

Транспортное строительство  
Массивные мосты  
Расчет и выполнение

Traffic Constructions  
Solid Bridges  
Calculation and Construction

Für Neubau verbindlich ab 1. 10. 1965

Für Instandsetzung, Erweiterung und Nachrechnung zur Anwendung empfohlen

Dieser Standard gilt auch für Brückenpfeiler, Brückenwiderlager und Stützmauern aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton und Spannbeton.

### Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Lastannahmen	2
1.1. Allgemeines	2
1.2. Schwingbeiwert	2
2. Allgemeine Vorschriften	3
2.1. Bezeichnungen	3
2.2. Inhalt der Berechnung	3
2.3. Einzelheiten der Berechnung	3
3. Baustoffkennwerte	6
4. Fahrbahntafel	7
4.1. Fahrbahnplatte	7
4.2. Unmittelbar befahrene Stahlbeton- Fahrbahnplatten	8
4.3. Stahlbeton-Fahrbahntafeln auf stählernen Straßenbrücken	9
4.4. Schiefe Platten	9
5. Haupttragwerke	10
5.1. Platten, Balken, Plattenbalken	10
5.2. Betonverbundkonstruktionen	11
5.3. Rahmen und rahmenartige Tragwerke	11
5.4. Bogentragwerke	11
6. Unterbauten und Stützmauern	14
7. Lager, Gelenke und Auflagerbänke	16
8. Zulässige Spannungen	16
9. Ausführung	23

Fortsetzung Seite 2 bis 27

Zuständiger Fachbereich: 173, Verkehrsbau  
Bestätigt: 1. 2. 1965, Amt für Standardisierung, Berlin

## I. Lastannahmen

### 1.1. Allgemeines

Die Lasten für Straßenbrücken sind nach TGL 0-1072 anzunehmen, ebenso Angaben über die Berücksichtigung von Temperaturänderungen, Schwinden und Kriechen.

Belastungen für Brücken unter Eisenbahngleisen sind nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn und den Vorschriften für die Berechnung der Brücken der Kleinbahnen anzunehmen.

Für die Berücksichtigung des Einflusses von Temperaturänderungen, Schwinden und Kriechen ist auch für Brücken unter Eisenbahngleisen TGL 0-1072 maßgebend.

### 1.2. Schwingbeiwert

Bei der Berechnung aller Überbauteile einschließlich der Lager, Auflagerquader und Auflagerbänke sind bei Straßenbrücken die Verkehrslasten (Fahrzeuglast und Ersatzlast) auf der am stärksten belasteten Fahrspur (Hauptspur nach TGL 0-1072), bei Eisenbahnbrücken die Verkehrslasten auf sämtlichen Gleisen mit dem Schwingbeiwert aus Tabelle 2 zu vervielfachen. Bei zwei- und mehrgleisigen Eisenbahnbrücken mit nur zwei Hauptträgern ist für die Hauptträger der Schwingbeiwert zu wählen, welcher der doppelten Stützweite entspricht.

Tabelle 1 Maßgebende Längen  $l_{\varphi}$

Zeile	Konstruktionsteil		maßgebende Länge $l_{\varphi}$
1	Haupttragsystem	Balken auf 2 Stützen	Stützweite der Konstruktion
2		Durchlaufkonstruktion über n-Öffnungen mit den Einzelstützweiten $l_i$	für $\min l_i < 0,7 \cdot \max l_i$ : Stützweite $l_i$ der einzelnen Öffnungen; für $\min l_i \geq 0,7 \cdot \max l_i$ : arithmetisches Mittel der Einzelstützweiten
3	Gelenkträger	Kragträger mit Kragarm	Stützweite des Kragträgers
4		Schwebeträger	Stützweite des Schwebeträgers
5	Querträger	ohne Trägerrostwirkung	Abstand der Hauptträger
6		mit Trägerrostwirkung	Stützweite der Haupttragkonstruktion
7	Kreuzweise bewehrte Platten		Kleinere Stützweite
8	Kragträger und Kragplatten		Kragweite (freie Länge bis zur Einspannstelle)

Tabelle 2 Schwingbeiwert

Zeile	$l_{\varphi}$ in m nach Tabelle 1	0	5	10	20	30	40	50	70	100	$\geq 150$
1	Teile von Straßen- und Straßenbahnbrücken	1,40	1,37	1,34	1,29	1,23	1,15	1,0			
2	desgl. bei Überschüttung, Aufbeton oder Übermauerung $\geq 0,5$ m und bei vollen Gewölben	1,30	1,27	1,24	1,19	1,13	1,07				
3	Teile von Eisenbahnbrücken	1,60	1,48	1,43	1,37	1,34	1,32	1,30	1,27	1,24	1,20
4	desgl. bei Überschüttung, Aufbeton oder Übermauerung $\geq 1,0$ m und bei vollen Gewölben	1,40	1,28	1,23	1,17	1,14	1,12	1,10	1,07	1,04	1,0

Zwischenwerte dürfen eingeschaltet werden.

Bei der Berechnung der Stahlbetonstützen und Hängestützen, der Lagerteile, Gelenke, Auflagersteine und der Auflagerbänke aus Stahlbeton, auch bei der Ermittlung der Pressungen in den Lagerfugen und zwischen Auflagersteinen oder Auflagerbänken und dem Mauerwerk ist der für den gelagerten oder angehängten Bauteil maßgebende Schwingbeiwert zu wählen.

Wird einem Tragglied die Verkehrslast durch Tragglieder zugeleitet, die eine größere Stützweite haben und für die ein geringerer Schwingbeiwert gilt als für das Tragglied selbst, darf dieser Anteil der Verkehrslast mit dem geringeren Schwingbeiwert eingesetzt werden. Verkehrslasten, die das Tragglied unmittelbar belasten, sind aber mit den höheren Schwingbeiwerten einzusetzen.

Ohne Schwingbeiwert sind einzusetzen:

Fliehkräfte und Seitenstöße,  
außerhalb der Hauptspur anfallende Verkehrslasten von Straßenbrücken,  
Menschenbelastung auf Geh- und Radfahrbahnen,  
Verkehrslasten von Fußgängerbrücken, die nicht von Fahrzeugen benutzt werden können,  
Verkehrslasten auf der Hinterfüllung von Widerlagern und Rahmentragwerken.

Ohne Schwingbeiwert sind zu errechnen:

die Spannungen der Widerlager, Pfeiler und Fundamente,  
die Bodenpressungen und  
die Pfahlkräfte bei Pfahlgründungen.

## 2. Allgemeine Vorschriften

### 2.1. Bezeichnungen

Für die Bezeichnungen in den Festigkeitsberechnungen und den Zeichnungen sind die TGL 0-1044 und TGL 0-1350, ferner die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn anzuwenden.

### 2.2. Inhalt der Berechnung

2.2.1. die zugrundegelegten Lasten und die Klassenbezeichnung,

2.2.2. die ständigen Lasten,

2.2.3. die der Berechnung zugrundegelegten Schwingbeiwerte,

2.2.4. die Art und die Eigenschaften der vorgesehenen Baustoffe und des Baugrundes,

2.2.5. die Querschnittsformen und Abmessungen aller wesentlichen Bauteile,

2.2.6. die zulässigen und die für alle wichtigen Querschnitte rechnerisch ermittelten Spannungen und Sicherheiten, siehe auch Abschnitt 2.3.8.; die Festigkeitsberechnung muß sich auch auf die Auflagerteile, die Bodenpressungen und auf etwaige Gelenke erstrecken,

2.2.7. die Tragfähigkeit, Standsticherheit und Überhöhung der Lehrgerüste, den Betonier- und Ausrüstungsvorgang.

### 2.3. Einzelheiten der Berechnung

Die Berechnung hat folgende Angaben zu enthalten:

#### 2.3.1. Angabe der Quellen von Formeln

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

#### 2.3.2. Lagerungsbedingungen

Die Berechnung der Überbauten von Brücken ist entsprechend den Lagerungsbedingungen vorzunehmen.

Die Lagerung von schiefen Tragwerken ist so auszubilden, daß die der Schnittkraftermittlung zugrundegelegten Bedingungen erhalten bleiben, d. h., daß Zwängungen ein Minimum ergeben und negative Auflagerkräfte kraftschlüssig aufgenommen werden; die Sicherheiten gegen Abheben sind für Straßenbrücken nach TGL 0-1072, für Eisenbahnbrücken nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn einzuhalten.

Bei der Momentenermittlung in punktgestützten Platten darf eine Linienlagerung angenommen werden, wenn der freie Abstand der Einzellager einer Auflagerlinie kleiner oder höchstens gleich der zweifachen Plattendicke  $d$  ist; der Abstand der Randlager von den Plattenrändern darf dabei nicht größer als  $d$  sein.

Bei eingespannten Konstruktionsteilen ist die Elastizität der Einspannung zu berücksichtigen; dies gilt vor allem für die Einspannung der Bauteile in den Baugrund z. B. bei Bögen und Rahmen und von Platten, Balken und Plattenbalkenüberbauten in schlanken Stützen oder Pfeiler. Darüber hinaus muß bei Annahme einer starren Einspannung ein Klaffen der Bodenfuge bei allen Lastkombinationen vermieden werden.

Können die elastischen und plastischen Formänderungen des Baugrundes nicht hinreichend genau angegeben werden, so ist der Einspanngrad für einen oberen und unteren Grenzwert der Baugrundsteifigkeit zu ermitteln.

### 2.3.3. Stützweiten

Als Stützweite ist die Entfernung der Auflagemitten einzuführen.

Sind Platten monolithisch mit den sie unterstützenden Trägern verbunden, so darf als wirksame Stützweite die lichte Weite zuzüglich der Plattendicke angesetzt werden.

### 2.3.4. Veränderlichkeit der Trägheitsmomente

Die Veränderlichkeit der Trägheitsmomente ist bei der Ermittlung der Formänderungen und der statisch unbestimmten Größen zu berücksichtigen. Sie kann außer Ansatz bleiben, wenn bei Plattenbrücken, Balken, Plattenbalken und rahmenartigen Tragwerken die Änderung des Trägheitsmomentes auf einen stützennahen Bereich beschränkt ist, dessen Größe bei Veränderung des Querschnittes senkrecht zur Biegeachse  $\frac{1}{15}$  der Stützweite oder der Stielhöhe, bei Veränderung in der Biegeachse  $\frac{1}{10}$  der Stützweite oder Stielhöhe nicht überschreitet.

Bei Fahrbrücken als Zwischentragglieder darf die Länge der Schräge bei Vergrößerung der Plattendicke  $\frac{1}{8}$  der Stützweite betragen.

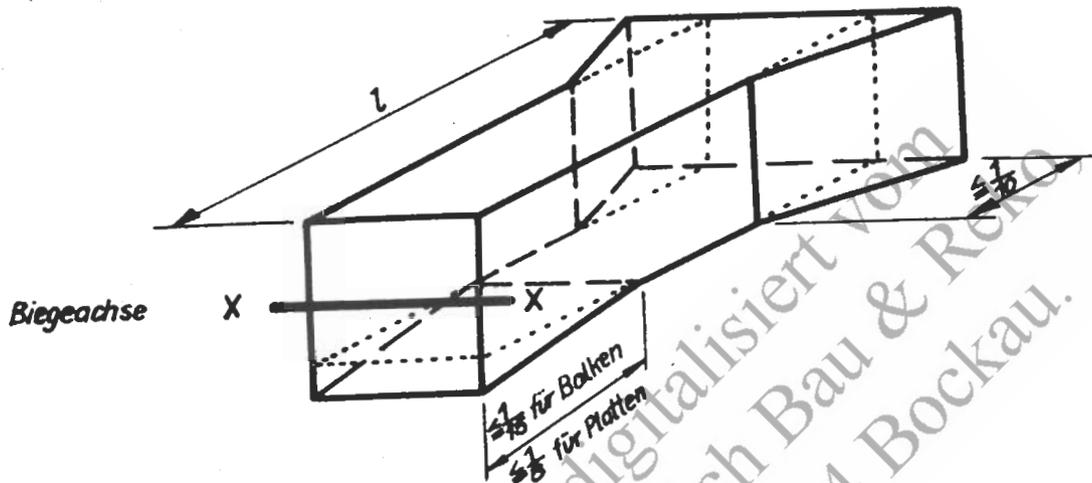


Bild 1

Platten mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment in Längs- und Querrichtung dürfen näherungsweise wie Platten mit konstanter Dicke berechnet werden, wenn  $\min J / \max J \cong 0,5$  ist. Führen Konsolanschlüsse an den freien Rändern von Plattenbrücken zu balkenähnlichen Randverstärkungen, so brauchen diese nicht berücksichtigt zu werden, wenn durch konstruktive Maßnahmen die zuvor genannte Grenze der Trägheitsmomentenverhältnisse bei Eintragung der wichtigsten Lastfälle gewahrt wird.

### 2.3.5. Ungünstigste Laststellung

Die ungünstigsten Stellungen der Verkehrslasten sind nach den in Abschnitt 1. genannten Bestimmungen anzunehmen; die ihnen entsprechenden Schnittkräfte sind, soweit sie nicht aus Berechnungstabellen zu entnehmen sind, mit Einflußlinien, Einflußflächen oder anderen gleichwertigen Verfahren zu bestimmen. Günstig wirkende Verkehrslasten sind nicht anzusetzen. Eine Ausnahme hiervon bilden bei spurgebundenen Fahrzeugen günstig wirkende zwangsläufig gekoppelte Lastanteile.

Bei Rahmen und Gewölben ist auch der Einfluß ungleicher Erddrücke infolge einseitiger Verkehrslast zu berücksichtigen. Bei Überschüttungshöhen über 3 m darf jedoch dieser Einfluß außer Ansatz bleiben.

### 2.3.6. Verteilungsbreite für Verkehrslasten

Die Verteilung von Einzel- und Streifenlasten ist unter einem Winkel von  $50^\circ$  außerhalb der Aufstandsfläche allseitig bis zur Bezugsebene anzunehmen.

Bei Flächen- oder Fahrzeuersatzlasten auf Überbauten ist, außer bei Gewölben, keine Lastverteilung vorzunehmen. Ist eine Lastverteilung nur nach einer Seite hin möglich, so muß bei Straßenbrücken mit dem erhöhten Lastanteil unter Beachtung der Schwerpunktlage gerechnet werden.

Bei Brücken unter Eisenbahnen mit durchgeführter Schotterbettung sind die Achslasten in Richtung der Gleisachse auf 1,60 m oder 1,50 m je Achse nach den Achsbildern der Vorschriften der Deutschen Reichsbahn quer zur Gleisachse nach Bild 2 zu verteilen.

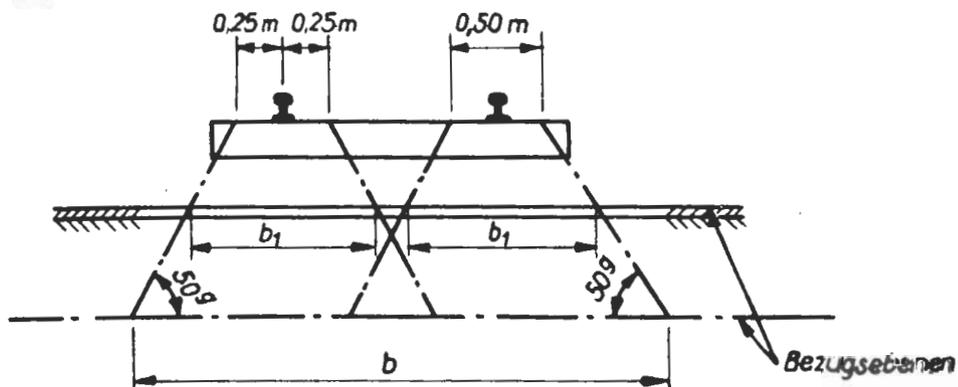


Bild 2

Bei Brücken unter Eisenbahnen ohne durchgeführte Schotterbettung sind die Radlasten von der Aufstandsebene der Schieneneinzelstützung allseitig bis zur Bezugsebene zu verteilen. Die Aufstandsfläche der Einzelunterstützung darf mit  $0,20\text{ m} \times 0,20\text{ m}$  angenommen und die Längsverteilung der Achslasten auf mehrere Schienenunterstützungen nach den Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE), Abschnitt 6.1.3., ausgenutzt werden.

Bei Straßenbrücken darf der Seitenstoß am Schrammbord unter  $50^{\circ}$  bis zum Momentenbezugspunkt der Einspannstelle zuzüglich der Radaufstandsweite als mitwirkende Breite unter Berücksichtigung des Kraftflusses und der Schrammbordkonstruktion, höchstens aber auf  $2,00\text{ m}$  insgesamt verteilt werden.

Unter Beachtung der Lagerung des Bordes und der kurzzeitigen Beanspruchung darf bei nicht vermörteltem Füllmaterial zwischen Bord und Auskragung für die Bemessung der halbe Seitenstoß angesetzt werden. Werden an Widerlager angehängte Flügelmauern oder Stützmauern direkt durch einen Seitenstoß belastet, so ist diese Kraft auf die gesamte Länge der Mauer, höchstens aber von Fuge zu Fuge, als gleichmäßig verteilt anzunehmen. Zur Ermittlung des Erddruckes aus Verkehrsbelastung hinter den Widerlagern, Flügel- und Stützmauern ist die Last bis zum untersuchten Schnitt, jedoch höchstens bis zur halben Höhe des Baukörpers, unter  $50^{\circ}$  zu verteilen, wobei Baukörper nicht angeschnitten werden dürfen und TGL 0-1072 zu berücksichtigen ist.

#### 2.3.6.1. Plattenförmige Querschnitte und Hohlplatten

Bei Belastung durch Einzellasten ist anzunehmen, daß sich diese nach unten in allen Richtungen unter  $50^{\circ}$  bis zur Mittelfläche der tragenden Platte verteilen.

Zur Vereinfachung ist mit rechteckigen Verteilungsflächen zu rechnen, die sich bei einer Verteilung unter  $50^{\circ}$  in beiden Hauptrichtungen ergeben.

#### 2.3.6.2. Balkenförmige Querschnitte und Hohlkästen

Die Verkehrslast darf bei Balkentragwerken ohne Rostwirkung (Balkenreihe) unter  $50^{\circ}$  bis Balkenoberkante verteilt werden. Bei Eisenbahnbrücken ist hierbei eine Lastverteilung in Querrichtung auf höchstens  $2,50\text{ m}$  anzunehmen, wobei eine Verdübelung der Balken untereinander empfohlen wird.

Bei Plattenbalken- und Hohlkastenüberbauten mit räumlicher Tragwirkung darf die Verkehrslast unter  $50^{\circ}$  bis Fahrplattennittelfläche verteilt werden.

Für Brücken unter Eisenbahnen ist die Lastverteilung längs zur Gleisachse wie bei Platten anzunehmen.

#### 2.3.6.3. Volle Gewölbe

Bei Straßenbrücken, auch mit Straßenbahnen, ist anzunehmen, daß sich an der Aufnahme der Verkehrslast der am stärksten belasteten Spur, nach TGL 0-1072, ein Gewölbestreifen von der Breite  $b_1 = 4\text{ m}$  oder  $b_2 = 0,25 \cdot l$ , höchstens aber die ganze Gewölbbreite beteiligt und daß alle über diesem Streifen stehenden Verkehrslasten, auch diejenigen außerhalb der am stärksten belasteten Spur, die zugehörigen Gewölbequerschnitte mittig belasten. Von den Werten  $b_1$  und  $b_2$  darf der größere gewählt werden.

Muß auch in der Nebenspur noch ein Regelfahrzeug angesetzt werden, so ist neben der Breite der Hauptspur noch eine volle Breite der Nebenspur als mittragend in Ansatz zu bringen, sofern sich für  $b_2 = 0,25 \cdot l$  kein größerer Wert ergibt.

In Längsrichtung sind die Einzellasten unter Einbeziehung der Überschüttungshöhe zuzüglich der Aufstandslänge unter  $50^{\circ}$  zu verteilen.

Bei ein- oder zweigleisigen Eisenbahnbrücken ist die Verkehrslast in der Querrichtung gleichmäßig auf die ganze Gewölbbreite, bei drei- und mehrgleisigen Brücken und unter Bahnhofsanlagen die eines regelspurigen Gleises auf Gleisabstand, höchstens aber auf  $4,5\text{ m}$  Gewölbbreite, zu verteilen.

#### 2.3.6.4. Fertigteilüberbauten

Bei Fertigteil-Verbundüberbauten oder Fertigteiltragwerken mit biegesteifen Querverbindungen ist die Lastverteilung wie bei monolithischen Platten oder bei Plattenbalken anzunehmen. Die Verkehrslast darf bei Tragwerken ohne biegesteife Querverbindungen bis Oberkante des Tragelementes verteilt werden.

#### 2.3.6.5. Stahlträger in Beton

Bei Walz- und Blechträgern in Beton ist bei Straßenbrücken anzunehmen, daß sich die Achslasten von Regelfahrzeugen und von Straßenbahnfahrzeugen in Querrichtung auf eine Breite von  $3\text{ m}$  verteilen, wenn eine untere Querbewehrung von mindestens 4 Rundstäben von  $12\text{ mm}$  Durchmesser und eine obere von mindestens 4 Rundstäben von  $10\text{ mm}$  Durchmesser je  $1\text{ m}$  eingelegt wird, siehe TGL 0-1072. In Längsrichtung darf eine Lastverteilung unter  $50^{\circ}$  bis zur Trägerschwerlinie angenommen werden. Zwischen den Trägern sind kräftige und wirksame Querverbindungen anzuordnen. Für Brücken unter Eisenbahnen mit vollständig oder teilweise einbetonierten Trägern, ohne oder mit Verbund, sind die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn einzuhalten.

#### 2.3.7. Berechnungsverfahren

Lassen sich die Schnittkräfte von Tragwerken nicht mehr hinreichend genau durch eine analytische Berechnung ermitteln, so ist eine modellstatische oder eine spannungsoptische Untersuchung, vor allem bei schiefen Platten- oder Hohlkastentragwerken, durchzuführen. Eine solche Untersuchung wird in der Regel erforderlich werden bei Kreuzungswinkeln des Überbaues unter  $50^{\circ}$ , bei stark veränderlichem Trägheitsmomentenverlauf, bei besonderen Stützbedingungen und bei gekrümmten oder nicht seitenparallelen Grundrissen.

#### 2.3.8. Nachweis der äußeren und inneren Kräfte

Die Schnittkräfte sind getrennt für die ständigen Lasten, für die Verkehrslasten, gegebenenfalls für Fliehkräfte, Wärmewirkung und Schwinden, für die Windlasten und für Bremskräfte, Seitenstöße und Widerstände beweglicher Lager und auch für den Einfluß des Nachgebens der Widerlager und Pfeiler nach TGL 0-1072 nachzuweisen. Seitenstöße nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn brauchen nur bei Brücken unter Eisenbahn- und Industriegleisen beachtet zu werden. Brems- und Fliehkräfte sind bei Straßenbrücken nur für hohe Pfeiler, hochstielige Rahmen, für Stützen als Teile rahmenartiger Tragwerke und für im Grundriß gekrümmte Überbauten zu berücksichtigen.

Der Einfluß der Windkräfte braucht bei Bogenbrücken mit oberliegender Fahrbahn nicht nachgewiesen zu werden, wenn diese als volle Gewölbe ausgeführt werden und die Gewölbebreite größer als ein Zehntel der Stützweite ist. Aufgelöste Gewölbe dürfen wie volle Gewölbe behandelt werden, wenn die Einzelteile des Gewölbes durch Querwände so gegeneinander ausgesteift sind, daß eine einheitliche Tragwirkung unter Windlast entsteht. Bei Bogenbrücken mit angehängter Fahrbahn ist der Einfluß der Windkräfte stets nachzuweisen.

Wird bei schlanken Bogenbrücken mit einem Schlankheitsgrad  $\lambda > 125$ , nach Abschnitt 5.4.4.2., die Systemachse nicht nach der Stützlinie für ständige Last geformt, so müssen bei der Ermittlung der Schnittkräfte die unter ständiger Last einschließlic des Einflusses des Kriechens auftretenden Verformungen der Bogenachse berücksichtigt werden. Kriechzahlen sind nach TGL 0-4227 anzunehmen.

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

Bei der Ermittlung der Spannungen in den Lagern und Gelenken aus Stahl, Blei und Gummi, nach Abschnitt 8.5.1., sind zuerst die von den Hauptkräften hervorgerufenen Spannungen und, wenn erhebliche Zusatzkräfte auftreten, die Summe der Spannungen aus den Hauptkräften und der von den Zusatzkräften hervorgerufenen Zusatzspannungen zu ermitteln.

In den Festigkeitsberechnungen sind die größten rechnerischen Spannungen und Sicherheiten den zulässigen gegenüberzustellen. Wird durch ein Bemessungsverfahren nachgewiesen, daß die zulässigen Spannungen nicht überschritten werden, so ist diese Gegenüberstellung nicht erforderlich.

### 2.3.9. Vorspannung von Tragwerken

Eine Vorspannung darf außer durch Vorspannglieder auch durch Stützenbewegungen oder andere Maßnahmen erfolgen. Bei Vorspannung durch Stützenbewegungen ist der Abbau der Vorspannung infolge Kriechens des Betons in Abhängigkeit von der Absenkgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Für die Vorspannung mit Vorspanngliedern ist die TGL 0-4227 einzuhalten.

### 2.3.10. Bemessungsverfahren

Die Bemessung von Stahlbetontellen für Straßenbrücken und Brücken unter Eisenbahnen ist nach dem n-Verfahren vorzunehmen. Eine Ausnahme hiervon bildet die Berechnung und Bemessung mittig beanspruchter Stahlbetonstützen und -wände nach Abschnitt 6.1.

## 3. Baustoffkennwerte

### 3.1. Elastizitätsmodul E

Als Elastizitätsmodul E für Zug und Druck ist anzunehmen:

Für Betonstahl St A-I, St A-III  $E = 2\,100\,000 \text{ kp/cm}^2$ ;

für Sonderstähle hoher Festigkeit sowie für Spannglieder nach Ergebnissen durchzuführender Versuche oder TGL 0-4227 Tabelle 2;

für Beton bei Berechnung der Formänderungen, der statisch unbestimmten Größen und der Knicksicherheit

Betongüte	B 160	B 225	B 300	B 450	B 600
$E$ in $\text{kp/cm}^2$	230 000	270 000	300 000	350 000	400 000

für Beton bei der Berechnung der Spannungen in Stahlbetonbauteilen nach dem n-Verfahren  $E = 140\,000 \text{ kp/cm}^2$ .

Ermittlung der Traglast von Betontragteilen nach TGL 0-4227, Abschnitt 1.3.2.1. und Abschnitt 1.12.2.

Für Beton dürfen andere Werte eingesetzt werden, wenn sie durch Versuche an Beton mit gleicher Zusammensetzung, besonders auch mit gleichen Zuschlagstoffen wie im Bauwerk vorgesehen, gefunden wurden.

Bei der endgültigen Berechnung von Brücken mit einer Stützweite unter 20 m sowie für die Vorberechnung von Brücken mit größeren Stützweiten darf mit folgenden Werten gerechnet werden:

Bruchsteinmauerwerk in Zementmörtel	150 000 $\text{kp/cm}^2$
Mauerwerk in Zementmörtel aus Hartbrandziegel oder Klinkern	100 000 $\text{kp/cm}^2$

Für die endgültige Berechnung weitgespannter Tragwerke ist der Elastizitätsmodul in jedem Falle durch Versuche zu bestimmen.

### 3.2. Wärmedehnzahl $\alpha_t$

Als Wärmedehnzahl  $\alpha_t$  für 1 grad darf angenommen werden:

für Beton, schlaffe oder vorgespannte Stahleinlagen im Beton	$1,0 \cdot 10^{-5}$
für Quader- und Bruchsteinmauerwerk	$0,8 \cdot 10^{-5}$
für Ziegelmauerwerk	$0,5 \cdot 10^{-5}$

### 3.3. Querdehnungszahl m

Der Einfluß der Querdehnung ist mit  $m = 6$  zu ermitteln, falls die Poissonsche Zahl durch Versuche nicht genauer bestimmt wurde.

#### 4. Fahrbahntafel

##### 4.1. Fahrbahnplatte

4.1.1. Fahrbahnplatten müssen mindestens 12 cm dick sein. Gehbahnen, die nicht befahren werden können, sind mindestens 8 cm dick, bei Verwendung von Fertigplatten mindestens 6 cm dick auszuführen.

Die wirksame Plattenhöhe zur Aufnahme des Stützenmomentes darf bei Anordnung von Schrägen nicht größer angenommen werden, als sich bei einer Neigung der Plattenschräge von 1:3 ergeben würde, siehe Bild 6. Bei biege-fester Verbindung der Platten mit ihrer Unterstützung ist anzunehmen, daß sich diese Schräge auch innerhalb dieser Unterstützung fortsetzt.

4.1.2. Die Biegemomente von Fahrbahnplatten sind nach der Platten-Theorie zu ermitteln. Hierbei dürfen hinreichend genaue Näherungsverfahren angewendet werden, wenn sie die tatsächlichen Randbedingungen der Platte berücksichtigen.

Bei Platten, die vorwiegend in einer Richtung tragen, ist eine entsprechende Querbewehrung vorzusehen, die so zu bemessen ist, daß sie nicht nur die aus der Querverteilung der Lasten entstehenden Momente, sondern auch die aus der Querdehnung des Betons nach Abschnitt 3.3. herrührenden Kräfte aufnehmen kann. Diese Querbewehrung ist jeweils auf der Seite der Platte anzuordnen, an der die Hauptbewehrung liegt. Wird das aus der Querdehnung herrührende Moment in der Nebentragrichtung nicht genau ermittelt, so darf es zu einem Sechstel des Unterschiedes der Momente in den beiden Tragrichtungen eingesetzt werden. Bei schmalen, nur in einer Richtung  $l_x$  nach Bild 3 gespannten Platten mit einem Seitenverhältnis

$$\frac{l_y}{l_x} < 2,0$$

sind anstelle des Wertes 0,17 die Werte der Tabelle 3 in Rechnung zu stellen.

Tabelle 3 Beiwerte für die Ermittlung der Querdehnungsmomente in zweiseitig gelagerten Platten

Seitenverhältnis $\frac{l_y}{l_x}$	2,0	1,5	1,0	0,5	0,25
Beiwerte	0,17	0,16	0,13	0,07	0,00

Zwischenwerte dürfen geradlinig eingeschaltet werden.

4.1.3. Wird bei durchlaufenden Platten die Durchlaufwirkung näherungsweise ermittelt, so darf bei gleichen Stützweiten oder auch bei ungleichen Stützweiten, deren kleinste noch mindestens 0,8 der größten ist, folgendes Näherungsverfahren für die Momentenermittlung verwendet werden:

Der Näherungsrechnung wird ein Einzelfeld mit den Biegemomenten  $M_0$  zugrunde gelegt.

Für ständige Last wird in der Durchlaufrichtung bei Innenfeldern beidseitige volle Einspannung, bei Außenfeldern einseitig volle Einspannung angenommen.

Läuft die Platte in beiden Richtungen durch, so ist für die Innenfelder vierseitige, für die Randfelder dreiseitige, für die Eckfelder zweiseitige volle Einspannung anzunehmen.

Für die Verkehrslast sind die in gleicher Weise für ein Einzelfeld ermittelten Momente  $M_0$  mit dem Beiwert  $\alpha$  zu vervielfachen; seine Größe hängt vom Verhältnis  $\frac{l_y}{l_x}$  der Plattenstützweiten nach Bild 3, des Einzelfeldes und der

Auflagerungsart ab und ist nach Tabelle 4 anzunehmen. Läuft die Platte in beiden Richtungen durch, so sind die Beiwerte  $\alpha$  für jede Durchlaufrichtung getrennt zu bestimmen, indem die Stützweite in der untersuchten Durchlaufrichtung jeweils mit  $l_x$  bezeichnet wird.

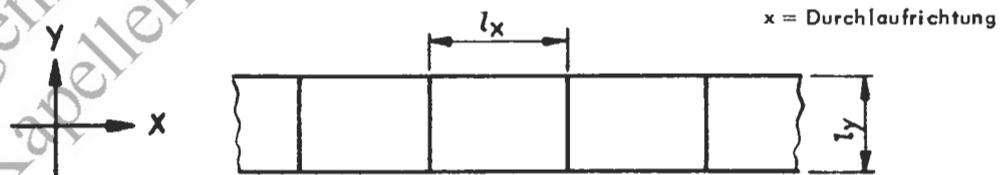


Bild 3

Für Spannweiten unter 20 m sind die Werte der Tabelle 4 zu korrigieren nach Formel (1).

$$\alpha = \alpha_0 \cdot \frac{1,2}{1 + \frac{l}{100}} \quad (1)$$

Sind die mit  $\alpha_0$  oder nach Formel (1) mit  $\alpha$  korrigierten Stützmomente größer als die vollen Einspannmomente, so sind die vollen Einspannmomente einzuführen.

Ist die Platte an den Außenrändern nicht, wie in der Näherungsrechnung angenommen, frei drehbar gelagert, sondern infolge biege-fester Verbindung mit den Randträgern elastisch eingespannt, so ist das Einspannmoment  $M_A$  aus ständiger Last und Verkehrslast an dieser Stelle nach Tabelle 4, Spalte 3, zu einem Bruchteil des an der ersten Innenstütze entstehenden Momentes anzunehmen.

Ist der Randträger durch ausreichend bemessene Querträger gegen Verdrehen gesichert, so darf mit voller Einspannung der Platte im Randträger gerechnet werden, wenn diese durch die entsprechende Bewehrung gesichert ist. Das Endfeld der Platte ist dann wie ein Innenfeld zu bemessen.

Tabelle 4 Beiwert  $\alpha_0$  für Momente aus Verkehrslast und Einspannmoment  $M_A$  an Randträgern für die Näherungsberechnung durchlaufender Platten

Maßgebende Stützungsart des Einzelfeldes		End- oder Randfeld		Innenfeld		
Werte für die Punkte:		A	1	B	2	C
1	2	3	4	5	6	7
$\frac{I_y}{I_x}$		$M_A$	Beiwerte $\alpha_0$			
Vierseitig gelagerte Platte	$\leq 0,8$	$\frac{1}{2} M_B$	1,00	1,00	1,05	1,00
	1,0		1,05	0,96	1,13	
	1,2		1,07	0,94	1,18	
	$\infty$	$\frac{1}{3} M_B$	1,10	0,92	1,23	
Zweiseitig gelagerte Platte	$\infty$	$\frac{1}{3} M_B$	1,10	0,92	1,23	1,00
	1,00		1,14	0,89	1,30	
	0,50		1,22	0,82	1,45	
	0,25	Diese Platten sind als durchlaufende Balken zu berechnen				

Bei durchlaufenden und bei starr eingespannten Platten ist eine erhebliche ungleichmäßige Senkung der sie unterstützenden Tragteile, z. B. von Stahlträgern, nach Abschnitt 4.3., zu berücksichtigen. Ergibt sich für das größte positive Feldmoment ein kleinerer Wert als bei voller beidseitiger Einspannung, so ist der Querschnittsbemessung der für beiderseitig volle Einspannung geltende Wert zugrunde zu legen.

4.1.4. Zur Aufnahme negativer Feldmomente muß bei durchlaufenden Fahrbahnplatten eine obere Bewehrung angeordnet werden, die mindestens gleich ein Sechstel der gleichlaufenden unteren Feldbewehrung ist, mindestens jedoch bei Betonstahl St A-13 Rundstäbe von 7 mm Durchmesser, bei Betonstahl St A-III 3 Rundstäbe von 6 mm Durchmesser auf 1 m beträgt.

4.1.5. Die Querkräfte von Fahrbahnplatten sind ebenfalls nach der Plattentheorie zu berechnen, wobei die Durchlaufwirkung unberücksichtigt bleibt, also mit einem Einzelfeld gerechnet werden darf. Bei der Ermittlung der Stützkkräfte durchlaufender Platten oder Längsträger der Fahrbahn braucht die Durchlaufwirkung nicht berücksichtigt zu werden. Dagegen muß sie bei der Ermittlung der Stützkkräfte an den Innenstützen berücksichtigt werden, wenn die Tragteile nur über zwei Felder durchlaufen oder die Stützweiten der beiden anschließenden Felder so verschieden sind, daß die eine kleiner ist als zwei Drittel der anderen. Bei auskragenden Platten braucht die aus der Durchlaufwirkung stammende Vergrößerung der Stützkraft auf dem Randträger nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Fahrbahnplatte anschließend über mehr als ein Feld gespannt und die Auskragung nicht größer als ein Drittel der Stützweite des Nachbarfeldes ist.

Bei punktgestützten Plattenbrücken ist der Durchstanznachweis für die am stärksten beanspruchten Lagerbereiche der Platte zu führen. Die Kegelneigung gegen die Plattenmittelfläche darf mit  $70^\circ$  angenommen werden.

#### 4.2. Unmittelbar befahrene Stahlbeton-Fahrbahnplatten

Stahlbeton-Fahrbahnplatten von Straßenbrücken dürfen unmittelbar befahren werden, wenn ihr Beton den Richtlinien für den Bau von Zementbetonstraßen entspricht. Die rechnerisch erforderliche Plattendicke ist um 1 cm zu vergrößern. Stahlbeton-Fahrbahnplatten von Brücken unter Eisenbahnen mit schwellenloser Gleisbefestigung ohne durchgehende Dichtungshaut sind aus wasserundurchlässigem Beton nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn herzustellen. Die Betondeckung der oberen Bewehrung soll mindestens 3 cm, das Quergefälle der Fahrbahn soll mindestens 1,5 Prozent betragen und die Längswässerung besonders günstig sein. In der Oberfläche ist für erhöhte Rißsicherheit zu sorgen. Zu diesem Zweck ist nahe der Oberfläche ein quadratisches Netz von Bewehrungsstäben aus Betonstahl St A-I von 8 mm Durchmesser oder Betonstahl St A-III von 6 mm Durchmesser mit folgenden Größtabständen a zu verlegen:

- bei unmittelbar befahrenen Fahrbahnplatten
  - a = 20 cm im Bereich von Druckspannungen
  - a = 10 cm im Bereich von Zugspannungen;
- bei Stahlbeton-Fahrbahnplatten mit besonderer Verschleißschicht (z. B. Gußasphalt), aber ohne Dichtungsschicht:
  - a = 30 cm im Bereich von Druckspannungen
  - a = 20 cm im Bereich von Zugspannungen.

Diese Mindestbewehrung darf auf die Bewehrung für negative Momente angerechnet werden.

Außerdem dürfen die oberen Bewehrungen durch negative Momente bei Platten bis 25 cm Dicke nur bis 1000 kp/cm<sup>2</sup> und bei dickeren Platten oder Plattenbalken nur bis 1200 kp/cm<sup>2</sup> beansprucht werden.

Betonformstahl darf nur mit den für Betonstahl St A-I zugelassenen Spannungen beansprucht werden. Bei Plattenbalken ist im Bereich der negativen Momente diejenige Bewehrung, die nicht zur Schubicherung nach unten abgebogen wird, auf die Plattenbreite zu verteilen, die als statisch mitwirkend in Rechnung gestellt wurde, und dort zu verankern. Ist nicht die ganze Plattenbreite als statisch mitwirkend in Rechnung gestellt, so ist im übrigen Teil der Platte die gleiche Bewehrung anzuordnen; dies gilt auch für höher liegende Gehbahnen. Auskragende Gehbahnen sind mit dem äußersten Hauptträger (Randträger) so zu verbinden, daß eine Plattenbalkenwirkung gewährleistet ist. An Arbeitsfugen ist besonders sorgfältig für einen dichten Anschluß des Betons zu sorgen. Arbeitsfugen sind nicht an Stellen zu legen, die an der Oberfläche der Fahrbahnplatte Zugspannungen erhalten. In diesem Bereich unterteilt man die Platten zweckmäßig durch querlaufende Bewegungsfugen, siehe Abschnitt 9.2.

#### 4.3. Stahlbeton-Fahrbahntafeln auf stählernen Straßenbrücken

Bei der Berechnung der Stahlbeton-Fahrbahntafeln, die auf stählernen Brücken aufliegen, ist frei drehbare Auflager anzunehmen. Auch ist die ungleiche Einsenkung derjenigen Stahlträger zu berücksichtigen, die die Fahrbahntafel unmittelbar unterstützen, wenn diese nicht durch wenigstens einen lastverteilenden Träger in der Mitte ihrer Stützweite gegen merkliche ungleiche Senkungen gesichert sind. Soll die Fahrbahnplatte selbst die Aufgabe der Lastverteilung mit übernehmen, so ist für das mittlere Drittel der Stützweite der auszusteifenden Fahrbahnträger nachzuweisen, daß die Abmessungen und die Bewehrung der Platte und ihre Verbindung mit den Trägern für diese Aufgabe ausreichen. Die hierfür erforderliche zusätzliche Bewehrung der Platte ist auch in den äußeren Dritteln der Stützweite der Fahrbahnträger anzuordnen, darf dort aber nach dem Auflager zu geradlinig auf Null abnehmen. Werden die Einsenkungen nicht berücksichtigt und keine lastverteilenden Träger angeordnet, so sind die Feld- und Stützmomente der Fahrbahntafel dem Größtmoment eines frei drehbar gelagerten Plattenfeldes gleichzusetzen. Bei ungleichen Feldweiten gilt für das Stützmoment der Mittelwert der anschließenden Feldmomente.

Die Stahlbeton-Fahrbahntafel und unmittelbar befahrene Fahrbahnplatten von Stahlbrücken nach Abschnitt 4.2. sind bei Neubauten im Verbund mit den Stahlträgern nach TGL 13 460 Bl. 1 auszuführen.

Müssen bei Umbauten oder Rekonstruktionen bei beschränkter Bauhöhe der Stahlträger die Obergurte in die Stahlbeton-Fahrbahntafel einbetoniert werden, so ist zur einwandfreien Übertragung der Auflagerkräfte ein besonderes Auflager zu schaffen, wenn hierfür bei niedrigen Trägern nicht der Untergurt benutzt wird. Die Tragfähigkeit dieses Auflagers ist nachzuweisen. Die Oberkante der Platte muß mindestens so hoch liegen, daß ihre Bewehrung überall mit ausreichender allseitiger Betonumhüllung über die Stahlträger hinweggeführt werden kann.

Werden Stahlbeton-Fahrbahntafeln, z. B. bei Instandsetzungen, nicht schubfest mit den unterstützenden Stahlträgern verbunden, so sind die Reibungskräfte, welche gegenseitige Verschiebungen von Platte und Träger infolge von Verkehrslasten, Schwinden der Betonplatte und Wirkungen von Temperaturdifferenzen zwischen Beton und Stahl erzeugen, bei der Bemessung der Platte durch entsprechende Zugbewehrung und auch beim Spannungsnachweis der Stahlträger zu berücksichtigen. Die Verschiebungswiderstände zwischen Platte und Stahlträgern können durch besondere Behandlung der Berührungsflächen nur wenig vermindert werden; sie sind angenähert zu ermitteln.

#### 4.4. Schiefe Platten

Die Schnitt- und Stützkräfte schiefwinkliger Einfeld- und Durchlaufplatten mit

- a) zwei freien Rändern und  $\beta \cong 80^\circ$   
 b) vierseitiger Auflagerung und  $\beta \cong 50^\circ$

dürfen auf der Grundlage rechteckiger Ersatzplatten ermittelt werden, deren Randmaße bei zweiseitig aufgelagerten Platten mit denjenigen der schiefwinkligen übereinstimmen; bei vierseitig aufgelagerten sollen die größere Seite und der Flächeninhalt von rechteckiger und schiefwinkliger Platte gleich sein.

Die Schnitt- und Stützkräfte schiefwinkliger Einfeld- und Durchlaufplatten mit

- c) zwei freien Rändern und  $\beta < 80^\circ$   
 d) vierseitiger Auflagerung und  $\beta < 50^\circ$

sind nach der Platten Theorie für schiefwinklige Platten oder durch modellstatische Untersuchungen zu ermitteln; für Einfeld- und Durchlaufplatten mit zwei freien Rändern dürfen sie im Bereich  $50^\circ \leq \beta \leq 80^\circ$  näherungsweise berechnet werden, z. B. mit Ersatzrechteckplatten und Plattenstreifen, wenn die Länge des freien Randes nicht größer als 5 m ist. Vierseitig aufgelagerte Platten mit  $\beta < 50^\circ$ , die nicht Haupttragwerk sind, dürfen auch näherungsweise berechnet werden.

Die Einflüsse von Stützenverrückungen auf die Schnittkräfte schiefwinkliger Platten dürfen näherungsweise, z. B. mit biege- und torsionssteifen Ersatzbalken, berechnet werden.

Die Hauptbewehrung soll in den meist beanspruchten Plattenbereichen parallel zu den Hauptspannungsrichtungen verlaufen und die Querbewehrung in diesen Bereichen orthogonal. Richtungsabweichungen der Hauptmomente vom orthogonalen Bewehrungsnetz bis zu  $5^\circ$  brauchen bei der Bemessung der Stahleinlagen nicht berücksichtigt zu werden. Es wird empfohlen, insbesondere bei schiefen durchlaufenden Plattenbrücken, Deckungslinien der Bemessungsmomente für ausgewählte Plattenstreifen graphisch aufzutragen. Die freien Ränder müssen eine Torsionsbewehrung erhalten.

Bei punktgestützten Plattenbrücken sind an den Lagerpunkten Schrägstäbe mindestens in den Hauptrichtungen anzuordnen.

## 5. Haupttragwerke

### 5.1. Platten, Balken, Plattenbalken

Platten, die Haupttragwerke bilden, sind wie Fahrbahnplatten nach Abschnitt 4.1. und 4.4. zu berechnen. Balken- und Plattenbalkenüberbauten sind zu berechnen unter Einbeziehung der Lastquerverteilung durch die Querträger, die Fahrbahnplatte oder beide Konstruktionselemente.

Hierbei braucht in der Regel die Torsionssteifigkeit nur dann berücksichtigt zu werden, wenn der Gesamtbrückenquerschnitt oder die einzelnen Hauptträger als Hohlkasten ausgebildet sind. Die Schnittkräfte für veränderliche Belastungen sind mit Einflußlinien oder Einflußflächen zu berechnen. Unter der Voraussetzung ausreichend starrer Querträger über den Stützen darf für den Nachweis der Spannungen, der elastischen Formänderungen und der Bruchsicherheit, falls kein genauere Nachweis erbracht wird, die mitwirkende Plattenbreite nach TGL 0-1045, § 25, Abs. 4, ermittelt werden.

Die mitwirkende Plattenbreite von Tragwerken mit Momentenflächen gleichbleibenden Vorzeichens darf längs der Spannweite konstant angenommen werden. Nehmen bei einem Tragwerk mit Momentenflächen ungleichen Vorzeichens die Spannweiten der anderen Felder von der Mitte nach beiden Enden hin ab, so sind die nach TGL 0-1045, Tabelle 7, für jedes Feld getrennt ermittelten mitwirkenden Plattenbreiten durch geradlinige Verbindung der Größtwerte anzusetzen, siehe Bild 4.

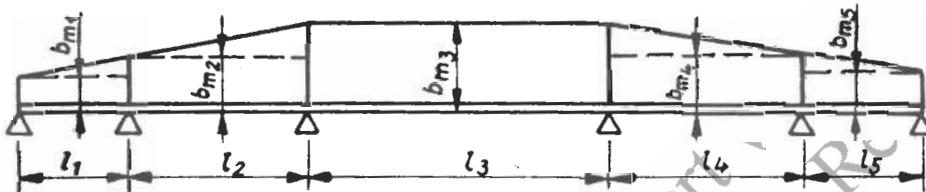


Bild 4

Stoßen bei einem Tragwerk mit Momentenflächen ungleichen Vorzeichens mehrere Felder unterschiedlicher Spannweiten so aneinander, daß einzelne, kürzere Felder von größeren Feldern eingeschlossen werden, so sind die mitwirkenden Plattenbreiten nach Bild 5 anzusetzen.

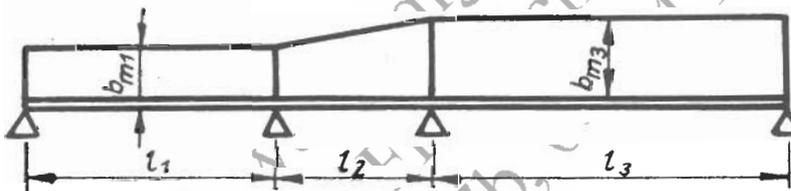


Bild 5

Sind keine ausreichend starren Endquerträger vorhanden (Höhe des Endquerträgers kleiner als 0,7- bis 0,8fache Höhe der Hauptträger), so ist die mitwirkende Plattenbreite erst in einem Abstand von  $b'$  vom Unterstützungspunkt aus in Ansatz zu bringen. Bei Querträgern von Trägerrosten gilt für  $l$  der Abstand der Randhauptträger.

Bei vorgespannten Tragwerken ist für den Spannungsnachweis die ganze Plattenbreite anzusetzen.

Hauptträger, die als durchlaufende Balken oder Plattenbalken ausgebildet sind, dürfen nur dann nach den Regeln für frei drehbar gelagerte durchlaufende Träger berechnet werden, wenn sie gelenkartig auf den stützenden Teilen gelagert sind.

Die Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes ist hierbei entsprechend Abschnitt 2.3.4. zu berücksichtigen.

Durchlaufende Balken als Hauptträger, die mit ihren Stützen fest verbunden sind, müssen als Rahmen nach Abschnitt 5.3. oder als Balken auf elastisch drehbaren Stützen berechnet werden.

Die wirksame Trägerhöhe zur Aufnahme des Stützenmomentes darf bei Anwendung von Schrägen nicht größer angenommen werden, als sich bei einer Neigung der Balkenschräge von 1:3 ergeben würde, siehe Bild 6. Bei einer biegefesten Verbindung der Träger mit ihrer Unterstützung darf angenommen werden, daß sich diese Schräge auch innerhalb der Unterstützung fortsetzt.

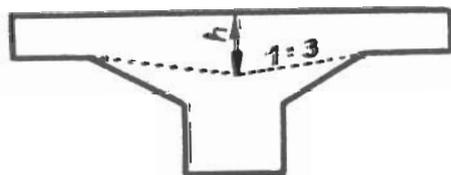


Bild 6

Die infolge einer Behinderung von Längenänderungen durch Anordnung fester Lager auftretenden zusätzlichen Schnittkräfte sind bei schlaff bewehrten Überbauten über 15,0 m Stützweite, bei vorgespannten Überbauten in jedem Falle, unter Berücksichtigung der Baugrundelastizität und der möglichen Verschieblichkeit der Überbauten, nachzuweisen.

Torsionssteife Überbauten (Hohlkästen) dürfen bei einem Stützweitenverhältnis  $b/l \geq 0,5$  wie Platten berechnet werden, wenn durch Anordnung von Quertragelementen die Plattenwirkung sichergestellt ist.

Ist an den Trägern die freie Drehbarkeit eines Balkens oder Plattenbalkens nicht in vollem Umfang gewährleistet, so muß auch bei Annahme freier Auflagerung durch Anordnung oberer Stahleinlagen und eines ausreichenden Betonquerschnittes an der Unterseite einer etwa vorhandenen Einspannung Rechnung getragen werden. Die bei hohen Balken und Plattenbalken mit  $d$  oder  $d_0 > 1,40$  m nach TGL 0-1045 erforderliche Stegbewehrung darf auf die Hauptbewehrung angerechnet werden, wenn ein entsprechender Spannungsnachweis geführt wird.

Um den Bestand eines vorgespannten Plattenbalkens nicht durch zu große Rißweiten zu gefährden, dürfen zur Erhaltung der in Rechnung gestellten mitwirkenden Plattenbreite die Betonzugspannungen an der Einspannstelle der Platte in den Balken die in TGL 0-4227, Tabelle 7.1., Zeile (16), (16.1) und (16.2), angegebenen zulässigen Zugbeanspruchungen um höchstens 100 Prozent überschreiten.

Bei der Vorspannung von Plattenbalken ist durch Anordnung einer ausreichenden Abreißbewehrung zwischen Platte und Steg die Mitwirkung der Platte an der Kraftübertragung zu gewährleisten. Dies gilt besonders bei aus Gründen der Bauausführung getrennter Herstellung von Balken und Platte. Zuzüglich zur Abreißbewehrung ist in diesem Fall noch die Sicherung des Verbundes in der Arbeitsfuge nachzuweisen und, wenn erforderlich, durch zusätzliche Verdübelung zu gewährleisten.

## 5.2. Betonverbundkonstruktionen

Tragelemente und Tragwerke, bei denen Stahlbetonfertigteile nachträglich schubfest mit Ortbeton zu einem gemeinsam tragenden Querschnitt ergänzt werden, werden als Betonverbundkonstruktionen bezeichnet. Die Verbundwirkung von Ortbeton- und Fertigbetonquerschnitt ist bei ausreichender Schubsticherung in Rechnung zu stellen.

Plattenbrücken in Betonverbundbauweise dürfen nach der Plattentheorie berechnet werden, wenn das Tragwerk in grober Näherung als isotrop bezeichnet werden kann. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, dann sind die aus nebeneinander liegenden Einzelträgern hergestellten Flächentragwerke als Balkenreihentragwerke zu berechnen. In Betonverbundkonstruktionen auftretende Eigenspannungen aus Mehrschwinden und Mehrkriechen brauchen nur in Sonderfällen berechnet zu werden. Ihr Einfluß auf die Schnittkräfte ist jedoch zu berücksichtigen bei Konstruktionen, bei denen nach Eintreten der Verbundwirkung das ursprünglich vorhandene statische System der Haupttragrichtung geändert wird.

Die Spannungen sind für alle auftretenden Belastungsfälle zu berechnen; z. B.:

Montagezustand  
Einbauzustand  
Ständige Lasten nach Herstellung des Verbundes  
Verkehrslasten  
Eigenspannungszustände

Die ermittelten Werte sind entsprechend den tatsächlich vorhandenen Lastfällen zu überlagern.

Eigenspannungen dürfen näherungsweise berechnet werden.

Verbundmittel, wie z. B. Bügel und Schrägeisen, sind stets für den zweifachen Wert der in der Verbundfuge wirkenden Schubkraft aus Gebrauchslasten zu bemessen.

Dieser Nachweis darf so geführt werden, als ob es sich um einen monolithischen Querschnitt mit der Betongüte des Fertigteiltes handelt, wenn

- das Querschnittsverhältnis aus nachträglich aufgebrachtem Beton und Fertigbeton kleiner als 0,5 ist
- schwaches Bewehrungsverhältnis ( $\mu' \leq 0,02$ , bezogen auf den Verbundquerschnitt) vorliegt
- zwischen beiden Betonzonen starrer Verbund vorhanden ist und
- Schubzerstörungen ausgeschlossen sind.

Bei starkem Bewehrungsverhältnis ( $\mu > 0,02$ , bezogen auf den Verbundquerschnitt) ist der Unterschied der E-Moduli beider Betongüten zu berücksichtigen.

## 5.3. Rahmen und rahmenartige Tragwerke

Der Einfluß der Bremskräfte, der Temperaturänderungen und des Schwindens ist bei rahmenartigen Tragwerken zu berücksichtigen.

Der Einspanngrad des Tragwerkes im Bauzustand ist überschläglich zu ermitteln, siehe Abschnitt 3.1. Eine erhebliche Veränderlichkeit der Trägheitsmomente der Rahmenstäbe nach Abschnitt 2.3.4. ist zu berücksichtigen.

## 5.4. Bogentragwerke

### 5.4.1. Allgemeines

Bei starr eingespannten Bogen gilt als Stützweite die waagerechte Entfernung der Mitten der Kämpferschnitte, bei Zwei- und Dreigelenkbogen die waagerechte Entfernung der Kämpfergelenke. Eine starre Einspannung darf nur dann angenommen werden, wenn der Baugrund gegenüber dem Bogen genügend starr ist und bei allen Lastkombinationen ein Klaffen der Gründungsfuge vermieden wird. In allen anderen Fällen sind die Verschiebungen und Verdrehungen der Gründungsfugen und damit der Kämpfer durch eine ideale Verlängerung des Bogentragwerkes zu berücksichtigen.

Als Näherung ist unter Berücksichtigung der Gewölbedicke ( $d_k$ ) an der Einspannstelle anzunehmen:

bei gutem Fels  $l_1 = l + 1,2 \cdot d_k$   
bei mittlerem Fels  $l_1 = l + 1,8 \cdot d_k$   
bei Kies- und Sandboden  $l_1 = l + 2,4 \cdot d_k$

Bei Gewölben auf hohen, schlanken Pfeilern muß die elastische Nachgiebigkeit der Kämpfer berücksichtigt werden. Bei Bogenreihen kann die Untersuchung allgemein auf jeweils drei Felder beschränkt werden. Bogenbrücken sind in der Regel nach der Stützlinie für ständige Last zu formen. Statisch unbestimmte Bogenbrücken sind nach der Elastizitätstheorie und kleinere Bauwerke nach dem Stützlinienverfahren, Abschnitt 5.4.3., zu berechnen. In erster Linie sind die Spannungen in den Scheitel- und Kämpferfugen sowie in den Viertelfugen nachzuweisen. Bei Stützweiten über 20 m treten noch weitere Zwischenschnitte hinzu.

#### 5.4.2. Bewehrte Bogenbrücken

Als bewehrte Betonbogen und Gewölbe gelten nur solche, deren Längsbewehrung oben und unten mindestens je  $6 \text{ cm}^2$  auf 1 m Gewölbebreite und zusammen mindestens 0,1 Prozent des Betonquerschnittes beträgt.

#### 5.4.3. Bogenbrücken mit kleiner Stützweite

Bei Bogenbrücken aus Beton oder Mauerwerk mit vollen Gewölben bis zu 20 m Spannweite, bei Brücken in Beton unter Eisenbahnen bis zu 10 m Spannweite und bei einem Pfeilverhältnis  $\geq \frac{1}{5}$  darf auf eine Berechnung nach der Elastizitätstheorie verzichtet und die Bogen nach dem Stützlinienverfahren untersucht werden, wenn:

- der Baugrund gemäß Baugrundgutachten ausreichend unnachgiebig ist,
- die Schlußkraft für ungünstigste Lastkombination im Kern der Gründungsfuge bleibt,
- die Gewölbedicke mindestens  $\frac{1}{40}$  der Stützweite und nicht weniger als 360 mm beträgt,
- die Gewölbe so hergestellt werden, daß aus der Verformung des Lehrgerüsts, dem Schwinden und ähnlichen Einflüssen keine Risse oder schädliche Spannungen entstehen können, wobei das Schwinden und Kriechen sowie alle Zusatzlasten rechnerisch außer Ansatz bleiben,
- bei Brücken unter Eisenbahnen die Überschüttungshöhe mindestens 1,0 m beträgt.

#### 5.4.4. Knicksicherheit

##### 5.4.4.1. Allgemein

Bei massiven Bogenbrücken ist die Knicksicherheit in der Richtung rechtwinklig zur Wölbung, bei besonders schmalen Gewölben, z. B. bei Bogenrippen, auch in Richtung rechtwinklig zur Tragwandebene zu untersuchen. Für das Knicken rechtwinklig zur Tragwandebene darf das Gewölbe oder der Bogen als eine gerade Säule betrachtet werden, deren Länge gleich der Bogenstützweite und deren Normalkraft gleich dem Horizontalschub ist. Für das Knicken in Richtung rechtwinklig zur Wölbung ist je ein Knicksicherheitsnachweis ohne Berücksichtigung und mit Berücksichtigung der Biegemomente zu führen, wobei im zweiten Fall auch die versteifende Wirkung der Aufbauten berücksichtigt werden darf.

##### 5.4.4.2. Mittige Belastung

Die Knicksicherheit  $\nu_0$  für mittige Belastung ist:

$$\nu_0 = \delta \cdot \frac{T \cdot J_m}{H \cdot l^2} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

- $l$  die Gewölbespannweite mit einem nach Abschnitt 5.4.1. vergrößerten Wert
- $J_m$  das über die Bogenlänge gerechnete arithmetische Mittel der Trägheitsmomente
- $T$  der Enaessersche Knickmodul
- $H$  der größte Horizontalschub bei ungünstigster Lastzusammenstellung
- $\delta$  ein Beiwert, der für die verschiedenen Bogenarten und die verschiedenen Pfeilverhältnisse  $\frac{f}{l}$  der Tabelle 5 zu entnehmen ist.

In Formel (2) darf  $J_m$  als arithmetisches Mittel nur eingesetzt werden, wenn

$$\frac{\max J_x}{\min J_x} \leq 4;$$

für eine größere Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes ist  $J_m$  mit dem Ersatzstabverfahren, z. B. unter Anwendung des Vianellosatzes, zu ermitteln.

Tabelle 5 Beiwerte  $\delta$  für die Berechnung der Knicksicherheit

$\frac{f}{l}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Dreigelenkbogen	29,8	29,3	28,3	26,5	24,5	22,0	19,6	16,2	13,5	10,8	8,8
Zweigelenkbogen	39,4	38,3	36,0	32,3	28,0	23,6	19,5	16,2	13,5	11,8	8,8
Eingelenkbogen	44,0	43,4	42,2	39,8	37,4	34,3	31,3	28,3	25,4	22,5	19,8
Eingespannter Bogen	80,5	79,2	76,0	70,1	62,9	55,3	48,0	40,2	33,4	27,8	23,5

Der Knickmodul  $T$  ist  
für Bogen aus Stahlbeton und aus unbewehrtem Beton nach Formel (3a)

$$T = \rho \cdot E_b \quad (3a)$$

für Bogen aus Mauerwerk nach Formel (3b)

$$T_M = \rho \cdot E_M \quad (3b)$$

zu berechnen.

Der Elastizitätsmodul des Betons  $E_b$  ist nach Abschnitt 3.1. zu wählen. Der Beiwert  $\rho$  ist abhängig von der Betongüte und vom Schlankheitsgrad  $\lambda$  des Gewölbes nach Tabelle 6 anzunehmen.

Bei Mauerwerk ist der Wert  $\rho$  für diejenige Betongüte einzusetzen, die der Mauerwerksfestigkeit entspricht.

Tabelle 6 Beiwerte  $\rho$  zur Berechnung des Knickmoduls  $T$

$W_b$	$K_b$	$\lambda$								
		50	75	100	125	150	175	200	225	250
B 160	128	0,130	0,29	0,45	0,61	0,74	0,83	0,87	0,90	0,91
B 225	180	0,165	0,34	0,53	0,71	0,83	0,89	0,93	0,95	0,96
B 300	240	0,205	0,42	0,64	0,81	0,89	0,94	0,96	0,97	0,98
B 450	360	0,260	0,55	0,78	0,89	0,93	0,96	0,97	0,98	0,99
B 600	480	0,301	0,65	0,86	0,94	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99

Der Schlankheitsgrad  $\lambda$  ist nach Formel (4) zu berechnen.

$$\lambda = \pi \cdot l \sqrt{\frac{F_v \cdot \cos \varphi_v}{\delta \cdot J_m}} \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

$F_v$  Querschnitt und  $\varphi_v$  Neigungswinkel des Gewölbes im Viertelpunkt der Spannweite.  
Die Knicksicherheit  $\nu_0$  nach Formel (2) muß mindestens sein für

$$\text{Bogen aus Stahlbeton bei Straßenbrücken} \quad \nu_0 \geq 3,0 + \frac{\lambda}{100}$$

$$\text{Bogen aus Stahlbeton bei Eisenbahnbrücken} \quad \nu_0 \geq 3,5 + \frac{\lambda}{100}$$

$$\text{Bogen aus Stampfbeton} \quad \nu_0 \geq 4,0 + 1,25 \cdot \frac{\lambda}{100}$$

$$\text{Bogen aus Mauerwerk} \quad \nu_0 \geq 5,0 + 1,5 \cdot \frac{\lambda}{100}$$

Für Gewölbe mit einem Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 50$  braucht die Knicksicherheit nicht nachgewiesen zu werden.  
Für einen Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 100$  ist außerdem nachzuweisen, daß die Knickspannung  $\sigma_k$  nach Formel (5) nicht größer als die Prismenfestigkeit  $K_b$  des Baustoffes ist.

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot T}{\lambda^2} \leq K_b \quad (5)$$

Übersteigt die Knickspannung die Prismenfestigkeit des Betons, so ist die errechnete Knicksicherheit im Verhältnis  $\frac{K_b}{\sigma_k}$  zu verkleinern.

#### 5.4.4.3. Ausmittige Belastung

Bei Berücksichtigung des Einflusses der Biegemomente und der versteifenden Wirkung der Aufbauten ist die Knicksicherheit nach Formel (6) zu berechnen:

$$\nu = \frac{\nu_0}{1 + 1,7m} \cdot \frac{J_m + J_a}{J_m} \quad (6)$$

Hierin bedeuten:

$\nu_0$  Knicksicherheit nach Formel (2); sie braucht hier bei Schlankheitsgraden  $\lambda \leq 100$  nicht verkleinert zu werden, wenn die Knickspannung größer als die Prismenfestigkeit ist, siehe Formel (5),

$J_m$  das arithmetische Mittel der Trägheitsmomente des Gewölbes,

$J_a$  das mittlere Trägheitsmoment der Aufbauten,

$m$  das Verhältnis der Ausmittigkeit der Bogenkraft zur Kernweite des Bogens nach Formel (7)

$$m = \frac{e}{r} = \frac{M \cdot F}{N \cdot W} = \frac{\sigma_o - \sigma_u}{\sigma_o + \sigma_u} \quad (7)$$

$F$  und  $W$  Querschnittsfläche und Widerstandsmoment des Gewölbes,  
 $\sigma_o$  und  $\sigma_u$  Randspannungen an den untersuchten Stellen des Gewölbes.

In der Formel (6) ist für  $m$  der größte in der mittleren Hälfte des halben Bogens auftretende Wert einzusetzen, wobei der Einfluß von Zwängungskräften, wie Bogenzusammendrückung, Temperatur, Schwinden und Widerlager-verschiebung, unberücksichtigt bleiben darf.

Die Knicksicherheit nach Formel (6) muß mindestens sein für

Bogen aus Stahlbeton bei Straßenbrücken	$\nu \geq 2,5$
Bogen aus Stahlbeton bei Eisenbahnbrücken	$\nu \geq 3,0$
Bogen aus Stampfbeton	$\nu \geq 3,5$
Bogen aus Mauerwerk	$\nu \geq 4,5$

## 6. Unterbauten und Stützmauern

Wird der Überbau bei massiven Platten-, Balken- und Plattenbalkenbrücken mit Stützweiten bis zu 15 m beiderseitig fest gelagert, so darf auf einen besonderen Nachweis der sich daraus ergebenden Zwängungsspannungen in den Unterbauten verzichtet werden.

Bei Widerlagern von Gewölben, Bogenbrücken und Rahmen mit Stützweiten über 20 m müssen die Einflüsse der Verkehrslast für die Bodenfuge und die wichtigsten Zwischenschnitte mit Einflußlinien oder ähnlichen Verfahren ermittelt werden.

Zur Reduzierung des Erddruckes können bei den Bauteilen erdsseitig Kragplatten oder eine Bodenvermörtelung vorgesehen werden.

Bei am Widerlager eingespannten Bauteilen ist für die Erddruckberechnung der Ruhedruckbeiwert  $\lambda_0$  in Ansatz zu bringen.

Unterbauten und Stützmauern sind für den größt- und kleinstmöglichen Erddruck und, wenn nötig, für Auftrieb zu untersuchen. Erfolgen Einbauten in stark strömenden Gewässern, so sind als hydraulische Einflüsse zusätzlich auch der Strömungsdruck und der Eisdruck beim Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigen.

### 6.1. Unterbauten und Stützmauern aus Stahlbeton

Die Mindestabmessungen und Bewehrungsgrenzen gedrückter Bauteile sind der TGL 0-1045, § 27, Abschnitt 2, Absatz i und k, zu entnehmen.

Die zulässige Belastung mittig beanspruchter Stahlbetonstützen und -wände beträgt für:

a) Bauteile mit Bügelbewehrung:

$$\text{zul } P = \frac{1}{\nu_k \cdot \omega} \cdot (K_b \cdot F_b + \sigma_s \cdot F_s) \quad (8)$$

b) umschnürte Bauteile:

$$\text{zul } P = \frac{1}{\nu_k \cdot \omega} \cdot (K_b \cdot F_b + \sigma_s \cdot F_s + 2,5 \cdot \sigma_s' \cdot F_s) \quad (9)$$

Hierin bedeuten:

$F_b$  = Querschnitt der Stütze oder der Wand

$F_k$  = umschnürte Querschnittsfläche

$F_s$  = Querschnitt der Längsbewehrung

$F_s'$  = Querschnitt der Umschnürung

$K_b$  = Prismenfestigkeit des Betons

$\sigma_s$  = Quetschgrenze der Längsbewehrung

$\sigma_s'$  = Streckgrenze der Umschnürung

$\omega$  = Ausweichzahl nach TGL 0-1045, § 27, Tabelle 8, Zeile für  $m_a = 0$  und  $m_a = 0,5$

$\nu_k$  = Sicherheitsfaktor

Die maßgebenden Betongüten, die Rechnungswerte für die Prismenfestigkeit  $K_b$ , die Quetschgrenze  $\sigma_s$  und die Streckgrenze  $\sigma_s'$  sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7

Betongüte	Prismenfestigkeit $K_b$	Quetschgrenze $\sigma_s$ der Längseinlagen bei Betonstahl der Gruppen		Streckgrenze $\sigma_s'$ der Umschnürung bei Betonstahl der Gruppen	
		St A-I	St A-III	St A-I	St A-III
kp/cm <sup>2</sup>					
B 225	180	2400	4200	2400	4200
B 300	240				
B 450	360				
B 600	480				

Die Knicklänge ist nach TGL 0-1045, § 27, Abschnitt 3, zu ermitteln.

Als Sicherheitsfaktor ist für alle Belastungsarten anzusetzen:

für Straßenbrücken  $\nu_k = 3,0$ ,

für Brücken unter Eisenbahnen  $\nu_k = 3,5$ .

Bei außermittiger Belastung von Stützen und Druckgliedern ist der Nachweis für Biegung mit Längskraft ohne Ausweichzahl nach dem n-Verfahren zu führen. Dabei darf die Betondruckspannung  $\sigma_{bd}$  die in Tabelle 9, Zeilen 14 bis 16, angegebenen Werte nicht überschreiten. Außerdem muß nachgewiesen werden, daß die Längskraft  $P$  nicht größer ist, als sie sich nach den Formeln (8) oder (9) ergibt. Die Sicherheit gegen Knicken ist wie für mittig belastete Bauteile nachzuweisen.

Ist der Einfluß des Biegemomentes klein im Verhältnis zu dem der Längskraft, so dürfen die Kantenpressungen zur Vereinfachung der Rechnung mit den Formeln

$$\sigma_b = \frac{P}{F_1} \pm \frac{M}{W_1} \quad (10a) \text{ oder}$$

$$\sigma_b = \frac{P}{F_{1s}} \pm \frac{M}{W_1} \quad (10b)$$

nachgewiesen werden.

Hierin bedeuten:

$$F_1 = F_b + 15 \cdot F_o$$

$$F_{1s} = F_k + 15 \cdot F_o + 37,5 \cdot F_s \text{ und}$$

$W_1$  = das Widerstandsmoment des Querschnittes unter Berücksichtigung des 15fachen Querschnittes der Längsbewehrung.

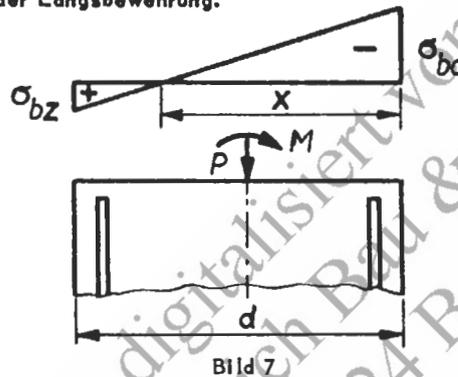


Bild 7

Die Formeln (10a) und (10b) dürfen nur angewendet werden, solange die hierbei errechnete Betonzugspannung  $\sigma_{bz}$  nicht größer als  $\frac{1}{4}$  der gleichzeitig im Querschnitt auftretenden Betondruckspannung  $\sigma_{bd}$  ist, siehe Bild 7;

andernfalls müssen die Zugzone des Betons und die Umschnürung bei umschnürten Säulen außer Ansatz bleiben. Bei Querschnitten, in denen Biegemomente in beiden Achsrichtungen auftreten, dürfen die Formeln (10a) und (10b) angewendet werden, solange die in einer Ecke errechnete größte Betonzugspannung  $\sigma_{bz}$  nicht größer als 0,35 der gleichzeitig in der gegenüberliegenden Ecke auftretenden Betondruckspannung  $\sigma_{bd}$  ist.

Die konstruktive Durchbildung der Bewehrung ist nach § 27 und von wandartigen Teilen nach § 28 der TGL 0-1045 vorzunehmen.

## 6.2. Unterbauten und Stützmauern aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk

Bei Bauteilen aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk sind die in Tabelle 11, Zeilen 3 und 7, angegebenen zulässigen Druckspannungen, bei außermittigem Druck die größte zulässige Kantenpressung, mit zunehmendem Verhältnis der Höhe  $h$  zur kleinsten Dicke  $d$  nach Formel (11) abzumindern:

$$\sigma_{d \text{ zul}} = \frac{\sigma_{zul}}{\alpha} \quad (11)$$

Der Beiwert  $\alpha$  ist in der Tabelle 8 angegeben. Das Verhältnis  $\frac{h}{d}$  darf höchstens 20 sein. Bei Druckgliedern, die an einem Ende eingespannt, am anderen aber frei beweglich sind, ist die Abminderungszahl für den doppelten Wert von  $h$  zu ermitteln. Treten Zugspannungen auf, so ist  $d$  auf den gedrückten Querschnittsteil zu beziehen. Bei hohen Brückenpfeilern sind mit Zustimmung der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Verkehrswesen größere Werte  $\frac{h}{d}$  und höhere Beanspruchungen zulässig.

Tabelle 8  $\alpha$ -Werte für Unterbauten aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk

$\frac{h}{d}$	$\alpha$	$\Delta \alpha$
1	1,0	0,08
5	1,4	0,12
10	2,0	0,14
15	2,7	0,16
20	3,5	

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

Sind Unterbauten oder Stützmauern außermittig belastet oder können sie seitliche Kräfte erhalten, so sind die größten Kantenpressungen zu ermitteln. Hierbei bleibt die Zugfestigkeit des Baustoffes außer Ansatz. Die klaffende Fuge darf dabei höchstens über ein Viertel der Querschnittsfläche reichen für die ungünstigste Lastkombination aus Eigenlast, Erddruck, Verkehrslast (Haupt- und Zusatzkräfte) und Auftrieb aus MW. Sie darf höchstens über die halbe Querschnittsfläche reichen, wenn zusätzlich noch der Auftrieb bis HHW oder andere hydraulische Einflüsse berücksichtigt werden. Im ersten Fall muß die Kipp- und Gleitsicherheit mindestens 1,5fach, im zweiten Falle mindestens 1,25fach sein.

Bei Bauteilen aus Beton empfiehlt es sich, zur Aufnahme der Zugspannungen Stahleinlagen anzuordnen.

## 7. Lager, Gelenke und Auflagerbänke

Für die Lager- und Gelenkberechnung sind die größte Normalkraft und die größte Querkraft zu bestimmen.

Es empfiehlt sich, die Lager- oder Gelenkfuge rechtwinklig zur Drucklinie für ständige Last anzuordnen.

Außer der Pressung zwischen den Grundplatten von Lager- und Gelenkkörpern und den Auflager- oder Gelenkquadern ist auch die Pressung zwischen etwa vorhandenen Quadern und dem Mauerwerk zu ermitteln.

Zur gleichmäßigen Übertragung von Auflasten aus dem Überbau auf Pfeiler und Widerlager ist eine über die ganze Länge durchgehende biegegeste Auflagerbank aus Stahlbeton in der Regel einzelnen Auflagerkörpern vorzuziehen. Wird die Auflagerbank nicht in Zusammenwirkung mit dem Pfeiler oder dem Widerlager berechnet (Scheibentragswirkung), so muß ihre Höhe das 1,25fache der Breite der Auflagerplatte, mindestens aber 600 mm bei Einzellagerung oder 400 mm bei Linienlagerung betragen; der größere Wert ist maßgebend.

Die Berechnung der Schnittkräfte kann in diesem Fall näherungsweise erfolgen.

Für die Querrichtung sind ebenfalls die Spannungen nachzuweisen.

Sind besondere Pressenansatzpunkte vorzusehen, so ist dies bei der Berechnung und Bemessung von Auflagerbänken zu berücksichtigen. Hierbei dürfen die zulässigen Spannungen für den Beton und den Stahl um 30 Prozent überschritten werden.

Erfolgt die Berechnung der Schnittkräfte in Auflagerbänken unter Mitwirkung des gesamten Unterbaues nach Standard des Fachbereiches 173, Auflagerbänke unter Platten- und Balkenbrücken, so ist die tragende Längsbewehrung entsprechend dem Kraftfluß einzulegen.

Die für das größte Biegemoment ermittelte Längsbewehrung einer nach dem Näherungsverfahren berechneten Auflagerbank ist jeweils oben und unten auf der ganzen Länge mit 60 Prozent des Größtquerschnittes durchzuführen. Die zur Momentendeckung nicht mehr benötigten restlichen 40 Prozent sind zur Schubsicherung abzubiagen. Mindestens sind aber oben und unten je 5 Rundstäbe von 12 mm Durchmesser je 1 m Bankbreite und als Querbewehrung mindestens 4 geschlossene Bügel von 10 mm Durchmesser je 1 m Banklänge anzuordnen.

Ein Schubsicherungsnachweis braucht erst dann erbracht zu werden, wenn die maximalen Schubspannungen die in Tabelle 9, Zeile 20, angegebenen Werte überschreiten.

Die an den Enden und in der Querrichtung der Auflagerbank wirkenden Spaltzugkräfte sind zu ermitteln und durch Bewehrung zu decken, wenn die Zugspannungen die in Tabelle 14 angegebenen Werte überschreiten.

Werden in Ausnahmefällen einzelne Auflagerquader aus Naturstein oder Beton vorgesehen, so soll deren Höhe nicht kleiner als die kleinste Grundrißseite sein. Bestehen die Auflagerquader aus Beton, so sind sie unmittelbar unter den Lagern ausreichend mit Betonstahl zu bewehren. Darüber hinaus sind die Spaltzugkräfte nachzuweisen und durch eine Bewehrung aus Betonstahl zu decken.

## 8. Zulässige Spannungen

### 8.1. Bedingungen für die Festigkeit der Baustoffe

#### 8.1.1. Beton, Stahlbeton und Spannbeton

Für tragende unbewehrte Betonteile sowie für Aufbauten ist mindestens Beton B 160 zu verwenden.

Tragende Stahlbetonteile in Ortbeton dürfen nur im Beton B 225, B 300 und B 450 hergestellt werden.

Als Mindestbetongüten für Betonverbundkonstruktionen sind zu wählen:

für schlaff bewehrte Fertigteile	B 300
für vorgespannte Fertigteile	B 450
für den mittragenden Verbundbeton	B 225

Für vorgespannte Bauteile ist als Mindestbetongüte B 300 vorzusehen; Ausnahmen hiervon sind in der TGL 0-4227, Abschnitt 1.3.1.2., aufgeführt.

Die Betongüte B 600 ist nur zugelassen für werkmäßig hergestellte Stahlbeton- und Spannbetonfertigteile oder, mit besonderer Genehmigung der Staatlichen Bauaufsicht, für vorgespannte Ortbetontragwerke.

Für Betonfertigteile und vorgespannte Bauteile sind die besonderen Bedingungen der TGL 0-1045, TGL 0-4225 und TGL 0-4227 zu beachten.

Zusammensetzung des Betons nach TGL 0-1045, § 8.

**8.1.2. Mauerwerk**

Die zulässigen Spannungen von Mauerwerk sind mit der Mauerwerksfestigkeit  $M_{28}$  von Mauerwerkskörpern aus derselben Steinart und demselben Verband und Mörtel, wie sie im Bauwerk verarbeitet werden, nach 28tägiger Erhärtung an Würfeln von mindestens 50 cm Kantenlänge oder in anderer geeigneter Weise festzustellen. Der Nachweis wird nicht verlangt, wenn ein Mörtel der Mörtelgruppe III im Mischungsverhältnis von mindestens 1:3 (in Raumteilen) verwendet wird und die Spannung im Bauwerk kleiner als ein Fünftel der im folgenden verlangten Mindestfestigkeit bleibt.

$M_{28}$  muß mindestens betragen bei:

Quadermauerwerk aus Granit	250 kp/cm <sup>2</sup>
sonstigem Quadermauerwerk	200 kp/cm <sup>2</sup>
Klinkermauerwerk	150 kp/cm <sup>2</sup>
Bruchsteinmauerwerk aus lagerhaften Steinen	125 kp/cm <sup>2</sup>
Mauerwerk aus Hartbrandsteinen	80 kp/cm <sup>2</sup>

**8.1.3. Betonstahl, Spannstahl**

Für Stahlbetonkonstruktionen sind Betonstähle der Güte St A-I und St A-III, für Spannbetontragwerke Stähle der Güte St 60/90 nach TGL 6477 und St 140/160 nach Standard des Fachbereiches 101 unter Beachtung der in den Zulassungen gegebenen besonderen Bedingungen anzuwenden.

**8.2. Zulässige Druck- und Biegespannungen****8.2.1. Bauteile aus schlaff bewehrtem Beton**

Für Bauteile aus schlaff bewehrtem Beton sind die in Tabelle 9 angegebenen Spannungen zulässig. Zwischenwerte dürfen nicht eingeschaltet werden.

Die angegebenen Stahlspannungen sind einzuhalten

bei Betongüte B 225 für Stäbe mit einem Durchmesser  $\leq 40$  mm

bei den Betongüten B 300, B 450 und B 600 für Stäbe mit einem Durchmesser  $\leq 50$  mm.

Stäbe mit größerem Durchmesser sind nicht zu verwenden.

Die Werte der Tabelle 9 sind auch für schlaff bewehrte Betonfertigteile einzuhalten.

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

Tabelle 9 Zulässige Spannungen in  $\text{kp/cm}^2$  in Stahlbetonteilen

Bauteile und Beanspruchungen	Baustoffe und Anwendungsbereich	Allgemein				Bei Brücken unter Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs								Zeile		
		Güteklasse des Betons														
		B 225	B 300	B 450	B 600	B 225		B 300		B 450		B 600				
für alle Belastungsarten				H	H+Z	H	H+Z	H	H+Z	H	H+Z					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1. Platten, Balken mit Rechteckquerschnitt auf Biegung	Beton	$d \leq 8 \text{ cm}$	70	90	120	140	60	65	80	85	110	120	130	140	1	
		$d > 8 \text{ cm}$	80	100	130	150									2	
	Betonstahl	St A-I	1400												3	
		St A-III	2000												4	
	Obere Bewehrung in unmittelbar befahrenen Fahrbahnplatten (Abschnitt 4.2.)	Betonrundstahl	$d \leq 25 \text{ cm}$	1000												6
			$d > 25 \text{ cm}$	1200												7
		Betonstahl mit gerippter Oberfläche	$d \leq 25 \text{ cm}$	2000 *)				1800 *)								5
			$d > 25 \text{ cm}$	1400												9
				1400												9
2. Plattenbalken auf Biegung	Beton	Werden die Spannungen in der Platte nicht berücksichtigt, so gelten die Werte unter 1.	70	90	120	140	50	55	70	75	100	110	120	130	10	
	Beton	in Stegen von Plattenbalken im Bereich der negativen Momente	90	100	140	160	80	85	100	110	120	130	140		11	
	Betonstahl	St A-I	1400												12	
		St A-III	2000 *)				1800 *)								13	
3. Rahmen und rahmenartige Tragwerke, Gewölbe und Bogen, ausmittig gedrückte Stützen auf Biegung mit Längskraft	Beton	3.1. Rechteck- und Hohlquerschnitte mit einachsiger Biegung	90	110	140	160	70	75	90	95	120	130	140	150	14	
		3.2. Rechteck- und Hohlquerschnitte mit zweiachsiger Biegung (Eckspannung)	100	120	150	170									15	
		3.3. Plattenbalkenquerschnitte Werden die Spannungen in der Platte nicht berücksichtigt oder liegt die Platte in der Zugzone, so gelten die unter 3.1. und 3.2. angegebenen Werte.	80	100	130	150	60	65	80	85	110	120	130	140	16	
	Betonstahl	St A-I	1400												17	
		St A-III	2000												18	
			2000 *)				1800 *)								19	
4. Schub infolge Biegung	Ohne Nachweis der Schubstärkung, jedoch nur in Platten und Auflagerbänken	$r_D$	10	11	12	13	9	10	11	12				20		
	Höchstwerte bei Nachweis der Schubbewehrung	$\max r_D$	20	22	24	26	18	20	22	24				21		
5. Verdrehung im Rechteckquerschnitt	Höchstwerte ohne Einrechnung der Verdrehungsbewehrung	$\max r_D$	20	22	24	26	18	20	22	24				22		
6. Verdrehung und Schub aus Biegung bei Rechteckquerschnitten	Höchstwerte bei Nachweis der Schub- und Verdrehungsbewehrung	$\max r_D$	25	28	30	32	23	26	28	30				23		
7. Haftung der Stahleinlagen	Rundstahl	$r_1$	6	8	9	10	6	8	9	10				24		
	Stahl mit gerippter Oberfläche	$r_1$	8	11	16	21	8	11	16	21				25		

\*) Für Betonstähle gleicher Stahlgüte mit glatter Oberfläche sind diese Spannungen um  $200 \text{ kp/cm}^2$  zu vermindern

### 8.2.2. Bauteile aus vorgespanntem Beton

Die zulässigen Betonspannungen für vorgespannte Tragteile aus Ortbeton und Fertigbeton sind nach TGL 0-4227, Tabelle 7 oder 7.1., anzuwenden.

Im Bereich der Innenstützen durchlaufender Träger sind die Betonspannungen nicht nur in Stützenachse, sondern auch in weiteren, maßgebenden Querschnitten zu untersuchen. Es empfiehlt sich, hierzu für den negativen Momentenbereich die Spannungen in Form einer Spannungsdeckungsline graphisch getrennt für Spannungen aus Gebrauchslasten und Vorspannung, aufzutragen.

Die aus der Einleitung der Stützkraft in das Tragsystem des Überbaues entstehenden Spaltzugkräfte sind nachzuweisen und durch geeignete Maßnahmen aufzunehmen.

Vorgespannte durchlaufende Träger dürfen mit einer über den Innenstützen parabolisch ausgerundeten Momentenlinie bemessen werden, wobei die Länge der Ausrundung insgesamt  $a = b + y_u$  betragen darf.

Hierbei bedeuten

- $b$  die Lagerbreite (gemessen in Trägerachse) und
- $y_u$  der Abstand von der Unterkante bis zur Schwerachse des Trägers.

Die an der Unterseite des Trägers im Stützenbereich vorhandene schlaffe Längsbewehrung muß dabei zur Vermeidung von Rissen mindestens so groß sein, daß sie eine in Längsrichtung des Trägers wirkende etwaige Spaltzugkraft von 4 Prozent der Auflagerkraft aufnehmen kann. Dabei ist für Betonstahl St A-I  $\sigma_s = 1100 \text{ kp/cm}^2$  und für Betonstahl St A-III  $\sigma_s = 1800 \text{ kp/cm}^2$  anzusetzen.

Für Brücken unter Eisenbahnen sind die zulässigen Spannungen im Stützenbereich durchlaufender Träger und Rahmen nach Tabelle 10 anzusetzen.

Tabelle 10 Zulässige Spannungen in  $\text{kp/cm}^2$  im Stützenbereich vorgespannter durchlaufender Träger und Rahmen bei Brücken unter Eisenbahnen

Zeile der Tabelle 7.1. der TGL 0-4227	Betongüte		
	B 300	B 450	B 600
(9)	- 2	0	+ 2
(10)		- 10	
(11)	- 2	0	+ 2
(12)	+ 5	+ 10	+ 15
(14)	- 2	0	+ 2
(15)		- 10	
(18)	+ 2	+ 5	+ 8

Es bedeuten: + = Zugspannung  
- = Mindestdruckspannung

Bei Hohlkästen einschließlich der ausragenden Platten sind für den Nachweis der Schubspannungen aus Querkraft und Verdrehung die Werte der TGL 0-4227, Tabelle 7, Zeilen 21, 24, 27 und 30 einzuhalten.

### 8.2.3. Bauteile aus unbewehrtem Beton oder Mauerwerk

Für Bauteile aus unbewehrtem Beton oder aus Mauerwerk sind die in Tabelle 11 angegebenen Spannungen zulässig. Wegen der Abminderung der zulässigen Druckspannungen bei schlanken Bauteilen und wegen der Bewehrung bei außermittigem Druck ist Abschnitt 6. zu beachten.

### 8.3. Schub und Verdrehung

Bei Stahlbetontragwerken, außer Bögen und Gewölben, und bei allen Spannbetontragwerken sind die Schubspannungen oder die schiefen Hauptzugspannungen nachzuweisen. Der Einfluß der Querschnittsänderungen auf Konstruktionsteile darf berücksichtigt werden, wenn sie die Schubspannungen vermindern; im anderen Falle ist bei Schrägen über 1:8 der Einfluß immer rechnerisch zu berücksichtigen.

Werden bei Stahlbetonbauteilen die ohne Rücksicht auf abgebogene Stahleinlagen oder Bügel errechneten Schub- oder Drehspannungen größer als die in Tabelle 9, Zeilen 22 bis 24, angegebenen Werte  $\max r_o$ , oder bei vorgespannten Bauteilen die schiefen Hauptzugspannungen größer als die in TGL 0-4227, Tabelle 7, Zeilen 21 bis 32, zulässigen Spannungswerte unter Gebrauchs- und Bruchlast, so sind die Abmessungen des Querschnittes zu vergrößern, bis diese Werte nicht mehr überschritten werden.

Tabelle 11 Zulässige Spannungen in  $\text{kp/cm}^2$  in Bauteilen aus Beton und Mauerwerk

Baustoff	Bauteile und Beanspruchungen	zulässige Spannungen			Zeile	
		Güteklasse des Betons				
		B 160	B 225	B 300		
1	2	3	4	5		
Unbewehrter Beton	Druckspannungen $\sigma_{bd}$	30	45	60	1	
	Gewölbe Zugspannungen <sup>1)</sup> $\sigma_{bz}$	$\frac{1}{5} \cdot \sigma_{bd}$ , vorh jedoch $\leq \frac{\sigma_{bd}}{10}$			2	
	Stützen, Pfeiler, Widerlager und Stützmauern	Druckspannungen unter Ausschluß der Zugfestigkeit $\sigma_{bd}$	40	50	70	3
	Zugspannungen $\sigma_{bz}$	werden rechnerisch nicht berücksichtigt, nach Abschnitt 6.2.			4	
Mauerwerk	Druckspannungen unter Ausschluß der Zugfestigkeit $\sigma_d$	$\frac{M_{28}}{5}$ , jedoch $\leq 65 \text{ kp/cm}^2$			5	
	Gewölbe Zugspannungen $\sigma_z$	$\frac{1}{5} \cdot \sigma_{bd}$ , vorh, jedoch $\leq 5 \text{ kp/cm}^2$ bei statisch unbestimmten, $\leq 2 \text{ kp/cm}^2$ bei statisch bestimmten Gewölben			6	
	Stützen, Pfeiler, Widerlager und Stützmauern	Druckspannungen $\sigma_d$	$\frac{M_{28}}{5}$ , jedoch $\leq 50 \text{ kp/cm}^2$			7
	Zugspannungen $\sigma_z$	werden rechnerisch nicht berücksichtigt, nach Abschnitt 6.2.			8	

Alle Drehspannungen sind durch entsprechende Bewehrungen, alle Schubspannungen durch abgebogene Stahleinlagen oder durch abgebogene Stahleinlagen und Bügel aufzunehmen (Schubsicherung). Nur bei Platten, bei denen  $r_0$  unter den in Tabelle 9, Zeile 20, angegebenen Werten liegt, kann von einem rechnerischen Nachweis der Schubsicherung abgesehen werden. Gleichwohl sind auch hier die zur Aufnahme der Biegemomente nicht mehr benötigten Stahleinlagen aufzubiegen und in der Druckzone zu verankern.

Die Schubsicherung ist bei Platten, Balken, Plattenbalken und rahmenartigen Tragwerken aus der Linie der größten Querkräfte mit Hilfe des Schubdiagrammes zu ermitteln. Hierbei darf die maßgebende Schubkraftfläche um 10 Prozent abgemindert werden.

Für die Schubsicherung in vorgespannten Tragwerken ist TGL 0-4227, Abschnitt 1.13., zu beachten.

Ist der Abstand einer ausschlaggebenden Kraft vom Auflager oder Gelenk kleiner oder wenig größer als der Abstand des Schwerpunktes der Zugeinlagen vom Druckmittelpunkt, so ist eine zur Aufnahme der schrägen Hauptzugspannungen geeignete Bewehrung anzuordnen.

#### 8.4. Haftspannungen zwischen Beton und schlaffen oder vorgespannten Stahleinlagen

Für die Berechnung der Haftspannungen bei schlaff bewehrten Tragteilen sind die Bestimmungen von TGL 0-1045 § 21 einzuhalten. Die zulässigen Haftspannungen sind der Tabelle 9, Zeilen 24 und 25, zu entnehmen.

Für vorgespannte Bauteile sind die Bestimmungen von TGL 0-4227, Abschnitt 1.13., und der Tabelle 7, Zeilen 35 und 36, zu beachten.

#### 8.5. Zulässige Spannungen in Lagern und Gelenken

##### 8.5.1. Lager und Gelenke aus Gußeisen, Stahl, Blei und Gummi

Der Nachweis der Spannungen aus Haupt- und Zusatzkräften erfolgt nach Abschnitt 2.3.8.

Die Tabelle 12 enthält die zulässigen Spannungen der Lagerteile auf Biegung und Druck.

Die zulässigen Druckspannungen für die Berührungsflächen solcher Lager, die sich in unbelastetem Zustande nur in einer Linie oder einem Punkte berühren, sind bei Berechnung nach den Formeln von Hertz bei festen Lagern, Gleitlagern und Rollen von Ein- und Zweirollenlagern nach Tabelle 13 anzunehmen.

<sup>1)</sup> für Brücken unter Eisenbahnen sind Zugspannungen unzulässig

Tabelle 12 Zulässige Spannungen in  $\text{kp}/\text{cm}^2$  für Lagerteile und Gelenke aus Gußeisen, Stahl, Blei und Gummi

Werkstoff	Aus Hauptkräften		Aus Haupt- und Zusatzkräften	
	Biegung	Druck	Biegung	Druck
1	2	3	4	5
Grauguß GGL-15 nach TGL 14 400 Bl. 1	Zug 450 Druck 900	1000	Zug 500 Druck 1000	1100
Baustahl St 38-3 nach TGL 7960	1400		1600	
Baustahl St 52-3 nach TGL 7960	2100		2400	
Stahlguß GS-50.1 nach TGL 14 315	1800		2050	
Bei Wälz Gelenken, deren Auflagerbreite, senkrecht zur Berührungslinie gemessen, größer als die 1,8fache Höhe des Auflagerkörpers ist	1200	1800	1400	2000
Vergütungsstahl C 35 nach TGL 6547	2000		2200	
Weichblei nach TGL 14 719	-	100	-	100
Hartblei nach TGL 14 728		150		150
Gummi		100		100

Tabelle 13 Linienpressungen nach Hertz in  $\text{kp}/\text{cm}^2$ 

Werkstoff		Hauptkräfte	Haupt- und Zusatzkräfte
Grauguß GGL-15	nach TGL 14 400 Bl. 1	5000	5400
Baustahl St 38-3	nach TGL 7960	6500	7000
Baustahl St 52-3	nach TGL 7960	9000	9600
Stahlguß GS-50.1	nach TGL 14 315	10000	10700
Vergütungsstahl C 35	nach TGL 6547		

Diese Werte sind bei den Rollen beweglicher Lager, die mehr als zwei Rollen aufweisen, um  $1000 \text{ kp}/\text{cm}^2$  zu ermäßigen, wenn der auf die einzelnen Rollen entfallende Druck nicht einwandfrei ermittelt werden kann. Mehrrollenlager mit einer ungeraden Rollenanzahl sind unzulässig.

#### 8.5.2. Gelenke aus Blei

Bei Bleigelenken wird die Größe der Bleiplatte aus der in Tabelle 12 angegebenen zulässigen Spannung für Weichblei und Hartblei bestimmt. Die Dicke der Platten ist bei Bleigelenken bis zu etwa 30 cm Breite zu mindestens  $\frac{1}{9}$  der in Drehrichtung des Gelenkes liegenden Breite der Platte, jedoch nicht unter 8 mm zu wählen.

Bei breiteren Platten ist als Mindestdicke 30 mm vorzusehen. Außerdem ist bei diesen Gelenken die entstehende größte Ausmittigkeit  $e_{\max}$  der Krafteintragung mit Formel (12) zu berücksichtigen, wenn diese, wie z. B. in Gewölben, zu größeren Zusatzbeanspruchungen führt.

$$e_{\max} = \frac{b}{2} \left( 1 - \frac{\sigma}{12 \cdot \frac{b}{d} + 90} \right) \quad (12)$$

Hierin bedeuten:

$b$  = Breite der Bleiplatte in cm

$d$  = Dicke in cm

$\sigma$  = mittlere Spannung im Bleigelenk in  $\text{kp}/\text{cm}^2$

#### 8.5.3. Wälzelenke aus Beton

In Wälzelenken aus Beton mit gekrümmten Berührungsf lächen, die nach den Formeln von Hertz berechnet werden und deren Berührungsbreite  $\frac{1}{5}$  der in der Drehrichtung gemessenen Breite des Gelenkes oder kleiner ist, dürfen die

Spannungen den Wert  $\frac{W_{28}}{2}$ , höchstens jedoch  $300 \text{ kp}/\text{cm}^2$ , erreichen. Für solche Gelenke muß wenigstens der Beton

der Güteklasse B 300 verwendet werden. Sämtliche quervergerichteten Zugspannungen sind durch Stahleinlagen aufzunehmen. Die Zugspannungen sind parabelförmig verteilt und bei annähernd quadratischer Querschnittsform des Gelenkkörpers, im Brückenlängsschnitt gesehen, insgesamt zu einem Viertel der Gelenkkraft anzunehmen. Die zu erwartenden Abwälzwege sind bei Wahl der Krümmungshalbmesser und beim Versetzen der Gelenke zu berücksichtigen.

#### 8.5.4. Gummischichtenlager

Gummischichtenlager sind so zu bemessen, daß die mittlere Flächenpressung für alle Belastungsfälle die Werte der Tabelle 12 nicht überschreitet.

**8.6. Zulässige Pressungen für Lagerfugen, Auflagersteine und Auflagerbänke**

Die zulässigen Pressungen in der Lagerfuge sowie unter den Auflagerbänken und Auflagersteinen sind der Tabelle 14 zu entnehmen. Hierbei ist die Fuge zwischen Lager- oder Gelenkkörper und Auflagerbank oder Auflagersteinen mit Mörtel der Mörtelgruppe III nach TGL 0-1053 herzustellen und mit einer Mindestdicke von 3 cm auszuführen, ausgenommen Gummischichtenlager, die ohne Mörtelfuge auf Beton trocken verlegt werden dürfen.

**Tabelle 14 Zulässige Pressungen in kp/cm<sup>2</sup> in den Fugen von Auflagern und zulässige Spaltzugspannungen in Auflagerkörpern**

Beanspruchung, Bauteil, Werkstoff		$\sigma$		
Pressung in den Fugen zwischen Lagern und Gelenken usw. und einem:	Auflager- oder Gelenkstein	aus Granit oder festem Gestein	50	
		aus unbewehrtem Beton (B 225)	40	
		aus unbewehrtem Beton ( $\cong$ B 300)	60	
	Auflager- oder Gelenkstein oder Auflagerbank aus Stahlbeton	B 225	80	
		für Straßenbrücken	B 300	100
			B 450	130
			B 225	60
		für Brücken unter Eisenbahnen	B 300	80
			B 450	110
Pressung zwischen Auflagerstein oder Auflagerbank und Mauerwerk	aus Beton oder Quadern oder Klinkern in ZM (1:2 bis 1:3)	25		
	aus lagerhaften Bruchsteinen in ZM (1:2 bis 1:3)	15		
Spaltzugspannungen	B 225	3		
	für Straßenbrücken	B 300	4	
		B 450	5	
		B 225	2	
	für Brücken unter Eisenbahnen	B 300	3	
		B 450	4	

**8.7. Zulässige Pressungen bei Teilbelastung**

Wenn bei Konstruktionsteilen mit annähernd würflicher Form die Fläche F nur in einem mittig gelegenen Teil F<sub>1</sub>, siehe Bild 8, oder bei länglicher Form von annähernd quadratischem Querschnitt in einem mittigen Streifen von der Breite d<sub>1</sub>, siehe Bild 9, auf Druck beansprucht wird und dabei die Höhe h bei Punktbelastung, siehe Bild 8, mindestens gleich der größeren Seite d der Grundfläche F, bei Streifenbelastung, siehe Bild 9, mindestens gleich der Breite d ist, so ist bei Anordnung einer entsprechenden Bewehrung zur Aufnahme quergerichteter Zugspannungen für die zulässige Pressung in der Teilfläche F<sub>1</sub> die Formel (13) oder (14)

$$\sigma_1 = \sigma \cdot \sqrt{\frac{F}{F_1}} \quad \text{bei bewehrtem Beton} \quad (13)$$

$$\sigma_1 = \sigma \cdot \sqrt[3]{\frac{F}{F_1}} \quad \text{bei unbewehrtem Beton} \quad (14)$$

und für die Pressung im Streifen von der Breite d<sub>1</sub> die Formel (15)

$$\sigma_1 = \sigma \cdot \sqrt[3]{\frac{d}{d_1}} \quad \text{für bewehrten und unbewehrten Beton} \quad (15)$$

anzuwenden.

Hierbei ist  $\sigma$  die in Tabelle 9, Zeile 2, angegebene für die betreffende Betongüte zulässige Spannung. Die Spannung  $\sigma_1$  darf jedoch nicht größer werden als

$$\frac{3}{5} \cdot W_{28} \text{ bei einem Lastfall nach Bild 8 und}$$

$$\frac{1}{2} \cdot W_{28} \text{ bei einem Lastfall nach Bild 9.}$$

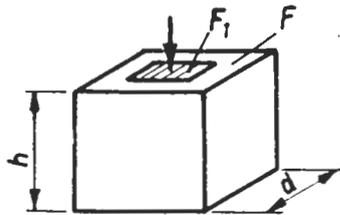


Bild 8

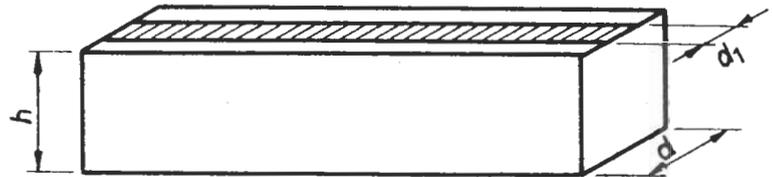


Bild 9

## 9. Ausführung

### 9.1. Überhöhung der Tragwerke

Den Lehrgerüsten und Schalungen ist eine derartige Überhöhung zu geben, daß die Tragwerke nach dem Ausrüsten unter der endgültigen ständigen Last nach Beendigung des Schwindens und Kriechens bei mittlerer Temperatur die der Festigkeitsberechnung zugrunde gelegte Form annehmen. Um ein Durchhängen zu vermeiden, ist zur rechnerisch erforderlichen Überhöhung ein Zuschlag zu machen.

Bei der Festlegung der Überhöhung von Lehrgerüsten für Spannbetontragwerke sind die beim Vorspannen auftretenden elastischen Verformungen des Überbaues besonders zu berücksichtigen. Formänderungen, die durch Nachgeben des Untergerüsts, ungenügenden Kontakt an Aufstandsflächen, Zusammendrückungen bei Beanspruchungen senkrecht zur Faserrichtung oder andere Einflüsse auftreten können, sind auf ein Minimum zu beschränken. Durch besondere Absenkmaßnahmen ist beim Vorspannen den Rückfederungskräften aus dem Lehrgerüst Rechnung zu tragen.

### 9.2. Arbeitsfugen

Kann der Beton nicht ohne Unterbrechung eingebracht werden oder sind stärkere Verformungen des Lehrgerüsts zu erwarten, so sind vor Beginn des Betonierens Arbeitsfugen festzulegen und sorgfältig abzuschalen. Die Arbeitsfugen sind möglichst rechtwinklig zu den Druckkräften und an Stellen zu legen, die nicht oder nur gering auf Zug beansprucht werden.

### Hinweise

1. Entstanden unter Berücksichtigung von DIN 1075, Ausg. 55.

Die Sowjetische Staatliche Projektierungsvorschrift SNIP II-C. 1-62 (Beton- und Stahlbetonkonstruktionen, Projektierungsnormen) wurde nicht berücksichtigt, da für die allgemeinen Stahlbetonvorschriften eine Abstimmung im Rahmen des RGW noch nicht erfolgte.

### 2. Nationale Standards und Richtlinien

Einheitliche Bezeichnungen im Stahlbetonbau siehe TGL 0-1044

Bauwerke aus Stahlbeton, Projektierung und Ausführung siehe TGL 0-1045

Bauwerke aus Beton, Projektierung und Ausführung siehe TGL 0-1047

Mauerwerk, Berechnung und Ausführung siehe TGL 0-1053

Verkehrsbau, Lastannahmen siehe TGL 0-1072

Stahlbau, Straßenbrücken, Berechnungsgrundlagen siehe TGL 13 460 Bl. 1

Zeichen für Festigkeitsberechnungen siehe TGL 0-1350

Fertigbauteile aus Stahlbeton, Richtlinien für Herstellung und Anwendung siehe TGL 0-4225

Spannbeton, Berechnung und Ausführung siehe TGL 0-4227

Stähle für den Stahlbetonbau, Spannstahl St 60/90 siehe TGL 6477

Vergütungsstähle, gewalzt, geschmiedet, siehe TGL 6547

Allgemeine Baustähle, Gütebedingungen siehe TGL 7960

Stähle für den Stahlbetonbau, Spannstahl St 140/160 siehe TGL 101-036 Bl. 1

Stahlbau, Stahltragwerke, Berechnung und bauliche Durchbildung siehe TGL 13 500

Stahlguß siehe TGL 14 315

Grauguß siehe TGL 14 400 Bl. 1

**Auflagerbänke unter Platten- und Balkenbrücken siehe TGL 173-4**

**Brücken im Verkehrsbau, Terminologie siehe TGL 173-18**

**Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE), Teil I und II, Ministerium für Verkehrswesen, Hauptverwaltung der Bahnanlagen der Deutschen Reichsbahn, DV 804/I und II, Ausg. 1962**

**Anweisung für Mörtel und Beton (AMB) 1. Entwurf (überarbeitete Ausgabe 1947), Ministerium für Verkehrswesen, Hauptverwaltung der Bahnanlagen der Deutschen Reichsbahn, DV 824, Ausg. 1962**

**Richtlinien für das Herstellen und Überwachen von Spannbeton-Eisenbahnbrücken aus Ort beton (RI Spa), Ministerium für Verkehrswesen, Hauptverwaltung der Bahnanlagen der Deutschen Reichsbahn, DV 846, gültig ab 1. 1. 1963**

**Zementbetonstraßen, Richtlinie für den Bau, Deutsche Bauzyklopädie 4.11.3., Ministerium für Bauwesen und Deutsche Bauakademie RBB, Ausg. 11.58**

**Anordnung über bautechnische und fahrbetriebliche Bestimmungen für Kohlebahnen im Braunkohlenbergbau, Gesetzblatt der DDR, Sonderdruck Nr. 328 vom 1. 4. 1961**

### 3. Literatur

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Rüsch                 | Fahrbahnplatten von Straßenbrücken<br>Deutscher Ausschluß für Stahlbeton,<br>Heft 106, 5. Auflage 1960<br>Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin   |
| Olsen-Reinitzhuber    | Die zweiseitig gelagerte Platte, Band 1 und 2<br>Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin 1951   |
| Homberg-Marx          | Schiefe Stäbe und Platten<br>Werner-Verlag Düsseldorf, 1958  |
| Schleicher-Müller     | Schiefe Einfeldplatten<br>Reihe Wissenschaft und Technik im Straßenwesen, Heft 2<br>Transpress-Verlag, Berlin, 1962  |
| Rüsch-Hergenröder     | Einflußfelder der Momente schiefwinkliger Platten<br>Eigenverlag des Materialprüfamt für Bauwesen der Technischen Hochschule<br>München, 1961  |
| Mörsch                | Statik der Gewölbe und Rahmen, 1. Auflage<br>Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 1947  |
| Slavik                | Einfluß der Baugrundelastizität auf die Schnittkräfte von Brückentragwerken<br>Bauplanung und Bautechnik (13) 1959, Heft 5, Seite 222  |
| Waiser                | Die Wirkung vom Schwinden und Temperaturabfall bei Stahlbetonbrücken<br>mit beiderseits festen Gelenken<br>Der Bauingenieur (37) 1962, Heft 10, Seite 377  |
| Dischinger            | Elastische und plastische Verformungen der Eisenbetontragwerke und insbesondere<br>der Bogenbrücken<br>Der Bauingenieur, 1939  |
| Rühle                 | Vorschläge für Bemessung und Konstruktion von Betonverbundkonstruktionen<br>mit schlaffer und vorgespannter Bewehrung<br>Bauplanung und Bautechnik (12) 1958, Heft 5, Seite 201, und Heft 6, Seite 267 |
| Kirsch                | Spannungsumlagerungen bei ortbetonverstärkten Stahlbeton- und Spannbetonquerschnitten<br>infolge Kriechens und Schwindens<br>Bauplanung und Bautechnik (15) 1961, Heft 1, Seite 34                     |
| Goschy-Balázs         | Über die Tragfähigkeit von Stahlbetonverbundkonstruktionen<br>Bauplanung und Bautechnik (12) 1958, Heft 7, Seite 311   |
| Goschy-Balázs         | Bruch sicherheitsnachweis des Verbundes zwischen Ort beton und Fertigteil<br>von Stahlbetonverbundbalken<br>Bauplanung und Bautechnik (14) 1960, Heft 6, Seite 266                                     |
| Leonhardt-Wintergerst | Über die Brauchbarkeit von Bleigelenken, Versuchsergebnisse und Erfahrungen,<br>Vorschlag einer neuen Bestimmung<br>Beton- und Stahlbetonbau (56) 1961, Heft 5, Seite 123                              |

### 4. Erläuterungen

#### Zu Abschnitt 2.3.2. Lagerungsbedingungen

Eine starre Einspannung in den Baugrund ist nur dann vorhanden, wenn der Baugrund gegenüber dem Tragwerk ausreichend starr ist. Auch beim gewachsenen Fels treten infolge großer Stützkräfte noch Verschiebungen oder Verdrehungen auf, siehe auch Abschnitt 5.4.

Der elastisch oder plastisch nachgiebige Baugrund bewirkt einen geringeren Einspannungsgrad, so daß in bestimmten Fällen auf die Ausbildung spezieller Gelenke im Tragwerk sowie auf die Anordnung besonderer Lager verzichtet und die Gelenkwirkung dem Baugrund übertragen wird.

### Zu Abschnitt 2.3.6. Verteilungsbreite für Verkehrslasten

Der Verkehrslastanteil für Querträger einfacher Plattenbalken wird aus der ungünstigsten Laststellung des Einflußbereiches nach Bild 10 angenommen.

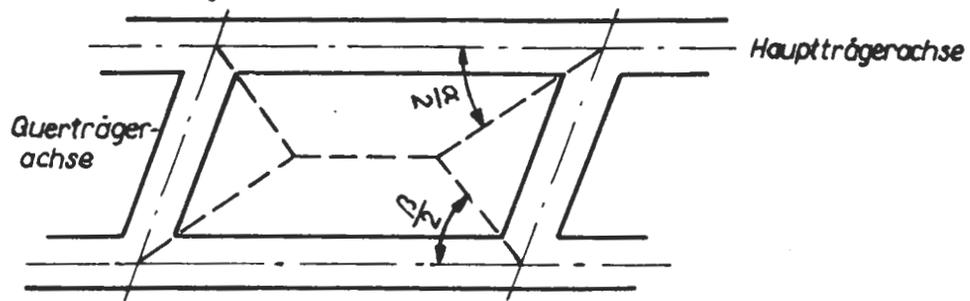


Bild 10

### Zu Abschnitt 2.3.7. Berechnungsverfahren

Wird die analytische Berechnung mit elektronischen Rechengeräten durchgeführt oder durch eine modellstatische Untersuchung ersetzt, so sind vor der Durchführung der Festigkeitsuntersuchung die Rechen- bzw. Meßergebnisse durch geeignete Verfahren, z. B. durch Gleichgewichtsbetrachtungen, zu überprüfen. Bei der Zusammenstellung der Ergebnisse elektronisch durchgeführter Schnittkraftermittlungen und in den Berichten modellstatischer Untersuchungsergebnisse wird den Entwurfsverfassern die Kontrollmöglichkeit durch Beigabe zweckdienlicher Werte, z. B. durch Angabe der Biegespannungskomponenten für die zur Gleichgewichtskontrolle maßgebenden Schnitte, erleichtert. Ergeben diese Kontrollen bei modellstatischen Untersuchungen mehr als 10 Prozent Abweichungen, so wird unabhängig hiervon eine neue Modellmessung möglichst mit einem anderen Maßstab durchgeführt. Die zur Kontrolle ausgewählten Schnitte stimmen in der Regel mit den Schnitten überein, für die die Bruchmomente ermittelt werden.

### Zu Abschnitt 2.3.8. Nachweis der äußeren und inneren Kräfte

Der Einfluß der Bremskräfte von Lastenzügen wird zweckmäßig mit Einflußlinien ermittelt nach:

Mörsch: Statik der Gewölbe und Rahmen

Verlag K. Wittwer, 1. Auflage, Stuttgart 1947, Seite 252 ff.

Der Eisenbahnbau, Verlag K. Wittwer, 5. Auflage, Stuttgart 1941, II. Band, 3. Teil

### Zu Abschnitt 2.3.9. Vorspannung von Tragwerken

Bei Straßenbrücken kann mit Zustimmung der Staatlichen Bauaufsicht eine „teilweise Vorspannung“ vorgesehen werden, wobei die in TGL 0-4227, Tabelle 7.1., festgelegten Zugspannungen um 100 Prozent überschritten werden dürfen. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein einer besonderen Dichtung, falls diese Spannungsüberschreitung an der Oberseite der Konstruktion auftritt; ist keine besondere Dichtung vorhanden, so müssen die in TGL 0-4227, Tabelle 7.1., angegebenen Spannungen eingehalten werden. Der Abfall der Vorspannung infolge Schwindens und Kriechens wird auch bei der teilweisen Vorspannung entsprechend den bekannten Ansätzen nachgewiesen.

### Zu Abschnitt 3.1. Elastizitätsmodul E

Bei Mauerwerk schwankt der Elastizitätsmodul etwa zwischen 100 000 und 500 000 kp/cm<sup>2</sup>

### Zu Abschnitt 3.2. Wärmedehnzahl $\alpha$ ,

Die Wärmedehnzahl für Beton liegt in den Grenzen von  $0,7 \cdot 10^{-5}$  bis  $1,3 \cdot 10^{-5}$ , sie ist abhängig von der Zementgüte (Wärmedehnzahl zwischen  $1,2 \cdot 10^{-5}$  und  $2,3 \cdot 10^{-5}$ ) und der Art der Zuschlagstoffe (Wärmedehnzahl zwischen  $0,4 \cdot 10^{-5}$  und  $1,2 \cdot 10^{-5}$ ). Hierbei ist zu beachten, daß kieselige Zuschlagstoffe eine höhere Wärmedehnzahl besitzen als Zuschlagstoffe aus Kalkstein.

Vergleiche hierzu:

Graf: „Eigenschaften des Betons“, Verlag Springer, Berlin 1960

W. Schulze: „Der Baustoff Beton“, Verlag für Bauwesen, Berlin 1961

## Zu Abschnitt 4.4. Schiefwinklige Platten

Die Definition des schiefen Winkels sowie die Darstellung und Bezeichnung der Plattenränder ist nach Bild 11 vorzunehmen.

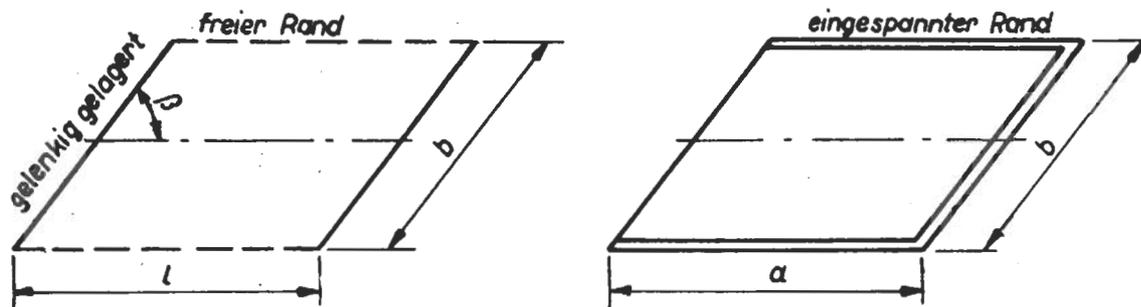


Bild 11

Die Schnittkraftermittlungen für schiefwinklige Platten mit zwei freien Rändern und  $\beta \cong 80^\circ$  sowie für vierseitig aufgelagerte Platten mit  $\beta \cong 50^\circ$  erfolgen auf der Grundlage der Rechteckplatte nach Rüschi: „Fahrbahnplatten von Straßenbrücken“, Olsen-Reinitzhuber: „Die zweiseitig gelagerte Platte“ oder anderen Tabellenwerken. Die Umrechnung auf schiefwinklige Platten wird mit den in Rüschi: „Fahrbahnplatten von Straßenbrücken“ gegebenen Beiwerten vorgenommen.

Wird die Berechnung von durchlaufenden Plattenbrücken näherungsweise unter Annahme starrer Einspannung an Zwischenstützen durchgeführt, so wird abgeschätzt, wie groß der Fehler ist, der sich aus dieser Annahme ergibt. Bei der Abschätzung werden soweit wie möglich die bisherigen Erkenntnisse aus der Literatur und die Erkenntnisse modellstatistischer Untersuchungen für ähnliche Tragwerke herangezogen.

Ist die Lagerung nicht zu einer einwandfreien, kraftschlüssigen Übertragung negativer Auflagerkräfte geeignet, so wird durch konstruktive Maßnahmen dafür gesorgt, daß keine negativen Auflagerkräfte auftreten, z. B. durch geeignete Wahl des Stützensystems, Anordnung von Kragarmen, Vorspannung im Stützenbereich; gefährdet sind insbesondere Einfeldplatten mit zwei freien Rändern, die dem Lager an der stumpfen Ecke benachbarten Lager oder der entsprechende Bereich der Linienlagerung.

## Zu Abschnitt 6. Unterbauten und Stützmauern

Bei einer erddruckmindernden Bodenvermörtelung hinter Widerlagern wird die Kippsicherheit mit  $\nu \cong 1,5$  und bei Flügel- und Stützmauern infolge der überwiegend vorhandenen horizontalen Belastungsanteile (geringere Auflast) mit  $\nu \cong 2,0$  nachgewiesen. Die Bodenvermörtelung ist lagenweise einzubringen und unter einem kleineren Winkel, als er sich aus der inneren Reibung des Erdreiches ergibt, im Boden zu verzahnen.

Der Ruhedruck  $\lambda_0$  kann, falls kein genauere Nachweis erbracht wird, mit  $1,5 \cdot \lambda_0$  bei allen Bauteilen, die eine Bewegung nicht zulassen, wie angehängte Flügelmauern und eingespannte Kammermauern, angenommen werden. An den Außenflächen wandartiger Unterbauten wird konstruktiv eine Netzbewehrung von Rundeseisen mit mindestens 5 mm Durchmesser in einem gegenseitigen Abstand von 200 mm vorgesehen, wenn

- ein Zement mit einer höheren Güte als Z 225 zur Verwendung kommt und
- die Größe der Fläche mehr als  $35 \text{ m}^2$  beträgt.

Diese Netzbewehrung kann an Flächen mit einer Werksteinvormauerung entfallen.

## Zu Abschnitt 7. Auflagerbänke

Als Näherung darf die Längsbewehrung von vom Unterbau durch eine Arbeitsfuge getrennten Auflagerbänken unter Annahme berechnet werden, daß sich der Auflagerdruck von der Außenkante eines jeden Auflagerkörpers unter  $70^\circ$  bis zur Unterkante der Auflagerbank verteilt und in dieser Fuge als rechteckige, trapezförmige oder dreieckige Linienlast wirkt, siehe Bild 12. Bei nicht ausreichender Verteilungsfläche, z. B. bei Lagern neben Fugen oder an den Enden, ist die Linienlast so aufzuteilen, daß ihre Resultierende mit der Wirkungslinie der Auflagerkraft zusammenfällt, siehe Bild 13.

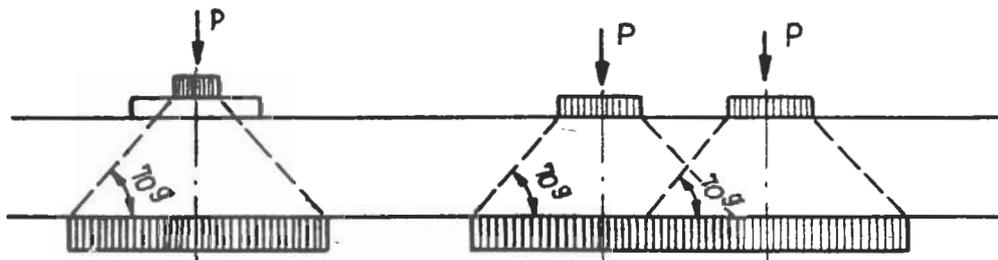


Bild 12

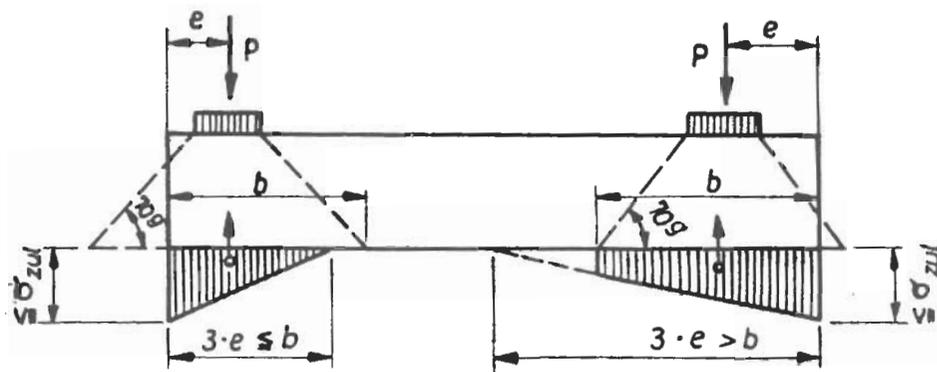


Bild 13

Als theoretische Balkenbreite ist bei Auflagerbänken auf Widerlagern der doppelte Abstand  $a$  nach Bild 14 zwischen Auflagermitte und Vorderkante Bank, bei Auflagerbänken auf Pfeilern im allgemeinen die Gesamtbreite des Pfeilers anzunehmen. Erhält die Auflagerbank eine Verblendung oder Vormauerung durch Beton oder Werkstein, so sind die Breitenmaße entsprechend zu vermindern.



Bild 14

Die Auflagerbänke werden auch in Querrichtung auf Biegung berechnet, wenn die Bankbreite ( $2 \cdot a$ ) größer ist als die Lastverteilung nach Bild 12; als Belastungsfläche wird hierbei (Bankbreite)  $\times$  (Verteilungslänge in Längsrichtung) angesetzt.

#### Zu Abschnitt 8.1.3. Betonstahl, Spannstahl

Als tragende, schlaife Bewehrung werden Sonderbetonstähle, Betonformstähle und Stähle der Güte St A-III nach TGL 12 530 für Straßenbrücken ohne Einschränkung verwendet, wenn das Verhältnis Dauerlast/veränderliche Last  $\geq 1$  ist. Bei Unterschreitung dieses Wertes ist eine Ausnahmegenehmigung der Staatlichen Bauaufsicht des Straßenwesens erforderlich.

Bei Brücken unter Eisenbahnen werden Stähle der Güte St A-III nach TGL 12 530, Sonderbetonstähle und Betonformstähle, nur für Bauteile verwendet, die vorwiegend ruhende Belastung erhalten.