

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

29. Jahrgang	Ausgegeben zu Düsseldorf am 21. März 1975	Nummer 24
---------------------	--	------------------

Inhalt

I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Glied.- Nr.	Datum	Titel	Seite
232342	17. 2. 1975	RdErl. d. Innenministers Richtlinien für die Bemessung von Stahlbetonbauteilen von Kernkraftwerken für außergewöhnliche äußere Belastungen	292

II.

Veröffentlichungen, die nicht in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Datum		Seite
	Justizminister Stellenausschreibung für die Verwaltungsgerichte Arnsberg und Düsseldorf	302

I.
232342
Richtlinien
für die Bemessung von Stahlbetonbauteilen
von Kernkraftwerken für außergewöhnliche
äußere Belastungen

RdErl. d. Innenministers v. 17. 2. 1975 –
 V B 2 – 570.100

- Anlage
1. Die vom Ausschuß „Kerntechnischer Ingenieurbau“ des Instituts für Bautechnik Berlin erarbeiteten „Richtlinien für die Bemessung von Stahlbetonbauteilen von Kernkraftwerken für außergewöhnliche äußere Belastungen (Erdbeben, äußere Explosionen, Flugzeugabsturz)“, Fassung Juli 1974, werden hiermit nach § 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt. Die Richtlinien werden als Anlage bekanntgemacht.
 2. Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen, Anlage zum RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBI. NW. 2323) ist in Abschnitt 5.3 wie folgt zu ergänzen:
 Spalte 2: Juli 1974
 Spalte 3: Richtlinien für die Bemessung von Stahlbetonbauteilen von Kernkraftwerken für außergewöhnliche äußere Belastungen
 Spalte 4: R
 Spalte 5: 17. 2. 1975
 Spalte 6: MBI. NW. S. 292/SMBI. NW. 232342
 3. Die „Richtlinien“ werden außerdem in den Mitteilungen des Instituts für Bautechnik abgedruckt und können beim Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, bezogen werden.

Richtlinien für die Bemessung
von
Stahlbetonbauteilen von Kernkraftwerken
für
außergewöhnliche äußere Belastungen
(Erdbeben, äußere Explosionen, Flugzeugabsturz)
 (Fassung Juli 1974)

Inhalt

1. Vorbemerkungen
 - 1.1 Allgemeines, Geltungsbereich
 - 1.2 Hinweis auf weitere Richtlinien und Bestimmungen
2. Berechnungsannahmen und Schnittgrößenermittlung für den Lastfall Erdbeben
 - 2.1 Grundsätze
 - 2.2 Berechnungsannahmen
 - 2.2.1 Steifigkeiten
 - 2.2.2 Massen
 - 2.2.3 Dämpfung
 - 2.2.4 Lagerungsbedingungen
 - 2.3 Berechnungsmethoden
 - 2.3.1 Vereinfachte Berechnung
3. Lastannahmen und Schnittgrößenermittlung für den Lastfall äußere Explosion
 - 3.1 Allgemeines
 - 3.2 Lastannahmen

- 3.2.1 Kastenförmige Gebäude
 - 3.2.1.1 Unmittelbar belastete Einzelbauteile
 - 3.2.1.2 Gesamtgebäude, aussteifende Bauteile, Gründung
- 3.2.2 Gebäude mit zylindrischer und kugelförmiger Außenfläche
- 3.2.3 Schlanke Bauteile
- 3.3 Berechnung der maßgebenden Schnittgrößen
 - 3.3.1 Berechnungsannahmen
 - 3.3.2 Balken und Platten
 - 3.3.3 Gesamtgebäude, aussteifende Bauteile, Gründung
4. Lastannahmen und Schnittgrößenermittlung für den Lastfall Flugzeugabsturz
 - 4.1 Lastannahmen
 - 4.1.1 Last-Zeit-Funktion
 - 4.1.2 Aufprallwinkel
 - 4.1.3 Sonstige Einflüsse
 - 4.2 Dynamische Berechnung
 - 4.2.1 Allgemeines
 - 4.2.2 Untersuchung der Einzelbauteile
 - 4.2.3 Gesamtbauwerk
 - 4.3 Berechnung für Biegebeanspruchung
 - 4.4 Berechnung für Schubbeanspruchung
5. Lasten
 - 5.1 Allgemeines
 - 5.2 Lastbezeichnungen
 - 5.3 Lastkombinationen
6. Bemessung
 - 6.1 Bemessung für Biegung, Biegung mit Längskraft und Längskraft allein
 - 6.1.1 Nachweis der Knicksicherheit
 - 6.2 Bemessung für Querkraft und Torsion
 - 6.3 Nachweis der Hauptdruckspannungen
 - 6.4 Berechnung der Mindestwanddicke bei Flugzeugabsturz
7. Konstruktive Durchbildung
 - 7.1 Biegebeanspruchte Bauteile
 - 7.1.1 Mindestbewehrung
 - 7.1.2 Maximalbewehrung
 - 7.2 Druckglieder (Stützen)
 - 7.2.1 Mindestbewehrung
 - 7.2.2 Maximalbewehrung
 - 7.3 Knotenpunkte
 - 7.4 Fugen
 - 7.5 Verformungen

Anlage

1. Vorbemerkungen
 Nachstehende Richtlinien wurden vom Ausschuß „Kerntechnischer Ingenieurbau“ des Instituts für Bautechnik ausgearbeitet. Soweit Lastannahmen im Rahmen dieser Richtlinien festgelegt werden müssen, werden diese im Einzelfall von der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde bekanntgegeben.
- 1.1 Allgemeines, Geltungsbereich
 Diese Richtlinien enthalten grundlegende Angaben zur Bestimmung von Schnittgrößen und zur Bemessung, sowie Konstruktionsregeln für Stahlbetonbauteile von Kernkraftwerken, die den außergewöhnlichen äußeren Belastungen Erdbeben, äußere Explosion und Flugzeugabsturz ausgesetzt werden können.
 Sie gelten für die sicherheitstechnisch relevanten¹⁾ Gebäude und Bauteile, denen nach dem Eintreten der außergewöhnlichen äußeren Belastungen keine Dichtigkeitsfunktion zukommt. Sofern Bauteile, die nach dem Eintreten der außergewöhnlichen äußeren Belastungen Dichtig-

¹⁾ Nach Angabe der Genehmigungsbehörde.

keitsfunktionen erfüllen müssen, an die nach dieser Richtlinie bemessenen Stahlbetonbauteile anschließen oder mit ihnen verbunden sind (z. B. Stahlauskleidungen), sind gesonderte Untersuchungen durchzuführen, die in dieser Richtlinie nicht behandelt sind. Die Richtlinien sollen für die Auslegung ortsfester Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland angewendet werden. Sie geben den augenblicklichen Erkenntnisstand wieder und werden daher der laufenden Entwicklung angepaßt werden.

1.2 Hinweis auf weitere Richtlinien und Bestimmungen

Soweit in diesen Richtlinien nichts anderes bestimmt ist, gelten die einschlägigen Technischen Baubestimmungen, insbesondere DIN 1045 - Beton- und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung.

Für die Bemessung von Bauteilen in Kernkraftwerken wird auch auf die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) z. B. „Regeln für die Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen“²⁾ hingewiesen.

2. Berechnungsannahmen und Schnittgrößenermittlung für den Lastfall Erdbeben

2.1 Grundsätze

Die Erdbebenbelastung ist eine stochastische Größe mit großen Schwankungen. Die nicht deterministische Art dieser Last und die Ungenauigkeit in den Werkstoff- und Bodenparametern sollten, falls erforderlich, durch Parameterstudien und Grenzbetrachtungen erfaßt werden.

Bei der Erdbebenauslegung beeinflussen sich Berechnungsannahmen, rechnerische Beanspruchung und konstruktive Durchbildung gegenseitig. Daher sollten die nachfolgenden Festlegungen immer im Gesamtzusammenhang und nicht als Einzelfestlegung gesehen werden.

Entsprechend den Regeln des KTA ist hinsichtlich der Erdbebenstärke zwischen Auslegungs- und Sicherheits-erdbeben zu unterscheiden.

Die für die Berechnung erforderlichen Kenngrößen über Charakteristik und Intensität der Bemessungserdbeben werden von den Genehmigungsbehörden unter Berücksichtigung der oben genannten Regeln des KTA vorgegeben. Die Festlegung soll die für eine dynamische Rechnung notwendigen Eingabewerte, nämlich Antwortspektren und/oder Erdbebenzeitverläufe (mit Angabe der maximalen Bodenbeschleunigungen) in der vertikalen und in möglichst zwei orthogonalen horizontalen Richtungen enthalten³⁾. Sofern die vektorielle Summe angegeben ist und für Nachweise mit Überlagerungen in horizontaler Richtung Komponenten benötigt werden, können bei Anwendung der Antwortspektrum-Methode die Komponenten durch Zerlegen der Vektorsumme mit dem Faktor $1/\sqrt{2}$ ermittelt werden. Der Bezugshorizont der Eingabewerte ist anzugeben.

Zusätzlich zu den hier behandelten Beanspruchungen des Gesamtbauwerks sind die lokalen Beanspruchungen aus den Erdbebenschwingungen der Einbauten zu berücksichtigen.

2.2 Berechnungsannahmen

2.2.1 Steifigkeiten

Für die Berechnung der Schnittgrößen aus statischen Lasten gilt DIN 1045, Abschnitt 15. Dieser Abschnitt ist auch einer elastischen Schwingungsberechnung zugrunde zu legen; der Elastizitätsmodul des Betons darf für die Ermittlung der Steifigkeit nach DIN 1045, Tabelle 11, angenommen werden.

2.2.2 Massen

Als mitschwingend sind die Massen des Bauwerks und der Einbauten, die ständigen Nutzmassen und ein Anteil der nichtständigen Nutzmassen zu berücksichtigen. Bei der Ermittlung der Schnittgrößen aus Erdbeben darf die Abminderung der nichtständigen Nutzmassen bis zu 50% betragen. Unter Nutzmassen sind hierbei die im Betrieb tatsächlich vorhandenen Massen zu verstehen, die nicht den der Berechnung der statischen Schnittgrößen zugrundeliegenden Lasten entsprechen müssen.

2.2.3 Dämpfung

Als Dämpfungsmaß D (Verhältnis der vorhandenen Dämpfung zur kritischen Dämpfung) für Stahlbetonteile darf, wenn die konstruktiven Regeln des Abschnittes 7 eingehalten sind, ohne genaueren Nachweis in die Berechnung der dynamischen Beanspruchung der Bauteile eingeführt werden:

Auslegungserdbeben: $D = 0,04$

Sicherheitserdbeben: $D = 0,07$

2.2.4 Lagerungsbedingungen

Die Steifigkeit der Lagerung der Gebäude und Bauteile ist bei der Berechnung der dynamischen Beanspruchung zu beachten.

Der Boden darf vereinfachend auf ein gedämpftes Feder-Masse-Modell abgebildet werden. In diesem Fall darf das Dämpfungsmaß der einzelnen Eigenschwingungen des Gesamtsystems in horizontaler Richtung $D = 0,15$ nicht überschreiten. Für die vertikale Richtung wird das Dämpfungsmaß durch die Bedingung beschränkt, daß das zugehörige Antwortspektrum im Frequenzbereich größer 3 Hz überall mindestens gleich der Bodenbeschleunigung im Bezugshorizont Fundament sein muß.

Bei einem Baugrund mit Bodenschichten sehr unterschiedlicher Steifigkeit müssen genauere Untersuchungen durchgeführt werden.

2.3 Berechnungsmethoden

Alle sicherheitstechnisch relevanten Gebäude und Bauteile sind nach einer dynamischen Methode zu berechnen, welche die Eigenschaften der Erdbeben und das tatsächliche Verhalten des Bodens, der Gebäude und Bauteile hinreichend sicher erfaßt.

Im allgemeinen wird eine Berechnung nach der Antwortspektrum-Methode empfohlen. Die Beanspruchung darf hierbei normalerweise mit der Wurzel der Summe der Quadrate der Beanspruchung in den einzelnen Eigenformen bestimmt werden; bei eng beieinander liegenden Eigenfrequenzen jedoch ist eine andere hierfür geeignete Überlagerungsmethode zu verwenden. Die zwei Horizontal- und die Vertikalkomponenten der Beschleunigungen sind als gleichzeitig wirkend zu berücksichtigen. Daraus sich ergebende gleichgerichtete Beanspruchungen sind als Wurzel aus der Summe der Quadrate zu überlagern.

Bei Anwendung der Zeit-Verlauf-Methode müssen mehrere⁴⁾ charakteristische Erdbebenzeitverläufe untersucht werden, die eine hinreichende Umschreibung evtl. vorgegebener Antwortspektren ergeben. Bei mehreren zeitlich unmittelbar einander zugeordneten räumlichen Komponenten der Erregungsfunktion sind die maßgebenden Beanspruchungen als arithmetische Summe der durch die einzelnen Komponenten verursachten Anteile zu bilden.

Wird die Bemessung gegen die horizontalen Beanspruchungen getrennt nach Hauptachsen durchgeführt, so ist in jede der beiden Richtungen der Maximalwert (vektorielle Summe der horizontalen Erregung) anzusetzen.

2.3.1 Vereinfachte Berechnung

Für Kernkraftwerke an Standorten, für die die Maximalbeschleunigungen des Sicherheitserdbebens zu weniger als 0,1 g ermittelt wurden, sind auch vereinfachte Berechnungsverfahren zulässig.

3. Lastannahmen und Schnittgrößenermittlung für den Lastfall äußere Explosion

3.1 Allgemeines

Die von den Genehmigungsbehörden für den Lastfall Explosionsdruckwelle vorgeschriebene Last-Zeit-Funktion ist der Berechnung und Bemessung zugrundezulegen.

Unter äußeren Explosionsbelastungen sind hier ausschließlich Belastungen infolge Luftdruckwellen zu verstehen. Der Explosionsdruck p - eine Funktion des Ortes und der Zeit - kann dargestellt werden als

$$p = p_s + c \cdot q$$

mit p_s = Verdichtungsdruck einschließlich Reflexionserhöhung

q = Geschwindigkeitsdruck (Staudruck)

c = Formbeiwert

²⁾ In Vorbereitung, dann erhältlich beim IRS Köln.

³⁾ Gegebenenfalls kann dies durch andere Eingabewerte, z. B. spektrale Dichten und Erdbebensdauer, ergänzt werden.

⁴⁾ In überzeugend begründeten Fällen kann auch die Berechnung mit einem charakteristischen Zeitverlauf hinreichend sein.

Es wird davon ausgegangen, daß der Überdruck-Zeit-Verlauf analog Abb. 1 idealisiert werden kann.

Die in nachstehenden Abschnitten behandelten Vereinfachungen setzen einen Überdruck-Zeit-Verlauf voraus, für den folgendes angenähert zutrifft:

$$\begin{aligned} t_1 &= 0,1 \text{ s} \\ t_2 &= 0,2 \text{ s} \\ p_1 &\leq 1,0 \text{ atü} \\ p_2 &= a \cdot p_1 \leq 0,5 \text{ atü} \\ \text{mit } 1/2 &\leq a \leq 2/3 \end{aligned}$$

Wegen der relativ großen Werte t_1 und t_2 handelt es sich um eine spezielle Explosionsform, die im Gegensatz zur Detonation als Deflagration bezeichnet wird.

Die Druckordinaten p_1 und p_2 dieses Auslegungsdruckes, vgl. Abb. 1, sind der vorgeschriebenen Last-Zeit-Funktion zu entnehmen. Weitere Angaben zur Explosionsbelastung (Ursache, Entfernung des Explosionszentrums, Art und Größe der gezündeten Ladung bzw. des gezündeten Gemisches, Abbrandgeschwindigkeit, Druckwellenausbreitungsgeschwindigkeit usw.) werden dann nicht benötigt. Als Explosionsrichtung sind beliebige räumliche Richtungen anzunehmen. Es ist eine ebene Stoßfront zugrunde zu legen. Bei Druckverläufen entsprechend Abb. 1 ist das Glied $c \cdot q$ gegenüber p_s klein und kann vernachlässigt werden (ausgenommen sind schlanke Bauteile).

3.2 Lastannahmen

3.2.1 Kastenförmige Gebäude

3.2.1.1 Unmittelbar belastete Einzelbauteile

Einzelbauteile, die vom Explosionsdruck unmittelbar getroffen werden können (Ausnahmen siehe Abschnitt 3.2.3), sind für einen normal zur Belastungsfläche wirkenden, zu jedem Zeitpunkt über die Belastungsfläche gleichmäßig verteilten Überdruck gemäß Abb. 1 auszulegen.

3.2.1.2 Gesamtgebäude, aussteifende Bauteile, Gründung

Bei kastenförmigen Gebäuden gilt für den Druck $\Delta p = p_{\text{vorn}} - p_{\text{rück}}$ der in Abb. 2 dargestellte Verlauf.

$$\begin{aligned} p_{\text{vorn}} &= \text{Überdruck auf der Luvseite} \\ p_{\text{rück}} &= \text{Überdruck auf der Leeseite} \end{aligned}$$

Der Druckverlauf in Abb. 2 gilt für kastenförmige Kraftwerksgebäude (z. B. Reaktorgebäude) mit den Abmessungen heute üblicher Größenordnung. Bei kleineren Gebäuden liegt die Annahme, daß die Wirkungsdauer des Druckes Δp 0,2 Sekunden beträgt, auf der sicheren Seite.

Für eine Druckbelastung über Eck kann der resultierende Überdruck gemäß Abb. 2 als in den Richtungen beider horizontaler Gebäudeachsen gleichzeitig wirkend angesetzt werden. Die gleichzeitig vertikal auf das Dach des Gebäudes wirkende Explosionsbelastung kann mit dem Auslegungsdruck gemäß Abb. 1 ermittelt werden. Die vertikal von oben wirkende Komponente des Druckes ist in Fällen, in denen sie entlastend wirkt, gleich Null zu setzen.

3.2.2 Gebäude mit zylindrischer und kugelförmiger Außenfläche

Die nachstehenden Vereinfachungen gelten nur, wenn für den Auslegungsdruck ein Überdruck-Zeit-Verlauf gemäß Abb. 1 gilt. Für Zylinder- und Kugelflächen, deren Außendurchmesser etwa 30 bis 70 m beträgt, kann der zeitliche Verlauf des resultierenden Überdruckes \bar{p} gemäß Abb. 3 angenommen werden. Die zugehörige Druckverteilung in Abhängigkeit vom Einfallswinkel θ (Winkel zwischen der Explosionsrichtung und der Flächennormalen) ergibt sich mit den Druckordinaten der Tafel 1. Für eine bestimmte Explosionsrichtung ist in Abb. 4 am Beispiel eines Zylinders die zugehörige Druckverteilung dargestellt.

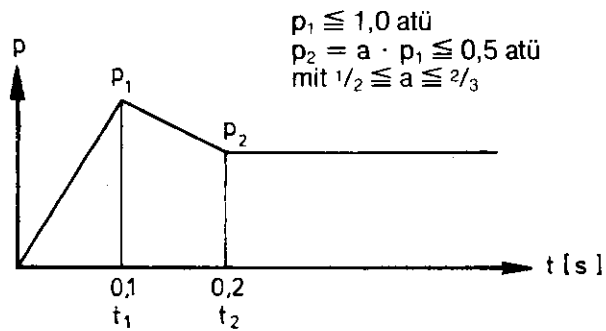
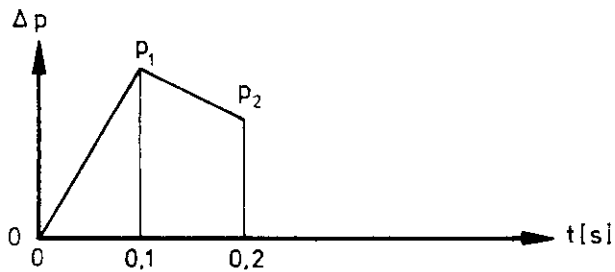
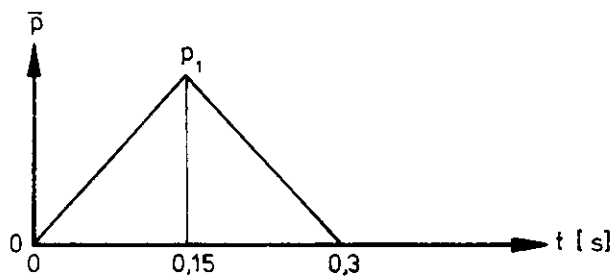


Abb. 1: Auslegungsdruck

Abb. 2: Druck $\Delta p = p_{\text{vorn}} - p_{\text{ruck}}$ für kastenförmige Gebäude

$$\bar{p} = \begin{cases} p_1 \frac{t[s]}{0,15}, & t \leq 0,15 \text{ s} \\ 2p_1 - p_1 \frac{t[s]}{0,15}, & 0,15 \text{ s} < t \leq 0,30 \text{ s} \end{cases}$$

Abb. 3: Auslegungsdruck \bar{p} für zylindrische und kugelförmige FlächenTafel 1: Druckkoordinaten in Abhängigkeit vom Einfallswinkel ϑ (\bar{p} gemäß Abb. 3)

$\vartheta =$	0°	30°	45°	60°	90°	120°	180°
\bar{p}	\bar{p}	\bar{p}	$1,3 \cdot \bar{p}$	\bar{p}	$\bar{p} \cdot \frac{p_2}{p_1}$	0	0

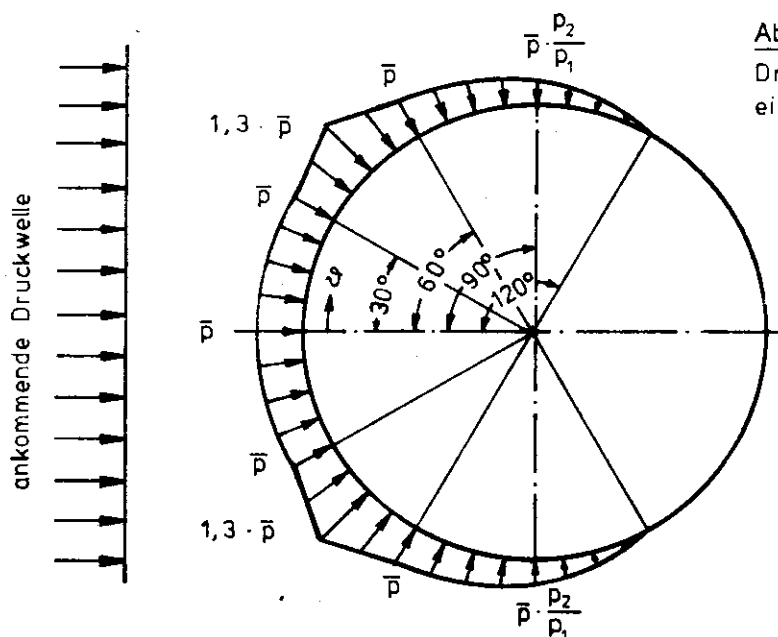
Zwischenwerte der Druckkoordinaten sind linear mit ϑ zu interpolieren

Abb. 4:

Druckverteilung am Beispiel eines zylindrischen Gebäudes

3.2.3 Schlanke Bauteile

Bei Bauteilen, bei denen sich zwischen Vor- und Rückseite sehr schnell ein Ausgleich des Verdichtungsdruckes einstellt, darf das Glied p_2 der Formel in Abschnitt 3.1 vernachlässigt werden. Dies kann z. B. als erfüllt angesehen werden bei Schornsteinen und Masten, deren Durchmesser < 10 m ist. Für diese Bauteile darf der Explosionsdruck wie eine statische Windlast $c \cdot q$ im Sinne von DIN 1055 Blatt 4 behandelt werden. Der Staudruck q , als statischer Druck, beträgt in Abhängigkeit von p_2

p_2 (atü)	0,1	0,3	0,5
q (atü)	0,015	0,035	0,10

Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden. Der Formbeiwert c ist für alle Körperformen mit 1,2 anzunehmen.

3.3 Berechnung der maßgebenden Schnittgrößen

3.3.1 Berechnungsannahmen

Der Elastizitätsmodul des Betons darf für die Ermittlung der Steifigkeiten nach DIN 1045, Tabelle 11, angenommen werden.

Als mitschwingend sind die Massen des Bauwerks und der Einbauten, die ständigen Nutzmassen und ein Anteil der nichtständigen Nutzmassen zu berücksichtigen.

Die Abminderung der nichtständigen Nutzmassen bei der Ermittlung der dynamischen Schnittkräfte darf bis zu 50% betragen. Unter Nutzmassen sind hierbei die im Betrieb tatsächlich vorhandenen Massen zu verstehen, die nicht den der Berechnung der statischen Schnittgrößen zugrunde liegenden Lasten entsprechen müssen. Auf eine Berücksichtigung der Dämpfungseinflüsse kann verzichtet werden.

3.3.2 Balken und Platten

Einzelbauteile wie Balken und Platten dürfen getrennt vom Gesamtsystem unter Vernachlässigung der Auflagerbewegungen berechnet werden.

Näherungen mit einem Freiheitsgrad sind zulässig. Dazu können entweder entsprechende statische Verformungsfiguren mit der jeweils dynamisch äquivalenten Masse oder gegebenenfalls die 1. Eigenschwingungsform verwendet werden.

Sofern kein genauerer dynamischer Nachweis erbracht wird, können die maßgebenden Biegemomente und Querkräfte unmittelbar vom Explosionsdruck getroffener Platten und ihrer Unterzüge, Rippen usw. mit Hilfe der dynamischen Lastfaktoren gemäß Abb. 5 in Verbindung mit Tafel 2 ermittelt werden. Die statische Ersatzlast ergibt sich als

$$P_{\text{ers}} = \varphi \cdot p_1$$

In Abb. 5 ist der dynamische Lastfaktor φ in Abhängigkeit von α , vgl. Tafel 2, dargestellt. Dabei ist berücksichtigt, daß die Druckordinate p_2 die Werte $p_2 = 2/3 p_1$ und $p_2 = 1/2 p_1$ annehmen kann und daß gewisse plastische Anteile in den Formänderungen enthalten sind.

Ein entsprechendes plastisches Arbeitsvermögen ist bei einer konstruktiven Durchbildung gemäß Abschnitt 7.1 in der Regel gewährleistet.

Andere Stützungsarten und Seitenverhältnisse als in Tafel 2 werden zweckmäßigerweise zur sicheren Seite, d. h. zu höheren dynamischen Lastfaktoren hin, abgeschätzt.

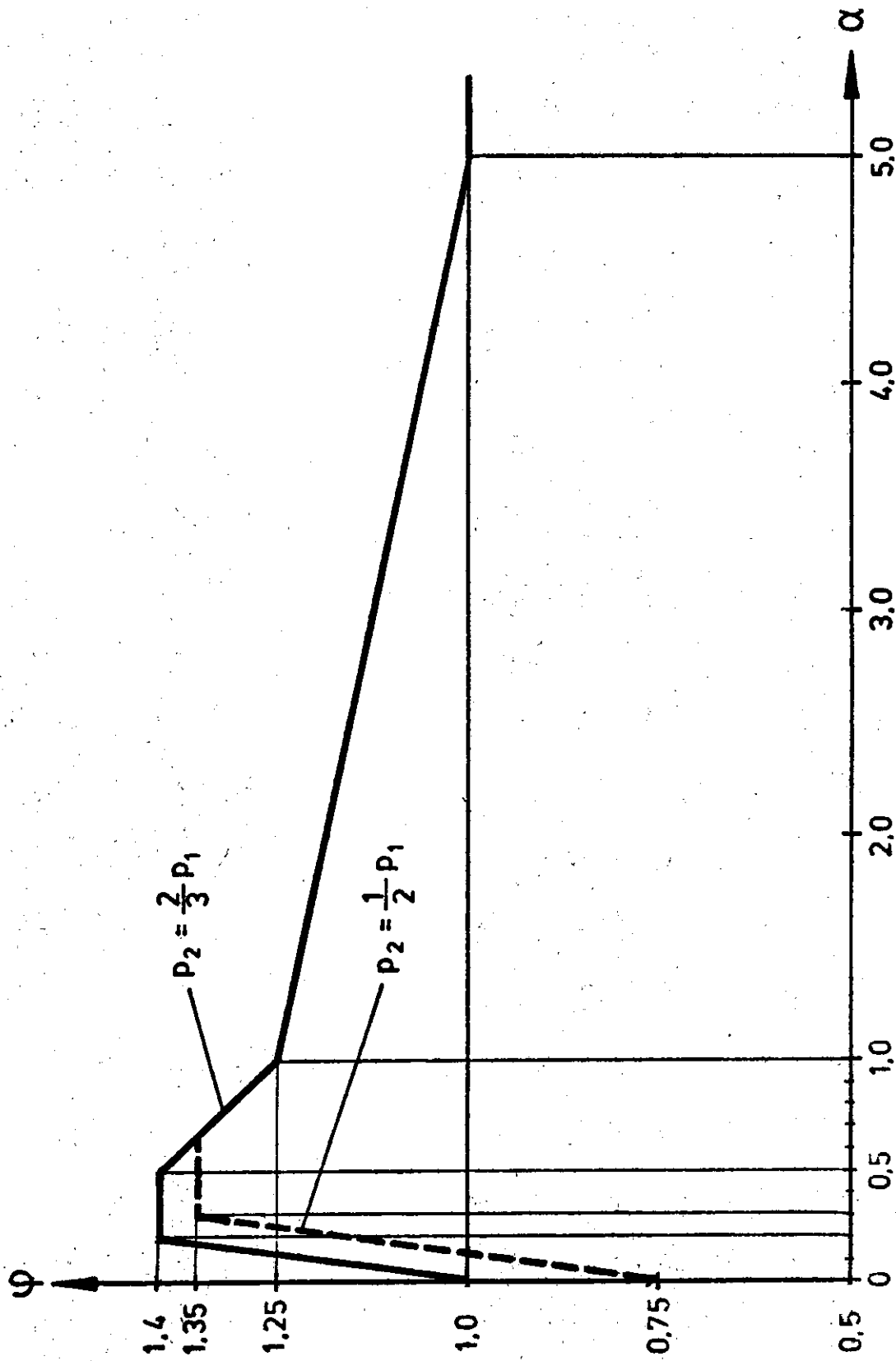
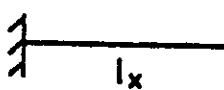
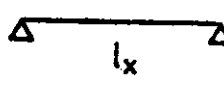
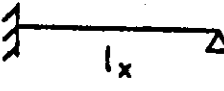
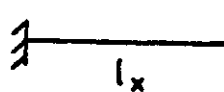
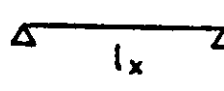
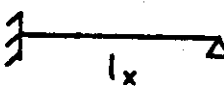
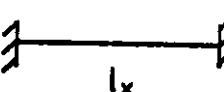
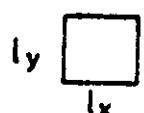
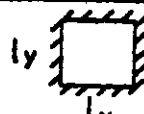
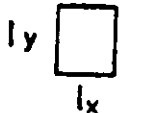
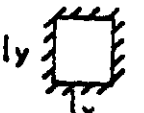


Abb. 5 Dynamische Lastfaktoren $\varphi(\alpha)$

Tafel 2: Parameter α

Stahlbeton- balken mit beliebigem, über l_x konst. Querschnitt	System	α/λ_1
		0,11
		0,31
		0,48
Stahlbeton- platten konstanter Dicke	System	α/λ_2
		0,032
		0,09
		0,14
		0,20
		0,18
		0,33
		0,14
		0,28

$$\alpha = \frac{0,1}{t_e} = \frac{\omega_e}{20\pi}$$

$t_e [s]$ = maßgebende
Eigenperiode

$\omega_e [s^{-1}]$ = maßgebende
Eigenkreis-
frequenz

$l_x, l_y [m]$ = Spannweite

$d [m]$ = Plattendicke

$F [m^2]$ = Querschnitts-
fläche

$E [Mp/m^2]$ = E-Modul
des Betons

$J [m^4]$ = Trägheits-
moment der
Querschnitts-
fläche
(Zustand I)

$$\lambda_1 = \frac{\sqrt{EJ}}{l_x^2 \sqrt{F}}$$

$$\lambda_2 = \frac{d}{l_x^2} \sqrt{E}$$

Die Zahlenwerte gelten
für die Dichte von
Normalbeton im Sinne
von DIN 1045

3.3.3 Gesamtgebäude, aussteifende Bauteile, Gründung

Als dynamisches Modell für die Berechnung eines Gesamtgebäudes unabhängig von der Form, sowie für die Berechnung der aussteifenden Bauteile (Scheiben, Rahmen) und der Gründung ist i. a. ein Näherungssystem mit mehreren Freiheitsgraden erforderlich. Es kann sich dabei um eine Einzelmasse mit mehreren Freiheitsgraden oder um mehrere Massen handeln.

Ein solcher Nachweis erübrigt sich, wenn ein Nachweis mit einem einseitigen Überdruck von $1,5 \cdot p_1$ als statische Ersatzlast geführt wird.

4. Lastannahmen und Schnittgrößenermittlung für den Lastfall Flugzeugabsturz**4.1 Lastannahmen****4.1.1 Last-Zeit-Funktion**

Es ist die von den Genehmigungsbehörden für den Lastfall Flugzeugabsturz vorgeschriebene Last-Zeit-Funktion mit Angabe über Form und Größe der Aufprallflächen zugrunde zu legen.

4.1.2 Aufprallwinkel

Als ungünstigste Belastung ist ein Lastangriff normal zur Oberfläche zu untersuchen, sofern keine anderen Angaben vorliegen.

Verhindern angrenzende Gebäude oder Geländeformationen einen Aufprall normal zur Gebäudeoberfläche, so ist die ungünstigste Absturzrichtung maßgebend.

Auch bei schrägem Lastangriff ist grundsätzlich nur die Normalkomponente für die Berechnung maßgebend, d. h. die tangential zur Auftrefffläche wirkende Komponente darf vernachlässigt werden.

4.1.3 Sonstige Einflüsse

Die abmindernde Wirkung vorgelagerter Bauteile darf bei entsprechendem Nachweis berücksichtigt werden.

Beim Aufprall eines Flugzeugs kann durch Zerstörung der Treibstofftanks ein Brand entstehen. Wegen der relativ kurzen Einwirkungsdauer des Brandes besteht im allgemeinen für die Tragfähigkeit der Konstruktion keine Gefahr.

4.2 Dynamische Berechnung**4.2.1 Allgemeines**

Mit den vorgegebenen Last-Zeit-Funktionen ist zur Ermittlung der Schnittgrößen grundsätzlich eine dynamische Berechnung durchzuführen.

Der Elastizitätsmodul des Betons darf für die Ermittlung der Steifigkeiten nach DIN 1045, Tabelle 11, angenommen werden. Steifigkeitsabminderungen infolge gerissener Zugzone dürfen berücksichtigt werden.

Als mitschwingend sind die Massen des Bauwerks und der Einbauten, die ständigen Nutzmassen und ein Anteil der nichtständigen Nutzmassen zu berücksichtigen.

Die Abminderung der nichtständigen Nutzmassen darf bis zu 50% betragen. Unter Nutzmassen sind hierbei die im Betrieb tatsächlich vorhandenen Massen zu verstehen, die nicht den der Berechnung der statischen Schnittgrößen zugrunde liegenden Lasten entsprechen müssen.

Auf eine Berücksichtigung der Dämpfungseinflüsse kann verzichtet werden.

4.2.2 Untersuchung der Einzelbauteile

Zur Vereinfachung kann als Idealisierung ein System mit einem Freiheitsgrad gewählt werden.

Bei Balken und Plattentragwerken sind in bezug auf die Lagerung des Systems und die Lastanordnung auf der sicheren Seite liegende Näherungsannahmen zulässig.

Bei Schalentragwerken ist als Näherung diejenige Laststellung zu wählen, die bei statisch wirkender Belastung die größte Beanspruchung ergibt.

4.2.3 Gesamtbauwerk

Eine Untersuchung des Gesamtbauwerkes kann sich auf einen Nachweis der Gründung beschränken. Hierbei darf für die Bestimmung der statischen Ersatzlast ein geeignetes Mehrmassensystem für das Gesamtbauwerk verwendet werden. Der Einfluß des Bodens auf das Schwingungsverhalten des Gebäudes darf vernachlässigt werden.

4.3 Berechnung für Biegebeanspruchung

Die Berechnung der Biegebeanspruchung kann näherungsweise nach folgendem Verfahren durchgeführt werden:

Aus der entsprechend Abschnitt 4.2 durchgeführten Berechnung lassen sich dynamische Lastfaktoren φ ableiten, die z. B. aus dem Vergleich der dynamischen Durchbiegung zur Durchbiegung infolge statisch wirkender Belastung gewonnen werden können. Mit Hilfe dieser Faktoren werden statische Ersatzlasten nach der Beziehung

$$P_{\text{ers}} = \varphi \cdot P_{\text{dyn}}$$

definiert. Hierbei stellt P_{dyn} den Spitzenwert der Last-Zeit-Funktion dar.

Unter Verwendung dieser statischen Ersatzlast dürfen die Schnittgrößen bei Balken nach der Elastizitätstheorie, bei Flächentragwerken auch nach geeigneten Traglastverfahren (z. B. Bruchlinientheorie bei Platten), ermittelt werden.

4.4 Berechnung für Schubbeanspruchung

Der Schubuntersuchung sind die entsprechend der Elastizitätstheorie maßgebenden Querkräfte zugrunde zu legen. Weiterhin ist die maßgebende Schnittgröße für das örtliche Problem des Durchstanzens zu ermitteln.

5. Lasten**5.1 Allgemeines**

Für die Auslegung der Gebäude und Bauteile sind die außergewöhnlichen äußeren Lasten mit anderen Lasten zu kombinieren.

Soweit Verkehrslasten nur wegen der Montage schwerer Anlagenteile höher angegeben werden, brauchen nur diejenigen Verkehrslasten berücksichtigt werden, die tatsächlich während des Betriebes auftreten. Nichtständige Lasten, die den außergewöhnlichen äußeren Lasten in günstiger Weise entgegenwirken, sind nicht zu berücksichtigen.

5.2 Lastbezeichnungen

L Gebrauchslasten wie z. B.

Eigengewicht, Verkehrslast, Betriebslasten (auch für solche Betriebszustände wie z. B. Schnellabschaltung, Brennelementwechsel), Erddruck, Wasserdruk, Brems- und Anfahrkräfte

T Zwangsschnittgrößen z. B. aus Temperatur

W Wind- und Schneelast

E Erdbebenlast „Auslegungserdbeben“

R Kräfte, hervorgerufen durch Beschädigung oder Versagen von Gebäuden und Bauteilen, die nicht für das Auslegungserdbeben bemessen worden sind

E+ Erdbebenlast „Sicherheitserdbeben“

R+ Kräfte, hervorgerufen durch Beschädigung oder Versagen von Gebäuden und Bauteilen, die nicht für das Sicherheitserdbeben bemessen worden sind

F Flugzeugabsturz

F+ Kräfte, hervorgerufen durch Beschädigung oder Versagen von Gebäuden und Bauteilen, die nicht für den Flugzeugabsturz bemessen worden sind

D äußere Explosion

D+ Kräfte, hervorgerufen durch Beschädigung oder Versagen von Gebäuden und Bauteilen, die nicht für die äußere Explosion bemessen worden sind.

Die hier aufgeführten Lasten sind – falls erforderlich – projektbezogen zu ergänzen.

5.3 Lastkombinationen

Die Gebäude und Bauteile sind hinsichtlich der außergewöhnlichen äußeren Belastungen für folgende Lastkombinationen auszulegen:

a) $L + R + T + E + 1/2 W$

b) $L + R + E + 1/2 W$

c) $L + F + F + 1/2 W$

d) $L + D + D + 1/2 W$

Zusätzlich sind Kombinationen von Lasten aus Erdbeben und erdbebenbedingten Störfall- bzw. Störfallfolgelasten zu berücksichtigen.

6. Bemessung

Für die Bemessung der Lastkombination a) (Abschnitt 5.3) gelten die Regeln der DIN 1045 mit folgender Einschränkung:

Die Sicherheitsbeiwerte für Lastschnittgrößen bei Bemessung gemäß DIN 1045, Abschnitte 17.2 bis 17.4, für Biegung, Biegung mit Längskraft und Längskraft allein⁵⁾ betragen

$\gamma = 1,4$ bei Versagen des Querschnitts mit Vorankündigung

$\gamma = 1,7$ bei Versagen des Querschnitts ohne Vorankündigung

Grundlage für die Bemessung von Stahlbetonbauteilen für die Lastkombinationen b)–d) sind die in DIN 1045 für Bauteile unter vorwiegend ruhender Belastung enthaltenen Bestimmungen, soweit im folgenden nichts anderes gesagt ist.

6.1 Bemessung für Biegung, Biegung mit Längskraft und Längskraft allein

Anstelle der Rechenwerte β_R und β_S der DIN 1045 gelten die Rechenwerte:

$\beta_R = 0,9 \beta_{RN}$ für Beton

$\beta_S = 1,0 \beta_S$ für Betonstahl

Der rechnerische Sicherheitsbeiwert ist mit $\gamma = 1,0$ anzusetzen. Bei Biegung mit geringer Druckkraft ist zusätzlich ein Nachweis mit den Sicherheitsfaktoren $\gamma_M = 1,0$ für das Biegemoment und $\gamma_N = 0,9$ für die Normalkraft zu erbringen.

6.1.1 Nachweis der Knicksicherheit

Für Schlankheiten $\lambda \leq 70$ ist nach den Regeln der DIN 1045 eine rechnerische Knicksicherheit von $\gamma = 1,1$ nachzuweisen. Die ermittelten Beanspruchungen sind als statisch wirkend anzusehen.

Schlankheiten $\lambda > 70$ sind zu vermeiden, es sei denn, eine rechnerische Sicherheit von $\gamma = 1,1$ unter der dynamisch wirkenden Beanspruchung kann nach Theorie 2ter Ordnung nachgewiesen werden.

Beim Knicknachweis sind die Spannungs-Dehnungs-Gesetze für Beton und Stahl gemäß DIN 1045, Abschnitt 17.4.4a, unter Berücksichtigung der Scheitelwerte nach Abschnitt 6.1 dieser Richtlinien zu benutzen.

6.2 Bemessung für Querkraft und Torsion

Die Grenzen der Rechenwerte der Schubspannungen τ_0 sind in der Tafel zusammengestellt.

τ_{01} Bn 250	13 kp/cm ²
τ_{01} Bn 350	18 kp/cm ²
τ_{01} Bn 450	19 kp/cm ²
τ_{02} Bn 250	32 kp/cm ²
τ_{02} Bn 350	42 kp/cm ²
τ_{02} Bn 450	47 kp/cm ²

Bei der Bemessung sind folgende Schubbereiche zu beachten:

Für den Fall:

$\tau_{01} \leq \tau_{01}$ Kein Nachweis der Schubdeckung erforderlich.

$\tau_{01} < \tau_{02} \leq \tau_{02}$ Für Sicherheitserdbeben bis zur Grenze τ_{02} der DIN 1045 verminderte Schubdeckung, darüber hinaus volle Schubdeckung. Für Explosion und Flugzeugabsturz verminderte Schubdeckung entsprechend DIN 1045.

$\tau_{02} > \tau_{02}$ Volle Schubdeckung

Die Schubbewehrung ist mit $\alpha_{zul} = \beta_S$ zu bemessen.

6.3 Nachweis der Hauptdruckspannungen

Die schiefen Hauptdruckspannungen sind in Anlehnung an die Richtlinien für Bemessung und Ausführung von Spannbetonbauteilen (Juni 73), Abschnitt 12.3.2.2, nachzuweisen und dürfen den Wert $\sigma = 0,8 \beta_{RN}$ nicht überschreiten.

6.4 Berechnung der Mindestwanddicke bei Flugzeugabsturz

Für die Zerstörung der Bauteile kann außer den Schnittgrößen auch die Penetration maßgebend werden. Zur Abschätzung der örtlichen Zerstörung der Bauteile infolge Penetration ist die Ermittlung der erforderlichen Mindestwanddicke durchzuführen.

Die Mindestwanddicke kann, sofern keine für den jeweiligen Flugzeugtyp experimentell bestätigten Funktionen zur Verfügung stehen, aus folgender Beziehung ermittelt werden, sofern eine geeignete Penetrationsbewehrung vorhanden ist.

Gültigkeitsbereich: $150 \leq v \leq 300$ m/s

$$d = \frac{1,5}{\sqrt{\beta_{WN}}} \frac{G}{\phi^{1,8}} v^{4/3}$$

Hierin bedeuten:

d (cm) Mindestwanddicke
G (kp) Gewicht des Flugkörpers⁶⁾
 ϕ (cm) Durchmesser des Flugkörpers⁶⁾
v (m/s) Aufprallgeschwindigkeit des Flugkörpers⁶⁾
 β_{WN} (kp/cm²) Nennfestigkeit des Betons

7. Konstruktive Durchbildung

Bewehrungsgrenzen sollen Sprödbrüche vermeiden. Die folgenden Ausführungen gelten sowohl für die Lastfälle Auslegungserdbeben als auch Sicherheitserdbeben, äußere Explosion und Flugzeugabsturz in Ergänzung der DIN 1045.

7.1 Biegebeanspruchte Bauteile

7.1.1 Mindestbewehrung

Die vom reinen Betonquerschnitt aufnehmbare Zugkraft muß durch Bewehrung abgedeckt werden. Für die Biegezugzone von Rechteckquerschnitten gilt

$$\min \mu = 3 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{E_b}{\beta_S}$$

Der Elastizitätsmodul E_b ist nach Tabelle 11, DIN 1045, zu wählen.

7.1.2 Maximalbewehrung

Zur ausreichenden plastischen Verformbarkeit der Bauteile wird für den Nulllinienbeiwert k_x gefordert:

$$k_x \leq (0,30 - n) \quad \text{mit } n = \frac{N}{\beta_R \cdot F_b}$$

N ist nur als Druckkraft zu berücksichtigen und negativ einzusetzen. Die maximale Betonrandstauchung e_b ist nach DIN 1045, Bild 13 anzunehmen. Die maximale Bewehrung folgt hieraus zu:

$$\max \mu = \mu' + \frac{\beta_R}{\beta_S} \cdot (a + bn)$$

wobei a und b von der Querschnittsform abhängen. Für $(a + bn) < 0$ muß der Querschnitt symmetrisch bewehrt werden.

Für das Beispiel des Rechteckquerschnitts folgen die Konstanten a und b durch Auswertung der gegebenen Bedingung für k_x zu

$$a = 0,22$$

$$b = 0,37$$

Für $n < -0,6$ ist symmetrische Bewehrung erforderlich; für Bügel gelten dann die Bestimmungen des Abschnitts 7.2 dieser Richtlinien.

Bei Bauteilen mit höheren Bewehrungsprozenten muß das eingesetzte Dämpfungsmaß im Einzelfall nachgewiesen werden.

⁵⁾ Die in der DIN 4224 gegebenen Bemessungshilfen können benutzt werden, wenn die Lastschnittgrößen im Verhältnis der Sicherheitsfaktoren 1,4/1,75 abgemindert werden.

⁶⁾ Nach Angabe der Genehmigungsbehörde

7.2 Druckglieder (Stützen)**7.2.1 Mindestbewehrung**

Es gilt DIN 1045, Abschnitt 25.2.2. Abweichend darf jedoch im Falle von Erdbebenbeanspruchung bei statisch nicht voll ausgenutzten Betonquerschnitten die Mindestbewehrung nicht abgemindert werden; die Bügelabstände sind um $\frac{1}{3}$ zu verringern und die Bügel kraftschlüssig zu schließen.

7.2.2 Maximalbewehrung

Es gilt die maximale Bewehrung nach DIN 1045, Abschnitt 25.2.2.1. Ein Überschreiten des Bewehrungsprozentsatzes 4% ist jedoch besonders zu begründen; bei Erdbebenbeanspruchung sind die Bügelabstände dann auf die Hälfte zu verringern. Die Bügel sind kraftschlüssig zu schließen.

7.3 Knotenpunkte

Die Bewehrung im Bereich von Knotenpunkten ist so auszubilden, daß auch bei Erdbeben Schubbrüche vermieden und Wechselmomente aufgenommen werden können.

7.4 Fugen

Minimale Fugenbreiten zwischen Baukörpern sind als Summe der Maximalverschiebungen aus der dynamischen Berechnung im jeweiligen Bezugspunkt zu ermitteln. Falls besondere Konstruktionen zur Stoßabminderung verwendet werden, ist die notwendige Fugenbreite mit den Methoden der Dynamik nachzuweisen.

7.5 Verformungen

Sofern durch die außergewöhnlichen äußeren Lastfälle Verformungen hervorgerufen werden, die sicherheitstechnische Einrichtungen beeinflussen können, sind diese nachzuweisen.

II.

Justizminister

**Stellenausschreibung für die Verwaltungsgerichte
Arnsberg und Düsseldorf**

Es wird Bewerbungen entgegengesehen um
je 1 Stelle eines Richters am Verwaltungsgericht
bei den Verwaltungsgerichten Arnsberg
und Düsseldorf.

Bewerbungen sind innerhalb einer Frist von 2 Wochen auf dem
Dienstwege einzureichen. Bewerber, die nicht bei den Gerichten
der allgemeinen Verwaltungsgerichtsbarkeit des Landes beschäf-
tigt sind, reichen das an den Justizminister des Landes Nord-
rhein-Westfalen zu richtende Gesuch bei dem Präsidenten des
Oberverwaltungsgerichts für das Land Nordrhein-Westfalen in
Münster ein.

— MBl. NW. 1975 S. 302.

Einzelpreis dieser Nummer 2,80 DM

Einzellieferungen nur durch den August Bagel Verlag, 4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 100, Tel. 6888293/94, gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. 0,50 DM Versandkosten auf das Postscheckkonto Köln 8516-507. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer bei dem August Bagel Verlag, 4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 100, vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Elisabethstraße 5. Druck: A. Bagel, Düsseldorf; Vertrieb: August Bagel Verlag, Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Ministerialblätter, in denen nur ein Sachgebiet behandelt wird, werden auch in der Ausgabe B zweiseitig bedruckt geliefert. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 25,80 DM, Ausgabe B 27,— DM.

Die genannten Preise enthalten 5,5% Mehrwertsteuer.