Schrägrißbreiten muß bei Konstruktionen mit $\tau_o > \tau_{og}$ der Bügeldurchmesser (d_B) den Forderungen der Gleichung (12) bis (14) entsprechen.

$d_B \leq 0{,}6 \cdot \eta \cdot \sqrt{R_{28}} + 3{,}0 \leq 14$ in mm bei Bügeln und Auf- oder Abbiegungen aus St A-0, St A-I (12) $\sqrt{225} = 15$

$d_B \leq 0{,}5 \cdot \eta \cdot \sqrt{R_{28}} + 3{,}0 \leq 14$ in mm bei Bügeln aus St A-0, St A-I und Auf- oder Abbiegungen aus St A-III (13)

$d_B \leq 0{,}6 \eta \cdot \sqrt{R_{28}} + 2{,}0 \leq 12$ in mm bei Bügeln und Auf- oder Abbiegungen aus St A-III (14)

In den Gleichungen (12) bis (14) bedeuten:

η = Korrekturwert nach Gleichung (11)

R_{28} = Würfelfestigkeit in kp/cm²

Wird die Querkraftbewehrung (F_Q) allein aus Bügeln gebildet, so darf der Bügeldurchmesser (d_B) nach den Gleichungen (12) und (14) um 15 % vergrößert werden, jedoch 14 mm bei Bügeln aus St A-0; St A-I und 12 mm bei Bügeln aus St A-III nicht überschreiten.

Soll statt des ermittelten Durchmessers d_B ein größerer (d_B') verwendet werden, so ist der nach Gleichung (10) errechnete Querschnitt (F_Q) auf

$$F_Q' = F_Q \cdot \sqrt{\frac{d_B'}{d_B}}$$

zu erhöhen. Bei Konstruktionen mit dauerhaften seitlichen Sperranstrichen darf d_B nach den Gleichungen (12) bis (14) auf das 1,5fache vergrößert werden. In dynamisch beanspruchten Konstruktionen sind möglichst kleine Bügeldurchmesser zu wählen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bocrau.

Tabelle 9 Grenzwerte der Vergleichsspannung (τ_o)

Zeile	Bauteile	Konstruktive Durchbildung der Biegezugbewehrung	Formelzeichen	Grenzwerte der Vergleichsspannung in kp/cm² für Automatenrechnung[9]	Handrechnung (gerundete Werte) B 120	B 160	B 225	B 300	B 450	B 600	Querkraftbewehrung
1	Platten	Gesamte Feldbewehrung zu den Auflagern durchgeführt[8]. Stützenbewehrung darf gestaffelt in der Zugzone enden.	τ_{og}	$0{,}12 \cdot R_{28}^{\frac{2}{3}}$	2,9	3,6	4,5	5,4	7,0	8,6	nicht erforderlich
2		≧ 50 % der Feldbewehrung gerade zu den Auflagern durchgeführt. Die Stützenbewehrung und der Rest der Feldbewehrung dürfen gestaffelt in den Zugzonen enden.		$0{,}08 \cdot R_{28}^{\frac{2}{3}}$	2,0	2,4	3,0	3,6	4,7	5,7	nicht erforderlich
3		≧ 50 % der Feldbewehrung gerade zu den Auflagern durchgeführt. Die Bewehrungen dürfen nicht in den Zugzonen enden.	$\max \tau_{o1}$	$0{,}7(3+0{,}08 \cdot R_{28})$	8,8	11,0	14,7	18,9	27,3	35,7	aus Aufbiegungen und gegebenenfalls aus Bügeln. Abstand der Aufbiegungen siehe Bild 17
4	Balken Plattenbalken Rippendecken	≧ 33 % der Feldbewehrung gerade zu den Auflagern durchgeführt.	τ_{og}	$0{,}175 \cdot R_{28}^{\frac{2}{3}}$	4,3	5,2	6,5	7,9	10,3	12,5	konstruktiv, Bügelabstand $\leq \frac{\tau_{og}}{1{,}5 \cdot \tau_o} \cdot h \leq h \leq 500$ mm
5		≧ 50 % der Feldbewehrung gerade zu den Auflagern durchgeführt. Die Stützenbewehrung und der Rest der Feldbewehrung dürfen gestaffelt in den Zugzonen enden.	$\max \tau_{o1}$	$0{,}7(3+0{,}08 \cdot R_{28})$	8,8	11,0	14,7	18,9	27,3	35,7	Anteil der Bügel: $F_{eB} \geq \frac{1}{3} \cdot F_Q$ Bügelabstand $\leq \frac{\max \tau_{o1}}{2\tau_o} h \cdot \leq \frac{2}{3} h$ [cm] aber nicht größer als: 500 mm bei $\tau_o \leq \max \tau_{o1}$ 300 mm bei $\tau_o > \max \tau_{o1}$ Abstand der Bügelstäbe in Balkenquerrichtung $\leq 0{,}8$ h
6		≧ 50 % der Feldbewehrung gerade zu den Auflagern durchgeführt. Feldbewehrung darf nicht in der Zugzone enden.	$\max \tau_{o2}$	$3 + 0{,}08 \cdot R_{28}$	12,6	15,8	21,0	27,0	39,0	51,0	

8) Diese Forderung gilt auch als erfüllt, wenn Teile der Feldbewehrung aufgebogen bis zum Auflager durchgeführt werden

9) R_{28} = Würfelfestigkeit in kp/cm²

Diese TGL wurde digitalisiert von Ingenieurbüro Friedrich Bauer & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Bei Balken, Plattenbalken und Rippendecken ist die rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung nach der $\tau_o b_o$-Fläche zu verteilen. Hierbei darf der Abstand der Aufbiegungen – parallel zur Balkenlängsachse gemessen – nicht größer als 1,2d sein, siehe Bild 3.

Wird bei Platten eine Querkraftbewehrung erforderlich, so ist eine Verteilung nur in dem Bereich erforderlich, in dem $\tau_o \geqq \tau_{og}$ nach Tabelle 9, Zeile 2 ist. Die Abstände der Aufbiegungen dürfen die Werte nach Bild 17 nicht überschreiten.

Werden Lasten mittelbar ins Tragwerk eingetragen, z. B. beim Anschluß von Nebenbalken an Hauptbalken, so ist zusätzlich zur Querkraftbewehrung eine Aufhängebewehrung anzuordnen, deren Querschnitt eine sichere Einleitung der Lasten ins Tragwerk gewährleistet.

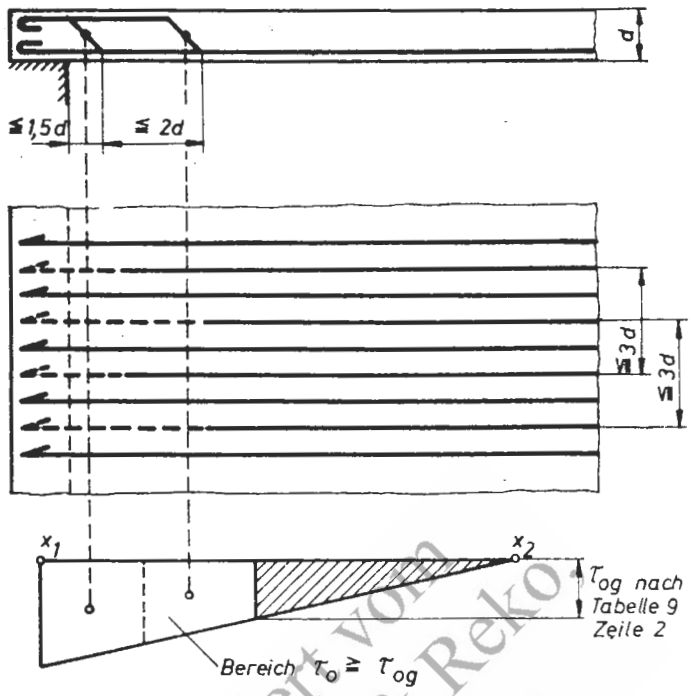


Bild 17 Platten

20.2. Querkraftsicherung in Konsolen

Konsolen sind kurze Kragarme, bei denen

$$\frac{d}{2} \leqq a \leqq d$$

ist, siehe Bild 18.

Die Vergleichsspannung $\tau_o = \frac{P}{0{,}9 \cdot d_o \cdot b}$ darf die Werte der Tabelle 9, Zeile 5 nicht überschreiten.

Es bedeuten:

d_o = Querschnittshöhe unter der Einzellast

b = Konsolbreite

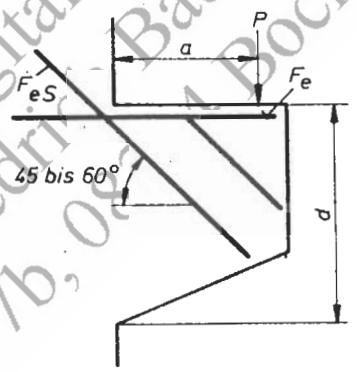


Bild 18 Konsole

Die Konsolbewehrung F_e und F_{eS}, siehe Bild 18, ergibt sich nach den Gleichungen (15) und (16).

$$F_e = \frac{a}{0{,}8 \cdot d} \cdot \frac{P}{\sigma_e} \qquad (15)$$

$$F_{eS} = 0{,}70 \cdot \frac{P}{\sigma_e} \qquad (16)$$

Die Schrägbewehrung (F_{eS}) muß in allen parallel zur Wirkungsgeraden der Kraft P geführten Querschnitten vorhanden sein. Die Biegezugbewehrung (F_e) ist bis zum Konsolende durchzuführen und dort, z. B. durch Schlaufen, zu verankern. Beim Lastangriff oben sind Bügel nach konstruktiven Erwägungen und beim mittelbaren Lastangriff für die Last P anzuordnen.
In besonderen Fällen darf die Dreieckfachwerkanalogie angewandt werden.

20.3. Querkraftsicherung bei auf Durchstanzen beanspruchten Konstruktionen

Wird ein Plattentragwerk durch eine konzentrierte Last beansprucht, so ist es auf Durchstanzen zu untersuchen. Hierbei darf die Vergleichsspannung

$$\tau_o = \frac{P}{F_s} \qquad (17)$$

bei Platten ohne Durchstanzbewehrung den Wert τ_{og} und mit Durchstanzbewehrung den Wert $2{,}5 \cdot \tau_{og}$ nicht überschreiten.
Für τ_{og} gilt der Wert nach Tabelle 9, Zeile 2.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko Kapellenstraße 7b, 08[illegible] Bockau.

Die Scherfläche (F_s) ergibt sich durch Multiplikation der Nutzhöhe (h) mit der um das Maß ($s + \frac{h}{2}$) versetzten Länge der Umgrenzungslinie der Lastaufstandsfläche gemäß Bild 19.

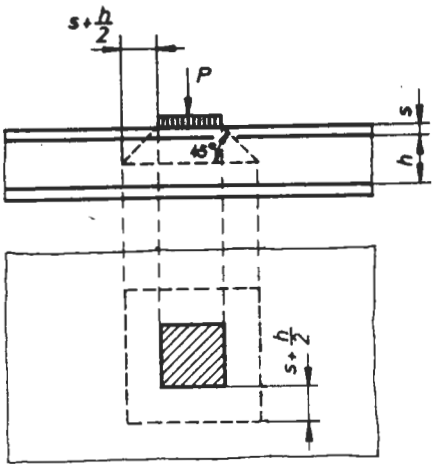


Bild 19

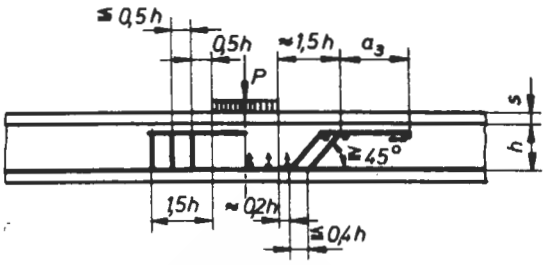


Bild 20

Die notwendige Durchstanzbewehrung ist vorzugsweise aus Bügeln zu bilden, die die Plattenbewehrung umschließen und im Bereich 1,5 h um die Lastaufstandsfläche angeordnet werden. Werden Schrägstäbe angeordnet, so dürfen diese nicht weniger als 45° zur Plattenebene geneigt sein, siehe Bild 20.

20.4. Torsion

Bei torsionsbeanspruchten Baugliedern ist für die schiefen Hauptzugkräfte eine geeignete zusätzliche Bewehrung anzuordnen. Überschreitet die Vergleichsspannung (τ_t) infolge Torsion die in Tabelle 9, Zeile 4 angegebenen Werte, so ist rechnerisch nachzuweisen, daß die auftretenden Zugkräfte durch die Torsionsbewehrung aufgenommen werden. Als Stahlspannung gilt σ_e nach Abschnitt 20.1.1.
Wird die Vergleichsspannung τ_t größer als der Wert der Tabelle 9, Zeile 5, so ist der Querschnitt zu vergrößern.

20.5. Torsion mit Querkraft

Treten gleichzeitig Torsions- und Querkraftbeanspruchungen auf, so sind die Teilbeträge der Vergleichsspannung τ_t und τ_o zu überlagern. Die überlagerte Spannung $\tau = \tau_t + \tau_o$ darf nicht größer sein als

$$\tau = \max \tau_{o1} \cdot \left(1 + \frac{\tau_o}{\tau_t}\right) \leqq \max \tau_{o2} \qquad (18)$$

Hierbei sind:

max τ_{o1} = Wert nach Tabelle 9, Zeile 5

max τ_{o2} = Wert nach Tabelle 9, Zeile 6

Die erforderlichen Torsions- und Querkraftbewehrungen sind getrennt für die Teilbeträge τ_t nach Abschnitt 20.4. und τ_o nach Abschnitt 20.1. rechnerisch zu ermitteln, sofern τ den Wert der Tabelle 9, Zeile 4 überschreitet. Bei der Ermittlung der Querkraftbewehrung infolge τ_o muß der Korrekturfaktor $\eta \geqq 0{,}3$ angenommen werden.

21. HAFTSPANNUNGEN

Die Haftspannungen (τ_h) brauchen nicht nachgewiesen zu werden, wenn die Bewehrungsstäbe nicht dicker sind als

16 mm bei gestaffelter, in der Zugzone endender Feldbewehrung
20 mm, wenn höchstens ein Drittel der Feldbewehrung aufgebogen ist
25 mm, wenn mehr als ein Drittel der Feldbewehrung aufgebogen ist.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

Können diese Forderungen nicht erfüllt werden, so ist der Haftverbund der Bewehrungsstäbe nach Gleichung (19) nachzuweisen

$$\tau_h = \frac{Q}{u \cdot z} \leq \tau_1 \qquad (19)$$

Hierbei bedeuten:

Q = Querkraft, die nur in halber Größe berücksichtigt zu werden braucht, wenn mindestens ein Drittel der Feldbewehrung aufgebogen und der Korrekturwert η nach Gleichung (11) gleich 1,0 ist

u = Umfang der geraden, in der Zugzone verbleibenden Bewehrungsstäbe

z = Hebelarm der inneren Kräfte $\approx$ 0,9 h

τ_1 = nach Tabelle 10

Die nach Gleichung (19) errechnete Haftspannung (τ_h) darf die Werte nach Tabelle 10 nicht überschreiten.

Tabelle 10 Zulässige Haftspannungen (τ_1)

Stahl	Zulässige Haftspannungen in kp/cm² bei Lage der Bewehrungsstäbe im guten Haftbereich[10] bei Betongüte						im schlechten Haftbereich[10]
	B 120	B 160	B 225	B 300	B 450	B 600	
St A-0 und St A-I	4	5	6	8	9	10	Die nebenstehenden Werte sind auf die Hälfte zu reduzieren
St A-III	-	11	16	21	32	42	

22. PLATTEN MIT HAUPTBEWEHRUNG NACH EINER RICHTUNG

22.1. Stützweite

Die Stützweite (l) ist

- bei beiderseits frei aufliegenden oder eingespannten Platten:
  die Lichtweite zuzüglich der Plattendicke in Feldmitte
- bei durchlaufenden Platten:
  die Entfernung der Auflagermitten oder der Achsen der stützenden Bauteile, z. B. Träger, Unterzüge
- bei Decken auf zwei Stützen, die mit Stelzung oder ohne eine solche auf den Unterflanschen von Stahlträgern aufliegen:
  der Achsabstand der Träger oder
  die Entfernung von Mitte zu Mitte der Auflagerflächen auf den Trägerflanschen
  Wenn die Stelzung nicht steiler als 3 : 1 geneigt und die Höhe der Stelzung mindestens gleich der Plattendicke d ist, darf die Stützweite in der Berechnung 5 % kleiner angenommen werden.

Bei über 1 m dicken Platten dürfen sinngemäß die Festlegungen für Balken nach Abschnitt 25.1. angewendet werden.

22.2. Mindestdicke

Die Mindestdicke (d) der Platten ist 70 mm. Ausgenommen hiervon sind Dachplatten, die aber mindestens 50 mm dick sein müssen oder untergehängte Decken, die nur zum Abschluß dienen und nur bei Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten begangen werden.

[10] siehe Abschnitt 14.4.1.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 76, 08324 Bockau

Für Platten von Rippendecken gilt Abschnitt 24.3., von Plattenbalken Abschnitt 25.3.
Die Platten unter Durchfahrten und von befahrbaren Hof-Kellerdecken müssen mindestens 120 mm dick sein.
Die Nutzhöhe der Platte soll so groß gewählt werden, daß die Querkraft allein vom Betonquerschnitt aufgenommen werden kann und die Durchbiegung die Nutzung nicht beeinträchtigt, siehe TGL 11 422.

22.3. Momente durchlaufender Platten
Die Momente durchlaufender Platten sind im allgemeinen nach den Regeln für frei drehbar gelagerte durchlaufende Träger zu bestimmen. Dies gilt auch für durchlaufende Platten zwischen Stahlträgern, wenn die Oberkante der Platte mindestens 40 mm über der Trägeroberkante liegt.

22.3.1. Stützenmomente
Bei Hochbauten darf die Momentenfläche von Platten über den Stützen nach Bild 21 und Bild 22 parabelförmig ausgerundet werden.
Platten in Hochbauten, die biegefest mit ihrer Unterstützung verbunden sind, müssen für das größte Moment am Rande der Unterstützung, siehe Bild 22, Querschnitte I und II, bei gleichmäßig verteilter Belastung mindestens aber für das Moment $\frac{1}{12}\,qw^2$, jedoch bei gegenüberliegendem frei drehbarem Auflager für $\frac{1}{8}\,qw^2$ bemessen werden. In keinem Falle darf die Nutzhöhe (h) größer angenommen werden, als sie sich bei einer Neigung der Plattenverstärkungen von 1 : 3 ergeben würde.

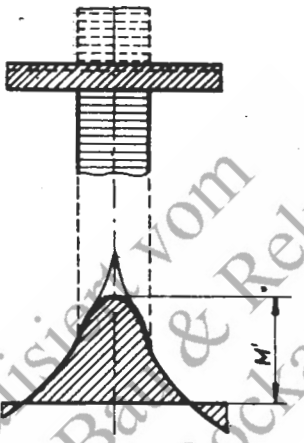


Bild 21

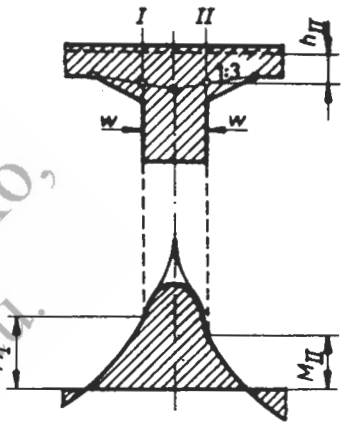


Bild 22

22.3.2. Negative Feldmomente
Bei durchlaufenden Platten zwischen Stahlbetonträgern brauchen wegen des Verdrehungswiderstandes der Träger die negativen Feldmomente aus Verkehrslast nur mit der Hälfte ihres Wertes berücksichtigt zu werden.

22.3.3. Mindestwerte für positive Feldmomente
Ergibt sich das größte positive Moment eines Feldes kleiner als bei Annahme voller beiderseitiger Einspannung, so ist diese der Querschnittbemessung im Felde zugrunde zu legen.

22.3.4. Berücksichtigung der Einspannung
Bei Berechnung des Feldmomentes im Endfeld darf eine Einspannung am Endauflager nur so weit berücksichtigt werden, als sie durch bauliche Maßnahmen gesichert und rechnerisch nachweisbar ist.

22.3.5. Näherungswerte für Sonderfälle
Für gleiche oder auch ungleiche Stützweiten, bei denen die kleinste noch mindestens 0,8 der größten ist, dürfen in Hochbauten bei gleichmäßig verteilter Belastung q die Momente durchlaufender Platten wie folgt berechnet werden.

Positive Feldmomente
Bei Decken mit Auflagerverstärkungen, deren Breite mindestens 1/10 l und deren Höhe mindestens 1/30 l, siehe Bild 23, ist:

in den Endfeldern $\max M = \frac{1}{12} \cdot q\,l^2$ (20)

in den Innenfeldern $\max M = \frac{1}{18} \cdot q\,l^2$ (21)

Sind keine oder kleinere Auflagerverstärkungen vorhanden, so sind die entsprechenden Momente zu erhöhen auf

$\frac{1}{11} \cdot q\,l^2$ und $\frac{1}{15} \cdot q\,l^2$

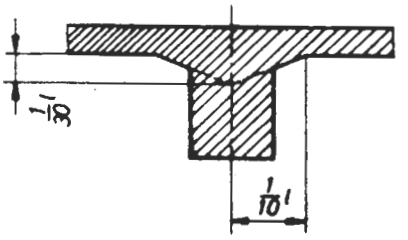


Bild 23

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Stützenmomente

Bei Platten über nur zwei Feldern ist: $M_s = -\frac{1}{8} \cdot q\, l^2$ (22)

bei Platten mit drei oder mehr Feldern ist:

an der Innenstütze des Endfeldes $M_s = -\frac{1}{9} \cdot q\, l^2$ (23)

an den übrigen Innenstützen $M_s = -\frac{1}{10} \cdot q\, l^2$ (24)

Negative Feldmomente

$$\min M = \frac{l^2}{24} \left(g - \frac{p}{2}\right) \qquad (25)$$

Bei ungleichen Stützweiten ist in Gleichung (25) bei allen Feldern die größte Stützweite einzusetzen, in den Gleichungen (23) bis (24) das arithmetische Mittel der Stützweiten der benachbarten Felder.

22.4. Bewehrung der Platten

Der Mindestabstand der Bewehrungsstähle beträgt d_e, jedoch nicht weniger als 20 mm, und soll nicht kleiner sein als die 1,5fache Größtkornabmessung der Zuschlagstoffe. Im Bereich der größten Momente darf der Bewehrungsabstand bei Platten mit einer Dicke $d \leqq 700$ mm höchstens $2\,d \leqq 250$ mm und bei Plattendicken $d > 700$ mm höchstens d/3 betragen.

Eine obere Bewehrung ist so anzuordnen, daß ausreichende Rüttellücken zur Verdichtung des Betons vorhanden sind.

In Platten ist eine Querbewehrung von mindestens 3 Stählen je m Plattenlänge anzuordnen. Der Querschnitt der Querbewehrung muß 20 % der Zugkraft der Hauptbewehrung - bezogen auf die Längeneinheit - aufnehmen können. Mindestens muß der auf einen Meter Plattenlänge vorgesehene Querschnitt der Querbewehrung in cm^2 $2500 : \sigma_s$ betragen, wobei σ_s die rechnerische Streckgrenze der Querbewehrung in kp/cm^2 ist.

Unter den Einzellasten ist eine zusätzliche Querbewehrung, die 40 % der Zugkraft der durch die Einzellast bedingten Hauptbewehrung aufnehmen kann, anzuordnen. Die Länge dieser Querbewehrung ist gleich der mitwirkenden Breite $\bar{b}$ nach Abschnitt 19.1., zuzüglich 4 a_3 nach Tabelle 6 zu wählen und soll um $\frac{\bar{b}}{4}$ versetzt werden. In Kragplatten ist diese Querbewehrung unten anzuordnen.

Ist eine rechnerisch nicht berücksichtigte Unterstützung parallel zur Hauptbewehrung vorhanden, so ist zusätzlich eine Abreißbewehrung nach Abschnitt 25.6. zweiter Absatz, anzuordnen.

Der Durchmesser der Bewehrungsstähle soll höchstens $\frac{1}{10}$ der Nutzhöhe betragen. h

22.5. Ausbildung des Endauflagers der Platten

Ist an den Plattenenden die freie Drehbarkeit nicht in vollem Umfange gewährleistet, so muß auch bei Annahme freier Auflagerung durch obere Einlagen eine etwa noch vorhandene, unbeabsichtigte Einspannung berücksichtigt werden.

Die Tiefe eines Auflagers auf Mauerwerk soll mindestens gleich der Plattendicke in Feldmitte, muß aber mindestens 70 mm sein. Dieser Wert darf unterschritten werden bei Platten, die mit Stelzung oder ohne eine solche auf den Unterflanschen von Stahlträgern aufliegen. Kleinere Auflagerbreiten als bei Trägern I 16 sind jedoch im allgemeinen unzulässig.

Ist die Verkehrslast nicht größer als 200 kp/m^2, die Stützweite der Platte nicht größer als 1800 mm und sind die Träger beiderseits belastet oder derart gestützt oder verankert, daß sie weder seitlich ausweichen noch sich verdrehen können, so darf die Auflagerbreite nicht kleiner sein als beim Träger I 14. Für die Auflagerbreiten von fertig verlegten Stahlbetonbauteilen gilt das gleiche.

23. KREUZWEISE BEWEHRTE PLATTEN

23.1. Stützweite und Mindestdicke

Für die Stützweite der kreuzweise bewehrten Platten gilt Abschnitt 22.1., für die Mindestdicke (d) erster und zweiter Absatz des Abschnittes 22.2. Die Nutzhöhe ist so groß zu wählen, daß die Durchbiegung die Nutzung nicht beeinträchtigt, siehe TGL 11 422.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko Kabelleistraße 75, 08324 Bockau

23.2. Berechnungsverfahren

Sofern kein genauerer Nachweis erfolgt, dürfen rechteckige, kreuzweise bewehrte Platten, die frei aufliegen oder deren Ränder eingespannt sind oder die über mehrere Felder durchlaufen, bei der Berechnung durch zwei Scharen von Längs- und Querstreifen ersetzt werden, die je nach den vorliegenden Auflagerbedingungen als einfache oder eingespannte oder durchlaufende Träger zu berechnen sind.

Eine gleichmäßig verteilte Belastung q ist derart in q_x und q_y zu zerlegen, daß der Plattenmittelpunkt unter Berücksichtigung der Stützungsart der Ränder im Streifen gleichlaufend zu l_x für die Last $q_x \cdot l_x$ die gleiche Durchbiegung aufweist wie im Streifen gleichlaufend zu l_y für die Last $q_y \cdot l_y$, wobei $q_x + q_y = q$ ist.

Für die aufgeteilten Lasten sind die Stützmomente M_x' und die Feldmomente M_x in der x-Richtung sowie M_y' und M_y in der y-Richtung wie bei einachsig bewehrten Plattenstreifen für die ungünstigste Laststellung unter Berücksichtigung der jeweils vorliegenden Stützungsart zu ermitteln. Diese Berechnung darf näherungsweise auf die Fälle des frei aufliegenden und des fest eingespannten Trägers auf zwei Stützen zurückgeführt werden. Wegen der günstigen Wirkung der Verdrillungssteifigkeit dürfen dabei die Feldmomente wie folgt abgemindert werden:

$$\max M_x = \nu_x \cdot M_x = M_x \left[1 - \frac{5}{6}\left(\frac{l_x}{l_y}\right)^2 \frac{M_x}{m_x}\right] \qquad (26)$$

$$\max M_y = \nu_y \cdot M_y = M_y \left[1 - \frac{5}{6}\left(\frac{l_y}{l_x}\right)^2 \frac{M_y}{m_y}\right] \qquad (27)$$

Hierin ist: $m_x = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l_x^2 \quad m_y = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l_y^2$.

Ist die Platte mit den Randbalken oder benachbarten Deckenfeldern biegefest verbunden, so braucht man die zugehörigen Drillungsmomente nicht nachzuweisen und keine zusätzliche Drillungsbewehrung anzuordnen.

Besteht keine solche biegefeste Verbindung, so darf auf eine besondere Drillungsbewehrung nur dann verzichtet werden, wenn in den Gleichungen (26) und (27) der Beiwert ν durch den Wert $\frac{1 + \nu}{2}$ ersetzt wird. Hierbei ergibt sich z.B. das Moment in der Mitte einer quadratischen Einfeldplatte mit gleichmäßig verteilter Last q zu

$$\max M = \frac{q \cdot l^2}{20} \qquad (28)$$

Will man mit den Gleichungen (26) und (27) auch bei Platten rechnen, die nicht biegefest mit den Randbalken oder benachbarten Feldern verbunden sind, so müssen die freien Ecken auf die Strecken 1/5 max l eine besondere Drillungsbewehrung erhalten, deren Querschnitt mindestens gleich dem Querschnitt f_e der größeren Bewehrung in Feldmitte sein muß, z. B. f_{ex} in Bild 24.

Die zusätzliche Drillungsbewehrung muß unten rechtwinklig zur anliegenden Diagonale, oben damit gleichlaufend - im Bild 24 rechts - verlaufen.

Diese Schrägbewehrungen dürfen jedoch durch sich kreuzende Bewehrungen gleichlaufend mit den Plattenrändern ersetzt werden.

Im Bild 24 links beziehen sich die eingeschriebenen Bewehrungen f_{ex} und f_{ey} auf 1 m Breite.

Kreuzweise bewehrte Platten unter Wohnräumen und den zugehörigen Nebenräumen

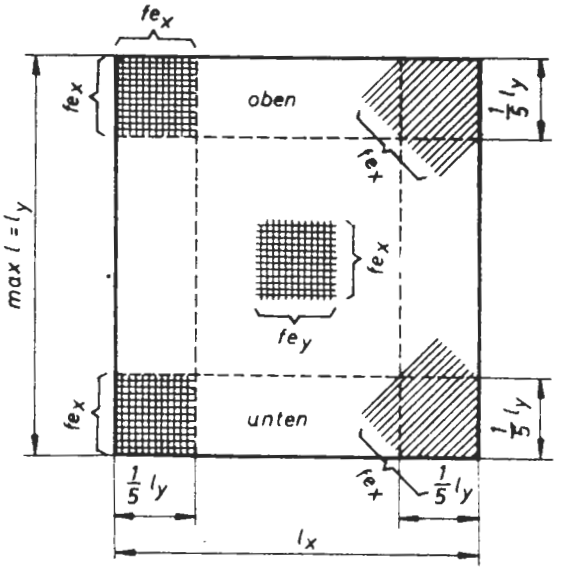


Bild 24

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

dürfen für die 0,9fachen rechnerischen Biegemomente bemessen werden. Bei kreuzweise bewehrten Rippendecken ist in den Gleichungen (26) und (27) immer $\nu = 1$ zu setzen.
Konstruktiv dürfen die Plattenstreifen am Rand auf eine Breite von 1/5 min l mit der Hälfte des in Feldmitte erforderlichen Stahlquerschnittes bewehrt werden, wobei Abschnitt 23.4. zu berücksichtigen ist.

23.3. Stützkräfte

Die Stützkräfte, die von gleichmäßig belasteten rechteckigen, kreuzweise bewehrten Platten auf die Balken abgegeben werden und die zur Ermittlung der Biegemomente dieser Balken dienen, dürfen aus den Lastanteilen berechnet werden, die sich aus der Zerlegung der Grundrißfläche in Trapeze und Dreiecke nach Bild 25 ergeben.
Für die Flächenaufteilung gilt, daß bei gleicher Lagerung der in einer Ecke zusammenlaufenden Plattenränder der Winkel zu halbieren und bei ungleicher Lagerung der Winkel im Verhältnis 1 : 2 zu teilen ist, wobei der kleinere Winkel zwischen dem frei gelagerten Rand und der Teilungslinie anzuordnen ist.
Für die Berechnung der unterstützenden Bauteile dürfen die Belastungsanteile symmetrisch zur anliegenden Plattenseite angenommen werden, siehe Bild 25, gestrichelte Linie

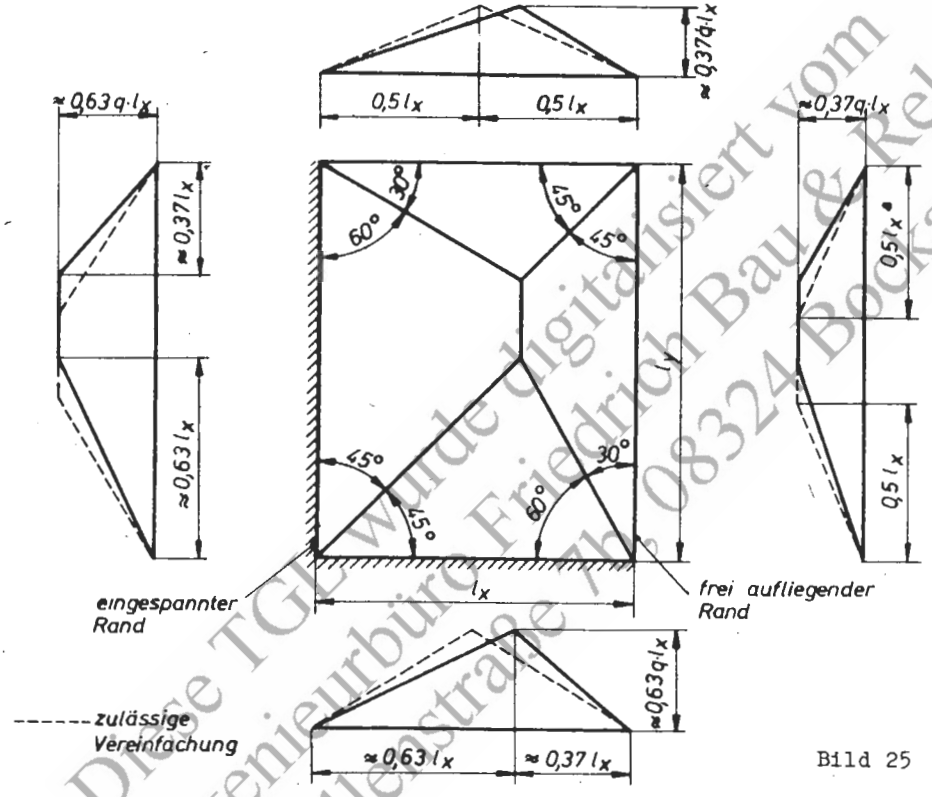


Bild 25

23.4. Bewehrung und Endauflager

Für die Bewehrung der Platten und die Ausbildung der Endauflager gelten sinngemäß Abschnitt 22.4. und 22.5.

24. STAHLBETONRIPPENDECKEN

24.1. Allgemeines

Als Stahlbetonrippendecken, siehe Bild 26, gelten Decken mit höchstens 700 mm lichtem Rippenabstand, die zur Erzielung einer ebenen Unteransicht statisch unwirksame Lochsteine oder andere Füllkörper enthalten können. Diese Füllkörper dürfen zur Tragkraftaufnahme nicht mit herangezogen werden und müssen den Anforderungen nach Abschnitt 24.6. genügen.

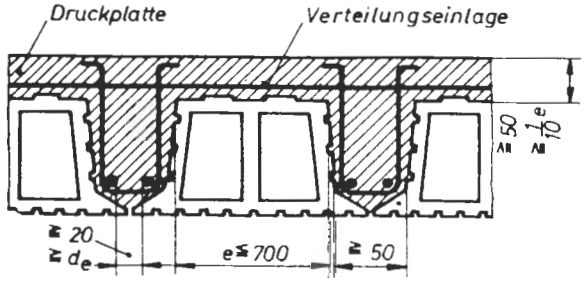


Bild 26

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

24.2. Stützweite und Nutzhöhe
Für die Stützweite (l) gilt Abschnitt 25.1. Die Nutzhöhe ist so zu wählen, daß die Durchbiegung die Nutzung nicht beeinträchtigt, siehe TGL 11 422. Die Momente sind nach Abschnitt 22.3 oder 23.2. zu berechnen.

24.3. Druckplatte
Die Dicke der Druckplatte muß mindestens 1/10 des lichten Rippenabstandes und darf nicht kleiner als 50 mm sein.
In der Druckplatte ist zur Lastverteilung quer zu den Rippen auf 1 m Rippenlänge mindestens die in Abschnitt 22.4. dritter Absatz vorgeschriebene Mindestquerbewehrung anzuordnen.
Die Tragfähigkeit der Platte zwischen den Rippen ist erforderlichenfalls nachzuweisen. Dies muß bei Einzellasten stets geschehen.

24.4. Rippen
Die Rippen müssen mindestens 50 mm breit sein. Für den Abstand der Stahleinlagen in den Rippen gelten Bild 15 und 26.
Die Rippen müssen Bügel erhalten. Hiervon darf in Gebäuden mit Verkehrslasten $p \leqq 200$ kp/m^2 abgesehen werden, wenn

- die Vergleichsspannung nach Abschnitt 20., Tabelle 9, Zeile 1 nicht überschritten wird
- der Rippenabstand 330 mm nicht überschreitet und
- die Stützweite der Decke nicht größer als 6 m ist.

Am Auflager darf jeder zweite Bewehrungsstab aufgebogen werden, wenn in jeder Rippe 2 Stäbe liegen. Anderenfalls ist die Querkraftsicherung allein durch Bügel vorzunehmen, siehe Abschnitt 20..
Durchlaufende Rippendecken müssen im Bereich der negativen Momente, die von den Rippen nicht mehr aufgenommen werden können, entsprechend ausgestaltet werden. Über den Stützen dürfen aber keine besonderen Druckeinlagen in den Rippen zugelegt werden. Für die aufgebogenen Stäbe durchlaufender Rippendecken gilt Bild 3.
Die Bewehrung muß sich auf die einzelnen Rippen gleichmäßig verteilen und ist unter Beachtung des Abschnittes 14. auszubilden.

24.5. Querrippen
Decken mit Hauptbewehrung nach einer Richtung müssen zur Lastverteilung Querrippen erhalten, und zwar für Verkehrslasten < 400 kp/m^2 bei Deckenstützweiten von mehr als 5 m eine Querrippe, für größere Verkehrslasten bei Stützweiten von 4 bis 7 m eine Querrippe, bei Stützweiten von mehr als 7 m mindestens 3 Querrippen.
Bei Rippenabständen bis höchstens 330 mm sind bei Stützweiten bis zu 7 m keine lastverteilenden Querrippen erforderlich.
Die Querrippen müssen den gleichen Betonquerschnitt und für Verkehrslasten $\geqq 400$ kp/m^2 oben und unten die gleiche Bewehrung wie die Hauptbewehrung der Tragrippen sowie die gleiche Bügelbewehrung erhalten. Für Verkehrslasten < 400 kp/m^2 genügt die halbe Bewehrung.
Einzellasten sind durch Anordnung von Querrippen oder andere geeignete Maßnahmen auf eine ausreichende Zahl von Rippen zu verteilen.

24.6. Füllkörper
müssen gegen die bei der Herstellung der Decken auftretenden Beanspruchungen ausreichende Festigkeit aufweisen. Werden zwei Füllkörper übereinander angeordnet, so sind diese gegen seitliches Verschieben zu sichern. Das Ablösen von den Rippen ist durch geeignete Form der Füllkörper, z. B. Verzahnungen, zu verhindern.

24.7. Ausbildung der Auflager
Für die Ausbildung der Auflager gilt Abschnitt 22.5., erster Absatz. Für einen ausreichenden Betonquerschnitt an der Unterseite der Rippendecke ist zu sorgen. Die Tiefe eines Auflagers auf Mauerwerk muß mindestens 150 mm sein. Füllkörper dürfen nicht in Wände eingreifen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

25. BALKEN UND PLATTENBALKEN

25.1. Stützweite

Die Stützweite ist:

bei beiderseits frei aufliegenden oder eingespannten Balken:
die Entfernung der Auflagermitten

bei außergewöhnlich großen Auflagerlängen:
die um 5 % vergrößerte Lichtweite

bei durchlaufenden Balken:
die Entfernung zwischen den Mitten der Stützen oder Unterzüge.

25.2. Nutzhöhe

Die Nutzhöhe ist so festzulegen, daß Durchbiegungen mit schädlichen Auswirkungen vermieden werden.

Zur Einhaltung dieser Forderung ist die Schlankheitsbegrenzung nach TGL 11 422 zu berücksichtigen.

25.3. Plattendicke bei Plattenbalken

Als Druckgurt eines Plattenbalkens dürfen Platten nur dann in Rechnung gestellt werden, wenn sie mindestens 70 mm dick sind. Für die Mindestdicke bei Plattenbalken unter Durchfahrten und befahrbaren Hof-Kellerdecken gilt Abschnitt 22.2. zweiter Absatz.

25.4. Mitwirkende Plattenbreite bei Plattenbalken

25.4.1. Beim Bemessen und beim Nachweis der Tragfähigkeit von Plattenbalken, bei der Berechnung der Schnittkräfte statisch unbestimmter Tragwerke und der elastischen Formänderungen darf ein Druckplattenstreifen von der Breite b' als mitwirkend in Rechnung gestellt werden.

Für b' ist anzusetzen:

bei beiderseitigen Plattenbalken nach Bild 27 a und 27 b zu

$$b' = b_o + 2\, b_m \qquad (29)$$

bei einseitigen Plattenbalken nach Bild 28 zu

$$b' = b_o + 1/2\, b_m + b_1 \qquad (30)$$

bei einseitigen Plattenbalken nach Bild 29
wenn sie gegen Verdrehen behindert sind und die eintretende Verdrillungsbeanspruchung nachgewiesen wird zu

$$b' = b_o + b_m + b_1 \qquad (31)$$

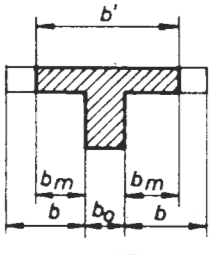


Bild 27 a

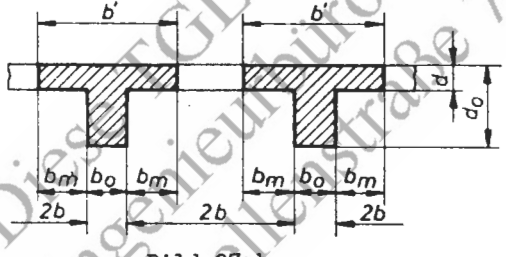


Bild 27 b

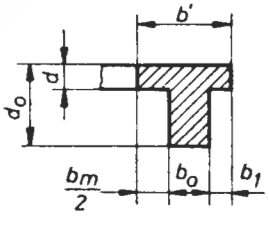


Bild 28

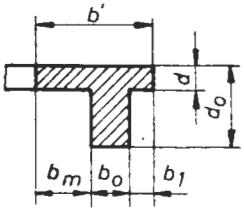


Bild 29

Das Maß für b_m ist mit den Werten der Tabelle 11 zu ermitteln oder, vereinfacht, mit $b_m = 1/10 \leqq b$ anzunehmen.

Tabelle 11 Verhältnis b_m/b

d/d_o	b_m/b = bei b/l: 1	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05
0,10	0,19	0,37	0,46	0,59	0,74	0,92	1,00
0,15	0,21	0,40	0,50	0,61			
0,20	0,27	0,46	0,58	0,70	0,85		
0,30	0,37	0,56	0,70	0,78			

Zwischenwerte dürfen linear eingeschaltet werden. Bei Durchlaufbalken ist für l der Abstand der Momentennullpunkte anzusetzen.

Dies TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

25.4.2. Plattenverstärkungen am Steg der Balken dürfen durch eine Vergrößerung der Stegbreite von b_o auf b_{om} berücksichtigt werden, siehe Bild 30.

$$b_{om} = b_o + 2\ d_s \qquad (32)$$

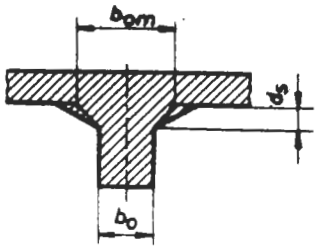


Bild 30

25.4.3. Werden Stahlsteindecken zwischen Stahlbetonbalken gespannt, so darf die Deckenplatte nur so weit als Druckplatte in Rechnung gestellt werden, wie der volle Beton der Deckenfelder reicht. Für die zulässige Höchstbreite gilt Abschnitt 25.4.1..

25.4.4. Bei Balken, die parallel zur Hauptbewehrung der Platte laufen, und bei Balken an kreuzweise bewehrten Platten darf die mitwirkende Plattenbreite b_m mit dem 0,25fachen der kleineren Stützweite der anliegenden Platte angesetzt werden, ohne daß die Überlagerung der Beanspruchung nachzuweisen ist.

25.5. Momente durchlaufender Balken und Plattenbalken

Momente durchlaufender Balken und Plattenbalken sind im allgemeinen nach den Regeln für frei drehbar gelagerte durchlaufende Träger zu ermitteln.

25.5.1. Stützenmomente

Für die Stützenmomente von Balken und Plattenbalken gilt sinngemäß Abschnitt 22.3.1., siehe auch Bild 31.

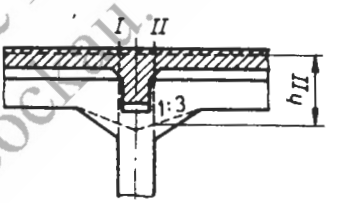


Bild 31

25.5.2. Negative Feldmomente

Bei durchlaufenden Balken und Plattenbalken im Hochbau, die mit Unterzügen oder Säulen fest verbunden sind, brauchen wegen des Verdrehungswiderstandes der Unterzüge und des Biegungswiderstandes der Säulen die negativen Feldmomente aus Verkehrslast nur mit 2/3 ihres Wertes berücksichtigt zu werden.

Im Sonderfalle gleicher Stützweiten, oder auch ungleicher Stützweiten, bei denen die kleinste noch mindestens 0,8 der größten ist, dürfen bei Balken und Plattenbalken die negativen Feldmomente eines entlasteten Feldes angenommen werden zu

$$\min M = \frac{l^2}{24}\left(g - \frac{2}{3} \cdot p\right) \qquad (33)$$

25.5.3. Mindestwert für positive Feldmomente

Ergibt sich das größte positive Moment eines Feldes kleiner als bei Annahme voller beiderseitiger Einspannung, so ist diese der Querschnittbemessung im Felde zugrunde zu legen.

25.5.4. Berücksichtigung der Einspannung

Ist bei Hochbauten die Stützenbreite gemessen in Richtung der Stützweite $\geqq$ 1/5 der Geschoßhöhe, so dürfen durchlaufende Balken und Plattenbalken so berechnet werden, als ob sie an der Stütze voll eingespannt wären. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Balken mit der Stütze biegefest verbunden sind oder daß an den Stützen eine entsprechende Auflast vorhanden ist. Als Stützweite ist dabei die um 5 % vergrößerte Lichtweite anzunehmen.

Über die Verminderung der positiven Momente in Endfeldern bei biegefester Verbindung zwischen Balken oder Plattenbalken und Randsäulen siehe Abschnitt 29.

25.6. Bewehrung der Balken und Plattenbalken

Die Bewehrung der Balken und Plattenbalken ist unter Beachtung des Abschnittes 14. auszubilden.

Liegen die Deckeneinlagen gleichlaufend mit den Hauptbalken, so sind rechtwinklig zu ihnen

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

Abreißbewehrung

oben zusätzliche Stahleinlagen anzuordnen, die die dort auftretenden Zugspannungen aufnehmen und das Abreißen der Deckenplatte von den Hauptbalken verhindern sollen. Werden Zahl und Dicke dieser Einlagen nicht besonders ermittelt, so sind auf 1 m Balkenlänge 60 % der Hauptbewehrung (erf. f_e) der Platte in Feldmitte, mindestens aber bei St A-0 und St A-I 5 Rundstäbe Durchmesser 8 mm, bei Betonstahl höherer Stahlgüten mindestens 5 Rundstäbe Durchmesser 6 mm anzuordnen. Bei Dachdecken oder untergehängten Decken, die nur zum Abschluß dienen und, z. B. nur bei Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten begangen werden, genügen auch für St A-0 und St A-I 5 Rundstäbe Durchmesser 6 mm.
Die Länge dieser Rundstäbe richtet sich nach Bild 32.
Im Bereich der Abreißbewehrung $\frac{1}{4}$, siehe Bild 32, darf die Hauptbewehrung der Platte um die Hälfte abgemindert werden, wobei Abschnitt 22.4. erster Absatz zu berücksichtigen ist.

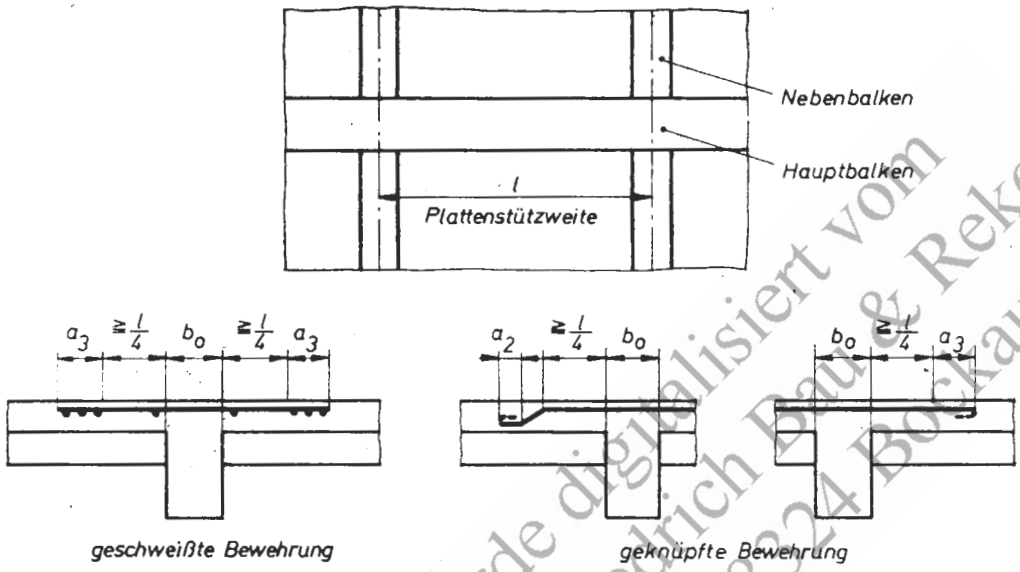


Bild 32

Der geringste lichte Abstand der Einlagen in den Balken, auch von Rippendecken, soll nach jeder Richtung mindestens gleich dem Stabdurchmesser, jedoch nicht kleiner als 20 mm sein, siehe Bild 15.
Wenn sich in der Zugzone geringere Abstände nicht vermeiden lassen, so muß durch einen feinen und fetten Beton für eine dichte Umhüllung der einzelnen Einlagen besonders gesorgt werden.
In der Zugzone dürfen im allgemeinen nicht mehr als zwei Lagen von Bewehrungsstäben übereinander angeordnet werden. Liegen besondere Verhältnisse vor, z.B. Nutzhöhen > 1400 mm, sind Abweichungen hiervon möglich.
Zusätzliche Druckbewehrungen sind bei auf Biegung ohne Längskraft beanspruchten Balken und Plattenbalken zu vermeiden. Sind sie in Ausnahmefällen nicht zu umgehen, ist im allgemeinen nur eine Lage statthaft, die durch Bügel wie bei Druckgliedern umschlossen werden muß, siehe Abschnitt 27.4.1., zweiter und dritter Absatz.
In Balken und Plattenbalken mit Querschnittshöhen d oder d_o > 1400 mm müssen zur Vermeidung sichtbarer Zugrisse in den Seitenflächen der Stege Längseinlagen mit einem Gesamtquerschnitt von mindestens 8,0 % des Querschnittes der Hauptzugbewehrung angeordnet werden, die über die Höhe der Zugzone zu verteilen sind. Wenn kein genauerer Nachweis geführt wird, dürfen diese zusätzlichen Längseinlagen mit der Hälfte ihres Querschnittes auf den Querschnitt der Hauptzugbewehrung angerechnet werden.
In Balken und Plattenbalken sind stets Bügel anzuordnen. Diese müssen die Zugbewehrung und die Druckzone einschließlich gegebenenfalls vorhandener Druckeinlagen umschließen. Sind quer zur Balkenachse kraftschlüssig verankerte Bewehrungsstäbe, z. B. Bewehrung anschließender Deckenplatten oder Abreißbewehrung, mindestens im Abstand der Bügelteilung vorhanden, dürfen bei Konstruktionen mit vorwiegend statischer Beanspruchung offene Bügel

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 76, 08324 Bockau.

verwendet werden, die dann auch als Umschließung der Zugbewehrung und der Betondruckzone, jedoch nicht der Druckbewehrung gelten. Auch dürfen Bügel in vorwiegend statisch beanspruchten Balken in der Druckzone offen sein, wenn diese kleiner als 1/4 der Nutzhöhe ist und quer zu ihr keine Zugbeanspruchungen wirken.
Ist an den Balkenenden die freie Drehbarkeit nicht in vollem Umfange gewährleistet, so muß auch bei Annahme freier Auflagerung durch obere Stahleinlagen und einen ausreichenden Betonquerschnitt an der Unterseite eine etwa doch vorhandene unbeabsichtigte Einspannung berücksichtigt werden.

26. PILZDECKEN

26.1. Allgemeines

Als Pilzdecken gelten kreuzweise bewehrte Stahlbetonplatten, die ohne Vermittlung von Balken unmittelbar auf Kopfverstärkungen von Stahlbetonsäulen ruhen und mit diesen biegefest verbunden sind.

26.2. Mindestabmessungen

Die Plattendicke (d) darf nicht kleiner als 150 mm sein. Zur Erzielung einer ausreichenden Einspannung der Platte im Säulenkopf müssen für die Säule und den Säulenkopf die Abmessungen nach Bild 33 und 34 eingehalten werden. Die Teile des Säulenkopfes, die unterhalb einer Neigung von 45° gegen die Waagerechte liegen, dürfen nicht zur Schnittkraftübertragung herangezogen werden und gelten beim Traglastnachweis als nicht vorhanden, siehe Bild 34.

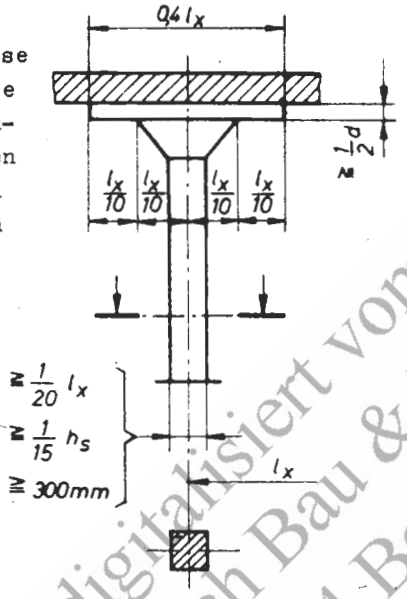


Bild 33

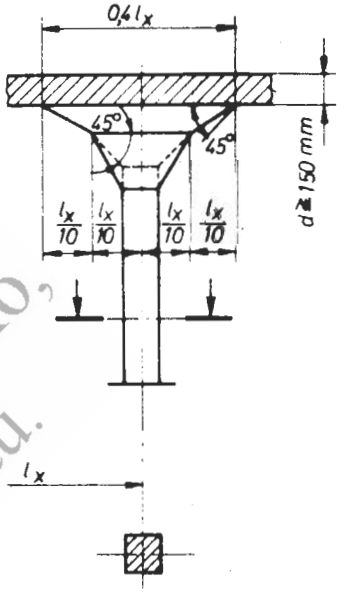
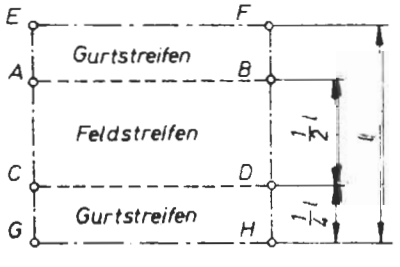


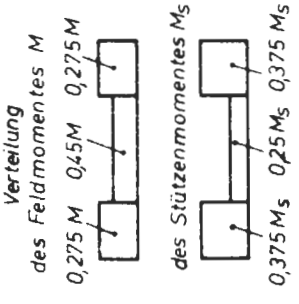
Bild 34

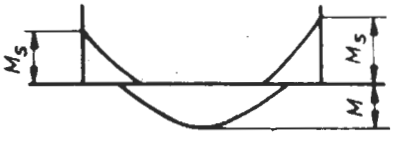
26.3. Berechnung

Pilzdecken dürfen neben anderen Verfahren auch nach folgendem Näherungsverfahren berechnet werden:
Die Pilzdecken sind durch zwei sich kreuzende Scharen von Längs- und Querbalken zu ersetzen, die als durchlaufende Balken mit elastisch eingespannten Stützen oder als Stockwerkrahmen so zu behandeln sind, als ob sie in der querlaufenden Stützenflucht auf einer stetigen Unterlage aufruhten. Diese stellvertretenden Balken und Rahmen müssen in jeder Richtung für die volle und ungünstigste Belastung berechnet werden. Bei den Biegemomenten der stellvertretenden Rahmen braucht nur der Biegewiderstand der Stützen des unmittelbar anschließenden oberen und unteren Geschosses berücksichtigt zu werden.

Die Riegel der stellvertretenden Rahmen haben die Stützweite l_x und l_y, die Querschnittbreite l_y und l_x und als Querschnitthöhe die Deckendicke d .
Zur Bemessung der Platte für die Biegemomente M_x und M_y ist jedes Deckenfeld in einen inneren Teil A B C D von der Breite $\frac{l}{2}$ und zwei äußere Teile A B F E und C D H G jeweils von der Breite $\frac{l}{4}$ zu zerlegen.
Der innere Teil wird als Feldstreifen, die äußeren Teile werden als Gurtstreifen bezeichnet.







M und M_s gelten für die Breite l

Bild 35

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Von den positiven oder negativen Feldmomenten eines Riegels des stellvertretenden Rahmens haben der Feldstreifen 45 % und die beiden Gurtstreifen zusammen 55 % aufzunehmen, während von den negativen Biegemomenten in den Säulenfluchten 25 % dem Feldstreifen und 75 % den beiden Gurtstreifen zuzuweisen sind, siehe Bild 35.
Wird der Rand der Pilzdecke stetig unterstützt, so darf in dem unmittelbar am Rande liegenden, zur Auflagerlinie gleichlaufenden Plattenstreifen von der Breite 3/4 l die Bewehrung um 1/4 kleiner angenommen werden als im Feldstreifen des normalen Innenfeldes.
Die Stahleinlagen müssen wie beim durchlaufenden Träger dem Verlauf der Biegemomente und Querkräfte angepaßt werden.
Die Säulen (Innen- und Randsäulen) sind als Rahmenstiele nach Abschnitt 27.2. zu berechnen. Über die Größe der Längskraft siehe Abschnitt 18.3..

27. SÄULEN UND DRUCKGLIEDER

27.1. Allgemeines

27.1.1. Säulen mit Bügelbewehrung

Hierzu rechnen alle Säulen, deren Längsbewehrung bügelartig umschlossen wird.

27.1.2. Umschnürte Säulen

Als umschnürt gelten Säulen mit kreisförmigem Kernquerschnitt, der durch eine Querbewehrung nach der Schraubenlinie umschlossen wird. Säulen, deren Umschnürung nicht kreisförmig ist, sind als verbügelte Säulen zu berechnen. Die Umschnürung darf nur in Rechnung gestellt werden, wenn $R_{28} \geq 225$ kp/cm^2 ist.

27.1.3. Knicklänge

Die Knicklänge (l_k) des zu untersuchenden Druckgliedes ist diejenige Länge, bei der ein beiderseits gelenkig gelagertes Druckglied gleicher Querschnittsabmessungen unter gleicher Achsialbeanspruchung ausknicken würde. Sie ist vom Einspanngrad der Stabenden abhängig.

27.1.4. Schlankheit

$\varrho = l_k / d \qquad \lambda = l_k / i \qquad i = \sqrt{\min J / F}$

Die Schlankheit (λ) ist das Verhältnis der Knicklänge (l_k) des untersuchten Stabes zu einem seiner Trägheitsradien i_z oder i_y. Bei der Ermittlung der Trägheitsradien bleiben die Querschnitte der Bewehrungsstähle unberücksichtigt.

27.1.5. Außermittigkeit

Die rechtwinklig zu einer Hauptachse gemessene Außermittigkeit der Druckkraft ist auf die gegenüberliegende Kernweite des reinen Betonquerschnittes zu beziehen, siehe Bild 36.

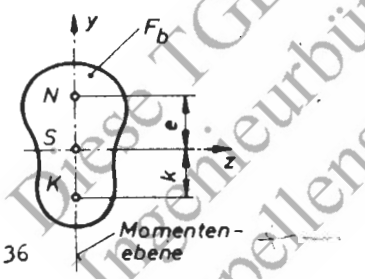


Bild 36

Es bedeuten:

$e = \frac{M}{N}$ = Außermittigkeit
S = Schwerpunkt
K = Kernpunkt
k = Kernweite
$m_a = \frac{e}{k}$ = bezogene Außermittigkeit

27.2. Berechnung und Bemessung

27.2.1. Grundlagen

Stahlbetonquerschnitte sind bei mittiger oder außermittiger Druckbeanspruchung nach TGL 11 422 zu bemessen. Der Einfluß der Schlankheit des Druckgliedes ist in Abhängigkeit von der Außermittigkeit der Druckkraft durch die Ausweichzahl zu berücksichtigen.

27.2.2. Knicklänge

Die Knicklänge (l_k) ergibt sich aus der Systemlänge nach der Gleichung

$$l_k = \beta \cdot l \qquad (34)$$

Der Faktor β kann nach Abschnitt 27.3. gewählt werden, falls kein genauerer Nachweis erfolgt.

27.2.3. Nachweis der Tragfähigkeit

Zur Bemessung nach TGL 11 422 sind die Schnittkräfte N; M außer mit dem Sicherheitsfaktor ν_s noch mit der zugehörigen Ausweichzahl zu vervielfachen.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 70, 08324 Bockau.

27.2.4. Berücksichtigung unvermeidlicher Außermittigkeit

Für planmäßig mittig beanspruchte bügelbewehrte Stützen ist die unvermeidliche Außermittigkeit in den Ausweichzahlen für $m_a = 0$ berücksichtigt.

Bei umschnürten Stützen, die nur mittig belastet ausgefunrt werden dürfen, ist immer die Ausweichzahl für $m_a = 0{,}5$ in die Berechnung einzuführen.

27.2.5. Ermittlung der Ausweichzahl

Die Ausweichzahl ω darf der Tabelle 14 entnommen werden, wenn keine Kriecheinflüsse berücksichtigt zu werden brauchen. Infolge Kriechens des Betons kann eine vorhandene Außermittigkeit in einzelnen Fällen erheblich vergrößert und damit die Tragfähigkeit des Stahlbetondruckgliedes herabgesetzt werden. Besonders gefährdet sind schlanke, schwach bewehrte, ständig hoch belastete Druckglieder, die nicht durch vernachlässigte Systemreserven zusätzlich ausgesteift werden. In diesen Fällen ergibt sich die Ausweichzahl zu

$$\omega_1 = \left[(\omega - 1) \cdot \psi + 1\right] \cdot \left[(\chi - 1) \cdot \zeta + 1\right] \qquad (35)$$

Dabei bedeuten:

ω = Grundwert der Ausweichzahl nach Tabelle 14

ψ = Beiwert nach Tabelle 12 zur Berücksichtigung des Einflusses der Betongüte und des Bewehrungsanteiles auf die Ausweichzahl

χ = Beiwert nach Tabelle 13 zur Berücksichtigung des Einflusses aus dem Anteil der langzeitig wirkenden Belastung auf die Ausweichzahl

ζ = Beiwert nach Tabelle 14 zur Berücksichtigung des zusätzlichen Einflusses der Außermittigkeit bei langzeitig wirkenden Belastungen

Die nach Gleichung 35 ermittelte Ausweichzahl ω_1 ist im Bereich der bezogenen Außermittigkeit $0 \leqq m_a \leqq 2{,}5$ mit der Ausweichzahl für die mittige Druckkraft $\omega \cdot \chi$ zu vergleichen; der größere der beiden Werte ist als Ausweichzahl in die Berechnung einzuführen.

Tabelle 12 Beiwert ψ

Betongüte	ψ bei μ_o		
	< 0,3 %	0,5 %	> 0,7 %
B 160 und B 225	0,74	0,68	0,68
B 300 und B 450	0,98	0,77	0,71
B 600	-	1,00	0,81

Für Zwischenwerte von μ_o (auf den statisch erforderlichen Querschnitt bezogener Bewehrungsanteil der gezogenen oder minder gedrückten Bewehrung) darf linear interpoliert werden.

Tabelle 13 Beiwert χ

langzeitig wirkender Belastungsanteil in % der Gesamtlast	χ für $\lambda = l_k/i$									
	≦ 20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,01	1,03	1,06	1,11	1,17	1,24	1,34	1,44	1,56
40	1,00	1,01	1,06	1,13	1,22	1,34	1,49	1,68	1,88	2,12
60	1,00	1,02	1,10	1,19	1,33	1,51	1,73	2,02	2,32	2,67
80	1,00	1,02	1,13	1,26	1,43	1,68	1,97	2,36	2,76	3,24
100	1,00	1,03	1,16	1,32	1,54	1,85	2,22	2,70	3,20	3,80

Die Werte dieser Tabelle gelten für die Kriechzahl $\varphi = 4{,}0$, z. B. in trockenen Innenräumen. Bei anderen Umgebungsbedingungen dürfen die Tabellenwerte gegen 1,0 in Abhängigkeit von der entsprechenden Kriechzahl geradlinig interpoliert werden.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bal & Peko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau

Tabelle 14 Grundwert ω, Beiwert ζ, Korrekturfaktor ϑ

$m_a = e/k$	ζ	ϑ	ω für $\lambda = l_k/i$										
			= 10	20	30 40	50 60	70 80	90 100 xx)	110 120	130 140 xxx)	160	180	200
0	1,00	0	1,00	1,02	1,09	1,22	1,42	1,71	2,11	2,58	3,17	3,98	4,96
0,2	1,00	0,12	1,00	1,02	1,11	1,25	1,48	1,80	2,23	2,74	3,43	4,27	5,40
0,5	0,99	0,31	1,00	1,03	1,13	1,31	1,57	1,93	2,40	2,99	3,70	4,67	5,95
1,0	0,96	0,59	1,00	1,04	1,18	1,39	1,71	2,14	2,70	3,38	4,22	5,35	6,95
1,5	0,92	0,82	1,00	1,06	1,22	1,45	1,80	2,29	2,90	3,65	4,58	5,75	7,42
2,0	0,86	0,95	1,00	1,08	1,25	1,49	1,86	2,38	3,05	3,82	4,82	6,02	7,65
2,5	0,80	1,00	1,00	1,09	1,26	1,50	1,87	2,41	3,08	3,86	4,87	6,10	7,72
3,0	0,74	1,00	1,00	1,08	1,25	1,48	1,84	2,36	3,02	3,77	4,80	6,00	7,60
3,5	0,67	1,00	1,00	1,07	1,24	1,45	1,79	2,26	2,88	3,61	4,60	5,80	7,37
4,0	0,61	1,00	1,00	1,05	1,21	1,42	1,72	2,14	2,71	3,40	4,34	5,45	6,95
5,0	0,50	1,00	1,00	1,03	1,14	1,32	1,58	1,92	2,37	2,97	3,70	4,67	5,95
6,0	0,41	1,00	1,00	1,02	1,09	1,23	1,43	1,71	2,10	2,56	3,17	3,98	4,96
7,0	0,34	1,00	1,00	1,02	1,07	1,17	1,32	1,55	1,86	2,22	2,70	3,32	4,10
8,0	0,28	1,00	1,00	1,01	1,06	1,14	1,26	1,45	1,70	1,99	2,35	2,82	3,48
10,0	0,20	1,00	1,00	1,01	1,04	1,10	1,19	1,32	1,50	1,71	2,00	2,32	2,80
15,0	0,10	1,00	1,00	1,00	1,03	1,06	1,11	1,19	1,30	1,42	1,60	1,83	2,10
20,0	0,06	1,00	1,00	1,00	1,02	1,04	1,08	1,13	1,21	1,30	1,40	1,55	1,76
50,0	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,03	1,05	1,07	1,11	1,17	1,23	1,30
100,0	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03	1,05	1,08	1,11	1,15
∞	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

27.2.6. Einfluß von längs der Stabachse veränderlichen Biegemomenten auf die Ausweichzahlen

27.2.6.1. Bei unten eingespannten, freistehenden Druckstäben, siehe Bild 37, ist die Schlankheit zur Bestimmung der Ausweichzahl wie folgt zu berechnen:

$$\lambda_i = \left[1 - \left(1 - \sqrt[3]{\frac{1}{2\,s_o}}\right) \cdot \vartheta\right] \cdot \lambda \qquad (36)$$

Hierin bedeuten:

l = Stablänge

s_o = Abstand des Schwerpunktes der Momentenfläche vom freien Stabende

ϑ = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des ungewollten Fehlerhebels in Abhängigkeit von m_a an der Einspannstelle; Werte siehe Tabelle 14

λ = Schlankheit des mittig gedrückten Stabes

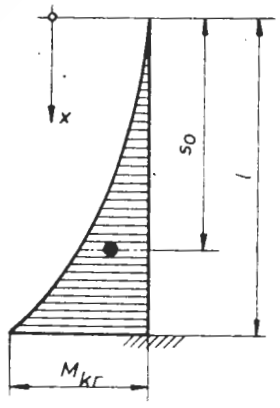


Bild 37

Zur Bestimmung der Ausweichzahl ist die Außermittigkeit im Einspannquerschnitt maßgebend.

27.2.6.2. Bei beiderseits gelenkig gelagerten Druckstäben, siehe Bild 38, darf die Schlankheit zur Bestimmung der Ausweichzahl wie folgt berechnet werden:

$$\lambda_i = \left[1 - \left(1 - \sqrt[3]{\frac{1}{2(s_1+s_2)}}\right) \cdot \vartheta\right] \cdot \lambda \qquad (37)$$

xx) max λ = 100 für umschnürte Säulen

xxx) Schlankheiten $140 < \lambda \leq 200$ sind nur als Ausnahmefall für Fertigteilstützen unter Berücksichtigung von ω_1, siehe Formel (35), zulässig

Diese TGL wurde digitalisiert von Ingenieurbüro Friedrich Bauer Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Hierin bedeuten:

l = Stablänge

s_1; s_2 = Abstand des Schwerpunktes der Momententeilfläche von den Stabenden

ϑ = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des ungewollten Fehlerhebels in Abhängigkeit von m_{akr} im mittleren Bereich l/4

λ = Schlankheit des mittig gedrückten Stabes

Zur Bestimmung der Ausweichzahl ist die größte Außermittigkeit m_{akr} im mittleren Bereich l/4 maßgebend.

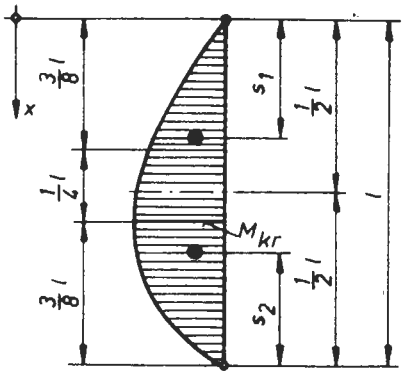


Bild 38

27.2.6.3. Bei beiderseits eingespannten Druckstäben sind die maßgebenden Momente M_{kr} im Bereich l/4 für die Ermittlung der Außermittigkeiten m_a nach Bild 39 zu wählen.

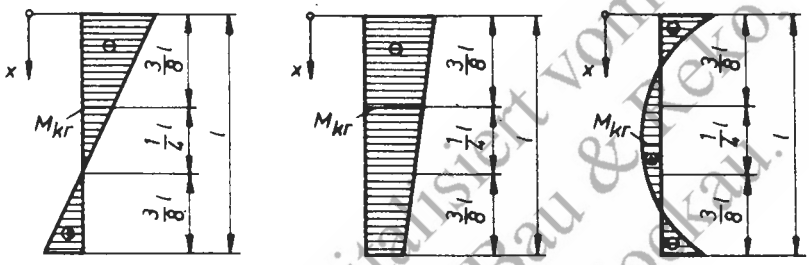


Bild 39

27.2.6.4. Zur Bemessung außerhalb des für die Bestimmung von ω maßgebenden Bereiches dürfen bei längs der Stabachse veränderlichen Biegemomenten die Ausweichzahlen $\omega_{(x)}$ nach der Gleichung

$$\omega_{(x)} = 1 + (\omega - 1) \cdot \varrho \qquad (38)$$

eingeführt werden.

Hierin bedeuten:

$\omega_{(x)}$ = für den Schnitt x maßgebende Ausweichzahl

ω = Ausweichzahl des gefährdeten Querschnittes

ϱ = Koeffizient in Abhängigkeit von $\frac{x}{\gamma \cdot l}$ nach Tabelle 15

Tabelle 15 Koeffizient ϱ

$\frac{x}{\gamma \cdot l}$	0	0,1	0,2	0,3	0,375	0,625	0,7	0,8	0,9	1,0
ϱ	0	0,45	0,78	0,96	1,0		0,96	0,78	0,45	0

Für beidseitig gelagerte Stäbe ist γ = 1, für unten eingespannte, oben freie Stäbe nach Bild 37 ist γ = 2 zu setzen.

27.2.7. Knickgefahr senkrecht zur Momentebene

Ist die auf die Ebene rechtwinklig zur Momentebene bezogene Schlankheit größer als die zur Momentebene gehörige Schlankheit, so muß mit dieser größeren Schlankheit zusätzlich der Knicknachweis für mittigen Druck unter Berücksichtigung von Abschnitt 27.2.3. und 27.2.4., erster Absatz, geführt werden.

27.2.8. Zweiachsige Außermittigkeit

Weicht die Lage der Momentenebene von der Hauptachse y des Querschnittes um den Winkel α° ab, darf, wenn kein genauerer Nachweis erfolgt, als Ausweichzahl

$$\omega_\alpha = \omega_z + \frac{\omega_y - \omega_z}{90^\circ} \alpha^\circ$$

eingeführt werden.

ω_z = Ausweichzahl für die Außermittigkeit rechtwinklig zur Hauptachse z des Querschnittes

ω_y = Ausweichzahl für die Außermittigkeit rechtwinklig zur Hauptachse y des Querschnittes.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kabelenstraße 7b, 08324 Bockau.

27.2.9. Mindestabmessungen

27.2.9.1. Für bügelbewehrte Säulen und Druckglieder mit Rechteckquerschnitt sind die Mindestabmessungen nach Tabelle 16 einzuhalten:

Tabelle 16 Mindestabmessungen

Bügelbewehrte Säulen und Druckglieder mit Rechteckquerschnitt	Kleinste Seitenlänge d mm	Mindestdurchmesser der Längsbewehrung mm	Mindestdurchmesser der Bügel mm
in Ortbetonausführung	200	12	5 jedoch nicht kleiner als 1/3 des Durchmessers der Längseinlagen
als Fertigteil $\lambda \geqq 70$	150	10	
als Fertigteil $\lambda < 70$	120	10	

27.2.9.2. Für bügelbewehrte Säulen und Druckglieder mit profiliertem Querschnitt müssen bei den Hauptabmessungen die Mindestmaße für Rechteckquerschnitte eingehalten werden. Für die Dicke von Stegen, Flanschen und Hohlstützenrandungen dürfen, wenn das einwandfreie Einbringen und Verdichten des Betons gewährleistet ist, die Mindestmaße

bei Ortbetonausführung 100 mm
bei Fertigteilen 40 mm

betragen.

Als Mindestdurchmesser für Längsbewehrung und Bügel gelten die gleichen Werte wie für den Rechteckquerschnitt nach Tabelle 16.

27.2.9.3. Für umschnürte Säulen gelten folgende Mindestabmessungen:

Mindestdurchmesser des Kernquerschnittes (D) 150 mm
Mindestdurchmesser der Umschnürung 4 mm
Mindestdurchmesser der Längsbewehrung 12 mm

27.2.10. Bewehrungsgrenzen

27.2.10.1. Bügelbewehrte Säulen und Druckglieder

Die Mindestbewehrung planmäßig mittig beanspruchter Druckglieder muß betragen:

bei $\lambda \leqq 10$; $\mu_o^* = 0{,}4$ % von F_b

bei $\lambda \geqq 20$; $\mu_o^* = 0{,}6$ % von F_b

für $10 < \lambda < 20$ sind Zwischenwerte geradlinig einzuschalten.

Die Mindestbewehrung planmäßig außermittig beanspruchter Druckglieder ist unabhängig von λ in Abhängigkeit von der bezogenen Außermittigkeit nach Tabelle 17 zu wählen.

Tabelle 17 Mindestbewehrung

Zeile	Bezogene Außermittigkeit (m_a)	F_e	F'_e
1	$0 \leqq m_a \leqq 3$	0,3 % von F_b	0,3 % von F_b
2	$3 < m_a < 15$	Werte sind geradlinig zwischen denen der Zeilen 1 und 3 einzuschalten[13]	soweit konstruktiv nicht größer erforderlich, zwischen 0,3 % von F_b und 0 geradlinig einschalten
3	$m_a \geqq 15$	entsprechend TGL 11 422 bei reiner Biegung	konstruktiv zu wählen

Dabei ist die Mindestbewehrung in allen Fällen auf den statisch erforderlichen Querschnitt zu beziehen, der bei den bezogenen Außermittigkeiten $m_a < 15$ durch Reduzierung der Querschnittsbreite und bei den bezogenen Außermittigkeiten $m_a \geqq 15$ durch Reduzierung der Querschnittshöhe zu bilden ist. Die Schlankheit (λ) und die Außermittigkeit (m_a) dürfen dabei auf den vorhandenen Betonquerschnitt bezogen werden.

[13]) Die Ausgangswerte für die Interpolation dürfen wie folgt bestimmt werden:
- für die Zeile 1 $F_e = 0{,}003\ F_b$; F_b ist der statisch erforderliche Betonquerschnitt unter Ansatz der vorhandenen Schnittkräfte
- für die Zeile 3 ist F_e die für das Moment allein erforderliche Mindestbewehrung

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Der einzuhaltende Höchstwert des Bewehrungsverhältnisses bei Druckgliedern beträgt in %:

$$(39)\quad \mu_o^* = \mu_o + \mu_o' = 22{,}5\ \frac{R_{28}}{\sigma_s} \qquad (39)$$

bei planmäßig außermittig beanspruchten Druckgliedern

$$(40)\quad \mu_o' = 11{,}25\ \frac{R_{28}}{\sigma_s} \qquad (40)$$

Hierbei ist stets $\mu_o' \leqq 3\ \mu_o$ einzuhalten.

Diese Werte dürfen im Einspannbereich an den Stützenden und in Ausnahmefällen bis auf den doppelten Betrag erhöht werden. Eine Erhöhung ist in Ausnahmefällen z.B. dann zulässig, wenn sie nur für kurzzeitig wirkende Belastungen in Anspruch genommen wird. Die dabei auftretenden größeren Beanspruchungen quer zur Stützenachse erfordern eine besonders sorgfältig konstruierte Verbügelung.

27.2.10.2. Umschnürte Säulen

Grenzen des Bewehrungsprozentsatzes für die Längsbewehrung, bezogen auf den Betonquerschnitt (F_b):

Mindestwert	0,8 %
Höchstwerte	entsprechend bügelbewehrten Säulen und Druckgliedern nach Abschnitt 27.2.10.1.

Der Umschnürungsquerschnitt F_s darf nicht mehr als das Dreifache der Längsbewehrung betragen,

somit ist $F_s \leqq 3\ F_e'$,

wobei $F_s = \frac{\pi \cdot D \cdot f}{s}$ und

darin f die Querschnittsfläche des Umschnürungsstahles ist.

Die Größe der Querbewehrung F_s ist außerdem so zu begrenzen, daß die errechnete Traglast nicht mehr als doppelt so groß ist wie die bei Vernachlässigung der Umschnürung sich ergebende Traglast.

27.3. Ermittlung der Knicklänge

27.3.1. Allgemeines

Der zur Ermittlung der Knicklänge (l_k) erforderliche Faktor β ist eine Funktion
der Querschnitts- und Längenabmessungen des Systems,
dem der untersuchte Stab angehört,
und
des Einspanngrades der Stabenden.

Für die vier Knickfälle nach Euler nimmt β folgende Größen an:

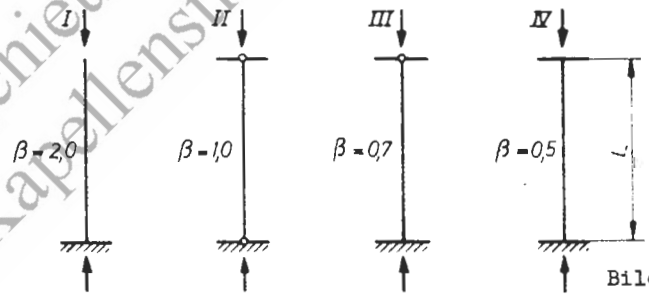


Bild 40

27.3.2. Vereinfachte Abschätzung der Knicklängen von Stielen verschieblicher Rahmensysteme, die durch Decken- oder Dachscheiben miteinander verbunden sind

Rahmenkonstruktionen bei mehr als 2 Rahmenebenen
beiderseitige Einspannung der Stiele $\beta = 1{,}0$

Einspannung des einen, Gelenklagerung
des anderen Stielendes $\beta = 1{,}5$

Rahmenkonstruktionen bei Anordnung von nur 2 Rahmenebenen
beiderseitige Einspannung der Stiele $\beta = 1{,}5$
Einspannung des einen, Gelenklagerung
des anderen Stielendes $\beta = 2{,}0$

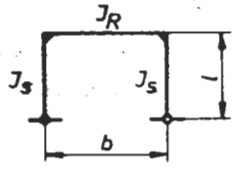
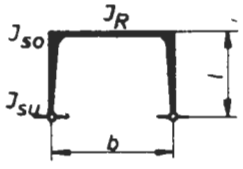
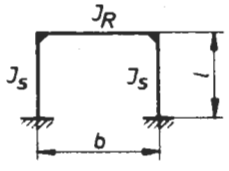
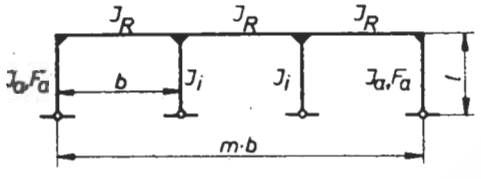
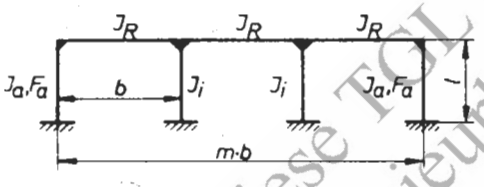
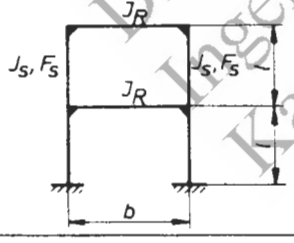
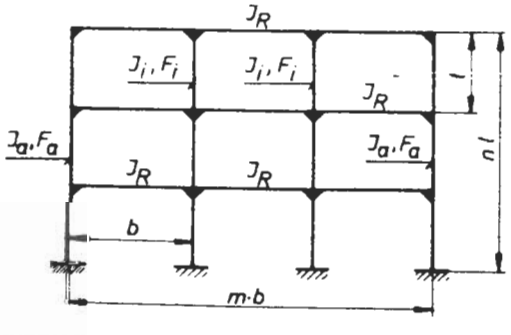
Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Ergibt ein Nachweis nach Abschnitt 27.3.3. geringere Werte, so dürfen diese eingeführt werden.

27.3.3. Ermittlung der Knicklängen von Stielen verschieblicher Rahmensysteme ohne gegenseitige Verbindung.

Die Ermittlung ist nach der Stabilitätstheorie durchzuführen. Vereinfachend dürfen jedoch hierzu die Werte aus Tabelle 18 benutzt werden.

Tabelle 18 Knicklängenbeiwerte

Rahmensystem	Beiwerte	Knicklängenbeiwert
	$c = \frac{J_s \cdot b}{J_R \cdot l}$	$\beta = \sqrt{4 + 1{,}7 \cdot c}$
	$n = \frac{J_{so}}{J_{su}}$	$\beta = 2\sqrt{1 + \frac{2{,}5 \cdot J_{so} \cdot b}{(2+3n)\, J_R \cdot l}}$
	$c = \frac{J_s \cdot b}{J_R \cdot l}$	$\beta = \sqrt{1 + 0{,}35\, c}$
	$c = \frac{J_a \cdot b}{J_R \cdot l} + \frac{9\, J_a}{b^2 \cdot F_a}$	für $m = 2$: $\beta = \frac{6 + 1{,}2\, c}{3 + 0{,}1\, c} \sqrt{\frac{3}{2 + J_i / J_a}} \leqq 6$ für $m \geqq 3$: $\beta = \frac{6 + 1{,}2\, c}{3 + 0{,}1\, c} \sqrt{\frac{2}{1 + J_i / J_a}} \leqq 6$
	$c = \frac{J_a \cdot b}{J_R \cdot l} + \frac{9\, J_a}{b^2 \cdot F_a}$	für $m = 2$: $\beta = \frac{1 + 0{,}4\, c}{1 + 0{,}2\, c} \sqrt{\frac{3}{2 + J_i / J_a}} \leqq 3$ für $m \geqq 3$: $\beta = \frac{1 + 0{,}4\, c}{1 + 0{,}2\, c} \sqrt{\frac{2}{1 + J_i / J_a}} \leqq 3$
	$\alpha = \frac{4\, J_s}{b^2 \cdot F_s}$ $c = \frac{J_s \cdot b}{J_R \cdot l}$	$\beta = \sqrt{1 + 12{,}5\, \alpha + 0{,}9\, (1 - \alpha)\, c}$
	$J_s = \frac{1}{m}\left[2\, J_a + (m-1)\, J_i\right]$ $F_s = \frac{1}{m}\left[2 F_a + (m-1) F_i\right]$ $i_s = \sqrt{\frac{J_s}{F_s}}$ $c = \sqrt{\frac{J_s \cdot b}{J_R \cdot l}}$	$\beta = \sqrt{1 + 0{,}8\, c + \frac{48}{m^2 + 2} \left(\frac{n \cdot i_s}{b}\right)^2}$

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

27.3.4. Ermittlung der Knicklängen von Hallenstützen

27.3.4.1. Der Knicklängenbeiwert von unten eingespannten, oben freien Hallenstützen, z. B. bei Rollenauflagern der Binder, darf nach Gleichung (41) ermittelt werden.

$$\beta = \sqrt{n\left(\frac{i}{m} + r\right) + (1-n)k} \qquad (41)$$

Hierin bedeuten:

$P = P_1 + P_2$

$n = \frac{P_2}{P} > \frac{1}{10}$

$m = \frac{I_2}{I_1} > \frac{1}{20}$

i,k,r = Hilfswerte nach Tabelle 19

Tabelle 19 Hilfswerte

α	i	k	r
0,50	0,67	0,67	3,44
0,55	0,50	0,87	3,61
0,60	0,36	1,10	3,75
0,65	0,24	1,37	3,87
0,70	0,16	1,67	3,96
0,75	0,09	2,00	4,01
0,80	0,05	2,36	4,06
0,85	0,02	2,75	4,09
0,90	0,01	3,18	4,10
0,95	0	3,63	4,11
1,00	0	4,11	4,11

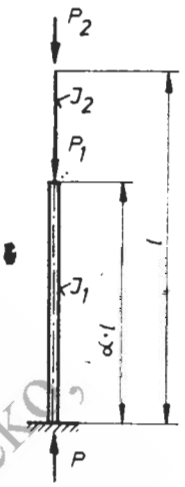


Bild 41

27.3.4.2. Sind Hallenstützen durch eine gelenkig aufgelagerte Dachkonstruktion kraftschlüssig miteinander verbunden, so sind für Eigenlasten und an allen Bindern gleichzeitig auftretende Verkehrslasten die Knicklängen nach Abschnitt 27.3.4.1. zu ermitteln. Liegen dabei Stahlbeton- oder Spannbetonvollwandbinder auf Hallenstützen über Mörtelfugen von höchstens 25 mm Dicke auf und beträgt die Fugenlänge in Richtung der Binderspannweite mehr als 1/25 der Stützenhöhe, so dürfen die so ermittelten Knicklängen um 25 % abgemindert werden. Sofern durch einen Nachweis nach der Stabilitätstheorie genauere Werte ermittelt werden, dürfen diese benutzt werden.

27.3.4.3. Sind Hallenstützen durch eine gelenkig aufgelagerte Dachkonstruktion kraftschlüssig miteinander verbunden, so dürfen bei Vorhandensein einer Dachscheibe über mehr als 2 Binder für Eigenlasten und nur an einzelnen Bindern auftretende Verkehrslasten, z.B. Kranlasten, die Stützen unten eingespannt, oben gelenkig gelagert angenommen werden. Wenn kein genauerer Nachweis erfolgt, dürfen dabei die angenäherten, auf der sicheren Seite liegenden Knicklängenbeiwerte nach Gleichung(42)benutzt werden. Die sich mit dieser Näherung ergebenden Knicklängen dürfen auf das 0,8fache abgemindert werden, wenn biegesteif durchlaufende und mit den Stützen kraftschlüssig verbundene Kranbalken vorhanden sind.

$$\beta = \sqrt{\frac{0{,}33 - \left(1 - \frac{n^2}{m}\right) \cdot i + (1-n)\left(\frac{n}{m} \cdot k + u\right) + (1-n)^2\left(\frac{r}{m} + v\right)}{0{,}33 - (1-n) \cdot z}} \qquad (42)$$

Hierin bedeuten:

$n = \frac{P_2}{P}$

$P = P_1 + P_2$

$m = \frac{I_2}{I_1}$

i = k = r = u = v = z = } Hilfswerte nach Tabelle 20 und Bild 42

Tabelle 20 Hilfswerte

α	i	k	r	u	v	z
0,50	0,165	0,128	0,026	-0,128	0,026	0,167
0,55	0,134	0,098	0,019	-0,160	0,034	0,167
0,60	0,104	0,071	0,012	-0,187	0,041	0,165
0,65	0,078	0,047	0,008	-0,211	0,047	0,162
0,70	0,051	0,029	0,003	-0,225	0,050	0,156
0,75	0,034	0,016	0,002	-0,227	0,049	0,146
0,80	0,020	0,007	0,001	-0,215	0,044	0,131
0,85	0,008	0,002	0	-0,186	0,033	0,110
0,90	0,003	0,001		-0,140	0,020	0,081
0,95	0	0		-0,076	0,006	0,045
1,00				0	0	0

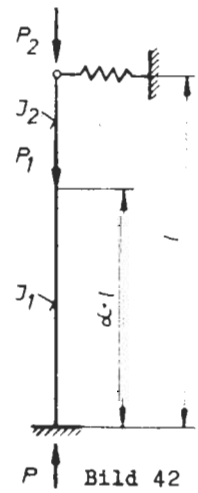


Bild 42

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

27.4. Konstruktive Durchbildung der Bewehrung

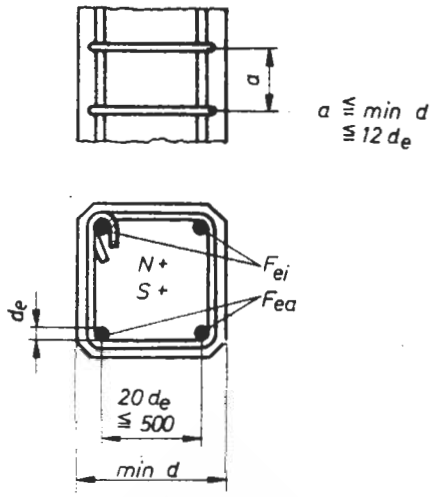
27.4.1. Bügelbewehrte Säulen und Druckglieder

Der größte Abstand der statisch bedingten Längseinlagen darf das 20fache des Durchmessers der Längseinlagen erreichen, aber nicht mehr als 500 mm betragen. Für die darüber hinaus konstruktiv bedingten Längseinlagen gilt ebenfalls als Höchstabstand 500 mm.

Zur Behinderung gegen Ausknicken der Längsbewehrung darf der Achsabstand der Umschließungsbügel nicht größer als die kleinste Seitenlänge des Betonquerschnittes und auch nicht größer als der 12fache Durchmesser der Längseinlagen sein.

Bügel müssen auch im Bereich von Balken- und Riegelanschlüssen angeordnet werden.

Liegen zwischen den Eckstäben Längseinlagen weiter als der 15fache Bügeldurchmesser von der Bügelecke entfernt, müssen diese im Abstand 2 a von zusätzlichen Bügeln umfaßt werden.



$F_{ea} + F_{ei} = F_e$

$\frac{F_{ea}}{F_b} = \mu_o$; $\frac{F_{ei}}{F_b} = \mu_o'$; $\frac{F_e}{F_b} = \mu_o^*$

d_e = Stahldurchmesser

Bild 43

27.4.2. Umschnürte Säulen

Die Ganghöhe (s) der Schraubenlinie der Querbewehrung darf höchstens 80 mm und $\frac{1}{5}$ des Durchmessers D_k des Kernquerschnittes (F_k) sein. Die Umschnürung ist auch im Bereich von Balken- und Riegelanschlüssen anzuordnen.

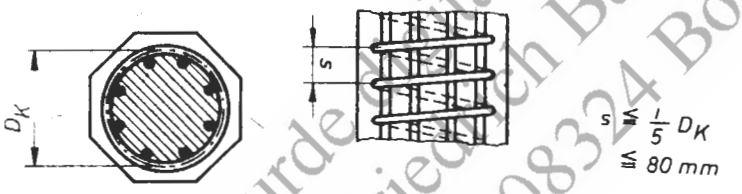


Bild 44

27.4.3. Überdeckungsstöße in Säulen und Druckgliedern

Ist das Bewehrungsverhältnis größer als 75 % der Höchstwerte nach den Gleichungen (39) und (40), so darf höchstens die Hälfte der Bewehrungsstäbe in einem Querschnitt nach Abschnitt 14.5.4.2. gestoßen werden, wobei über den 1,5fachen Stoßbereich die Bügel enger anzuordnen sind. Stoßquerschnitte sind dabei um mindestens $1{,}5a_3$ zu versetzen, a_3 nach Tabelle 6.

28. WÄNDE (Tragglieder, die in ihrer Ebene vorwiegend auf Druck beansprucht werden)

28.1. Betongüte und Wanddicke

Die Betongüte muß mindestens B 160, die Wanddicke mindestens 140 mm und bei Wänden, die drei- oder vierseitig gehalten sind, mindestens 100 mm sein.

Betongüten ≧ B 300 sollten nur bei Wanddicken ≧ 140 mm angewandt werden.

Querschnittsschwächungen sind beim Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigen. In tragenden Wänden dürfen nachträglich nur lotrechte Schlitze ausgeführt werden, die nicht tiefer als $\frac{1}{10}$ der Wanddicke sind, und durch die die horizontale Bewehrung nicht zerstört wird.

28.2. Aussteifung der Wände

28.2.1. Zweiseitig gehaltene Wandteile, z.B. auch Tür- und Fensterpfeiler einschließlich der Anschläge, müssen mindestens 500 mm breit sein.

Als zweiseitig gehalten gelten die Wände, die oben und unten durch Stahlbeton- oder Stahlsteindecken, welche als steife Scheiben ausgebildet und unverschieblich gelagert sind, gegen seitliches Verschieben gehalten werden und mit diesen Decken zugfest verbunden sind.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Beko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Zu diesem Zweck ist die Haupt- und Querbewehrung der Stahlbetondecken bis nahe an die Außenseite der Umfassungswände zu führen.
Die Last der aufgehenden Wände muß unmittelbar auf der Massivdecke aufliegen (Reibungsschluß). Zwischen den Wänden im obersten Geschoß und der daraufliegenden Decke wird eine zugfeste Verbindung, z. B. durch Steckbügel, empfohlen.
Ist die längere Seite einer zusammenhängend berechneten Decke höchstens gleich dem 2,5fachen der kürzeren Seite, so darf bei am Ort hergestellten Stahlbetondecken eine ausreichende Scheibenwirkung ohne besonderen rechnerischen Nachweis angenommen werden, bei Decken aus Fertigteilen jedoch nur, wenn ein mindestens 40 mm dicker Aufbeton mit Querbewehrung oder wenn Querrippen vorhanden sind. Stahlsteindecken müssen ebenfalls einen mindestens 40 mm dicken Aufbeton mit entsprechender Querbewehrung besitzen.

28.2.2. Bei dreiseitig gehaltenen Wänden darf der Mittenabstand[14] der aussteifenden Querwand vom freien Rand der Wand höchstens sein:
bei einer Wanddicke von mindestens 140 mm gleich der 1,2fachen Geschoßhöhe (h_s),
bei einer Wanddicke von 100 mm gleich der Geschoßhöhe (h_s).
Ist der Mittenabstand der aussteifenden Querwand vom freien Rand höchstens gleich der 6fachen Wanddicke der ausgesteiften Wand, so darf ihre Knicklänge (l_k) wie bei einer vierseitig gehaltenen Wand angenommen werden.
Als dreiseitig gehalten gelten Wände, die außer durch Decken nach Abschnitt 28.2.1. an einer Seite durch eine aussteifende Querwand nach Abschnitt 28.3. gehalten werden.

28.2.3. Bei vierseitig gehaltenen Wänden darf der Mittenabstand[14] der aussteifenden Querwände höchstens sein:
bei einer Wanddicke von mindestens 140 mm gleich der 2,5fachen Geschoßhöhe (h_s),
bei einer Wanddicke von 100 mm gleich der 2fachen Geschoßhöhe (h_s).
Als vierseitig gehalten gelten Wände, die außer durch Decken nach Abschnitt 28.2.1. zusätzlich an beiden Seiten durch je eine aussteifende Querwand nach Abschnitt 28.3. gehalten werden.

28.2.4. Haben vierseitig oder dreiseitig gehaltene Wände Öffnungen, deren lichte Höhe $h_s' \geqq \frac{1}{3} h_s$ und deren Gesamtfläche größer als ein Zehntel der Wandfläche ist, so sind
Wandteile zwischen Öffnung und aussteifender Querwand als dreiseitig gehaltene Wände,
Wandteile zwischen Öffnungen oder zwischen Öffnung und freiem Rand als zweiseitig gehaltene Wände
zu behandeln.
h_s' nach Bild 45.

28.3. Aussteifende Querwände
Aussteifende Querwände müssen mindestens 100 mm dick sein und mit den auszusteifenden Wänden kraftschlüssig verbunden werden. Ihre Länge muß mindestens 1/5 der Geschoßhöhe (h_s) betragen. Sind in den aussteifenden Querwänden Öffnungen vorhanden, so muß die Länge zwischen der aussteifenden Wand und der Öffnung mindestens 1/5 der lichten Öffnungshöhe (h_s') sein.

28.4. Berechnung
Stahlbetonwände sind nach TGL 11 422 zu bemessen. Bei Wänden, die in verlorener Schalung hergestellt werden und deren Dicke ohne Schalung geringer als 140 mm ist, ist der Traglastnachweis mit

$$0{,}8 \cdot 0{,}45\, R_{28} = 0{,}36\, R_{28}$$

zu führen.
Die für die Bestimmung der Ausweichzahlen, siehe Abschnitt 27., maßgebenden Knicklängen sind, sofern kein Nachweis nach der Stabilitätstheorie erfolgt, der Tabelle 21 zu entnehmen. Dabei darf für Zwischenwerte von l/h die Knicklänge durch lineare Interpolation ermittelt werden. Dabei bedeutet: l = Wandlänge

---

[14] Bei Wanddicken zwischen 140 und 100 mm darf geradlinig interpoliert werden.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kabellenstraße 7b, 08324 Bockau

Tabelle 21 Knicklängen

Randbedingung	l/h_s	Knicklänge (l_k)
zweiseitig gehalten	-	h_s
dreiseitig gehalten	0,5	0,65 h_s
	1,2	0,90 h_s
vierseitig gehalten	0,5	0,3 h_s
	2,5	0,8 h_s

Sind die Wände an den Decken biegesteif angeschlossen, so dürfen die Knicklängen nach Tabelle 21 um 20 % verringert werden.
Gehen bei Fensterpfeilern die Brüstung und der Sturz oder bei Türpfeilern nach Abschnitt 28.2.4. der Sturz in voller Wanddicke durch, so darf als Knicklänge (l_k) für diese Pfeiler angenommen werden:

$$l_k = h_s' + r\,(h_s - h_s') > 0{,}8\,h_s \qquad (43)$$

Dabei sind:

h_s = Geschoßhöhe

h_s' = lichte Fenster- oder Türhöhe

r = Wanddickenbeiwert nach Tabelle 22

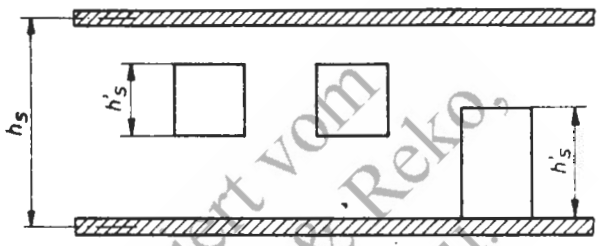


Bild 45

Tabelle 22 Wanddickenbeiwert

Wanddicke mm	≧200	175	150	125	100
r	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.
Liegen beiderseits eines Pfeilers Öffnungen mit verschiedener lichter Höhe (h_s'), so ist der größere Wert h_s' in Rechnung zu stellen.

28.5. Bewehrung

28.5.1. Belastete Wände

Der Durchmesser der lotrechten Bewehrung (Längsstäbe) belasteter Wände muß bei St A-0 und St A-I mindestens 10 mm, bei St A-III mindestens 8 mm sein, darf jedoch nicht größer als 1/10 der Wanddicke gewählt werden. Bei voll punktgeschweißten Bewehrungsmatten darf der Durchmesser der lotrechten Bewehrung 6 mm nicht unterschreiten. Der Mindestquerschnitt der lotrechten Bewehrung muß Abschnitt 27.2.10.1. entsprechen. Auf jeder Wandseite sind je m Wandlänge mindestens 5 lotrechte Stäbe anzuordnen.

Neben der lotrechten Bewehrung ist auf beiden Wandseiten eine Querbewehrung vorzusehen, deren auf die Längeneinheit bezogener Querschnitt 1/5 des Querschnitts der Hauptbewehrung betragen muß. Mindestens aber sind anzuordnen:

3 Ø 7 mm je m bei St A-0 und St A-I

3 Ø 6 mm je m bei St A-III

oder eine größere Anzahl dünnerer Stäbe mit gleichem Gesamtquerschnitt.

An den Wandrändern - einschließlich Tür- und Fensteröffnungen - müssen die Stäbe der Querbewehrung die der Längsbewehrung bügelartig umschließen.
An den Kreuzungspunkten der Bewehrung sind die Quer- und Längsstäbe miteinander zu verknüpfen oder zu verschweißen.

Die außen liegenden Bewehrungsstäbe beider Wandseiten sind untereinander je m^2 Wandfläche an 4 (d_e-10) ≧ 4 Stellen zu verbinden, z. B. durch S-Haken. Dabei brauchen jedoch nicht mehr Stellen verbunden zu werden, als sich durch den Abstand der Verbindungsstäbe

- in Richtung der Längsstäbe (d_e) gleich 12 d_e
- in Richtung der Querstäbe gleich dem Abstand der Längsstäbe

ergeben.

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b, 08324 Bockau.

Stöße der Wandbewehrungsstäbe sind nach Abschnitt 14.5. auszubilden. Hiervon darf bei Stößen der Querbewehrung für Wände mit vernachlässigbar kleinen Zwängungskräften abgewichen werden, wenn folgende Überdeckungslängen ($l_ü$) eingehalten werden

bei zweiseitig, oben und unten gehaltenen Wänden

mit geknüpften oder heftgeschweißten Bewehrungen: $l_ü = a_2 \geq 200$ mm

mit punktgeschweißten Bewehrungsmatten, $d_e \leq 14$ mm, in Ausführungsklasse II (kraftschlüssig) nach den geltenden Vorschriften für das Schweißen im Stahlbetonbau $l_ü$ = 1 1/2 Maschenweiten $\geq$ 100 mm

bei dreiseitig oder vierseitig gehaltenen Wänden: $l_ü = a_3 \geq 300$ mm

Hierbei sind für a_2 und a_3 die Werte der Spalten für Stähle im guten Haftbereich nach Tabelle 6 einzuführen. In Stoßbereichen sind zusätzliche Verbindungsstäbe, z. B. S-Haken anzuordnen.

28.5.2. Aussteifende Querwände

Aussteifende, nicht belastete Querwände müssen mindesten eine waagerechte Bewehrung nach Abschnitt 28.5.1., zweiter Absatz, erhalten, die mit dem Maß der Wanddicke in die auszusteifenden Wände eingreifen muß.

29. RAHMENARTIGE TRAGWERKE

Bei den üblichen Hochbauten brauchen die Innensäulen, die mit Stahlbetonbalken biegefest verbunden sind, im allgemeinen nur auf mittigen Druck, nicht auf Rahmenwirkung berechnet zu werden.

Randsäulen in biegefester Verbindung mit Balken und Plattenbalken sind als Rahmenstiele zu berechnen. Wenn bei den Randsäulen keine genaue Berechnung der Rahmenwirkung angestellt wird, so dürfen die Biegemomente in den Randsäulen und im Endfeld des Balkens, siehe Bild 46, nach den Gleichungen (44) bis (46) bestimmt werden:

am Endauflager des Balkens

$$M_3 = M_2 \cdot \frac{c_o + c_u}{1 + c_o + c_u} \qquad (44)$$

am Kopf der unteren Säule

$$M_u = M_3 \cdot \frac{c_u}{c_o + c_u} \qquad (45)$$

am Fuß der oberen Säule

$$M_o = - M_3 \cdot \frac{c_o}{c_o + c_u} \qquad (46)$$

Bei der Bemessung des Balkens darf das Moment M_3 berücksichtigt werden (Schlußlinie 3 im Bild 46).

In den Gleichungen (44) bis (46) sind:

M_2 = Moment am Auflager des volleingespannten Balkens

$c_o = \frac{1}{h_o} \cdot \frac{J_o}{J}$; $c_u = \frac{1}{h_u} \cdot \frac{J_u}{J}$

J = Trägheitsmoment des Balkens oder Plattenbalkens, siehe Abschnitt 17.

J_u = Trägheitsmoment der unteren Säule

J_o = Trägheitsmoment der oberen Säule

h_u = Höhe der unteren Säule (Geschoßhöhe)

h_o = Höhe der oberen Säule (Geschoßhöhe)

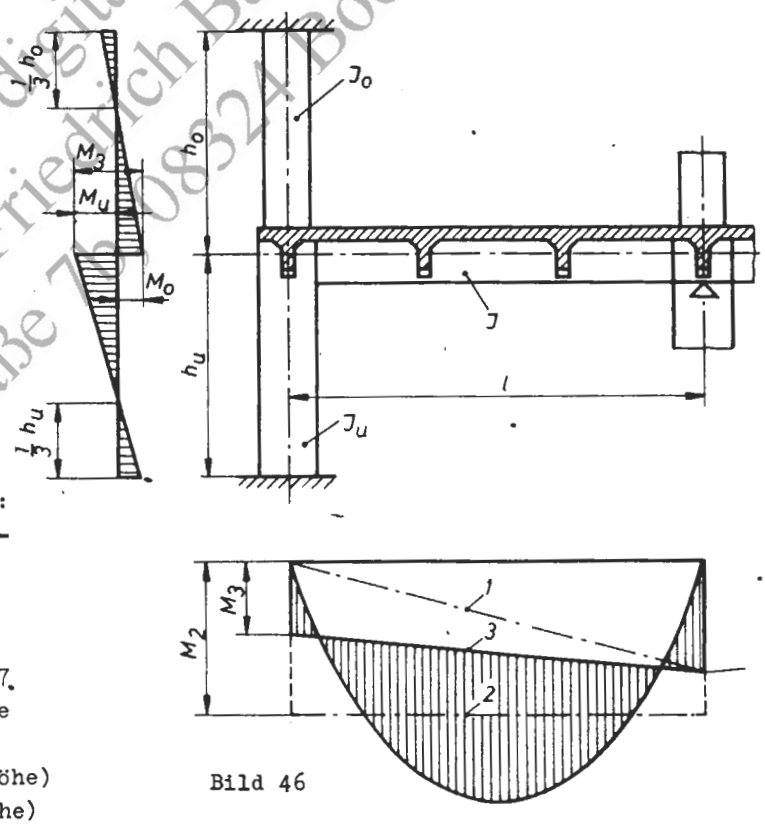


Bild 46

Im übrigen gelten für rahmenartige Tragwerke die Bestimmungen der Abschnitte 22., 25., 27.

Im Bild 46 bedeuten:

1 = Schlußlinie des durchlaufenden Trägers mit frei drehbarem Endauflager

2 = Schlußlinie des beiderseits voll eingespannten Balkens

3 = maßgebende Schlußlinie

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 7b 08324 Bockau.

30. ÖRTLICHER DRUCK BEI TEILBELASTUNG

Wird ein Bauteil in einer örtlich begrenzten Teilfläche F_T, siehe Bild 47, belastet, so darf die Beanspruchung σ_T in der Teilfläche nachstehende Grenzwerte nicht überschreiten,

$$\text{zul. } \sigma_T = \sigma_b \sqrt{\frac{F}{F_T}} \leq 3\,\sigma_b \qquad (47)$$

wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Die Aufnahme der Spaltzugkräfte wird gewährleistet

Die Schwerpunkte der Teilfläche F_T und der Lastverteilungsfläche F liegen auf der Wirkungslinie der Kraft P

Die Lastverteilungsfläche ist unter einem Verteilungswinkel $\geq 60^\circ$ aus der belasteten Teilfläche bestimmt und dieser geometrisch ähnlich

Bei mehreren Lasten überschneiden sich die Lastverteilungsflächen nicht.

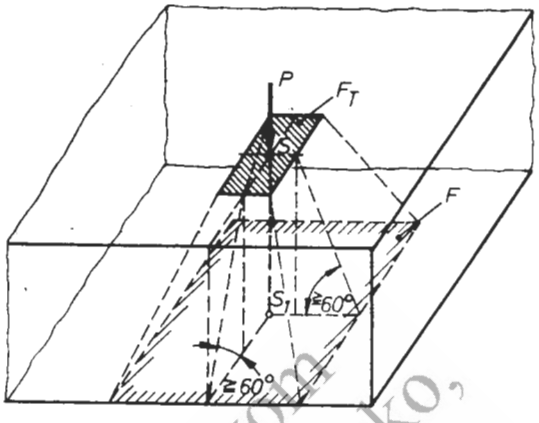


Bild 47

Kann eine Bedingung nicht erfüllt werden, so darf σ_T nicht größer als $\frac{2}{3}\,\sigma_b$ angenommen werden, wobei σ_b die nach Abschnitt 17. zu ermittelnde Betongrenzbeanspruchung ist.

Hinweise

Ersatz für TGL 0-1045 Ausg. 4.63 und TGL 117-0698 Ausg. 6.65

Änderungen gegenüber TGL 0-1045 Ausg. 4.63: Neue Erkenntnisse hinsichtlich des Korrosionsschutzes sowie der Querkraft bezüglich Bewehrungsführung und -verankerung aufgenommen; Ausbildung der Bewehrung den Erfordernissen der modernen Fertigung angepaßt; Stabilitätsnachweis für Stützen geändert; Berechnung mit dem Traglastverfahren konsequent eingearbeitet, redaktionell überarbeitet; Berichtigungen lfd.Nr. 1455 laut GBl. Sonderdruck ST 535 und lfd.Nr. 1734 laut GBl. Sonderdruck ST 589 eingearbeitet.
Inhalt von TGL 117-0698 Ausg. 6.65 wurde eingearbeitet.

Mischmaschinen für Beton und Mörtel; Prüfung auf Einhaltung der Mischgüte	siehe TGL 4973 Bl.3
Zemente; Kennzeichnung, Lieferung, Lagerung, Lagerzeit, Transport	siehe TGL 8036
Portlandzement	siehe TGL 9271
Eisenportlandzement, Hochofenzement	siehe TGL 9272
Zemente; Physikalische Prüfung	siehe TGL 10 573 Bl.1
Körnungen für Sand, Kies und gebrochene Natursteine	siehe TGL 10 809
Beton in aggressiven Wässern; Beurteilung des Wassers, Bauausführung	siehe TGL 11 357
Bauwerke und Fertigteile aus Beton und Stahlbeton; Berechnungsgrundlagen, Traglastverfahren	siehe TGL 11 422
Sulfatresistenter Portlandzement; Technische Lieferbedingungen	siehe TGL 16 691

Diese TGL wurde digitalisiert von Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko, Kapellenstraße 70, 08324 Bockau.

Lastannahmen für Bauten; Grenzlastfaktoren; Normlasten infolge Verkehrs-, Schnee- und Windbelastung	siehe TGL 20 167 Bl.1
Lastannahmen für Bauten; Dichten; Normeigenlasten für Baustoffe, Bauteile, Bauelemente, Lagergüter	siehe TGL 20 167 Bl.2
Prüfung des Frischbetons;	siehe TGL 21 093 Bl.1 bis 4
Prüfung des erhärteten Betons	siehe TGL 21 094 Bl.1 bis 10
Bewegungsfugen in Bauwerken; Anordnung, Ausbildung	siehe TGL 22 903
Schweißen im Stahlbetonbau	siehe TGL 23 824 Bl.1 bis 3
Deckenfüllkörper aus Beton für Balken- und Rippendecken	siehe TGL 24 783
Verkehrsbau; Massive Brücken; Berechnung und Ausführung	siehe TGL 0-1075
Warmbehandlung von Beton	siehe TGL 117-0069
Deckenziegel für Stahlbetonrippen- und Stahlsteindecken	siehe TGL 117-0139
Betonkies, Betonkiessand; Technische Lieferbedingungen	siehe TGL 117-0680
Mörtelsand, Betonsand; Technische Lieferbedingungen	siehe TGL 117-0796
Transportbeton	siehe TGL 117-0825
Betonförderung; hydraulisch, pneumatisch	siehe TGL 118-0347
Gerüstordnung	siehe TGL 118-4420
Betonkies, Betonkiessand und Kieselsplitt mit Kalkmergel- und porösem Kalksteingehalt	siehe DAMW-VW 109
Filterasche als Zuschlagstoff für Schwerbeton und Leichtzuschlagstoffbeton	siehe DAMW-VW 636
Nachweis der Druckfestigkeit bei Beton	siehe DAMW-VW 968
Verordnung vom 22.März 1972 über die Staatliche Bauaufsicht	siehe GBl.II Nr.26, Seite 285
Anordnung über den Korrosionsschutz an Bauwerken und Bauteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton im Einflußbereich aggressiver gas- und staubförmiger Medien	siehe GBl. II, 1969, Nr. 35, Seite 235

Diese TGL wurde digitalisiert vom Ingenieurbüro Friedrich Bau & Reko Kapellenstraße 70, 08324 Bockau.