



# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

45. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 15. Oktober 1992

Nummer 65

## Inhalt

### I.

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

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
2323	27. 8. 1992	RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen Einführung technischer Baubestimmungen (TB) nach § 3 Abs. 3 BauO NW und Bekanntmachung technischer Regeln (TR) nach § 3 Abs. 1 Satz 3 BauO NW . . . . .	1378
232342	27. 8. 1992	RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen Vornorm DIN V 18 932 Teil 1; Ausg. Oktober 1991, Eurocode 2; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau . . . . .	1408

2323

## I.

**Einführung technischer Baubestimmungen (TB)  
nach § 3 Abs. 3 BauO NW und  
Bekanntmachung technischer Regeln (TR)  
nach § 3 Abs. 1 Satz 3 BauO NW**

RdErl. d. Ministeriums für Bauen  
und Wohnen v. 27. 8. 1992 –  
II B 1-408

Zur Vereinfachung des bauaufsichtlichen Verfahrens und im Interesse einer besseren Überschaubarkeit der Anforderungen an das Bauen werden die bauaufsichtliche Einführung der technischen Baubestimmungen (TB) nach § 3 Abs. 3 BauO NW und die Bekanntmachung technischer Regeln (TR) nach § 3 Abs. 1 Satz 3 BauO NW entsprechend den nachfolgenden Kriterien neu geregelt und jährlich bekanntgemacht.

**1 Bauaufsichtlich eingeführt werden:**

- 1.1 Normen und Richtlinien (TB), diebauordnungsrechtlich bedeutsam sind und deren Regelungsgegenstand von der Bauaufsicht bei der Prüfung der Bauvorlagen nach §§ 58 und 63 BauO NW, bei der Bauüberwachung nach § 76 BauO NW und der Bauzustandsbesichtigung nach § 77 BauO NW geprüft werden soll und kann, sowie technische Baubestimmungen im Sinne des § 3 Abs. 2 der Verordnung über Anlagen zum Lagern, Auffüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (VAwS) vom 31. Juli 1981 (GV. NW. S. 490), wenn durch die Einführung die wasserrechtliche Eignungsfeststellung insoweit entfällt (§ 13 Abs. 1 Nr. 2 VAwS i. V. m. § 19 h Abs. 1 Satz 1 WHG) (**Anlage 1**).
- 1.2 Normen und Richtlinien (TB), bei denen die Einführung Voraussetzung für die Forderung einer Überwachung nach § 24 Abs. 1 Satz 2 BauO NW in Verbindung mit § 24 BauPrüfVO ist (**Anlage 2**).
- 1.3 Technische Baubestimmungen für neue Baustoffe, Bauteile und Bauarten, die gemäß § 21 Abs. 3 BauO NW den Nachweis der Brauchbarkeit durch bauaufsichtliche Zulassung entbehrlich machen (**Anlage 1 oder 2**).

**Anlage 1****Anlage 2**

**2 Bekanntgemacht werden:**

Technische Regeln (TR) im Sinne des § 3 Abs. 1 Satz 3 BauO NW als gleichwertige Lösungen im Verhältnis zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Hierunter fallen z. B. europäische Vornormen mit Erprobungscharakter, die noch keine allgemeine Anerkennung besitzen, wohl aber bei eingeschränktem Anwendungsbereich zu gleichwertigen technischen Lösungen führen. Zu diesen technischen Regeln (TR) gehören auch nationale Vorschriften nach § 5 Abs. 2 des EG-Bauproduktengesetzes (**Anlage 3**).

Bei Anwendung dieser technischen Regeln (TR) sind die Regelungsgegenstände im bauaufsichtlichen Verfahren (Baugenehmigungsverfahren, Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigung) zu prüfen; die gesetzlichen Einschränkungen der Prüfungspflicht (§ 76 Abs. 1 und § 77 Abs. 3 Satz 1 BauO NW) bleiben unberührt. § 24 BauPrüfVO gilt sinngemäß.

- 3 Die nach Nr. 1 bauaufsichtlich einzuführenden Normen und Richtlinien (TB) und die technischen Regeln (TR) nach Nr. 2 werden durch Abdruck im Ministerialblatt NW bekanntgemacht.
- 4 Als **Anlage 1** zu diesem Runderlaß wird das entsprechend den Nrn. 1.1 und 1.3 neugefaßte Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen (TB) bekanntgemacht.
- 5 Die in der **Anlage 2** zu diesem Runderlaß entsprechend Nr. 1.2 aufgeführten Normen und Richtlinien einschließlich der zusätzlichen Festlegungen für die Überwachung sind hiermit nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführt. Diese Normen und Richtlinien werden in der Regel nicht im Ministerialblatt NW abgedruckt.
- 6 Als **Anlage 3** zu diesem Runderlaß wird das entsprechend der Nr. 2 gefaßte Verzeichnis der nach § 3 Abs. 1 Satz 3 bekanntgemachten technischen Regeln (TR) veröffentlicht.
- 7 Alle Runderlasse, mit denen nach § 3 Abs. 3 BauO NW Normen und Richtlinien bauaufsichtlich eingeführt wurden, die in den Anlagen 1 und 2 zu diesem Runderlaß nicht mehr aufgeführt sind, sind hiermit aufgehoben.

**Anlage 3**

**Anlage 1**

**Gliederung der nach § 3 Abs. 3 BauO NW  
eingeführten technischen Baubestimmungen**

- 1 Lastannahmen im Hochbau
- 2 Baustoffe mit Anwendungsvorschriften
  - 2.1 Baustoffe für Wände und Schornsteine
  - 2.2 Deckensteine, Deckenziegel
  - 2.3 Bindemittel
  - 2.4 Mörtel und Beton, Zuschlagstoffe
  - 2.5 Baustähle, Betonstähle
  - 2.6 Baustoffe für Dächer und Abdichtungen
  - 2.7 Holz und Holzwerkstoffe
  - 2.8 Dämmstoffe und Leichtbauplatten
- 3 Fertigbauteile
- 4 Lager
- 5 Berechnungsvorschriften
  - 5.1 Baugrund
  - 5.2 Mauerwerk
  - 5.3 Beton- und Stahlbetonbau
  - 5.4 Metallbau, Verbundbau
  - 5.5 Holzbau
- 6 Brückenbau
- 7 Sonderbauten
- 8 Bautenschutz
  - 8.1 Brandschutz
  - 8.2 Korrosionsschutz
  - 8.3 Wärme-, Schall- und Erschütterungsschutz
  - 8.4 Holzschutz
- 9 Haustechnische Anlagen
  - 9.1 Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen
  - 9.2 Anlagen für wassergefährdende Stoffe
  - 9.3 Heizungs- und Lüftungsanlagen, Feuerungsanlagen
- 10 Verschiedenes

**Inhaltsverzeichnis zu Anlage 1****Im Verzeichnis der Baubestimmungen enthaltene Normblätter und Bestimmungen**

DIN	Abschnitt	DIN	Abschnitt	DIN	Abschnitt	DIN	Abschnitt
1045	5.3	4084	5.1	4178	7	11 535 T 1	7
1052 T 1-3	5.5	4093	5.1	4219 T 1, 2	5.3	11 622 1-4	7
1053 T 1-4	5.2	4099	5.3	4223	3	18 017 T 3	9.3
1054	5.1	4102 T 1-7	8.1	4227 T 1, 2 + 4-6	5.3	18 069	3
1055 T 1-6	1	4102 T 11	8.1	4228	3	18 082 T 1, 3	8.1
1056	7	4109	8.3	4232	3	18 090	8.1
1072	6	4112	7	4242	5.2	18 091	8.1
1074	6	4113 T 1	5.4	4420 T 1 + 2	7	18 092	8.1
1075	6	4114 T 1	5.4	4421	7	18 093	8.1
1966 T 1, 2 + 4	9.1	4121	5.2	4425	7	18 150 T 1	2.1
3397	7	4123	5.1	4751 T 1-3	9.3	18 159 T 1 + 2	2.8
4014 T 1	5.1	4124	5.1	4755	9.3	18 168	5.2
4017 T 1 + 2	5.1	4125 T 1	5.1			18 516 T 1, 3, 4	5.2
4018	5.1	4126	5.1			18 551	5.3
4019 T 1 + 2	5.1	4131	7			18 800 T 1 + 7	5.4
4026	5.1	4132	7			18 801	5.4
4028	3	4133	7			18 806 T 1	5.4
		4134	7			18 807 T 1-3	5.4
		4141 T 1-3, 14-15	4			18 808	5.4
						18 809	6
						18 914	5.4
						68 800 T 2 + 3	8.4

	Abschnitt
Richtlinie Formaldehyd bei Spanplatten	5.5
Richtlinie Flachstürze	3
Ergänzungserlaß zu DIN 1055 Teil 4 (8.86)	1
Ergänzende Bestimmungen 1055 T 3	1
Richtlinie Stahlverbundträger	5.4
Ergänzende Bestimmung zur Richtlinie Stahlverbundträger	5.4
Richtlinie Bau und Betrieb fliegender Bauten	7
Ergänzende Bestimmungen Stabilitätsfälle	5.4
Richtlinie Brandschutztechn. Anf. Lüftung	9.3
Richtlinie Wärmepumpen	9.3
Richtlinie Querschnittsveränderungen von Schornsteinen	2.1
Richtlinie Formaldehydemission	2.8
Richtlinie Bauteile, die gegen Absturz sichern	1
Richtlinie zum Schweißen von tragenden Bauteilen aus Aluminium	5.4
Asbest-Richtlinien	10
DAST-Richtlinie 018	5.4
Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter	5.3
Richtlinie für die Verwendung von Ankerschienen	5.2

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	

DIN

1	2	3	4	5	6
<b>1 Lastannahmen im Hochbau</b>					
1055 Teil 1	Juli 1978	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile; Eigenlasten und Reibungswinkel	30.4.1979	MB1.NW.S.932/ SMB1.NW. 23230	
1055 Teil 2	Febr. 1976	Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngrößen; Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel	3.11.1976	MB1.NW.S. 2492/ SMB1.NW. 23230	
1055 Teil 3	Juni 1971	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten	30.6.1972	MB1.NW.S. 1334/ SMB1.NW. 23230	
		Erlaß zur Ergänzung von DIN 1055 Teil 3	24.9.1984	MB1.NW.S. 1896/ SMB1.NW. 23230	
1055 Teil 4	Aug. 1986	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten bei nicht schwangsanfälligen Bauwerken	11.12.1986	MB1.NW. 1987 S. 74/SMB1.NW. 23230	
		Ergänzungserlaß zu DIN 1055 Teil 4, Ausgabe August 1987	26.7.1989	MB1.NW.S. 1113/ SMB1.NW. 23230	
1055 Teil 5	Juni 1975	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast	20.9.1976	MB1.NW.S. 2096/ SMB1.NW. 23230	
1055 Teil 6	Mai 1987	Lastannahmen für Bauten; Lasten in Silozellen	26.7.1989	MB1.NW.S. 1100/ SMB1.NW. 23230	Ebenfalls abgedruckt Beiblatt 1 zu DIN 1055 Teil 6 (Ausgabe Mai 1987); Erläuterungen
	Juni 1985	Bauteile, die gegen Absturz sichern	11.12.1986	MB1.NW. 1987 S. 103/SMB1.NW. 23239	
<b>2 Baustoffe</b>					
<b>2.1 Baustoffe für Wände und Schornsteine</b>					
10150 Teil 1	Sept. 1979	Baustoffe und Bauteile für Hausschornsteine; Formstücke aus Leichtbeton; einschalige Schornsteine, Anforderungen	27.11.1980	MB1.NW. 1981 S. 4/SMB1.NW. 232310	
	April 1971	Technische Richtlinien für Querschnittsveränderungen und Innenabdichtungen von Schornsteinen	6.10.1972	MB1.NW.S. 1774/ SMB1.NW. 232310	
<b>2.2 Deckensteine, Deckenziegel</b>					
		nicht belegt s. Anlage 2			
<b>2.3 Bindemittel</b>					
		nicht belegt s. Anlage 2			

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		
			durch RdErl. vom	Fundstelle	Hinweise
DIN					
1	2	3	4	5	6
<b>2.4 Mörtel und Beton, Zuschlagstoffe</b>					
		nicht belegt s. Anlage 2			
<b>2.5 Baustähle, Betonstähle</b>					
		nicht belegt s. Anlage 2			
<b>2.6 Baustoffe für Dächer und Abdichtungen</b>					
		nicht belegt s. Anlage 2			
<b>2.7 Holz und Holzwerk- stoffe</b>					
		nicht belegt s. Anlage 2			
<b>2.8 Dämmstoffe und Leichtbauplatten</b>					
18 159 Teil 1	Juni 1978	Schaumkunststoffe als Ortschäume im Bauwesen; Polyurethan-Ortschaum für die Wärme- und Kältedäm- mung; Anwendung, Eigen- schaften, Ausführung, Prüfung	4.4.1979	MBI.NW.S. 718/ SMBI.NW. 232317	
18 159 Teil 2	Juni 1978	Schaumkunststoffe als Ortschäume im Bau- wesen; Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum für die Wärmedämmung; Anwendung, Eigen- schaften, Ausführung, Prüfung	4.4.1979	MBI.NW.S. 718/ SMBI.NW. 232317	
	April 1985	ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formal- dehydemission in die Raumluft bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (ETB-Ri UF-Ortschaum)	3.6.1986	MBI.NW.S. 835/ SMBI.NW. 232317	
<b>3 Fertigbauteile</b>					
4028	Jan. 1982	Stahlbetondielen aus Leichtbeton mit hauf- werksporigem Gefüge; Anforderungen, Prüfung, Bemessung, Ausführung, Einbau	1.8.1983	MBI.NW.S. 1816 SMBI.NW. 23232	
4223	Juli 1958	Bewehrte Dach- und Deckenplatten aus dampf- gehärtetem Gas- und Schaumbeton	8.11.1959	MBI.NW.S. 2875/ SMBI.NW. 23232	
18 069	Nov. 1985	Tragbolzentreppen für Wohngebäude; Bemessung und Ausführung	25.7.1986	MBI.NW.S. 1256/ SMBI.NW. 23232	
	Aug. 1977	Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Flachstürzen	19.1.1978	MBI.NW.S. 310/ SMBI.NW. 232342	
4228	Febr. 1989	Werkmäßig hergestellte Betonmaste	23.11.1989	MBI.NW. 1990 S. 14/ SMBI.NW. 232342	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	
DIN					
1	2	3	4	5	6
4232	Sept. 1987	Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge; Bemessung und Ausführung	21.3.1988	MBL.NW.S. 520/ SMB1.NW. 232342	
		<b>4 Lager</b>			
4141 Teil 1	Sept. 1984	Lager im Bauwesen; Allgemeine Regelungen	20.2.1985	MBL.NW.S. 244/ SMB1.NW. 23233	
4141 Teil 2	Sept. 1984	Lager im Bauwesen; Lagerung für Ingenieurbauwerke im Zuge von Verkehrswegen (Brücken)	20.2.1985	MBL.NW.S. 244/ SMB1.NW. 23233	
1 Teil 3	Sept. 1984	Lager im Bauwesen; Lagerung für Hochbauten	20.2.1985	MBL.NW.S. 244/ SMB1.NW. 23233	
4141 Teil 14	Sept. 1985	Lager im Bauwesen; Bewehrte Elastomerlager; Bauliche Durchbildung und Bemessung	15.3.1988	MBL.NW.S. 478/ SMB1.NW. 23233	
4141 Teil 15	Jan. 1991	Lager im Bauwesen; Unbewehrte Elastomerlager; Bauliche Durchbildung und Bemessung	22.11.1991	MBL.NW. 1992 S. 57/SMB1.NW. 23233	
		<b>5 Berechnungsvorschriften</b>			
		<b>5.1 Baugrund</b>			
1054	Nov. 1976	Baugrund; zulässige Belastung des Baugrunds	12.8.1977	MBL.NW.S. 1306/ SMB1.NW. 232340	Hierzu DIN 1054 Beiblatt (Ausgabe November 1976) mit Erläuterungen; bekanntgegeben: RdErl. v. 12.8.1977 (MBL.NW.S. 1306/SMB1.NW. 232340)
4014 Teil 1	Aug. 1975	Bohrpfähle herkömmlicher Bauart; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung	15.8.1977	MBL.NW.S. 1338/ SMB1.NW. 232340	Hierzu DIN 4014 Teil 1 Beiblatt (Ausgabe August 1975) mit Erläuterungen; bekanntgegeben: RdErl. v. 15.8.1977 (MBL.NW.S. 1338/SMB1.NW. 232340)
4017 Teil 1	Aug. 1979	Baugrund; Grundbruchberechnungen von lotrecht mittig belasteten Flachgründungen	23.10.1981	MBL.NW.S. 2148/ SMB1.NW. 232340	Beiblatt 1 zu DIN 4017 Teil 1 (Ausgabe August 1979) mit Erläuterungen u. Berechnungsbeispielen; bekanntgegeben: RdErl. v. 23.10.1981 (MBL.NW.S. 2148/SMB1.NW. 232340)
4017 Teil 2	Aug. 1979	Baugrund; Grundbruchberechnungen von schräg und außermittig belasteten Flachgründungen	23.10.1991	MBL.NW.S. 2148/ SMB1.NW. 232340	Beiblatt 1 zu DIN 4017 Teil 2 (Ausgabe August 1979) mit Erläuterungen und Berechnungsbeispiel: RdErl. v. 23.10.1981 (MBL.NW.S. 2148/SMB1.NW. 232340)
4018	Sept. 1974	Baugrund; Berechnung der Sohldruckverteilung unter Flächengründungen	10.9.1975	MBL.NW.S. 1768/ SMB1.NW. 232340	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	
<b>DIN</b>					
1	2	3	4	5	6
4019 Teil 1	April 1979	Baugrund; Setzungsbe-rechnungen bei lotrech-ter, mittiger Belastung	19.12.1985	MBI.NW.S. 268/ SMBI.NW. 232340	Hierzu Beiblatt 1 zu DIN 4019 Teil 1 (Ausgabe April 1979) mit Erläute- rungen u. Berechnungs- beispielen
4019 Teil 2	Febr. 1981	Baugrund; Setzungsbe-rechnungen bei schräg und bei außermittig wirkender Belastung	19.2.1985	MBI.NW.S. 268/ SMBI.NW. 232340	Hierzu Beiblatt 1 zu DIN 4019 Teil 2 (Ausgabe Februar 1981) mit Er- läuterungen und Be- rechnungsbeispielen
4026	Aug. 1975	Rammpfähle; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung	16.8.1977	MBI.NW.S. 1354/ SMBI.NW. 232340	Hierzu DIN 4026 Beiblatt (Ausgabe August 1975) mit Erläuterungen bekannt- gegeben: RdErl. v. 16. 8. 1977 (MBI.NW. S. 1254/ SMBI.NW. 232340)
4084	Juli 1981	Baugrund; Gelände- und Böschungsbruch- berechnungen	19.2.1985	MBI.NW.S. 299/ SMBI.NW. 232340	Hierzu DIN 4084 Beiblatt 1 (Ausgabe Juli 1981) mit Erläuterungen
4093	Sept. 1987	Baugrund; Einpressen in den Untergrund; Planung, Ausführung und Prüfung	29.3.1988	MBI.NW.S. 638/ SMBI.NW. 232340	
4123	Mai 1972	Gebäudesicherung im Be- reich v. Ausschachtungen, Gründungen u. Unter- fangungen	27.3.1973	MBI.NW.S. 1588/ SMBI.NW. 232340	
4124	Aug. 1981	Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraum- breiten, Vorbau	5.3.1985	MBI.NW.S. 301/ SMBI.NW. 232340	
4125 Teil 1	Juni 1972	Erd- und Felsanker; Verpreßanker für vor- übergehende Zwecke im Lockergestein; Bemessung; Ausführung und Prüfung	3.4.1973	MBI.NW.S. 1594/ SMBI.NW. 232340	
4126	Aug. 1986	Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Aus- führung	15.3.1988	MBI.NW.S. 492/ SMBI.NW. 232340	
<b>5.2 Mauerwerk und Fassaden</b>					
1053 Teil 1	Febr. 1990	Mauerwerk, Rezeptmauer- werk; Berechnung und Aus- führung	21.2.1991	MBI.NW.S. 314/ SMBI.NW. 232341	
1053 Teil 2	Juli 1984	Mauerwerk; Mauerwerk nach Eignungsprüfung; Berech- nung und Ausführung	8.8.1986	MBI.NW.S. 1300/ SMBI.NW. 232341	
1053 Teil 3	Febr. 1990	Mauerwerk; Bewehrtes Mauerwerk; Berechnung und Ausführung	21.2.1991	MBI.NW.S. 314/ SMBI.NW. 232341	
1053 Teil 4	Sept. 1978	Mauerwerk; Bauten aus Ziegelfertigbauteilen	22.4.1981	MBI.NW.S. 848/ SMBI.NW. 232341	
4242	Jan. 1979	Glasbaustein-Wände; Ausführung u. Bemessung	10.9.1980	MBI.NW.S. 2130/ SMBI.NW. 232341	
18 516 Teil 1	Jan. 1990	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Anforde- rungen, Prüfgrundsätze	19.9.1991	MBI.NW.S. 1390/ SMBI.NW. 232341	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	

## DIN

1	2	3	4	5	6
18 516 Teil 3	Jan. 1990	Außenwandbekleidungen, Naturwerksteine; Anforderungen; Bemessung	19.9.1991	MB1.NW.S. 1390/ SMB1.NW. 232342	
18 516 Teil 4	Febr. 1990	Außenwandbekleidungen; Einscheiben-Sicherheitsglas	19.9.1991	MB1.NW.S. 1390/ SMB1.NW. 232342	
18 168	Okt. 1981	Leichte Deckenbekleidung und Unterdecken; Anforderungen für die Ausführung	26.2.1985	MB1.NW.S. 445/ SMB1.NW. 232341	
	März 1975	Richtlinien für die Verwendung von Ankerschienen für kleinere Lasten ohne Nachweis	23.10.1975	MB1.NW.S. 2018/ SMB1.NW. 232341	
<b>5.3 Beton- u. Stahlbetonbau</b>					
1045	Juli 1988	Beton- und Stahlbeton; Bemessung u. Ausführung	7.11.1988	MB1.NW.S. 1614/ SMB1.NW. 232342	
4099	Nov. 1985	Schweißen von Betonstahl; Ausführung und Prüfung	24.7.1986	MB1.NW.S. 1262/ SMB1.NW. 232342	
4219 Teil 1	Dez. 1979	Leichtbeton und Stahl-leichtbeton mit geschlossenem Gefüge; Anforderungen an den Beton, Herstellung und Überwachung	29.2.1980	MB1.NW.S. 296/ SMB1.NW. 232342	
4219 Teil 2	Dez. 1979	Leichtbeton und Stahl-leichtbeton mit geschlossenem Gefüge; Bemessung und Ausführung	29.2.1980	MB1.NW.S. 296/ SMB1.NW. 232342	
4227 1 1	Juli 1988	Spannbeton; Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung	7.11.1988	MB1.NW.S. 1699/ SMB1.NW. 232342	
4227 Teil 2 V	Mai 1984	Spannbeton; Bauteile mit teilweiser Vorspannung	29.10.1984	MB1.NW.S. 1698/ SMB1.NW. 232342	
		Erlaß zur Ergänzung von DIN 4227 Teil 2	23.11.1989	MB1.NW. 1990 S. 29/ SMB1.NW. 232342	
4227 Teil 4	Febr. 1986	Spannbeton; Bauteile aus Spannleichtbeton	28.7.1986	MB1.NW.S. 1280/ SMB1.NW. 232342	
4227 Teil 5	Dez. 1979	Spannbeton; Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle	27.2.1980	MB1.NW.S. 288/ SMB1.NW. 232342	
4227 Teil 6 V	Mai 1982	Spannbeton; Bauteile mit Vorspannung ohne Verbund	28.7.1982	MB1.NW.S. 1392/ SMB1.NW. 232342	
		Erlaß zur Ergänzung von DIN 4227 Teil 6	23.11.1989	MB1.NW. 1990 S. 29/SMB1.NW. 232342	
18 551	Juli 1979	Spritzbeton; Herstellung und Prüfung	21.2.1980	MB1.NW.S. 306/ SMB1.NW. 232342	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	
DIN					
1	2	3	4	5	6
	Okt. 1987	Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahlbeton	21.3.1988	MBI.NW.S. 531/ SMBI.NW. 23236	
		<b>5.4 Metallbau; Verbundbau</b>			
18 800 Teil 1	März 1981	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion	17.10.1984	MBI.NW.S. 1790/ SMBI.NW. 232343	
		Ergänzende Bestimmungen zu DIN 18 800 Teil 1 (3.81)	22.11.1991	MBI.NW. 1992 S. 50/SMBI.NW. 232343	
4114 Teil 1	Juli 1952	Stahlbau; Stabilitäts- fälle (Knickung, Kippung, Beulung), Be- rechnungsgrundlagen; Vorschriften	20.4.1959	MBI.NW.S. 1093/ SMBI.NW. 232343	DIN 4114 Teil 2, Richt- linien (Ausgabe Februar 1953) bekanntgegeben: Rd.Erl. v. 20.4.59 (MBI.NW.S. 1093/ SMBI. 232343)
		Zulässige Spannungen beim Stabilitätsnachweis	23.3.1961	MBI.NW.S. 575/ SMBI.NW. 232343	
		Änderung der Nr. 1.2 des Einführungserlasses	4.2.1972	MBI.NW.S. 476	
		Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4114	20.5.1973	MBI.NW. 1973 S. 104/SMBI.NW. 232343	
18 800 Teil 7	Mai 1983	Stahlbauten; Herstellung, Eignungsnachweise zum Schweißen	18.10.1984	MBI.NW.S. 1823/ SMBI.NW. 232343	
		Ergänzende Bestimmungen zu DIN 18800 Teil 7 (5.83)	21.11.1989	MBI.NW. 1990 S. 76/SMBI.NW. 232343	
18 801	Sept. 1983	Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung	19.10.1984	MBI.NW.S. 1834/ SMBI.NW. 232343	
18 806 Teil 1	März 1984	Verbundkonstruktionen; Verbundstützen	30.10.1984	MBI.NW.S. 1684/ SMBI.NW. 232342	
18 807 Teil 1	Juni 1987	Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile; Allg. Anforderungen; Er- mittlung der Tragfähig- keit durch Berechnung	14.11.1989	MBI.NW. 1990 S. 30/SMBI.NW. 232343	
18 807 Teil 2	Juni 1987	Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile; Durchführung und Auswer- tung von Tragfähigkeits- versuchen	14.11.1989	MBI.NW. 1990 S. 30/SMBI.NW. 232343	
18 807 Teil 3	Juni 1987	Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile; Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung	14.11.1989	MBI.NW. 1990 S. 30/SMBI.NW. 232343	
18 808	Okt. 1984	Stahlbauten; Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	10.12.1985	MBI.NW. 1986 S. 34/SMBI.NW 232343	
18 914	Sept. 1985	Dünnwandige Rundsilos aus Stahl	10.11.1988	MBI.NW.S. 1860/ SMBI.NW. 232343	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		
			durch RdErl. vom	Fundstelle	Hinweise
DIN					
1	2	3	4	5	6
4113	Mai 1980	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung	24.3.1988	MB1.NW.S. 654/ SMB1.NW. 232343	
	Okt. 1986	Richtlinie zum Schweißen von tragenden Bauteilen aus Aluminium	24.3.1988	MB1.NW.S. 678/ SMB1.NW. 232343	
	März 1992	DAST-Richtlinie 016 Bemessung und konstruktive Gestaltung von Tragwerken aus dünnwandigen kaltgeformten Bauteilen	22.1.1992	MB1.NW.S. 380/ SMB1.NW. 232343	
	März 1981	Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern	31.3.1982	MB1.NW.S. 782/ SMB1.NW. 232342	
	März 1984	Ergänzende Bestimmungen zu den Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern (Ausgabe März 1981)	31.10.1984	MB1.NW.S. 1695/ SMB1.NW. 232342	
	<b>5.5 Holzbau</b>				
1052 Teil 1	April 1988	Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung	3.5.1989	MB1.NW.S. 678/ SMB1.NW. 232344	
1052 Teil 2	April 1988	Holzbauwerke; Mechanische Verbindungen	3.5.1989	MB1.NW.S. 678/ SMB1.NW. 232344	
1052 Teil 3	April 1988	Holzbauwerke; Holzhäuser in Tafelbauart; Berechnung und Ausführung	3.5.1989	MB1.NW.S. 678/ SMB1.NW. 232344	
	April 1980	Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung unzumutbarer Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft	29.6.1981	MB1.NW.S. 1499/ SMB1.NW. 232344	
	<b>6 Brückenbau</b>				
1072	Dez. 1985	Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen	24.1.1986	MB1.NW.S. 224/ SMB1.NW. 23235	
1074	Aug. 1941	Holzbrücken; Berechnung und Ausführung	18.10.1941	RAB1.S. I 485/ ZdB.S. 782	
1075	April 1981	Betonbrücken; Bemessung und Ausführung	16.11.1982	SMB1.NW. 23235	
		Erlaß zur Ergänzung von DIN 1075	21.3.1988	MB1.NW.S. 530/ SMB1.NW. 23235	
18 809	Sept. 1987	Stählerne Straßen- und Wegbrücken; Bemessung, Konstruktion; Herstellung	10.11.1988	MB1.NW.S. 1868/ SMB1.NW. 23235	
	<b>7 Sonderbauten</b>				
1056	Okt. 1984	Freistehende Schornsteine in Massivbauart; Berechnung und Ausführung	2.9.1985	MB1.NW.S. 1384/ SMB1.NW. 23236	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		
			durch RdErl. vom	Fundstelle	Hinweise
DIN					
1	2	3	4	5	6
3397	Dez. 1969	Niederdruck-Gasbehälter: Berechnungsgrundlagen	4.2.1972	MBI.NW.S. 476/ SMBI.NW. 23236	
4112	Febr. 1983	Fliegende Bauten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung	18.10.1984	MBI.NW.S. 1864/ SMBI.NW. 23236	
	Okt. 1989	Richtlinien über den Bau und Betrieb Fliegender Bauten (FLBauR)	8.11.1990	MBI.NW.S. 1644/ SMBI.NW. 23213	
4131	März 1969	Antennenträgerwerke aus Stahl	5.8.1970	MBI.NW.S. 1694/ SMBI.NW. 23236	
4132	Febr. 1981	Kranbahnen; Stahltrag- werke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung u. Aus- führung	21.12.1981	MBI.NW. 1982 S. 50/SMBI.NW. 23236	Beiblatt 1 zu DIN 4132 (Ausgabe Februar 1981) Erläuterungen: RdErl. v. 21. 10. 1981 (MBI. NW. 1982 S. 83/ SMBI. NW. 23236)
4133	Aug. 1973	Schornsteine aus Stahl; Statische Berechnung und Ausführung	24.11.1976	MBI.NW.S. 2634/ SMBI.NW. 23236	
4134	Febr. 1983	Tragluftbauten; Berech- nung, Ausführung und Betrieb	13.10.1984	MBI.NW.S. 1906/ SMBI.NW. 23236	
4178	Aug. 1978	Glockentürme; Berechnung und Ausführung	8.12.1981	MBI.NW.S. 2288/ SMBI.NW. 23236	
4420 Teil 1	März 1980	Arbeits- und Schutzge- rüste (ausgenommen Lei- tergerüste); Berechnung und bauliche Durchbildung	7.5.1980	MBI.NW.S. 1090/ SMBI.NW. 23236	
4420 Teil 2	März 1980	Arbeits- und Schutzge- rüste; Leitergerüste	7.5.1980	MBI.NW.S. 1090/ SMBI.NW. 23236	
4421	Aug. 1982	Traggerüste; Berechnung; Konstruktion und Aus- führung	19.10.1984	MBI.NW.S. 1844/ SMBI.NW. 23236	
4425	Nov. 1990	Leichte Gerüstspindeln; Konstruktive Anforderun- gen, Tragsicherheitsnach- weis und Überwachung	22.11.1991	MBI.NW. 1992 S. 50/SMBI.NW. 23236	
11 535 Teil 1	Juli 1974	Gewächshäuser; Grundsätze für Berechnung und Ausführung	10.11.1975	MBI.NW.S. 2126/ SMBI.NW. 23236	
11 622 Teil 1	Aug. 1973	Gärfutterbehälter; Bemessung, Ausführung Beschaffenheit; Allge- meine Richtlinien für Hoch- und Tiefbehälter	19.8.1975	MBI.NW.S. 1638/ SMBI.NW. 23236	
11 622 Teil 2	Aug. 1973	Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit; Gär- futterbehälter aus Form- steinen, Stahlbetonfer- tigteilen und Stahlbeton	19.8.1975	MBI.NW.S. 1638/ SMBI.NW. 23236	
		Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahl- beton (Ortbeton) Fassung Oktober 1987	21.3.1988	MBI.NW.S. 531/ SMBI.NW. 23236	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	
DIN					
1	2	3	4	5	6
11 622 Teil 3	Aug. 1973	Gärfutterbehälter; Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit; Gär- futterhochbehälter aus Holz	19.8.1975	MBI.NW.S. 1638/ SMBI.NW. 23236	
11 622 Teil 4	Aug. 1973	Gärfutterbehälter; Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit, Gär- futterbehälter aus Stahl	19.8.1975	MBI.NW.S. 1638/ SMBI.NW. 23236	
<b>8 Bautenschutz</b>					
<b>8.1 Brandschutz</b>					
02 Teil 1	Mai 1981	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Baustoffe; Begriffe, An- forderungen und Prüfungen	12.8.1982	MBI.NW.S. 1491/ SMBI.NW. 232371	
4102 Teil 2	Sept. 1977	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Bauteile; Begriffe, An- forderungen und Prüfungen	16.1.1978	MBI.NW.S. 104/ SMBI.NW. 232371	
4102 Teil 3	Sept. 1977	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttra- gende Außenwände; Be- griffe, Anforderungen und Prüfungen	16.1.1978	MBI.NW.S. 104/ SMBI.NW. 232371	
4102 Teil 4	März 1981	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und An- wendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile	21.4.1981	MBI.NW.S. 948/ SMBI.NW. 232371	
4102 Teil 5	Sept. 1977	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Feuerschutzbüschel, Ab- schlüsse in Fahr- schachtwänden und gegen feuerwiderstandsfähige Verglasungen, Begriffe Anforderungen und Prüfungen	16.1.1978	MBI.NW.S. 104/ SMBI.NW. 232371	
4102 Teil 6	Sept. 1977	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Lüftungsleitungen; Be- griffe, Anforderungen und Prüfungen	16.1.1978	MBI.NW.S. 104/ SMBI.NW. 232371	
4102 Teil 7	März 1987	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen	31.5.1988	MBI.NW.S. 990/ SMBI.NW. 232371	
		Brandverhalten begrünter Dächer	2.8.1989	MBI.NW. S. 1159/SMBI.NW. 232371	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		
			durch RdErl. vom	Fundstelle	Hinweise
DIN					
1	2	3	4	5	6
4102 Teil 11	Dez. 1985	Brandverhalten von Bau- stoffen und Bauteilen; Rohrumanuellungen, Rohr- abschottungen, Installa- tionsschächte und -kanäle sowie Abschlüsse ihrer Revisionsöffnungen; Be- griffe, Anforderungen und Prüfungen	1.6.1988	MBI.NW.S. 996/ SMBI.NW. 232371	
18 082 Teil 1	Jan. 1985	Feuerschutzabschlüsse; Stahltüren T 30 - 1, Bauart A	22.3.1985	MBI.NW.S. 942/ SMBI.NW. 2323	Norm im MBI.NW. nicht bekanntgegeben
18 082 Teil 3		Feuerschutzabschlüsse; Stahltüren T 30 - 1, Bauart für Größenbe- reich B	22.3.1985	MBI.NW.S. 942/ SMBI.NW. 2323	Norm im MBI.NW. nicht bekanntgegeben.
18 090	Febr. 1969	Aufzüge, Flügel- u. Falt- türen für Fahrschächte mit feuerbeständigen Wänden	9.7.1970	MBI.NW.S. 1360/ SMBI.NW. 232371	
18 091	Febr. 1969	Aufzüge; Horizontal- und Vertikal-Schiebetüren für Fahrschächte mit feuer- beständigen Wänden	9.7.1970	MBI.NW. 1360/ SMBI.NW. 232371	
18 092	Mai 1963	Kleinlasten-Aufzüge; Vertikal-Schiebetüren für Fahrschächte mit feuer- beständigen Wänden	9.7.1970	MBI.NW.S. 1360/ SMBI.NW. 232371	
18 093	Juni 1987	Feuerschutzabschlüsse; Einbau von Feuerschutz- türen in massive Wände aus Mauerwerk oder Beton; Ankerlagen, Ankerformen, Einbau	15.3.1988	MBI.NW.S. 684/ SMBI.NW. 232371	
<b>8.2 Korrosionsschutz</b>					
		nicht belegt			
<b>8.3 Wärme-, Schall- und Erschütterungsschutz</b>					
4109	Nov. 1989	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise	24.9.1990	MBI.NW.S. 1348/ SMBI.NW. 232373	
Beiblatt 1 zu DIN 4109	Nov. 1989	Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren	24.9.1990	MBI.NW.S. 1348/ SMBI.NW. 232373	
<b>8.4 Holzschutz</b>					
68 800 Teil 2	Jan. 1984	Holzschutz im Hochbau; Vorbeugende bauliche Maßnahmen	24.9.1984	MBI.NW.S. 1922/ SMBI.NW. 232374	
68 800 Teil 3	April 1990	Holzschutz; Vorbeugender chemischer Holzschutz	5.3.1991	MBI.NW.S. 348/ SMBI.NW. 232374	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	
DIN					
1	2	3	4	5	6
<b>9 Haustechnische Anlagen</b>					
<b>9.1 Warmwasserver- sorgungs- und Ab- wasseranlagen</b>					
1986 Teil 1	Sept. 1978	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Technische Bestimmungen für den Bau	4.10.1979	MBI.NW.S. 2130/ SMBI.NW. 232381	
1986 Teil 2	Sept. 1978	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Bestimmungen für die Ermittlung der lichten Weiten und Nennweiten für Rohrleitungen	4.10.1979	MBI.NW.S. 2130/ SMBI.NW. 232381	
1986 Teil 4	Sept. 1989	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe	4.10.1979	MBI.NW.S. 2130/ SMBI.NW. 232381	
<b>9.2 Anlagen für wasser- gefährdende Stoffe</b>					
nicht belegt					
<b>9.3 Heizungs- und Lüftungsanlagen, Feuerungsanlagen</b>					
4751 Teil 1	Nov. 1962	Heizungsanlagen; sicherheitstechnische Ausstattung von Warmwasserheizungen mit Vorlauftemperaturen bis 110°C	11.5.1976	MBI.NW.S. 1066/ SMBI.NW. 232380	
4751 Teil 2	Sept. 1968	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Heizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 110°C; offene und geschlossene Wasserheizungsanlagen bis 300.000 kcal/h mit thermostatischer Absicherung	11.5.1976	MBI.NW.S. 1066/ SMBI.NW. 232380	
4751 Teil 3	März 1976	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Heizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 110°C; offene und geschlossene Wasserheizungsanlagen mit Zwangslauf-Wärmeerzeugern bis 10 l Inhalt und einer Nennwärmeleistung bis 150 kw (130.000 kcal/h) mit thermostatischer Absicherung	11.5.1976	MBI.NW.S. 1066/ SMBI.NW. 232380	
4755	Juli 1966	Ölfeuerungen in Heizungsanlagen; Bau, Ausführung, sicherheitstechnische Grundsätze	23.1.1969	MBI.NW.S. 354/ SMBI.NW. 232380	
18 017 Teil 3	Aug. 1970	Lüftung von Bädern und Spülaborten ohne Außenfenster mit Ventilatoren	15.12.1971	MBI.NW.S. 52/ SMBI.NW. 232380	

TB	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Hinweise
			durch RdErl. vom	Fundstelle	
DIN					
1	2	3	4	5	6
	Okt. 1983	Richtlinie über die Aufstellung von Wärmepumpen	22.11.1984	MB1.NW. 1985 S.63/ SMB1.NW. 23239	
	Jan. 1984	Bauaufsichtliche Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen	28.11.1984	MB1.NW. 1985 S. 53/SMB1.NW. 232380	
	10 Verschiedenes				
	Mai 1989	Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Asbest-Richtlinien)	2.8.1989	MB1.NW.S. 1146/ SMB1.NW. 23239	

**Anlage 2**

**Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW  
eingeführten Baustoffnormen und  
technischen Richtlinien für die Überwachung**

- 1 Baustoffe für Wände, Decken, Dachplatten und Schornsteine
- 2 Bindemittel
- 3 Mörtel und Beton, Zuschläge, Zuschlagstoffe
- 4 Betonstähle
- 5 Holz und Holzwerkstoffe
- 6 Dämmstoffe und Leichtbauplatten
- 7 Brandschutz
- 8 Lager im Bauwesen

**Liste von Baustoffnormen und anderen technischen Richtlinien für die Überwachung**

Bezeichnung	Ausgabe	Titel	Zusätzliche Festlegungen
1	2	3	4
<b>Baustoffe für Wände, Decken, Dachplatten und Schornsteine</b>			
DIN 105	8.89	Mauerziegel; –; Vollziegel und Hochlochziegel	–
Teil 1		–; Leichtlochlochziegel	–
Teil 2	8.89	–; Hochfeste Ziegel und hochfeste Klinker	–
Teil 3	5.84	Keramikklinker	–
Teil 4	5.84	Leichtlanglochziegel und Leichtlanglochziegelplatten	Die Überwachung wird nur für Leichtlanglochziegel gefordert.
Teil 5	5.84		
DIN 106		Kalksandsteine;	s. Annex 1.1
Teil 1	9.80	–; Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine	–
Teil 2	11.80	–; Vormauersteine und Verblender	–
DIN 278	9.78	Tonhohlplatten (Hourdis) und Hohlziegel; statisch beansprucht	–
DIN 398	6.76	Hüttensteine; Vollsteine, Lochsteine, Hohlblocksteine	–
DIN 1057	7.85	Baustoffe für freistehende Schornsteine; Radialziegel, Anforderungen, Prüfung, Überwachung	–
Teil 1			
DIN 4158	5.78	Zwischenbauteile aus Beton für Stahlbeton- und Spannbetondecken	–
DIN 4159	4.78	Ziegel für Decken und Wandtafeln, statisch mitwirkend	Zu Abschnitt 10 – Überwachung (Güteüberwachung): Bei Verwendung von Ziegeln nach DIN 4159 i.V. mit DIN 1053 Teil 4, Ausgabe 9.78, ist auf dem Lieferschein die Bezeichnung wie folgt zu ergänzen: ... DIN 4159/DIN 1053/4 A.1 – ...
DIN 4160	8.78	Ziegel für Decken; statisch nicht mitwirkend	–
DIN 4165	12.86	Gasbeton-Blocksteine und Gasbeton-Plansteine	–
DIN 4243	3.78	Betongläser; Anforderungen, Prüfung	–

Bezeichnung	Ausgabe	Titel	Zusätzliche Festlegungen
1	2	3	4
DIN 18150 Teil 2	2.87	Baustoffe und Bauteile für Hausschornsteine; Formstücke aus Leichtbeton, einschalige Schornsteine, Prüfung und Überwachung	Gilt auch für Formstücke aus Leichtbeton für dreischalige Hausschornsteine i.V. mit DIN 18147 Teil 2 und Teil 3.
DIN 18151	9.87	Hohlblöcke aus Leichtbeton	-
DIN 18152	4.87	Vollsteine und Vollblöcke aus Leichtbeton	-
DIN 18153	9.89	Hohlblocksteine aus Beton (Normalbeton)	-
DIN 18175	5.77	Glasbausteine; Anforderungen, Prüfung	-
<b>2 Bindemittel</b>			
DIN 1060 Teil 1	1.86	Baukalk; Begriffe, Anforderungen, Lieferung, Überwachung	-
DIN 1164 Teil 1	3.90	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung	Für die Prüfung und Beurteilung der Mahlfeinheit gilt entgegen DIN EN 196 Teil 6 auch weiterhin das in Abschn. 4.1 Gesagte. Ergänzung bezüglich NA-Zement s. Annex 2.1
DIN 1164 Teil 2	3.90	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Überwachung (Güteüberwachung)	Ergänzung bezüglich NA-Zement s. Annex 2.1
DIN 1164 Teil 100	3.90	Zement; Portlandölschieferzement; Anforderungen, Prüfungen, Überwachung	Für die Bestimmung des unlöslichen Rückstands nach Abschn. 4.2.1.2 ist die Prüfung nach DIN EN 196 Teil 2 (3.90), Abschn. 10, gedacht. Für den Fall, daß die Bestimmung des unlöslichen Rückstands nach DIN EN 196 Teil 2 (3.90), Abschn. 9, erfolgt, ist eine Erhöhung des Grenzwertes des unlöslichen Rückstands von 1% zulässig.
Richtlinie zu DIN 1164	9.81	Ergänzende Richtlinie für die Überwachung (Güteüberwachung) von Zement nach DIN 1164	Abweichend v. Abschn. 8.2 – Prüfverfahren – sind die in DIN 1164 (3.90), Abschn. 1, angegebenen Prüfverfahren anzuwenden.
DIN 4211	8.90	Putz- und Mauerbinder; Begriff, Anforderungen, Prüfungen, Überwachung	-
<b>3 Mörtel und Beton, Zuschläge, Zusatzstoffe</b>			
DIN 1084 Teil 1, 2 u. 3	12.78	Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau	-
DIN 4226 Teil 1, 2 u. 4	4.83	Zuschlag für Beton	s. Annex 3.1
DIN 18557	5.82	Werkmörtel; Herstellung, Überwachung und Lieferung	„Bei der Überwachung der Werkmauermörtel ist DIN 1053 Teil 1 und 3, Ausgabe Febr. 1990, Anhang A – Mauermörtel –, zu beachten. Die dort als Eignungsprüfung bezeichneten Anforderungen sind als Erstprüfung für jede Mörtelsorte zu prüfen.“
<b>Hinweis:</b>			
Die Überwachung ist bauaufsichtlich nur erforderlich für Werk-Trockenmauermörtel und Werk-Frischmauermörtel.“			
Zu Abschn. 3.4.2 Abs. a) Hier ist anzugeben, ob der Beton für Außenbauteile verwendet werden soll oder nicht: „... und Anwendungsart, z.B. für Außenteile“.			
Richtlinie	7.88	Richtlinie für die Herstellung und Verwendung von Trockenbeton und Trockenmörtel	

Bezeichnung	Ausgabe	Titel	Zusätzliche Festlegungen
1	2	3	4
<b>4 Betonstähle</b>			
DIN 488	9.84	Betonstahl; Sorten, Eigen-schaften, Kennzeichen	–
Teil 1			
Teil 6	6.86	Betonstahl; Überwachung (Güte-überwachung)	–
<b>5 Holz und Holzwerkstoffe</b>			
DIN 68705	12.81	Sperrholz;	
Teil 3		–; Bau-Furniersperrholz	Jeweils zu Abschn. 3.2.1: Helle tropische Holzarten, z.B. Limba und Abachi, dürfen für Sperrholz nach diesen Normen nicht verwendet werden.
Teil 4	12.81	–; Bau-Stabsperrholz, Bau-stäbchensperrholz	
Teil 5	10.80	–; Bau-Furniersperrholz aus Buche	
DIN 68754	2.76	Harte und mittelharte Holzfaser-platten für das Bauwesen; Holz werkstoffklasse 20	–
Teil 1			
DIN 68763	9.90	Spanplatten; Flachpreßplatten für das Bauwesen; Begriffe, Eigenschaften, Prüfung, Überwachung	Zu Abschn. 4 – Plättentypen Sollen Holzspanplatten mit anderen als mit den in Abschn. 4 bei den jeweiligen Normtypen angegebenen Bindemitteln hergestellt werden, so bedürfen die Platten eines Nachweises der Brauchbarkeit, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.
DIN 68764	9.73	Spanplatten; Strangpreßplatten für das Bauwesen;	Zu Abschn. 3.2: Die Verwendung von Spanplatten mit anderen als den in Abschn. 3.2 genannten Bindemitteln bedarf eines Nachweises der Brauchbarkeit, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.
Teil 1		–; Begriffe, Eigenschaften, Prüfung, Überwachung	
Teil 2	9.74	–; Beplankte Strangpreß- platten für die Tafelbauart	Zu Abschnitt – Geltungsbereich –: Strangpreßplatten sind mit den in Abschn. 1 beschriebenen Beplankungen zu versehen. Strangpreßplatten mit anderen Beplankun- gen bedürfen eines Nachweises der Brauchbarkeit, z.B. durch eine allgemeine bau- aufsichtliche Zulassung.
Richtlinien	3.72	Richtlinien für die einheitliche Überwachung von Wand-, Decken- und Dachtafeln für Tafelbauarten	–
Richtlinie	4.80	Richtlinie über die Klassifizie- rung von Spanplatten bezüglich der Formaldehydabgabe (Anhang zu der „Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hin- sichtlich der Vermeidung unzu- mutbarer Formaldehydkonzen- trationen in der Raumluft“)	–
<b>6 Dämmstoffe und Leichtbauplatten</b>			
DIN 1101	11.89	Holzwolle, Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten als Dämmstoffe für das Bauwesen; Anforderungen, Prüfung	–
DIN 18161	12.76	Korkerzeugnisse als Dämmstoffe für das Bauwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung	–
Teil 1			

Bezeichnung	Ausgabe	Titel	Zusätzliche Festlegungen
1	2	3	4
DIN 18164 Teil 1	6.79	Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen; -; Dämmstoffe für die Wärmedämmung; Polystyrol-Partikelschaumstoffe	-
Teil 2	3.91	-; Dämmstoffe für die Trittschalldämmung	-
DIN 18165 Teil 1	3.87	Faserdämmstoffe für das Bauwesen; -; Dämmstoffe für die Wärmedämmung	-
Teil 2	3.87	-; Dämmstoffe für die Trittschalldämmung	-
DIN 18174	1.81	Schaumglas als Dämmstoff für das Bauwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung	-
DIN 18550 Teil 3	3.91	Putz; Wärmedämmputzsysteme aus Mörtel und expandiertem Polystyrol (EPS) als Zuschlag	-
<b>7 Brandschutz</b>			
DIN 18082 Teil 1	1.85	Feuerschutzausschlüsse; Stahltüren T 30-1; Bauart A	s. Annex 7.1
Teil 3	1.84	-; -; Bauart B	
DIN 18089 Teil 1	1.84	-; Einlagen für Feuerschutztüren; Mineralfaserplatten; Begriff, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung	-
DIN 18090	2.69	Aufzüge; Flügel- und Falttüren für Fahrschächte mit feuerbeständigen Wänden	s. Annex 7.2
DIN 18091	2.69	Aufzüge, Horizontal- und Vertikal-Schiebetüren für Fahrschächte mit feuerbeständigen Wänden	s. Annex 7.2
DIN 18250 Teil 1	7.79	Schlösser; Einstekschlösser für Feuerschutzausschlüsse; -; -; Einfallenschloß	-
Teil 2	7.79	-; -; Dreifallenschloß	-
DIN 18262	5.69	Einstellbares, nicht tragendes Federband für Feuerschutztüren	-
DIN 18263 Teil 1	1.87	Türschließer mit hydraulischer Dämpfung -; Oben-Türschließer mit Kurbeltrieb und Spiralfeder	-
Teil 2	1.87	-; Oben-Türschließer mit Lineartrieb	-
Teil 3	1.87	-; Boden-Türschließer	-
Teil 4	3.91	-; Türschließer mit Öffnungsautomatik (Drehflügelantrieb)	-
Teil 5	3.91	-; feststellbare Türschließer mit und ohne Freilauf	-

Bezeichnung	Ausgabe	Titel	Zusätzliche Festlegungen
1	2	3	4
DIN 18272	8.87	Feuerschutzabschlüsse; Bänder für Feuerschutztüren; Federband und Konstruktionsband	<p>Zu Abschnitt 4: Hinsichtlich der Verwendung von Federbändern gilt die Festlegung nur für DIN 18082 Teil 1; an Türen nach DIN 18082 Teil 3 ist die Verwendung von Federbändern unzulässig (andere Normen über Feuerschutztüren existieren derzeit nicht).</p> <p>Zum Abschn. 6.4 und 7.2, hier Fußnote 2): Im bauaufsichtlichen Verfahren dürfen nur Prüfzeugnisse von Prüfstellen anerkannt werden, die in einem Verzeichnis beim Institut für Bautechnik geführt werden. Dieses Verzeichnis ist in den „Mitteilungen“ des Instituts für Bautechnik veröffentlicht und wird jeweils ergänzt.</p> <p>Zu Abschn. 8: Für die Kennzeichnung der Konstruktionsbänder gilt Buchstabe b) nicht.</p>
DIN 18273	3.91	Baubeschläge; Türdrückergarnituren für Feuerschutztüren und Rauchschutztüren; Begriffe, Maße, Anforderungen und Prüfungen	–
<b>8</b>	<b>Lager im Bauwesen</b>		
DIN 4141	1.91	Lager im Bauwesen;	
Teil 140		–; Bewehrte Elastomerlager; Baustoffe, Anforderungen, Prüfungen und Überwachung	–
Teil 150	1.91	–; Unbewehrte Elastomerlager; Baustoffe, Anforderungen, Prüfungen und Überwachung	–

**Anhang:**

Nachstehend sind diejenigen Normen aufgeführt, die den Gruppen nach § 22 BauPrüfVO zuzuordnen sind, soweit sie nicht bereits in der vorstehenden „Liste von Baustoffnormen und anderen technischen Richtlinien für die Überwachung“ aufgeführt sind. Nach diesen Normen hergestellte Baustoffe, Bauteile und Einrichtungen bedürfen aufgrund von § 23 BauO NW keines Prüfzeichens, wenn sich der Hersteller einer Überwachung gem. § 24 BauO NW unterzieht und die Baustoffe, Bauteile und Einrichtungen in leicht erkennbarer und dauerhafter Weise den Namen des Herstellers oder sein Firmenzeichen und die DIN-Bezeichnung oder ein DVGW-Prüfzeichen mit Registriernummer tragen.

Maßgebend sind die DIN-Normen in der jeweils geltenden Fassung.

<b>Rohre, Formstücke und Dichtmittel</b>		DIN 19 530 Teil 1	Rohre und Formstücke mit Steckmuffe für Abwasserleitungen; Maße
DIN 1230 Teil 1	Steinzeug für die Kanalisation; Rohre und Formstücke mit Muffe; Maße	DIN 19 530 Teil 2	Rohre und Formstücke aus Stahl mit Steckmuffe für Abwasserleitungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 1230 Teil 2	Steinzeug für die Kanalisation; Rohre und Formstücke mit Muffe; Technische Lieferbedingungen	DIN 19 534 Teil 1	Rohre und Formstücke aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) mit Steckmuffe für Abwasserkanäle und -leitungen; Maße
DIN 1230 Teil 6	Steinzeug für die Kanalisation; Rohre und Formstücke mit glatten Enden; Maße	DIN 19 534 Teil 2	Rohre und Formstücke aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) mit Steckmuffe für Abwasserkanäle und -leitungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 1230 Teil 7	Steinzeug für die Kanalisation; Rohre und Formstücke mit glatten Enden; Technische Lieferbedingungen	DIN 19 535 Teil 1	Rohre und Formstücke Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für heißwasserbeständige Abwasserleitungen (HT) innerhalb von Gebäuden; Maße
DIN 4032	Betonrohre und -formstücke; Maße, Technische Lieferbedingungen	DIN 19 535 Teil 2	Rohre und Formstücke Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für heißwasserbeständige Abwasserleitungen (HT) innerhalb von Gebäuden; Technische Lieferbedingungen
DIN 4034	Schachtringe, Brunnenringe, Schachthälse, Übergangsringe, Auflagerringe aus Beton; Maße, Technische Lieferbedingungen	DIN 19 537 Teil 1	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen; Maße
DIN 4035	Stahlbetonrohre, Stahlbetondruckrohre und zugehörige Formstücke aus Stahlbeton; Maße, Technische Lieferbedingungen	DIN 19 537 Teil 2	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für heißwasserbeständige Abwasserleitungen (HT) innerhalb von Gebäuden; Technische Lieferbedingungen
DIN 4060	Dichtmittel aus Elastomeren für Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen; Anforderungen und Prüfungen	DIN 19 537 Teil 1	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen; Maße
DIN 4062	Kalt verarbeitbare plastische Dichtstoffe für Abwasserkanäle und -leitungen; Dichtstoffe für Bauteile aus Beton, Anforderungen, Prüfung und Verarbeitung	DIN 19 537 Teil 2	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 19 522 Teil 1	Gußeiserne Abflußrohre und Formstücke ohne Muffe (SML); Maße		
DIN 19 522 Teil 2	Gußeiserne Abflußrohre und Formstücke ohne Muffe (SML); Technische Lieferbedingungen		

DIN 19 538	Rohre und Formstücke aus chloriertem Polyvinylchlorid (PVCC) mit Steckmuffe für heißwasserbeständige Abwasserleitungen (HT) innerhalb von Gebäuden; Maße, Technische Lieferbedingungen	DIN 19 530 Teil 2	Rohre und Formstücke aus Stahl mit Steckmuffe für Abwasserleitungen; Technische Lieferbedingungen		
DIN 19 560	Rohre und Formstücke aus Polypropylen (PP) mit Steckmuffe für heißwasserbeständige Abwasserleitungen (HT) innerhalb von Gebäuden; Maße, Technische Lieferbedingungen	DIN 19 545	Auslaufarmaturen, Geruchverschlüsse und Zubehör; Bau- und Prüfgrundsätze		
DIN 19 561	Rohre und Formstücke aus Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) oder Acrylester-Styrol-Acrylnitril (ASA) mit Steckmuffe für heißwasserbeständige Abwasserleitungen (HT) innerhalb von Gebäuden; Maße, Technische Lieferbedingungen	DIN 19 599	Abläufe und Abdeckungen in Gebäuden; Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung		
<b>Bodenabläufe, Deckenabläufe, Badabläufe, Geruchverschlüsse und Kellerabläufe</b>					
DIN 591 Teil 1	Kellerabläufe mit innenliegender Reinigungsöffnung; Zusammenstellung	DIN 19 542	Spülkästen für Klosettbecken; Bau- und Prüfgrundsätze		
DIN 1385	Klosettbecken mit angeformtem Geruchverschluß; Bau- und Prüfgrundsätze				
DIN 1390 Teil 1	Urinale aus Sanitär-Porzellan, wandhängend; Maße				
DIN 1390 Teil 2	Urinale, wandhängend; Bau- und Prüfgrundsätze				
DIN 4284 Teil 1	Bodenablauf mit innenliegender Reinigungsöffnung; Zusammenstellung				
DIN 19 522 Teil 1	Gußeiserne Abflußrohre und Formstücke ohne Muffe (SML); Maße				
DIN 19 522 Teil 2	Gußeiserne Abflußrohre und Formstücke ohne Muffe (SML); Technische Bedingungen				
DIN 19 530 Teil 1	Rohre und Formstücke aus Stahl mit Steckmuffe für Abwasserleitungen; Maße				
<b>Spülkästen</b>					
<b>Kleinkläranlagen</b>					
Kleinkläranlagen ohne Abwasserbelüftung nach DIN 4261 Teil 1, die aus gebräuchlichen und bewährten Baustoffen in gebräuchlicher und bewährter Bauart hergestellt sind; die Überwachung nach § 2 Abs. 1 Nr. 2 ist nur erforderlich, soweit DIN-Normen über die Baustoffe eine Überwachung vorsehen.					
<b>Brandschutz</b>					
Nichtbrennbare Baustoffe mit brennbaren Bestandteilen, die in DIN 4102 Teil 4 als Baustoffe der Klassen A 1 oder A 2 aufgeführt sind; die Überwachung nach § 2 Abs. 1 Nr. 2 ist nur erforderlich, soweit DIN-Normen über die Baustoffe eine Überwachung vorsehen.					
Schwerentflammable Baustoffe, die in DIN 4102 Teil 4 als Baustoffe der Klasse B 1 aufgeführt sind; die Überwachung nach § 2 Abs. 1 Nr. 2 ist nur erforderlich, soweit DIN-Normen über die Baustoffe eine Überwachung vorsehen.					

**Behälter**

	<b>Behälter nach folgenden DIN-Normen, wenn in ihnen Flüssigkeiten nach Maßgabe der DIN 6601 gelagert werden:</b>		wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten
DIN 6608 Teil 1	Liegende Behälter aus Stahl (Tanks), einwandig, für unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten	DIN 6619 Teil 1	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten
DIN 6608 Teil 2	Liegende Behälter aus Stahl (Tanks), doppelwandig, für unterirdische Lagerung wassergefährdender brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten	DIN 6619 Teil 2	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, doppelwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten
DIN 6616	Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig und doppelwandig, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten	DIN 6623 Teil 1	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, mit weniger als 1000 Liter Volumen, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten, einwandig
DIN 6618 Teil 1	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig und doppelwandig für oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten	DIN 6623 Teil 2	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten, doppelwandig
DIN 6618 Teil 2	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, doppelwandig, ohne Leckanzeigeflüssigkeit, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten	DIN 6624 Teil 1	Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten
DIN 6618 Teil 3	Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, doppelwandig, mit Leckanzeigeflüssigkeit, für die oberirdische Lagerung	DIN 6624 Teil 2	Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, doppelwandig, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten

DIN 6625  
Teil 1

Standortgefertigte Behälter (Tanks) aus Stahl, für die oberirdische Lagerung von wassergefährdenden, nichtbrennbaren sowie brennbaren Flüssigkeiten der Gefahrklasse A III

- Behälter nach folgenden DIN-Normen, wenn in ihnen Flüssigkeiten nach Maßgabe der DIN 6601 gelagert werden und wenn sie gemäß § 9 (1) der Druckbehälterverordnung geprüft werden:

DIN 28 020 Liegende Druckbehälter (in Verbindung mit DIN 28 080)

DIN 28 021 Stehende Druckbehälter (in Verbindung mit DIN 28 081 Teil 1 oder Teil 2)

### Betonzusatzstoffe

Betonzusatzstoffe nach folgenden Normen:

DIN 4226 Teil 1 Zuschlag für Beton; Zuschlag mit dichtem Gefüge - jedoch nur Gesteinsmehl aus natürlichem Gestein

DIN 51 043 Traß; Anforderungen, Prüfung

DIN 53 237 Prüfung von Pigmenten, Pigmente zum Einfärben von zement- und kalkgebundenen Baustoffen

Pigmente als Betonzusatzstoffe unter der Voraussetzung, daß

- nur Farbpigmente nach DIN 53 237 mit Werkzeugnis nach DIN 50 049 ausgeliefert werden und
- der Nachweis der ordnungsgemäßen Überwachung der Herstellung und Verarbeitung des damit hergestellten Betons erbracht wird.

### Gerüstbauteile

DIN 4424	Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN EN 74	Kupplungen, Zentrierbolzen und Fußplatten für Stahlrohr-Arbeitsgerüste und Traggerüste in Verbindung mit den "Richtlinien für die Durchführung der Überwachung bei Kupplungen für Stahlrohrgerüste"

### Gas- und Elektrogeräte zum Bereiten von warmem und heißem Wasser

Elektrische Heißwasserbereiter nach DIN 44 899 Teil 6 - Elektrische Heißwasserbereiter, 5 bis 120 l Inhalt, Richtlinien für die geräuscharme Ausführung -; die Überwachung nach § 2 Abs. 1 Nr. 2 ist nicht erforderlich.

### Annexe

#### Annex 1.1

##### **DIN 106 Teil 1, Ausgabe September 1980**

##### **Kalksandsteine; Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine**

Bei Anwendung von DIN 106 Teil 1 ist folgendes zu beachten:

1 Zu Abschnitt 7.3, Tabelle 8

Entgegen der Einschränkung durch Fußnote 2 dürfen die Formfaktoren auch für Steine der Druckfestigkeitsklasse 4 angewendet werden.

2 Zu Abschnitt 8.2.3

Die Aufzeichnungen über die Ergebnisse der Prüfungen sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren und der fremdüberwachenden Stelle auf Verlangen vorzulegen.

3 Druckfehlerhinweise

In Tabelle 1 Spalte 7 muß es im Tabellenkopf "mm" richtig heißen "cm".

In Abschnitt 8.3.1.3., letzte Zeile muß es richtig heißen "... Abschnitt 8.2.2."

In Abschnitt 9, Aufzählung b) muß es richtig heißen "... Abschnitt 5".

**Annex 2.1**

**DIN 1164 Teil 1, Ausgabe  
März 1990, und  
DIN 1164 Teil 2, Ausgabe  
März 1990**

**- Portland-, Eisenportland-, Hochofen-  
und Traßzement -**

Bei Anwendung der Norm DIN 1164 Teil 1 und 2 ist zu beachten:

**1 Zu DIN 1164 Teil 1**

**1.1 Zu Abschnitt 1.2**

Als Zement mit besonderen Eigenschaften gilt auch Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt (NA-Zement). Diese Zemente erhalten zusätzlich die Kennbuchstaben NA.

**1.2 Zu Abschnitt 4**

Als NA-Zemente gelten

- a) Portlandzement mit einem Gesamtalkaligehalt von höchstens 0,60 Gew.-% Na<sub>2</sub>O-Äquivalent,
- b) Hochofenzement mit mindestens 65 Gew.-% Hüttensand und einem Gesamtalkaligehalt von höchstens 2,00 Gew.-% Na<sub>2</sub>O-Äquivalent,
- c) Hochofenzement mit mindestens 50 Gew.-% Hüttensand und einem Gesamtalkaligehalt von höchstens 1,10 Gew.-% Na<sub>2</sub>O-Äquivalent.

NA-Zemente dürfen auch als Zemente der Festigkeitsklasse 25 [s. Abschnitt 4.4 Tabelle 2, i.V. mit Fußnote<sup>1)</sup>] hergestellt werden.

**1.3 Zu Abschnitt 5**

NA-Zemente sind beispielsweise wie nachstehend zu bezeichnen:

Zement DIN 1164 - PZ 35 F-NA

Zement DIN 1164 - HOZ 35 L-NA

**2 Zu DIN 1164 Teil 2**

Im Rahmen der Überwachung (Güteüberwachung) der Herstellung der NA-Zemente sind zusätzlich nachstehende Prüfungen durchzuführen:

**2.1 Zu Abschnitt 2.3**

Bei der Eigenüberwachung mindestens 2mal wöchentlich Bestimmung des Na<sub>2</sub>O-Äquivalents, bei Hochofenzement

außerdem Bestimmung des Hüttensandgehaltes (entsprechend DIN 1164 Teil 3).

**2.2 Zu Abschnitt 2.4**

Bei der Fremdüberwachung mindestens 1mal halbjährlich Bestimmung des Na<sub>2</sub>O-Äquivalents und bei Hochofenzement außerdem Bestimmung des Hüttensandgehaltes (entsprechend DIN 1164 Teil 3).

**Annex 3.1**

**DIN 4226, Teile 1, 2 und 4, Ausgabe April 1983**

**- Zuschlag für Beton -**

**1 Bei Anwendung der Norm DIN 4226 Teile 1, 2 und 4, Ausgabe April 1983, ist zu beachten:**

**1.1 Zu Teil 1, Abschnitt 4.2 - künstlich hergestellter Zuschlag:**

Als künstlich hergestellter Zuschlag nach dieser Norm dürfen nur die im 2. Halbsatz aufgeführten Zuschläge hergestellt, geliefert und verwendet werden, zusätzlich gilt dies auch für Schmelzkammergranulat mit 8 mm Größtkorn.

Für andere künstlich herstellte Zuschläge ist ein besonderer Brauchbarkeitsnachweis zu führen, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

**1.2 Zu Teil 1, Abschnitt 10.1 - Lieferschein:**

Wird Betonzuschlag vom Hersteller über Dritte auf die Baustelle geliefert, so ist eine Kopie des Lieferscheins des Herstellers zu übergeben. Ist dies - z.B. wegen Lieferung über Lager - nicht möglich, so muß der neue Lieferschein alle erforderlichen Angaben nach DIN 4226 enthalten.

Die Lieferung über Lager ist jedoch nur zulässig, wenn für die jeweilige(n) Körngruppe/Lieferkörnungen die Regelanforderungen erfüllt sind.

Der Dritte muß auf seinem Lieferschein versichern, daß er Betonzuschlag nur aus Werken bezieht, die einer Überwachung unterliegen. Bei Lieferschein und beim einheitlichen Überwachungszeichen kann die Angabe der Herstellwerke durch folgende Angabe ersetzt werden:

"Liste der überwachten Herstellwerke und der jeweiligen Fremdüberwacher ist bei ... hinterlegt."

Gesteinsmehle, die Abschn. 7.7 des Teils 1 erfüllen, sind als "Gesteinsmehl nach DIN 4226 als Betonzusatzstoff nach DIN 1045" zu bezeichnen und zu kennzeichnen.

### 1.3 Zu Teil 2, Abschnitt 4 - Zuschlagart:

Als Leichtzuschlag nach dieser Norm dürfen nur die im Abschn. 4.1, 2. Halbsatz und Abschn. 4.2, 2. Halbsatz aufgeführten Leichtzuschläge hergestellt, geliefert und verwendet werden. Dabei ist unter gesinterter Steinkohlenflugasche nur pelletierte, auf dem Sinterrost gesinterte Steinkohlenflugasche zu verstehen.

Für andere Leichtzuschläge ist ein besonderer Brauchbarkeitsnachweis, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, zu führen.

### 1.4 Zu DIN 4226 Teil 1, Abschnitt 7.6.7, und DIN 4226 Teil 2, Abschnitt 6.4.7 - "Alkalilösliche Kieselsäure"

Infolge der Neuausgabe der "Richtlinie Alkalireaktion in Beton" (12.86) ist jeweils der 2. Absatz nicht anzuwenden.

Anstelle dessen wird bestimmt:

#### 1.4.1 In den nachfolgend genannten Gewinnungsgebieten

- 1.4.1.1 – Festlandbereich des Landes Schleswig-Holstein
  - Festlandbereich Dänemark südlich folgender West-Ost-Grenzlinie:  
Ballum, Bredebro, Løgumkloster, Lødekro und Åbenrå.
  - Festlandbereich der Stadt Hamburg
  - Festlandbereich des Landes Niedersachsen nördlich folgender Grenzlinie:  
Cadenberge, Lamstedt, Ebersdorf, Gnarrenburg, Gyhum, Scheeßel, Schneverdingen, Wulfsrode, Unterlüß und Bodenteich
- 1.4.1.2 – Festlandbereich um den dänischen Ort Esbjerg, dessen Gewinnungsgebiete vom südwestlichen Punkt Esbjergs nicht weiter als 10 km entfernt liegen

#### 1.4.1.3 – Festlandbereich des Landes Mecklenburg-Vorpommern

- Bereich des Landes Brandenburg (einschließlich des östlichen Oderufers) nördlich der Grenzlinie: Frankfurt/Oder–Berlin
- Bereich der Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt nördlich der Grenzlinie Berlin–Boden-teich

ist für die Einstufung, Prüfung und Überwachung des Zuschlags die "Richtlinie Alkalireaktion im Beton" (12.86) anzuwenden.

- 1.4.2 Bei noch nicht erschlossenen und nicht erprobten Vorkommen außerhalb der unter Ziff. 1.4.1 genannten Gewinnungsgebiete ist bei der Erstprüfung vor Aufnahme der Überwachung von der fremdüberwachenden Stelle zu prüfen, ob das Gestein alkalilösliche Kieselsäure enthält oder ob ein Verdacht hierauf besteht.

Ist dies der Fall, muß wie folgt verfahren werden:

- 1.4.2.1 Bei Gewinnungsgebieten, die den unter Ziff. 1.4.1.1, 1.4.1.2 und 1.4.1.3 genannten Gebieten direkt benachbart sind und wo ein Verdacht auf Alkaliempfindlichkeit besteht (s. Richtlinie Alkalireaktion im Beton Teil 1, Abschnitt 1.1c; 1. Spiegelstrich), hat die fremdüberwachende Stelle ein Gutachten einzuholen zum Nachweis, daß der zu beurteilende Zuschlag hinsichtlich Menge, Art und petrografischer Beschaffenheit der alkaliempfindlichen Bestandteile dem aus den Gewinnungsgebieten nach Ziffer 1.4.1.1, 1.4.1.2 und 1.4.1.3 entspricht.

Die Einstufung des Zuschlags in Alkaliempfindlichkeitsklassen hat dann nach der "Richtlinie Alkalireaktion im Beton" zu erfolgen.

Für die Erstellung dieser Gutachten werden bestimmt:

- Materialprüfungsanstalt Eckernförde (MPA)  
Öffentliche Baustoffprüfstelle  
Lorenz-von-Stein-Ring 1  
2330 Eckernförde
- Institut für Baustoffkunde, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig  
Amtliche Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen  
Beethovenstraße 52  
3300 Braunschweig

Kopien der Gutachten sind an das Institut für Bautechnik, Berlin, zu senden.

Der Nachweis nach Abschn. 1.4.2 kann auch durch Gutachten von Stellen anderer EG-Mitgliedstaaten erbracht werden, soweit die Voraussetzungen des Art. 16 der Richtlinie 89/106/EWG vom 21. Dezember 1988 vorliegen.

- 1.4.2.2 Bei anderen Gewinnungsgebieten oder wenn der Nachweis nach Ziff. 1.4.2.1 nicht geführt werden kann (s. Richtlinie Alkalireaktion im Beton Teil 1, Abschn. 1.1c; 2. Spiegelstrich), ist durch Bescheid

des Instituts für Bautechnik, Berlin, der Zuschlag so in Alkaliempfindlichkeitsklassen einzustufen, daß der Zuschlag entsprechend seiner Alkaliempfindlichkeit mit den in der Richtlinie Teil 1, Abschn. 3.4.1 und Tabelle 3, genannten Maßnahmen angewendet werden kann.

In den Bescheiden sind auch die dem Teil 2 und Teil 3 der Richtlinie entsprechenden Festlegungen zu treffen.

- 1.4.3** Wenn bei der Erstprüfung nach Ziffer 1.4.2, z. B. bei geologisch eindeutig unbedenklichen Vorkommen, kein Verdacht besteht, daß der Zuschlag alkalilösliche Bestandteile enthält, kann die fremdüberwachende Stelle ohne weitere Prüfung die Genehmigung erteilen, den Zuschlag in die Alkaliempfindlichkeitsklasse E I einzustufen.
- 1.5** Zu DIN 4226 Teil 1, Abschnitt 9.3, bzw. Teil 2, Abschnitt 8.3 - "Sortenverzeichnis", und Teil 1, Abschnitt 10.1, bzw. Teil 2, Abschnitt 9.1 - "Lieferschein":

Der Zuschlag ist zusätzlich mit der jeweiligen Alkaliempfindlichkeitsklasse E I, E II bzw. E III zu bezeichnen.

- 1.6** Zu DIN 4226 Teil 1, Abschnitt 10.1 - "Lieferschein":

Zusätzlich zu den für die Lieferung von Zuschlag über Lager bereits bekanntgemachten Bestimmungen (s. Abschn. 1.2) muß bei Lieferung von Betonzuschlag der Alkaliempfindlichkeitsklasse E II und E III der Zuschlag nach Herstellwerken getrennt gelagert und ausgeliefert werden.

- 1.7** Zu DIN 4226 Teil 3, Abschnitt 4.2 – "Alkalilösliche Kieselsäure":

Die Prüfung des Zuschlags hinsichtlich der alkalilöslichen Kieselsäure ist bei den in Abschn. 1.1 a) und 1.1 b) der Richtlinie und Ziffer 1.4.2.1 dieser Bestimmungen genannten Gewinnungsgebieten nach der "Richtlinie Alkalireaktion im Beton, Teil 3: Prüfung des Zuschlags", in den anderen Gebieten nach dem Bescheid des Instituts für Bautechnik durchzuführen.

- 1.8** Zu DIN 4226 Teil 4 "Überwachung":

In den Gewinnungsgebieten nach Abschn. 1.1 a), 1.1 b) und 1.1 c) der Richtlinie und solchen nach Ziff. 1.4.2.1 dieser Bestimmungen ist bei der Überwachung zusätzlich nach der "Richtlinie Alkalireaktion im Beton, Teil 2: Eigungsnachweis und Überwachung des Zuschlags", in den anderen Gebieten nach dem Bescheid des Instituts für Bautechnik zu verfahren.

Die Fremdüberwachung hinsichtlich der alkalilöslichen Kieselsäure von Zuschlag darf in diesen Fällen nur von solchen fremdüberwachenden Stellen durchgeführt werden, die in dem vom Institut für Bautechnik veröffentlichten Verzeichnis der fremdüberwachenden Stellen besonders hierfür anerkannt sind oder die im Bescheid des Instituts für Bautechnik genannt werden.

Eine Überwachung nach dieser Richtlinie ist in den o.g. Gewinnungsgebieten nicht erforderlich, wenn der Zuschlag mit der Alkaliempfindlichkeitsklasse E III im Sortenverzeichnis und auf dem Lieferschein bezeichnet wird.

### 1.9 Druckfehlerberichtigung

#### Zu DIN 4226 Teil 1

In Abschnitt 7.5.3 muß es in der vorletzten Zeile statt "0,4 Gew.-%" richtig "4,0 Gew.-%" heißen.

#### Zu DIN 4226 Teil 2

Analog zu den Formulierungen in DIN 4226 Teil 1/04.83 muß es lauten:  
in Abschn. 6.1.1, 9. Zeile  
"- Schädliche Bestandteile (nach Abschn. 6.4.1 bis 6.4.5 und Abschn. 6.4.5 a)"

in Abschn. 6.4.6 unter Einfügung der Worte "Beton und" in der 8. Zeile und unter Berücksichtigung einer klareren Gliederung (wie in DIN 4226 Teil 1, Abschn. 7.6.6) ab der 8. Zeile

- a)** bei Zuschlag für Beton und Stahlbeton nach DIN 1045 und Spannbeton nach DIN 4227 Teil 1 (Vorspannung mit nachträglichem Verbund): 0,04 Gew.-%
- b)** bei Zuschlag für Spannbeton nach DIN 4227 Teil 1 (Vorspannung mit sofortigem Verbund): 0,02 Gew.-%"

in der Tabelle 1, Seite 3, in der Kopfleiste von Spalte 1: "Korngruppe/Lieferkörnung".

#### Zu DIN 4226 Teil 3

In Abschn. 3.6.1.2 muß es im 3. Absatz, 3. Zeile, und im 5. Absatz, 8. Zeile, statt " $m_4$ " richtig " $m_6$ " heißen.

**2** Bei der Herstellung von Beton nach DIN 1045 - Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung -, Ausgabe Juli 1988, sind aufgrund der Neuauflage von DIN 4226 die folgenden Bestimmungen zu beachten:

- 2.1** Zu DIN 1045, Abschnitt 6.2.1 - Betonzuschlag; Allgemeine Anforderungen:

Bei Betonzuschlägen wird hinsichtlich der Anforderungen an bestimmte Eigenschaften unterschieden nach Zuschlägen, die

- a) die Regelanforderungen,
- b) erhöhte Anforderungen,
- c) verminderte Anforderungen

erfüllen.

Bei der Festlegung der einschränkenden oder erweiterten Anforderungen sind die in DIN 4226 Teil 1 bzw. Teil 2 in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich bzw. von zusätzlichen Prüfungen genannten Bedingungen zu berücksichtigen.

## 2.2 Zu DIN 1045, Abschnitt 6.3.2 - Betonzusatzstoffe:

Gesteinsmehle dürfen als Betonzusatzstoffe verwendet werden, wenn sie DIN 4226 Teil 1, Abschn. 7.7, genügen und als "Gesteinsmehl nach DIN 4226 als Betonzusatzstoff nach DIN 1045" bezeichnet und gekennzeichnet sind.

### Annex 7.1

## DIN 18 082 Teil 1, Ausgabe Januar 1985

### - Feuerschutzabschlüsse; Stahltüren T 30-1; Bauart A -

Bei Anwendung der Norm DIN 18 082 Teil 1, Ausgabe Januar 1985, ist folgendes zu beachten:

**1** Türen, die nicht dieser Norm entsprechen, dürfen als feuerhemmende Türen nur dann verwendet werden, wenn der Nachweis der Brauchbarkeit nach §§ 21 u. 22 der Landesbauordnung, insbesondere durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, geführt ist.

**2** Konstruktionsbänder, Drücker und Beschläge, die der Norm DIN 18 082 Teil 1 nicht entsprechen, Türschlösser mit hydraulischer Dämpfung, die nicht DIN 18 263 entsprechen, sowie nicht genormte Federbänder dürfen verwendet werden, wenn ihre Eignung für diesen Verwendungszweck durch das Prüfzeugnis einer benannten Prüfstelle nachgewiesen ist.

**3** Zusatzgeräte, die das selbsttätige Schließen der Türen zeitweise verhindern, wie Schließzeitverzögerer oder Feststellanlagen, die infolge Temperaturerhöhung oder Rauch den Feuerschutzabschluß freigeben, dürfen nur dann verwendet werden, wenn der Nachweis der Brauchbarkeit nach §§ 21 u. 22 der Landesbauordnung, insbesondere durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, geführt ist.

### Annex 7.2

## DIN 18 090, Ausgabe Februar 1969

### - Aufzüge; Flügel- und Falttüren für Fahrschächte mit feuerbeständigen Wänden -

## DIN 18 091, Ausgabe Februar 1969

### - Aufzüge; Horizontal- und Vertikal-Schiebetüren für Fahrschächte mit feuerbeständigen Wänden -

## DIN 18 092, Ausgabe Mai 1963

### - Kleinlasten-Aufzüge; Vertikal-Schiebetüren für Fahrschächte mit feuerbeständigen Wänden -

Bei Anwendung der Normen DIN 18 090, DIN 18 091, Ausgabe Februar 1969, und DIN 18 092, Ausgabe Mai 1963, ist folgendes zu beachten:

**1** Eine Übertragung von Feuer und Rauch in andere Geschosse ist nur ausgeschlossen, wenn der Fahrkorb im wesentlichen aus nichtbrennaren Baustoffen (Klasse A) hergestellt ist. Für die Ausbildung des Fahrkorbs gilt Abschn. 1 (einschl. Fußnote 2) der genannten Normen.

**2** Die Schutzwirkung wird nur erfüllt, wenn am oberen Ende des Fahrschachtes Rauchabzugsöffnungen angeordnet sind, die eine Größe von mindestens 2,5 v.H. der Grundfläche des Fahrschachtes, mindestens jedoch von  $0,10 \text{ m}^2$  haben. Die Fläche der Seildurchführung kann auf den Entlüftungsquerschnitt angerechnet werden.

Auf diese Forderungen kann verzichtet werden, wenn ein durch Rauch- und Temperatursensor gesteuerter, auch bei Ausfall der öffentlichen Stromversorgung anspringender Ventilator ausreichender Leistung Rauch und heiße Gase unmittelbar ins Freie befördert. Der Ventilator muß spätestens in Gang gesetzt werden, wenn die Lufttemperatur im Fahrschacht  $70^\circ\text{C}$  erreicht. Dies gilt auch dann, wenn die Aufzugsanlage abgeschaltet ist.

**3** Mehrere Türen nach diesen Normen dürfen nur dann nebeneinander angeordnet werden, wenn sie durch feuerbeständige Bauteile getrennt und an diesen befestigt werden.

**4** Als Kennzeichen der Überwachung ist an jeder Tür ein Schild aus Stahlblech der Größe  $52 \times 105 \text{ mm}$  anzubringen, das erhöht eingeprägt folgende Angaben enthält:

- a) Name des Herstellers
- b) Sitz des Herstellers
- c) Herstellungsjahr
- d) "überwacht durch ...  
(überwachende Stelle)"
- e) Bezeichnung der Tür:  
(z.B. "Fahrschachttür  
DIN 18 090").

**Anlage 3****Verzeichnis der nach § 3 Abs. 1 Satz 3 BauO NW  
bekanntgemachten technischen Regeln (TR)**

- 1 Lastannahmen im Hochbau
- 2 Baustoffe mit Anwendungsvorschriften
  - 2.1 Baustoffe für Wände und Schornsteine
  - 2.2 Deckensteine, Deckenziegel
  - 2.3 Bindemittel
  - 2.4 Mörtel und Beton, Zuschlagstoffe
  - 2.5 Baustähle, Betonstähle
  - 2.6 Baustoffe für Dächer und Abdichtungen
  - 2.7 Holz und Holzwerkstoffe
  - 2.8 Dämmstoffe und Leichtbauplatten
- 3 Fertigbauteile
- 4 Lager
- 5 Berechnungsvorschriften
  - 5.1 Baugrund
  - 5.2 Mauerwerk
  - 5.3 Beton- und Stahlbetonbau
  - 5.4 Metallbau, Verbundbau
  - 5.5 Holzbau
- 6 Brückenbau
- 7 Sonderbauten
- 8 Bautenschutz
  - 8.1 Brandschutz
  - 8.2 Korrosionsschutz
  - 8.3 Wärme-, Schall- und Erschütterungsschutz
  - 8.4 Holzschutz
- 9 Haustechnische Anlagen
  - 9.1 Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen
  - 9.2 Anlagen für wassergefährdende Stoffe
  - 9.3 Heizungs- und Lüftungsanlagen, Feuerungsanlagen
- 10 Verschiedenes

TR	Ausgabe	Bezeichnung	Bekannt- gemacht durch RdErl. vom	Fundstelle	Hinweise	
DIN	1	2	3	4	5	6
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lastannahmen im Hochbau nicht belegt</li> <li>2. <b>Baustoffe mit Anwendungsvorschriften</b> nicht belegt</li> <li>3. <b>Fertigbauteile</b> nicht belegt</li> <li>4. <b>Lager</b> nicht belegt</li> <li>5. <b>Berechnungsvorschriften</b></li> <li>5.1 <b>Baugrund</b> nicht belegt</li> <li>5.2 <b>Mauerwerk</b> nicht belegt</li> <li>5.3 <b>Beton- und Stahlbetonbau</b></li> </ol>				
V 18 932 Teil 1	Okt. 1991	- Eurocode 2 - Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau	27.8.1992	MBI. NW. S. 1408 SMBI. NW. 232342	Einschl. Berichtigungen inhaltlich identisch mit DIN V ENV 1992 Teil 1 – 1; s. Runderlaß vom 27. 8. 1992	
V ENV 206	Okt. 1991	Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis	27.8.1992	MBI. NW. S. 1408 SMBI. NW. 232342		
-	Nov. 1991	Richtlinie zur Anwendung von Eurocode 2; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau	27.8.1992	MBI. NW. S. 1408 SMBI. NW. 232342		
-	Nov. 1991	Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206: Beton: Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis	27.8.1992	MBI. NW. S. 1408 SMBI. NW. 232342		
		<ol style="list-style-type: none"> <li>5.4 <b>Metalbau, Verbundbau</b> nicht belegt</li> <li>5.5 <b>Holzbau</b> nicht belegt</li> <li>6 <b>Brückenbau</b> nicht belegt</li> <li>7 <b>Sonderbauten</b> nicht belegt</li> <li>8 <b>Bautenschutz</b> nicht belegt</li> <li>9 <b>Haustechnische Anlagen</b> nicht belegt</li> <li>10 <b>Verschiedenes</b> nicht belegt</li> </ol>				

232342

**Vornorm  
DIN V 18932  
Teil 1**

Ausz. Oktober 1991  
Eurocode 2;

**Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1:  
Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau**

RdErl. d. Ministeriums für Bauen  
und Wohnen v. 27. 8. 1992 –  
II B 2 – 460.150.2

**1 Die Vornormen**

DIN V 18932 Teil 1 Ausg. Oktober 1991

Eurocode 2; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau

und

DIN V ENV 206 Ausg. Oktober 1991

Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

sowie die

Richtlinie zur Anwendung von Eurocode 2; Ausg. November 1991; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau

und die

Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206; Ausg. November 1991; Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

werden hiermit bekanntgemacht. Die Anwendung der Vornormen unter Berücksichtigung der Richtlinien stellt im Sinne des § 3 Abs. 1 Satz 3 BauO NW eine gleichwertige Lösung dar im Verhältnis zu den Lösungen nach

- DIN 1045 Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung Ausg. Juli 1988 und
- DIN 4227 Teil 1 Spannbeton; Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung Ausg. Juli 1988.

Die wahlweise (optionelle) Anwendung der hiermit bekanntgemachten Regeln löst auch eine Überwachung nach § 24 BauO NW aus.

**2 Bei Anwendung dieser Regeln ist folgendes zu beachten:**

2.1 DIN V 18932 Teil 1, Ausgabe Oktober 1991\*) – als Anlage 1 abgedruckt – darf alternativ zu DIN 1045 bzw. DIN 4227 Teil 1 dem Entwurf, der Berechnung und Bemessung sowie Ausführung von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen zugrunde gelegt werden.

2.2 Bei der Ausführung von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen entsprechend DIN V 18932 Teil 1, Ausgabe Oktober 1991 ist Beton zu verwenden, der

DIN V ENV 206, Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis, Ausgabe Oktober 1990 – als Anlage 2 abgedruckt – entspricht.

2.3 Bei Anwendung von DIN V 18932 Teil 1, Ausgabe Oktober 1991, und DIN V ENV 206, Ausgabe Oktober 1990, sind die als Anlage 3 abgedruckten beiden Richtlinien für die Anwendung europäischer Normen im Betonbau, Fassung November 1991, des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu beachten.

Anlage 1

Anlage 2

Anlage 3

Anlage 4

2.5 Die mit diesem Erlass bekanntgemachten technischen Regeln weichen in ihrer Sprachform von deutschen Regeln der Technik ab; z.B. werden technische Anforderungen sowohl mit „muß“ als auch mit „sollte“ verknüpft.

Das Hilfsverb „muß“ verlangt die Einhaltung der sicherheitstechnischen Forderung; Abweichungen hiervon sind nur in begründeten Fällen zulässig; sie bedürfen meiner Zustimmung im Einzelfall (§ 21 Abs. 2 Satz 2 BauO NW).

Das Hilfsverb „sollte“ beschreibt hier eine üblicherweise einzuhaltende Anforderung, von der allerdings durch Verabredung zwischen dem Aufsteller des Standsicherheitsnachweises und der unteren Bauaufsichtsbehörde bzw. Prüfingenieur für Baustatik abgewichen werden darf; die Abweichung bedarf der Begründung in technischer Hinsicht, löst aber keine Zustimmung im Einzelfall der obersten Bauaufsichtsbehörde aus.

3 Mein RdErl. v. 27. 8. 1992 (MBI. NW. S. 1378/SMBI. NW. 2323) mit den Verzeichnissen der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen und der technischen Regeln, die nach § 3 Abs. 1 Satz 3 als gleichwertige Lösungen bekanntgemacht werden (Verzeichnis TB/TR), erhält in Anlage 3, Abschnitt 5.3 folgende Einfügungen:

3.1 Spalte 1: DIN V 18932  
Teil 1

Spalte 2: Oktober 1991

Spalte 3: Eurocode 2; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau

Spalte 4: 27. 8. 1992

Spalte 5: MBI. NW. S. 1408  
SMBI. NW. 232342

Spalte 6: Berichtigungen

3.2 Spalte 1: DIN V ENV 206

Spalte 2: Oktober 1991

Spalte 3: Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

Spalte 4: 27. 8. 1992

Spalte 5: MBI. NW. S. 1408  
SMBI. NW. 232342

Spalte 6: –

3.3 Spalte 1: –

Spalte 2: November 1991

Spalte 3: Richtlinie zur Anwendung von Eurocode 2; Ausg. November 1991; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau

Spalte 4: 27. 8. 1992

Spalte 5: MBI. NW. S. 1408  
SMBI. NW. 232342

Spalte 6: –

3.4 Spalte 1: –

Spalte 2: November 1991

Spalte 3: Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206; Ausg. November 1991; Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

Spalte 4: 27. 8. 1992

Spalte 5: MBI. NW. S. 1408  
SMBI. NW. 232342

Spalte 6: –

**\*) Hinweis:**

DIN V 18932 Teil 1 (Eurocode 2) ist inzwischen unter Einbeziehung der als Anlage 4 abgedruckten Berichtigungen ohne sonstige Änderungen als DIN V 1992 Teil 1 – 1 im Beuth-Verlag, Berlin, neu erschienen.

DK 693.564 : 691.328.2 : 624.92.012.3/4 : 666.982

Oktober 1991

	<b>Eurocode 2</b> Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau	Vornorm <b>DIN V</b> <b>18 932</b> <small>Teil 1</small>
--	--	---

Eurocode 2; Design of Concrete Structures;  
 Part 1: General Rules and Rules for Buildings

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zu dieser Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

### Nationales Vorwort

Der EUROCODE 2 Teil 1 wurde im Auftrag der Kommission der Europäischen Gemeinschaften aufgestellt und soll als Europäische Vornorm (ENV) durch die europäische Normungsorganisation CEN veröffentlicht werden. Die vorliegende deutsche Fassung von EUROCODE 2 Teil 1 basiert auf einem Entwurf in englischer Sprache von Oktober 1990.

Der Regelungsgegenstand dieses Eurocodes entspricht weitgehend den Abschnitten 12 bis 25 der DIN 1045 für den Entwurf, die Berechnung und die Ausführung von Bauteilen und Tragwerken aus Beton und Stahlbeton und von DIN 4227 Teil 1, Teil 2 und Teil 5 für Spannbetonteile mit voller, beschränkter und teilweiser Vorspannung.

Eine offizielle Fassung ist von CEN noch nicht an seine Mitglieder zur Veröffentlichung verschickt worden, da z. Z. eine Angleichung in den drei offiziellen Sprachfassungen (deutsch, englisch, französisch) erfolgt. Insoweit können sich bei der offiziellen deutschen Sprachfassung noch Änderungen ergeben; es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß mögliche Änderungen, die sich aus der sprachlichen Angleichung ergeben, nur redaktioneller Art sind und keine technischen Festlegungen betreffen.

Bei der Vorbereitung der vorliegenden deutschen Übersetzung wurde, soweit dies möglich war, weitgehend auf die sprachlichen Regelungen und Formulierungen in DIN 1045 zurückgegriffen. Es ist jedoch möglich, daß dieses Vorgehen infolge des eng gesetzten Veröffentlichungstermins von den zuständigen Arbeitsgremien nicht immer eingehalten worden ist. Sollten sich nachträglich wesentliche Brüche in der Durchgängigkeit der Übersetzung ergeben, ist eine Korrektur der Übersetzung bei der Herausgabe der offiziellen Fassung möglich.

Der NABau-Fachbereich „Beton- und Stahlbetonbau/DAfStB“ ist der Meinung, daß aufgrund großen Interesses und häufiger Nachfrage aus den betroffenen Fachkreisen eine Veröffentlichung der vorhandenen deutschen Übersetzung vorab von großer Bedeutung für das zukünftige Normenwerk im Bereich Stahlbeton und Spannbeton und deren Umsetzung in nationale Vorschriften ist.

## DIN V 18 932 Teil 1

**Zitierte Normen und andere Unterlagen**

- EN 10 080\*) Steel for the reinforcement of concrete - Weldable ribbed reinforcing steel B 500 - Technical delivery condition for bars, coils and welded fabric (Betonbewehrungsstahl - Schweißgeeigneter gerippter Betonstahl B 500 - Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Ringe und geschweißte Matten)
- EN 10 138 Teil 1\*) Prestressing steels - Part 1 General requirements (Spannstahl - Teil 1 Allgemeine Anforderungen)
- EN 10 138 Teil 2\*) Prestressing steels - Part 2 Cold drawn wire (Spannstahl - Teil 2 Kaltgezogener Draht)
- EN 10 138 Teil 3\*) Prestressing steels - Part 3 Quenched and tempered wire (Spannstahl - Teil 3 Vergüteter Draht)
- EN 10 138 Teil 4\*) Prestressing steels - Part 4 Strand (Spannstahl - Teil 4 Litzen)
- EN 10 138 Teil 5\*) Prestressing steels - Part 5 Hot rolled and processed steel bars (Spannstahl - Teil 5 Warmgewalzter und vergüteter Stabstahl)
- ENV 206\*\*) Beton - Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis
- Eurocode 8\*) Entwerfen von Tragwerken in Erdbebengebieten
- ISO 1000 SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units (SI-Einheiten und Empfehlungen für die Verwendung ihrer Vielfachen und gewisser anderer Einheiten)
- ISO 4356 Bases for design of structures - Deformations of buildings at the serviceability limit states (Berechnungsgrundlagen für Bauten - Verformungen von Gebäuden im Zustand der Gebrauchstauglichkeit)
- ISO 6701 Teil 1 Building and civil engineering - Vocabulary - Part 1: General terms (Bauwesen und Ingenieurbau - Vokabular - Teil 1: Allgemeine Begriffe)
- ISO 8930 General principles on reliability for structures - List of equivalent terms (Allgemeine Grundsätze für die Zuverlässigkeit von Tragwerken - Liste äquivalenter Begriffe)
- ISO 9690\*) Production and control of concrete. Classification of chemically aggressive environmental conditions affecting concrete (Herstellung und Überwachung von Beton - Klassifizierung von chemisch aggressiven Umweltbedingungen)

\*) z. Z. Entwurf

\*\*) In deutscher Sprache als DIN V ENV 206 veröffentlicht.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>
1.1	Geltungsbereich
1.1.1	Eurocode 2
1.1.2	Eurocode 2 Teil 1
1.1.3	Weitere Teile von Eurocode 2
1.2	Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln
1.3	Annahmen
1.4	Begriffe
1.4.1	Einheitliche Begriffe für alle Eurocodes
1.4.2	Besondere Begriffe in Eurocode 2 Teil 1
1.5	SI-Einheiten
1.6	Einheitliche Formelzeichen und Kurzzeichen für alle Eurocodes
1.6.1	Große lateinische Buchstaben
1.6.2	Kleine lateinische Buchstaben
1.6.3	Kleine griechische Buchstaben
1.6.4	Indizes
1.7	Besondere Formelzeichen und Kurzzeichen im Eurocode 2 Teil 1
1.7.1	Allgemeines
1.7.2	Große lateinische Buchstaben
1.7.3	Kleine lateinische Buchstaben
1.7.4	Griechische Buchstaben

## 2 Grundlagen für die Tragwerksplanung

2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen in den Abschnitt 2.1 bis 2.4 (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
2.1	Grundlegende Anforderungen
2.2	Begriffe und Klasseneinteilung (der Grenzzustände und Einwirkungen)
2.2.1	Grenzzustände und Bemessungssituationen
2.2.1.1	Grenzzustände
2.2.1.2	Bemessungssituationen
2.2.2	Einwirkungen
2.2.2.1	Begriffe und grundsätzliche Klasseneinteilung
2.2.2.2	Charakteristische Werte der Einwirkungen
2.2.2.3	Repräsentative Werte der veränderlichen Einwirkungen
2.2.2.4	Bemessungswerte der Einwirkungen
2.2.2.5	Bemessungswerte der Auswirkungen
2.2.3	Baustoffeigenschaften
2.2.3.1	Charakteristische Werte
2.2.3.2	Bemessungswerte
2.2.4	Geometrische Größen
2.2.5	Laststellungen und Lastfälle
2.3	Anforderungen an die Tragwerksplanung
2.3.1	Allgemeines
2.3.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit
2.3.2.1	Nachweisbedingungen
2.3.2.2	Kombinationen von Einwirkungen
2.3.2.3	Bemessungswerte der ständigen Einwirkungen
2.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände der Tragfähigkeit
2.3.3.1	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen auf Tragwerke
2.3.3.2	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe
2.3.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
2.4	Dauerhaftigkeit
2.5	Schnittgrößenermittlung
2.5.1	Allgemeine Grundlagen
2.5.1.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
2.5.1.1	Allgemeines
2.5.1.2	Lastfälle und Lastkombinationen
2.5.1.3	Imperfektionen
2.5.1.4	Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung
2.5.1.5	Zeitabhängige Wirkungen
2.5.1.6	Bemessung auf der Grundlage von Versuchen
2.5.2	Tragwerksidealisation
2.5.2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
2.5.2.1	Modelle für die Schnittgrößenermittlung am Gesamttragwerk
2.5.2.2	Geometrische Größen
2.5.2.2.1	Mitwirkende Plattenbreite (für alle Grenzzustände)
2.5.2.2.2	Wirksame Stützweite von Balken und Platten
2.5.3	Berechnungsverfahren
2.5.3.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

## DIN V 18 932 Teil 1

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

- 2.5.3.1 Grundlagen
  - 2.5.3.2 Verfahren der Schnittgrößenermittlung
  - 2.5.3.2.1 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
  - 2.5.3.2.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit
  - 2.5.3.3 Vereinfachungen
  - 2.5.3.4 Schnittgrößenermittlung bei Balken und Rahmen
  - 2.5.3.4.1 Zulässige Berechnungsverfahren
  - 2.5.3.4.2 Lineare Berechnung mit oder ohne Umlagerung
  - 2.5.3.4.3 Nichtlineare Berechnung
  - 2.5.3.4.4 Schnittgrößenermittlung auf der Grundlage der Plastizitätstheorie
  - 2.5.3.5 Schnittgrößenermittlung bei Platten
  - 2.5.3.5.1 Anwendungsbereich
  - 2.5.3.5.2 Ermittlung der Beanspruchungen
  - 2.5.3.5.3 Zulässige Berechnungsverfahren
  - 2.5.3.5.4 Lineare Berechnung mit oder ohne Umlagerung
  - 2.5.3.5.5 Berechnungsverfahren nach der Plastizitätstheorie
  - 2.5.3.5.6 Numerische Verfahren der nichtlinearen Berechnung
  - 2.5.3.5.7 Schnittgrößenermittlung bei vorgespannten Platten
  - 2.5.3.6 Schnittgrößenermittlung bei Wänden und in ihrer Ebene beanspruchten Scheiben
  - 2.5.3.6.1 Zulässige Berechnungsverfahren
  - 2.5.3.6.2 Lineare Berechnung
  - 2.5.3.6.3 Berechnung nach der Plastizitätstheorie
  - 2.5.3.6.4 Nichtlineare Berechnung
  - 2.5.3.7 Konsolen, wandartige Träger und Verankerungsbereiche für Spannkräfte bei nachträglichem Verbund
  - 2.5.3.7.1 Allgemeines
  - 2.5.3.7.2 Konsolen
  - 2.5.3.7.3 Wandartige Träger
  - 2.5.3.7.4 Bereiche mit konzentrierter Krafeinleitung
  - 2.5.4 Auswirkungen einer Vorspannung
  - 2.5.4.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 2.5.4.1 Allgemeines
  - 2.5.4.2 Ermittlung der Vorspannkraft
  - 2.5.4.3 Auswirkungen der Vorspannung unter Gebrauchsbedingungen
  - 2.5.4.4 Auswirkungen der Vorspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit
  - 2.5.4.4.1 Lineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung
  - 2.5.4.4.2 Nichtlineare oder auf der Plastizitätstheorie beruhende Verfahren der Schnittgrößenermittlung
  - 2.5.4.4.3 Querschnittsbemessung
  - 2.5.5 Auswirkungen des zeitabhängigen Betonverhaltens
  - 2.5.5.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 2.5.5.1 Allgemeines
- 3 Baustoffeigenschaften
- 3.1 Beton
  - 3.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 3.1.1 Allgemeines
  - 3.1.2 Normalbeton
  - 3.1.2.1 Begriffsbestimmung
  - 3.1.2.2 Druckfestigkeit des Betons
  - 3.1.2.3 Zugfestigkeit
  - 3.1.2.4 Betonfestigkeitsklassen
  - 3.1.2.5 Verformungseigenschaften
  - 3.1.2.5.1 Spannungsdehnungslinie
  - 3.1.2.5.2 Elastizitätsmodul
  - 3.1.2.5.3 Querdehnzahl
  - 3.1.2.5.4 Wärmedehnzahl
  - 3.1.2.5.5 Kriechen und Schwinden
  - 3.2 Betonstahl
  - 3.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 3.2.1 Allgemeines
  - 3.2.2 Klasseneinteilung und Geometrie
  - 3.2.3 Physikalische Eigenschaften
  - 3.2.4 Mechanische Eigenschaften
  - 3.2.4.1 Festigkeit
  - 3.2.4.2 Duktilitätsmerkmale
  - 3.2.4.3 Elastizitätsmodul
  - 3.2.4.4 Ermüdung
  - 3.2.5 Werkstoffeigenschaften

**Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)**

- 3.2.5.1 Verbund und Verankerung
- 3.2.5.2 Schweißbarkeit
- 3.3 Spannstahl
- 3.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 3.3.1 Allgemeines
  - 3.3.2 Klasseneinteilung und Geometrie
  - 3.3.3 Physikalische Eigenschaften
  - 3.3.4 Mechanische Eigenschaften
    - 3.3.4.1 Festigkeit
    - 3.3.4.2 Spannungsdehnungslinie
    - 3.3.4.3 Duktilitätsmerkmale
    - 3.3.4.4 Elastizitätsmodul
    - 3.3.4.5 Ermüdung
    - 3.3.4.6 Mehrachzige Spannungszustände
    - 3.3.5 Werkstoffeigenschaften
    - 3.3.5.1 Oberflächenbeschaffenheit
    - 3.3.5.2 Relaxation
    - 3.3.5.3 Empfindlichkeit gegen Spannungsrißkorrosion
  - 3.4 Spannglieder
    - 3.4.1 Verankerungen und Kopplungen
      - 3.4.1.1 Allgemeines
      - 3.4.1.2 Mechanische Eigenschaften
      - 3.4.1.2.1 Verankerte Spannglieder
      - 3.4.1.2.2 Verankerungsvorrichtungen und Verankerungsbereiche
    - 3.4.2 Spannkanäle und Hüllrohre
      - 3.4.2.1 Allgemeines
- 4 Bemessung von Querschnitten und Bauteilen
  - 4.1 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit
    - 4.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe Abschnitte 1.6 und 1.7)
    - 4.1.1 Allgemeines
    - 4.1.2 Einwirkungen
      - 4.1.2.1 Allgemeines
      - 4.1.2.2 Umweltbedingungen
      - 4.1.2.3 Chemischer Angriff
      - 4.1.2.4 Physikalische Angriffe
      - 4.1.2.5 Indirekte Einwirkung
      - 4.1.3 Bemessung
        - 4.1.3.1 Allgemeines
        - 4.1.3.2 Bemessungskriterien
        - 4.1.3.3 Betondeckung
        - 4.1.4 Baustoffe
        - 4.1.5 Bauausführung
      - 4.2 Bemessungswerte
        - 4.2.1 Beton
          - 4.2.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
          - 4.2.1.1 Allgemeines
          - 4.2.1.2 Physikalische Eigenschaften
          - 4.2.1.3 Mechanische Eigenschaften
            - 4.2.1.3.1 Festigkeit
            - 4.2.1.3.2 Elastizitätsmodul
            - 4.2.1.3.3 Spannungsdehnungslinien
            - 4.2.1.4 Zeitabhängiges Verhalten
          - 4.2.2 Stahlbeton
            - 4.2.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen
            - 4.2.2.1 Betonstahl, allgemein
            - 4.2.2.2 Physikalische Eigenschaften des Betonstahls
            - 4.2.2.3 Mechanische Eigenschaften des Betonstahls
              - 4.2.2.3.1 Festigkeit
              - 4.2.2.3.2 Spannungsdehnungslinie
              - 4.2.2.3.3 Ermüdung
              - 4.2.2.4 Technologische Eigenschaften von Betonstahl
            - 4.2.2.4.1 Verbund und Verankerung
            - 4.2.2.4.2 Schweißbarkeit (siehe Abschnitt 3.2.5.2)
            - 4.2.3 Spannbeton
              - 4.2.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6, 1.7 und 2.5.4.0)
              - 4.2.3.1 Spannstahl, allgemein
              - 4.2.3.2 Physikalische Eigenschaften des Spannstahls
              - 4.2.3.3 Mechanische Eigenschaften des Spannstahls
                - 4.2.3.3.1 Festigkeit

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

- 4.2.3.3.2 Elastizitätsmodul
- 4.2.3.3.3 Spannungsdehnungslinien
- 4.2.3.3.4 Duktilität
- 4.2.3.3.5 Ermüdung
- 4.2.3.3.6 Mehrachsigter Spannungszustand
- 4.2.3.3.7 Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern
- 4.2.3.4 Technologische Eigenschaften als Spannstahl
- 4.2.3.4.1 Relaxation
- 4.2.3.4.2 Empfindlichkeit gegen Spannungsrißkorrosion
- 4.2.3.4.3 Temperaturabhängiges Verhalten
- 4.2.3.5 Planung von Bauteilen aus vorgespanntem Beton
- 4.2.3.5.1 Allgemeines
- 4.2.3.5.2 Mindestfestigkeitsklasse für vorgespannten Normalbeton
- 4.2.3.5.3 Mindestanzahl von Spanngliedern in Einzelbauteilen
- 4.2.3.5.4 Anfängliche Vorspannkraft
- 4.2.3.5.5 Spannkraftverluste
- 4.2.3.5.6 Verankerungsbereiche von Spanngliedern mit sofortigem Verbund
- 4.2.3.5.7 Verankerungsbereich bei Spanngliedern mit nachträglichem Verbund
- 4.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit
  - 4.3.1 Grenzzustände der Tragfähigkeit für Biegung mit Längskraft
  - 4.3.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 4.3.1.1 Allgemeines
  - 4.3.1.2 Bemessungswert der aufnehmbaren Schnittgrößen von Balken unter Biegung mit Längskraft
  - 4.3.1.3 Versagen ohne Vorankündigung und scheinbare Überfestigkeiten
  - 4.3.2 Querkraft
  - 4.3.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
  - 4.3.2.1 Allgemeines
  - 4.3.2.2 Bemessungsverfahren für Querkraft
  - 4.3.2.3 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Schubbewehrung ( $V_{Sd} \leq V_{Rd1}$ )
  - 4.3.2.4 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Schubbewehrung ( $V_{Sd} > V_{Rd1}$ )
  - 4.3.2.4.1 Allgemeines
  - 4.3.2.4.2 Bauteile mit konstanter Dicke
  - 4.3.2.4.3 Standardverfahren
  - 4.3.2.4.4 Verfahren mit veränderlicher Druckstrebenniegung
  - 4.3.2.4.5 Bauteile mit veränderlicher Höhe
  - 4.3.2.4.6 Bauteile mit geneigten Spanngliedern
  - 4.3.2.5 Schub zwischen Balkensteg und Gurt
  - 4.3.3 Torsion
    - 4.3.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
    - 4.3.3.1 Reine Torsion
    - 4.3.3.2 Kombinierte Beanspruchung aus Einwirkungen
    - 4.3.3.2.1 Allgemeines Verfahren
    - 4.3.3.2.2 Vereinfachtes Verfahren
    - 4.3.3.3 Wölbkrafttorsion
    - 4.3.4 Durchstanzen
      - 4.3.4.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
      - 4.3.4.1 Allgemeines
      - 4.3.4.2 Anwendungsbereich und Begriffe
      - 4.3.4.2.1 Lasteinleitungsfäche
      - 4.3.4.2.2 Kritischer Rundschnitt
      - 4.3.4.2.3 Kritische Fläche
      - 4.3.4.2.4 Kritischer Querschnitt
      - 4.3.4.3 Verfahren für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen
      - 4.3.4.4 Platten mit veränderlicher Dicke
      - 4.3.4.5 Querkrafttragfähigkeit
      - 4.3.4.5.1 Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung
      - 4.3.4.5.2 Platten mit Durchstanzbewehrung
      - 4.3.4.5.3 Mindestbemessungsmomente für Platten-Stützen-Verbindungen bei ausmittiger Belastung
    - 4.3.5 Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge Tragwerksverformungen (Knick sicherheitsnachweis)
      - 4.3.5.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
      - 4.3.5.1 Anwendungsbereich und Begriffe
      - 4.3.5.2 Nachweisverfahren
      - 4.3.5.3 Einteilung der Tragwerke und Tragwerksteile
        - 4.3.5.3.1 Allgemeines
        - 4.3.5.3.2 Aussteifende Bauteile und ausgesteifte Tragwerke
        - 4.3.5.3.3 Unverschiebbliche Tragwerke
        - 4.3.5.3.4 Einzeldruckglieder
        - 4.3.5.3.5 Schlankheit von Einzeldruckgliedern
        - 4.3.5.4 Imperfektionen
        - 4.3.5.5 Besondere Angaben für unterschiedliche Tragsarten
        - 4.3.5.5.1 Unverschiebbliche Rahmen

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

- 4.3.5.5.2 Verschiebbare Rahmen
- 4.3.5.5.3 Einzeldruckglieder
- 4.3.5.6 Vereinfachte Bemessungsverfahren für Einzeldruckglieder
- 4.3.5.6.1 Allgemeines
- 4.3.5.6.2 Gesamtausmitte
- 4.3.5.6.3 Modellstützenverfahren
- 4.3.5.6.4 Druckglieder mit zweiachsigem Lastausmitte
- 4.3.5.7 Kippenschanker Träger
- 4.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
- 4.4.0 Allgemeines
- 4.4.0.1 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
- 4.4.0.2 Anwendungsbereich
- 4.4.1 Begrenzung der Spannungen unter Gebrauchsbedingungen
- 4.4.1.1 Grundlagen
- 4.4.1.2 Nachweis der Spannung
- 4.4.2 Grenzzustände der Rißbildung
- 4.4.2.1 Allgemeines
- 4.4.2.2 Mindestbewehrung
- 4.4.2.3 Beschränkung der Rißbildung ohne direkte Berechnung
- 4.4.2.4 Berechnung der Rißbreite
- 4.4.3 Grenzzustände der Verformung
- 4.4.3.1 Grundlagen
- 4.4.3.2 Fälle, in denen auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden kann
- 4.4.3.3 Rechnerischer Nachweis der Durchbiegungen
  
- 5 Bauliche Durchbildung
- 5.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
- 5.1 Allgemeines
- 5.2 Betonstahl
- 5.2.1 Allgemeine Bewehrungsregeln
- 5.2.1.1 Stababstände
- 5.2.1.2 Zulässige Krümmungen
- 5.2.2 Verbund
- 5.2.2.1 Verbundbedingungen
- 5.2.2.2 Verbundspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit
- 5.2.2.3 Grundsatz der Verankerungslänge
- 5.2.3 Verankerungen
- 5.2.3.1 Allgemeines
- 5.2.3.2 Verankerungarten
- 5.2.3.3 Querbewehrung parallel zur Betonoberfläche
- 5.2.3.4 Erforderliche Verankerungslänge
- 5.2.3.4.1 Stäbe und Drähte
- 5.2.3.4.2 Betonstahlmatten aus Rippenstäben
- 5.2.3.4.3 Betonstahlmatten aus glatten Stäben
- 5.2.3.5 Verankerung mit Ankerkörpern
- 5.2.4 Stöße
- 5.2.4.1 Übergreifungsstöße von Stäben oder Drähten
- 5.2.4.1.1 Anordnung der Übergreifungsstöße
- 5.2.4.1.2 Querbewehrung
- 5.2.4.1.3 Übergreifungslänge
- 5.2.4.2 Stöße bei geschweißten Betonstahlmatten aus Rippenstäben
- 5.2.4.2.1 Stöße der Hauptbewehrung
- 5.2.4.2.2 Stöße der Querbewehrung
- 5.2.5 Verankerung von Bügeln und Schubbewehrung
- 5.2.6 Zusätzliche Regeln für Rippenstäbe mit Nenndurchmessern größer als [32] mm
- 5.2.6.1 Bauliche Durchbildung
- 5.2.6.2 Verbund
- 5.2.6.3 Verankerungen und Stöße
- 5.2.7 Stabbündel aus Rippenstäben
- 5.2.7.1 Allgemeines
- 5.2.7.2 Verankerungen und Stöße
- 5.3 Spannglieder
- 5.3.1 Anordnung der Spannglieder
- 5.3.2 Betondeckung
- 5.3.3 Waagerechter und lotrechter Abstand
- 5.3.3.1 Vorspannung mit sofortigem Verbund
- 5.3.3.2 Nachträgliche Vorspannung
- 5.3.4 Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern
- 5.4 Bauteile
- 5.4.1 Stützen, Druckglieder

## DIN V 18 932 Teil 1

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

- 5.4.1.1 Mindestabmessungen
- 5.4.1.2 Längs- und Querbewehrung
- 5.4.1.2.1 Längsbewehrung
- 5.4.1.2.2 Querbewehrung
- 5.4.2 Balken
- 5.4.2.1 Längsbewehrung
- 5.4.2.1.1 Mindest- und Höchstbewehrungsgehalt
- 5.4.2.1.2 Weitere Angaben zur bauliche Durchbildung
- 5.4.2.1.3 Länge der Längszugbewehrung
- 5.4.2.1.4 Verankerung der Feldbewehrung an einem Endauflager
- 5.4.2.1.5 Verankerung unten liegender Bewehrung an Zwischenauflagern
- 5.4.2.2 Schubbewehrung
- 5.4.2.3 Torsionsbewehrung
- 5.4.2.4 Hautbewehrung
- 5.4.3 Auf der Baustelle betonierte Vollplatten
- 5.4.3.1 Mindestdicke
- 5.4.3.2 Biegebewehrung
- 5.4.3.2.1 Allgemeines
- 5.4.3.2.2 Bewehrung von Platten an Auflagern
- 5.4.3.2.3 Eckbewehrung
- 5.4.3.2.4 Bewehrung von freien Rändern
- 5.4.3.3 Schubbewehrung
- 5.4.4 Konsolen
- 5.4.5 Wandartige Träger
- 5.4.6 Verankerungsbereiche für Vorspannkräfte bei nachträglichem Verbund
- 5.4.7 Stahlbetonwände
- 5.4.7.1 Allgemeines
- 5.4.7.2 Lotrechte Bewehrung
- 5.4.7.3 Waagerechte Bewehrung
- 5.4.7.4 Querbewehrung
- 5.4.8 Sonderfälle
- 5.4.8.1 Teilflächenbelastung
- 5.4.8.2 Umlenkkräfte
- 5.4.8.3 Indirekte Auflager
- 5.5 Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen
- 5.5.1 Ringanker
- 5.5.2 Bemessung von Ringankern
- 5.5.3 Durchlaufwirkung und Verankerung

## 6 Bauausführung

- 6.1 Zweck
- 6.2 Maßabweichungen
- 6.2.1 Maßabweichungen – Allgemeines
- 6.2.2 Maßabweichungen in bezug auf die Tragsicherheit
- 6.2.3 Maßabweichungen für die Betondeckung
- 6.2.4 Maßabweichungen bei der Bauausführung
- 6.3 Ausführungsregeln
- 6.3.1 Beton
- 6.3.2 Schalung und Lehrgerüst
- 6.3.2.1 Grundlegende Anforderungen
- 6.3.2.2 Oberflächenbeschaffenheit
- 6.3.2.3 Vorübergehende Hilfsvorrichtungen für die Bauausführung
- 6.3.2.4 Ausschalen und Ausrüsten
- 6.3.3 Betonstahl
- 6.3.3.1 Grundlegende Anforderungen
- 6.3.3.2 Transport, Lagerung und Herstellung der Bewehrung
- 6.3.3.3 Schweißen
- 6.3.3.4 Stöße
- 6.3.3.5 Herstellung, Zusammenbau und Einbau der Bewehrung
- 6.3.4 Spannstahl
- 6.3.4.1 Grundlegende Anforderungen
- 6.3.4.2 Transport und Lagerung der Spannglieder
- 6.3.4.3 Herstellung der Spannglieder
- 6.3.4.4 Einbau der Spannglieder
- 6.3.4.5 Spannvorgang
- 6.3.4.5.1 Spannen mit sofortigem Verbund
- 6.3.4.5.2 Spannen mit nachträglichem Verbund
- 6.3.4.6 Verpressen und andere Schutzmaßnahmen
- 6.3.4.6.1 Allgemeines
- 6.3.4.6.2 Zementmörtel

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

- 6.3.4.6.3 Anweisungen für die Baustelle
- 6.3.4.6.4 Verpreßvorgänge
- 6.3.4.6.5 Abdichten
- 6.3.4.6.6 Andere Schutzmaßnahmen

**7 Güteüberwachung**

- 7.1 Geltungsbereich und Ziel
- 7.2 Einteilung der Überwachungsmaßnahmen
- 7.2.1 Allgemeines
- 7.2.2 Eigenüberwachung
- 7.2.3 Fremdüberwachung
- 7.2.4 Konformitätskontrolle
- 7.3 Nachweissysteme
- 7.4 Überwachung von Planung und Ausführung
- 7.5 Überwachung der Tragwerksplanung
- 7.6 Überwachung von Herstellung und Ausführung
- 7.6.1 Überwachungsziel
- 7.6.2 Ziel der Kontrollen während der Herstellung und Ausführung
- 7.6.3 Überwachungsschritte bei Herstellung und Ausführung
- 7.6.4 Eignungsprüfungen
- 7.6.5 Prüfungen während der Bauausführung
- 7.6.5.1 Allgemeine Forderungen
- 7.6.5.2 Abnahmekontrollen für Baustellenzulieferungen
- 7.6.5.3 Kontrollen vor dem Betonieren und während des Spannens
- 7.6.6 Konformitätskontrolle
- 7.7 Überwachung und Unterhaltung des fertiggestellten Bauwerks

**Anhang 1 Zusätzliche Hinweise zur Ermittlung der Auswirkung zeitabhängiger Betonverformungen**

- A 1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
- A 1.1 Angaben zu zeitabhängigen Einflüssen
- A 1.1.1 Allgemeines
- A 1.1.2 Kriechen
- A 1.1.3 Schwinden
- A 1.2 Zusätzliche Bemessungsmethoden

**Anhang 2 Nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung**

- A 2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
- A 2.1 Allgemeines
- A 2.2 Verfeinerter Berechnungsansatz für stabförmige Bauteile bei Biegung mit oder ohne Längskraft
- A 2.3 Näherungsverfahren für stabförmige Bauteile
- A 2.4 Berechnungsverfahren nach der Plastizitätstheorie für stabförmige Bauteile
- A 2.5 Nichtlineare Berechnungsansätze und Berechnungsansätze nach der Plastizitätstheorie für vorgespannte stabförmige Bauteile
- A 2.5.1 Nichtlineare Berechnung
- A 2.5.2 Berechnung nach der Plastizitätstheorie
- A 2.6 Numerische Berechnungsverfahren für Platten
- A 2.7 Nichtlineare Berechnung von Wänden und Scheiben
- A 2.8 Bewehrung in Platten
- A 2.9 Bewehrung in Scheiben und Wänden

**Anhang 3 Ergänzende Hinweise zu den durch Tragwerksverformungen hervorgerufenen Grenzzustände der Tragfähigkeit**

- A 3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
- A 3.1 Nachweisverfahren
- A 3.2 Unverschiebbliche Tragwerke
- A 3.3 Aussteifende Bauteile in ausgesteiften Tragwerken
- A 3.4 Besondere Hinweise
- A 3.5 Verschiebbliche Rahmen

**Anhang 4 Rechnerische Ermittlung von Tragwerksverformungen**

- A 4.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)
- A 4.1 Allgemeines
- A 4.2 Anforderungen an für die Verformungsberechnung
- A 4.3 Berechnungsverfahren

## DIN V 18 932 Teil 1

**1 Einleitung****1.1 Geltungsbereich****1.1.1 Eurocode 2**

- P (1) Eurocode 2 gilt für die Tragwerksplanung von Bauwerken des Hoch- und Ingenieurbaus aus unbewehrtem Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Er ist in einzelne Teile untergliedert (siehe Abschnitte 1.1.2 und 1.1.3).
- P (2) Eurocode 2 behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragsicherheit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit von Tragwerken. Andere Anforderungen, z. B. an den Wärme- und Schallschutz werden nicht behandelt.
- P (3) Die Bauausführung<sup>1)</sup> ist nur soweit behandelt, wie dies zur Festlegung der Qualitätsanforderungen an die verwendenden Baustoffe oder Bauerzeugnisse oder an die Bauausführung auf der Baustelle notwendig ist, damit die Annahmen für die Tragwerksplanung erfüllt werden. Die Bauausführung ist in den Abschnitten 6 und 7 behandelt. Deren Inhalt ist als Mindestanforderung anzusehen, der für spezielle Arten von Bauwerken<sup>1)</sup> sowie Bauverfahren<sup>1)</sup> erweitert werden muß.
- P (4) Eurocode 2 behandelt nicht die besonderen Anforderungen an die Bemessung erdbebengefährdeter Bauwerke. Festlegungen zu entsprechenden Anforderungen sind in Eurocode 8 "Planung von Tragwerken in Erdbebengebieten"<sup>2)</sup> enthalten, der sich in Übereinstimmung mit Eurocode 2 befindet und diesen ergänzt.
- P (5) Für die Berechnung erforderliche Zahlenwerte für Einwirkungen auf Bauwerke sind in Eurocode 2 nicht angegeben. Für sie ist ein gesonderter Eurocode "Einwirkungen auf Bauten"<sup>2)</sup> vorgesehen, der für Bauwerke unterschiedlicher Bauarten gilt.

**1.1.2 Eurocode 2 Teil 1**

- P (1) Eurocode 2 Teil 1 enthält allgemeine Grundlagen für die Tragwerksplanung von Bauwerken des Hoch- und Ingenieurbaus aus Stahlbeton oder Spannbeton mit Normalzuschlägen (siehe Abschnitt 1.1.3 mit ergänzenden Teilen für besondere Bauverfahren, Baustoffe und Bauwerksarten).
- P (2) Teil 1 enthält weiterhin detaillierte Regeln, die hauptsächlich für Bauten des üblichen Hochbaus anwendbar sind. Die Anwendbarkeit dieser Regeln darf aus baupraktischen Gründen oder Vereinfachungsgründen eingeschränkt sein; ihre Anwendung und mögliche Einschränkungen sind, wenn erforderlich, im Text erläutert.
- P (3) Die folgenden Gebiete werden in Teil 1 behandelt:

- Abschnitt 1 : Einleitung
- Abschnitt 2 : Grundlagen für die Tragwerksplanung
- Abschnitt 3 : Baustoffeigenschaften
- Abschnitt 4 : Bemessung von Querschnitten und Bauteilen
- Abschnitt 5 : Bauliche Durchbildung
- Abschnitt 6 : Bauausführung
- Abschnitt 7 : Güteüberwachung
- Anhang 1 : Zusätzliche Hinweise zur Ermittlung der Auswirkungen zeitabhängiger Betonverformungen
- Anhang 2 : Nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung
- Anhang 3 : Zusätzliche Hinweise zu den durch Tragwerksverformungen hervorgerufenen Grenzzuständen der Tragfähigkeit
- Anhang 4 : Rechnerische Ermittlung von Tragwerksverformungen

P (4) Die Abschnitte 1 und 2 stimmen in allen Eurocodes überein mit Ausnahme einiger zusätzlicher Absätze, die für Betonbauwerke erforderlich sind.

P (5) Teil 1 behandelt nicht:

- Feuerwiderstand,
- Besonderheiten bestimmter Gebäude (z. B. Hochhäuser),

<sup>1)</sup> Bedeutung dieser Begriffe siehe Abschnitt 1.4.1 P (2)

<sup>2)</sup> z. Z. Entwurf

- Besonderheiten bestimmter Ingenieurbauwerke (z. B. Viadukte, Brücken, Dämme, Druckbehälter, Offshore-Plattformen oder Flüssigkeitsbehälter),
- Bauteile aus Beton mit haufwerksporigem Gefüge und Porenbeton sowie Bauteile, die aus Schwerzuschlägen hergestellt sind oder mittragenden Baustahl enthalten (siehe Eurocode 4 "Verbundkonstruktionen").

### 1.1.3 Weitere Teile von Eurocode 2

- P (1) Der Teil 1 von Eurocode 2 wird durch Teile erweitert, die den Teil 1 ergänzen und präzisieren. Dies gilt hinsichtlich besonderer Planungsaspekte für spezielle Bauwerke des Hoch- und Ingenieurbaus, spezielle Bauverfahren sowie Fragen der Tragwerksplanung von allgemeiner praktischer Bedeutung.
- P (2) Weitere Teile von Eurocode 2, die z. Z. bearbeitet oder geplant werden, enthalten die folgenden Sachgebiete (aufgeteilt in zwei unterschiedliche Kategorien):

Teil 1 A Unbewehrte oder schwach bewehrte Betonkonstruktionen

Teil 1 B Fertigteile

Teil 1 C Verwendung von Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge

Teil 1 D Verwendung von Spanngliedern ohne Verbund und von extern angeordneten Spanngliedern.

Teil 1 E

Teil X Feuerwiderstand von Betonbauwerken

Teil 2 Stahlbeton- und Spannbetonbrücken

Teil 3 Betonfundamente und -pfahigründungen

Teil 4 Flüssigkeitsbehälter

Teil 5 Bauwerke mit kurzer Nutzungsdauer, Fliegende Bauten

Teil 6 Massige Bauwerke des Hoch- und Ingenieurbaus

### 1.2 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

- P (1) In diesem Eurocode wird in Abhängigkeit vom Charakter der einzelnen Abschnitte zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln unterschieden.
- P (2) Die Prinzipien enthalten:
- Allgemeine Festlegungen und Angaben, die unbedingt einzuhalten sind,
  - Anforderungen und Rechenmodelle, für die keine Abweichungen erlaubt sind, sofern dies nicht ausdrücklich angegeben ist.
- P (3) Die Prinzipien sind durch den Buchstaben P gekennzeichnet.
- P (4) Die Anwendungsregeln sind allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen und deren Anforderungen erfüllen.
- P (5) Abweichende Anwendungsregeln sind zulässig, wenn sie mit den maßgebenden Prinzipien übereinstimmen und bezüglich der nach diesem Eurocode erzielten Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit zumindest gleichwertig sind.
- P (6) Die Anwendungsregeln sind nach rechts eingerückt.

### 1.3 Annahmen

- P (1) Es gelten die folgenden Annahmen:

- Tragwerke werden von hinreichend qualifiziertem und erfahrenem Personal geplant.
- Sachgerechte Aufsicht und Güteüberwachung in den Herstellerwerken, den Produktionsstätten und auf den Baustellen wird sichergestellt.
- Das für die Bauausführung zuständige Personal verfügt über ausreichende Kenntnis und Erfahrung.
- Die Verwendung von Baustoffen und Erzeugnissen erfolgt entsprechend den Angaben in diesem Eurocode oder anderen maßgebenden Unterlagen für Baustoffe oder Erzeugnisse.
- Die Bauwerke werden sachgemäß unterhalten.
- Die Bauwerke werden entsprechend den Planungsannahmen genutzt.

## DIN V 18 932 Teil 1

- P (2) Die Bemessungsverfahren sind nur dann gültig, wenn die Anforderungen an die Bauausführung nach den Abschnitten 6 und 7 erfüllt werden.
- P (3) Die in    gesetzten Zahlenwerte sind als Richtwerte anzusehen. Andere Werte können von den Mitgliedsstaaten festgelegt werden.

**1.4 Begriffe****1.4.1 Einheitliche Begriffe für alle Eurocodes**

- P (1) Sofern im folgenden nichts anderes gesagt wird, werden die Begriffe nach ISO 8930 angewendet.
- P (2) Folgende Begriffe werden einheitlich in allen Eurocodes mit der folgenden Bedeutung gebraucht:
- **Bauwerk:** Alles was baulich erstellt wird oder von Bauarbeiten herrührt.<sup>3)</sup> Dieser Begriff beinhaltet sowohl Gebäude als auch Ingenieurbauwerke. Er bezieht sich auf das vollständige Bauwerk, das sowohl tragende als auch nichttragende Teile enthält.
  - **Ausführung:** Die Tätigkeit des Erstellens eines Gebäudes oder eines Ingenieurbauwerks. Der Begriff beinhaltet die Arbeiten auf der Baustelle; er kann auch die Herstellung von Bauteilen außerhalb der Baustelle sowie ihren anschließenden Einbau auf der Baustelle bezeichnen.
- Hinweis: im Englischen wird auch der Begriff "Construction" in einigen Wortverbindungen verwendet, wenn Mißverständnisse ausgeschlossen sind (z. B. "during construction", d. h. während der Bauausführung).
- **Tragwerk:** Planmäßige Anordnung miteinander verbundener Teile, die so entworfen ist, daß sie ein bestimmtes Maß an Widerstandsfähigkeit aufweist.<sup>4)</sup> Dieser Ausdruck bezieht sich auf lastabtragende Teile.
  - **Art des Bauwerks:** Gibt seine beabsichtigte Nutzung an, z. B. Wohnhaus, Industriegebäude, Straßenbrücke.
- Hinweis: der Begriff "Type of construction works" wird im Englischen nicht verwendet.
- **Art des Tragwerks:** Bezeichnet die Anordnung tragender Bauteile, z. B. Balken, Fachwerk, Bogen, Hängebrücke.
  - **Baustoff:** Der in dem Bauwerk verwendete Werkstoff, z. B. Beton, Stahl, Holz, Mauerwerk.
  - **Bauart:** Gibt die hauptsächlich verwendeten tragenden Baustoffe an, z. B. Stahlbetonbau, Stahlbau, Holzbau, Mauerwerksbau.
  - **Bauverfahren:** Art und Weise, in der das Bauwerk ausgeführt wird, z. B. Ortbetonbau, Betonfertigteilbau, Freivorbau.
  - **Tragsystem:** Die tragenden Elemente eines Bauwerks und die Art und Weise, in welcher diese Teile ihre vorgesehene Funktion im Tragmodell erfüllen.

- P (3) Einander entsprechende Begriffe in den Sprachen der Gemeinschaft sind in Tabelle 1.1 angegeben.

**1.4.2 Besondere Begriffe in Eurocode 2 Teil 1**

- P (1) Unbewehrte oder schwach bewehrte Betonbauteile. Bewehrte Betonbauteile, deren Biegebelebewehrungsgrad unter den Mindestwerten nach Abschnitt 5.4 liegt, sollten im allgemeinen wie unbewehrter Beton gemäß Eurocode 2 Teil 1 A behandelt werden.
- P (2) Spannglieder ohne Verbund und extern angeordnete Spannglieder. Für nachträglich vorgespannte Bauteile, in denen die Spannglieder dauernd unverpreßt liegen, und für Spannglieder, die außerhalb des Betonquerschnitts geführt werden (und nach dem Vorspannen im Beton eingebettet werden oder eine Schutzzumantelung haben). Sollte die Bemessung nach den Festlegungen von Eurocode 2 Teil 1 D durchgeführt werden. Wenn die Spannglieder während des Bauens zeitweise unverpreßt bleiben, sind die Festlegungen nach Teil 1 anzuwenden.

<sup>3)</sup> Definition nach ISO 6707 Teil 1

<sup>4)</sup> ISO 6707 Teil 1 gibt die gleiche Definition, fügt jedoch hinzu, "oder ein Bauwerk, das eine entsprechende Zuordnung hat". Für die Eurocodes wird dieser Zusatz nicht gebraucht, um mehrdeutige Übersetzungen zu vermeiden.

Tabelle 1.1 Liste äquivalenter Begriffe

Englisch	Französisch	Deutsch	Italienisch	Niederländisch	Spanisch
Construction works	Construction	Bauwerk	Costruzione	Bouwwerk	Construcción
Execution	Execution	(Bau-)Ausführung	Esecuzione	Uitvoering	Ejecución
Structure	Structure	Tragwerk	Struttura	Draagconstructie	Estructura
Type of building or civil engineering works	Nature de construction	Art des Bauwerks	Tipo di costruzione	Type bouwwerk	Naturaleza de la construcción
Form of structure	Type de structure	Art des Tragwerks	Tipo di struttura	Type draagconstructie	Tipo de estructura
Construction material	Matiere de construction	Baustoff; Werkstoff (Stahlbau)	Materiale da costruzione	Constructie materiaal	Material de construcción
Type of construction	Mode de construction	Bauart	Sistema costruttivo	Bouwwijze	Modo de construcción
Method of construction	Procede d'execution	Bauverfahren	Procedimento esecutivo	Bouwmethode	Procedimiento de ejecución
Structural system	Systeme structural	Tragsystem	Sistema strutturale	Constructief systeem	Sistema estructural

## 1.5 SI-Einheiten

P (1) SI-Einheiten sind in Übereinstimmung mit ISO 1000 anzuwenden.

(2) Für Berechnungen werden die folgenden Einheiten empfohlen:

- Kräfte und Lasten : kN, kN/m, kN/m<sup>2</sup>
- Dichte : kg/m<sup>3</sup>
- Wichte : kN/m<sup>3</sup>
- Spannungen und Festigkeiten : N/mm<sup>2</sup> (= MN/m<sup>2</sup> oder MPa)
- Momente (Biegemomente) : kNm

## 1.6 Einheitliche Formelzeichen und Kurzzeichen für alle Eurocodes

### .6.1 Große lateinische Buchstaben

- A Außergewöhnliche Einwirkung
- A Fläche
- C Konstante
- E Elastizitätsmodul
- E Beanspruchung, (Aus)wirkung
- F Einwirkung
- F Kraft
- G ständige Einwirkung
- G Schubmodul
- I Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment)
- M Moment (allgemein)
- M Biegemoment
- N Längskraft
- P Vorspannkraft
- Q veränderliche Einwirkung
- R Widerstand
- S Schnittgrößen, Schnittkräfte und -momente
- T Torsionsmoment
- V Querkraft
- W Flächenmoment 1. Grades (Widerstandsmoment)
- X Baustoffkennwert

## DIN V 18 932 Teil 1

## 1.6.2 Kleine lateinische Buchstaben

a	Abstand
a	geometrischer Wert
$\Delta a$	Sicherheitszuschlag (Vorhaltemaß), der einen geometrischen Wert vergrößert oder verkleinert
b	Breite
d	Durchmesser, Nutzhöhe
e	Exzentrizität, Ausmitte
f	Festigkeit (eines Baustoffs)
h	Dicke, Höhe
i	Trägheitsradius
k	Beiwert
l (oder L)	Länge; Stützweite <sup>5)</sup>
m	Masse
r	Radius
t	(Wand)dicke
u,v,w	Verschiebungskomponenten eines Punktes
x,y,z	Koordinaten

## 1.6.3 Kleine griechische Buchstaben

$\alpha$	Winkel; Verhältnis
$\beta$	Winkel; Verhältnis
$\gamma$	Teilsicherheitsbeiwert
$\epsilon$	Dehnung
$\lambda$	Schlankheit
$\mu$	Reibungsbeiwert
$\nu$	Querdehnzahl
$\rho$	Dichte
$\sigma$	Normalspannung
$\tau$	Schubspannung
$\psi$	Beiwerte zur Kennzeichnung repräsentativer Werte veränderlicher Einwirkungen $\psi_0$ für Kombinationsbeiwerte $\psi_1$ für häufige Werte $\psi_2$ für quasi-ständige Werte

## 1.6.4 Indizes

a	Baustahl
c	Beton
c	Druck
cr (oder crit)	kritisch
d	Bemessungswert
dst	destabilisierend, ungünstige Einwirkung
dir	direkt
eff	effektiv, wirksam
ext	äußerlich, Außen-
f	Flansch, Gurt
F (oder P)	Einwirkung, Kraft
g (oder G)	ständige Einwirkung
h	hoch, höher, Höhe
ind	indirekt
inf	unterer, niedriger
int	innere, Innen-
k	charakteristisch
l	niedrig, niedriger
m (oder M)	Baustoff
m	Biegung
m	Durchschnitt, mittlere
max	Maximum
min	Minimum
nom	Nennwert
p (oder P)	Vorspannkraft
p1	plastisch
ps	Spannstahl
q (oder Q)	veränderliche Einwirkung
R	Widerstand, Tragfähigkeit
rep	repräsentativ
s	Betonstahl
S	Schnittgröße, Schnittkräfte oder -momente
stb	stabilisierend, günstige Einwirkung
sup	ober; oberer
t (oder ten)	Zug
t (oder tor)	Torsion
u	Grenz-
v	Querkraft
w	Steg
x,y,z	Koordinaten
y	Fließ-, Streck-

<sup>5)</sup> Für bestimmte Längen kann l durch ein L oder durch ein handgeschriebenes kleines l ersetzt werden, um Verwechslungen mit der Ziffer 1 zu vermeiden.

## 1.7 Besondere Formelzeichen und Kurzzeichen in Eurocode 2 Teil 1

### 1.7.1 Allgemeines

Im allgemeinen beruhen die in Eurocode 2 Teil 1 verwendeten Zeichen auf den in Abschnitt 1.6 angegebenem einheitlichen oder daraus abgeleiteten Zeichen, z. B.

$G_d, \sup$  oberer Bemessungswert für ständige Einwirkungen

$A_c$  Gesamtfläche des Betonquerschnitts

$f_yd$  Bemessungswert für die Festigkeit an der Streckgrenze des Betonstahls.

Solche Ableitungen sind zur leichteren Anwendung in dem Text festgelegt, in dem sie auftreten. Die am häufigsten auftretenden Zeichen sind jedoch zusätzlich nachfolgend aufgelistet und erläutert; diejenigen, die nur in einem Abschnitt auftreten, sind am jeweiligen Abschnittsanfang aufgeführt. Wenn der Leser über den Sinn eines bestimmten Zeichens unsicher ist, findet er dieses entweder in den Abschnitten 1.7.2 bis 1.7.4 oder am Anfang des entsprechenden Abschnitts.

### 1.7.2 Große lateinische Buchstaben

$A_c$  Gesamtfläche des Betonquerschnitts

$A_p$  Querschnittsfläche eines oder mehrerer Spannglieder

$A_s$  Fläche des Betonstahlquerschnitts in der Zugzone

$A_{s2}$  Fläche des Betonstahlquerschnitts in der Druckzone (im Grenzzustand der Tragfähigkeit)

$A_{sw}$  Querschnittsfläche der Schubbewehrung

$E_{cd}$  Bemessungswert des Elastizitätsmoduls für Beton (Sekantenmodul)

$E_c(t)$  Bemessungswert des Elastizitätsmoduls für Normalbeton bei der Spannung  $\sigma_c = 0$  zur Zeit t (Tangentenmodul)

$E_c, E_c(28)$  Bemessungswert des Elastizitätsmoduls für Normalbeton bei der Spannung  $\sigma_c = 0$  nach 28 Tagen (Tangentenmodul)

$E_{cm}$  Elastizitätsmodul (Sekantenmodul) für Normalbeton

$E_s$  Elastizitätsmodul für Betonstahl oder Spannstahl

$I_c$  Flächenmoment 2. Grades eines Betonquerschnitts (Trägheitsmoment)

$J(t, t_0)$  Kriechfunktion zur Zeit t

$M_{sd}$  Bemessungswert des aufzunehmenden Biegemoments

$N_{sd}$  Bemessungswert der aufzunehmenden Längskraft (Zug oder Druck)

$P_{m,t}$  Mittelwert der Vorspannkraft zur Zeit t an einer Stelle x längs des Bauteils

$P_0$  Vorspannkraft am Spannanker (bewegliches Ende) des Spannglieds unmittelbar nach dem Vorspannen

$T_{sd}$  Bemessungswert des aufzunehmenden Torsionsmoments

$V_{sd}$  Bemessungswert der aufzunehmenden Querkraft

### 1.7.3 Kleine lateinische Buchstaben

$1/r$  Krümmung in einem bestimmten Abschnitt

$b$  Gesamtbreite eines Querschnitts oder Gurtbreite von Balken mit L-, T- oder I-Querschnitt

$d$  Nutzhöhe

$d_g$  Nennwert des Größtkorndurchmessers des Zuschlags

$b_w$  Stegbreite von Balken mit L-, T- oder I-Querschnitten

$f_c$  Druckfestigkeit des Betons (siehe Bild 3.1)

$f_{cd}$  Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons

## DIN V 18 932 Teil 1

f <sub>ck</sub>	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen
f <sub>cm</sub>	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons
f <sub>cik</sub>	charakteristische Zugfestigkeit des Betons (bei mittigem Zug)
f <sub>cim</sub>	Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons (bei mittigem Zug)
f <sub>p</sub>	Zugfestigkeit des Spannstahls
f <sub>pk</sub>	charakteristische Zugfestigkeit des Spannstahls
f <sub>p0,1</sub>	Spannstahlspannung bei 0,1% bleibender Dehnung (0,1%-Dehngrenze)
f <sub>p0,1k</sub>	charakteristische Spannstahlspannung bei 0,1% bleibender Dehnung
f <sub>t</sub>	Zugfestigkeit des Betonstahls
f <sub>tk</sub>	charakteristische Zugfestigkeit des Betonstahls
f <sub>y</sub>	Festigkeit des Betonstahls an der Streckgrenze
f <sub>yd</sub>	Bemessungswert der Festigkeit des Betonstahls an der Streckgrenze
f <sub>yk</sub>	charakteristische Festigkeit des Betonstahls an der Streckgrenze
f <sub>ywd</sub>	Bemessungswert der Festigkeit des Betonstahls an der Streckgrenze für Schubbewehrung
h	Gesamthöhe (-dicke) eines Querschnitts
l	Länge; Stützweite
l <sub>eff</sub>	wirksame Stützweite eines Balkens
s	Bügelabstand
t	betrachteter Zeitpunkt
t <sub>0</sub>	Zeitpunkt der Erstbelastung des Betons
u	Umfang eines Betonquerschnitts mit der Fläche A <sub>c</sub>
x	Höhe der Druckzone
z	Hebelarm der inneren Kräfte

## 1.7.4 Griechische Buchstaben

γ <sub>A</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für außergewöhnliche Einwirkungen A
γ <sub>C</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Beton
γ <sub>F</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen F
γ <sub>G</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen G
γ <sub>M</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Baustoffe unter Berücksichtigung von Unsicherheiten bei den Baustoffeigenschaften und den Eigenschaften des Bemessungsmodells
γ <sub>P</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen aus den Vorspannkräften P
γ <sub>Q</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen Q
γ <sub>S</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl oder Spannstahl
γ <sub>f</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen ohne Berücksichtigung von Modellunsicherheiten
γ <sub>g</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen ohne Berücksichtigung von Modellunsicherheiten
γ <sub>m</sub>	Teilsicherheitsbeiwert für Baustoffeigenschaften ohne Berücksichtigung von Modellunsicherheiten
ε <sub>c</sub>	Betonstauchung
ε <sub>c1</sub>	Betonstauchung bei Erreichen des Höchstwerts der Betondruckspannung f <sub>c</sub>

$\epsilon_{cu}$	Bruchstauchung des Betons
$\epsilon_u$	Dehnung des Betonstahls oder Spannstahls bei Höchstlast
$\epsilon_{uk}$	charakteristische Gleichmaßdehnung des Betonstahls oder Spannstahls bei Höchstlast
$\mu$	Reibungsbeiwert zwischen Spannglied und Hüllrohr
$\rho$	Trockenrohdichte des Betons in kg/m <sup>3</sup>
$\rho_l$	Bewehrungsgrad der Längsbewehrung
$\rho_w$	Bewehrungsgrad der Schubbewehrung
$\sigma_c$	Betondruckspannung
$\sigma_{cu}$	Betondruckspannung bei der Bruchstauchung $\epsilon_{cu}$
$\Phi(t, t_0)$	Kriechzahl für das Kriechen zwischen den Zeitpunkten $t_0$ und $t$ , bezogen auf die elastische Verformung nach 28 Tagen
$\Phi(\infty, t_0)$	Endkriechzahl
$\phi$	Nendurchmesser von Betonstahl, Spanngliedern oder Spannkanälen
$\phi_n$	Vergleichsdurchmesser von Stabbündeln

## 2 Grundlagen für die Tragwerksplanung

### 2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen in den Abschnitten 2.1 bis 2.4 (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$c_d$	für die Bemessung maßgebender Nennwert oder maßgebende Funktion einer bestimmten Baustoffeigenschaft
$d_d$	Bemessungswert des Schadensmerkmals oder Versagenskriterium (den Versagenszustand charakterisierender Kennwert bei Ermüdung)
$e_d, dst$	Bemessungswert destabilisierender (ungünstiger) Einwirkungen
$e_d, stb$	Bemessungswert stabilisierender (günstiger) Einwirkungen
$g_d, inf$	unterer Bemessungswert einer ständigen Einwirkung
$g_d, sup$	oberer Bemessungswert einer ständigen Einwirkung
$g_{IND}$	ständige Zwangeinwirkung
$g_{k, inf}$	unterer charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
$g_{k, sup}$	oberer charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
$g_{k, j}$	charakteristischer Wert der ständigen Einwirkungen
$q_{IND}$	veränderliche Zwangeinwirkung
$q_{k, 1}$	charakteristischer Wert einer der veränderlichen Leiteinwirkungen
$q_{k, i}$	charakteristische Werte weiterer veränderlicher Einwirkungen
$a_d$	Bemessungswert geometrischer Größen
$a_{nom}$	Nennwert geometrischer Größen
$\Delta a$	Veränderung geometrischer Nennwerte für besondere Bemessungszwecke (z. B. Annahme von Einflüssen infolge Imperfektionen)
$\gamma_{G, inf}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen bei der Berechnung unterer Bemessungswerte
$\gamma_{G, sup}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen bei der Berechnung oberer Bemessungswerte
$\gamma_{GA, YGA, j}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen bei der Berechnung für außergewöhnliche Bemessungssituationen
$\gamma_{G, j}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine beliebige ständige Einwirkung $j$
$\gamma_{Q, i}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine beliebige veränderliche Einwirkung $i$
$\gamma_{Q, 1}$	Teilsicherheitsbeiwert für die grundsätzlich ungünstigste veränderliche Leiteinwirkung

## DIN V 18 932 Teil 1

**2.1 Grundlegende Anforderungen**

P (1) Ein Tragwerk muß so bemessen und ausgebildet werden, daß es

- unter Berücksichtigung der vorgesehenen Nutzungsdauer und seiner Erstellungskosten mit annehmbarer Wahrscheinlichkeit die geforderten Gebrauchseigenschaften behält
- mit angemessener Zuverlässigkeit den Einwirkungen und Einfüssen standhält, die während seiner Ausführung und seiner Nutzung auftreten können, und eine angemessene Dauerhaftigkeit im Verhältnis zu seinen Unterhaltungskosten aufweist.

P (2) Ein Tragwerk muß ferner so ausgebildet sein, daß es durch Ereignisse wie Explosionen, Aufprall oder Folgen menschlichen Versagens nicht in einem Ausmaße geschädigt wird, das in keinem Verhältnis zur Schadensursache steht.

(3) Eine mögliche Schädigung sollte durch die angemessene Wahl einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen begrenzt oder vermieden werden:

- Verhinderung, Ausschaltung oder Minderung der Gefährdungen, denen das Tragwerk ausgesetzt ist,
- Wahl eines Tragsystems, das eine geringe Anfälligkeit gegen die hier betrachteten Gefährdungen aufweist,
- Wahl eines Tragsystems und eines Berechnungsverfahrens derart, daß der zufällige Ausfall eines einzelnen Tragwerkteils nicht zum Versagen des Gesamtbauwerks führt,
- Herstellung tragfähiger Verbindungen der Tragelemente untereinander.

P (4) Die genannten Anforderungen sollten durch die Wahl geeigneter Baustoffe, eine zutreffende Bemessung und zweckmäßige bauliche Durchbildung sowie durch die Festlegung von Überwachungsverfahren für den Entwurf, die Ausführung und die Nutzung des jeweiligen Bauwerks erreicht werden.

**2.2 Begriffe und Klasseneinteilung (der Grenzzustände und Einwirkungen)****2.2.1 Grenzzustände und Bemessungssituationen****2.2.1.1 Grenzzustände**

P (1) Grenzzustände sind Zustände, bei deren Überschreitung das Tragwerk die Entwurfsanforderungen nicht länger erfüllt. Man unterscheidet:

- Grenzzustände der Tragfähigkeit
- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

P (2) Grenzzustände der Tragfähigkeit sind diejenigen Zustände, die im Zusammenhang mit dem Einsturz oder mit anderen Formen des Tragwerksversagens die Sicherheit von Menschen gefährden können.

P (3) Bestimmte Zustände vor Eintreten des Tragfähigkeitsverlusts werden aus Vereinfachungsgründen anstelle des tatsächlichen Tragwerksversagens wie Grenzzustände der Tragfähigkeit behandelt.

(4) Grenzzustände der Tragfähigkeit, die nach Absatz P (3) berücksichtigt werden sollten, beinhalten:

- Verlust des Gleichgewichts eines Tragwerks oder eines seiner Teile (siehe Abschnitte 4.2 und 4.3), die als starre Körper betrachtet werden,
- Versagen durch übermäßige Verformung, durch Bruch oder Verlust der Stabilität eines Tragwerks oder eines seiner Teile einschließlich von Lagern und Fundamenten.

Siehe Abschnitte 4.2 und 4.3.

P (5) Die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind diejenigen Zustände, bei deren Überschreitung die festgelegten Bedingungen für die Gebrauchstauglichkeit nicht mehr erfüllt sind.

(6) Die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit, die berücksichtigt werden sollten, umfassen:

- Verformungen und Durchbiegungen, welche das Erscheinungsbild oder die planmäßige Nutzung eines Tragwerks (einschließlich Betriebsstörungen an Maschinen und Installationen) beeinträchtigen oder Schäden an Betonoberflächen oder nichttragenden Bauteilen verursachen,
- Schwingungen, die Unbehagen bei Menschen oder Schäden am Bauwerk oder seiner Einrichtung verursachen oder die seine Funktionsfähigkeit einschränken,

- Risse im Beton, die das Aussehen, die Dauerhaftigkeit oder die Wasserundurchlässigkeit beeinträchtigen können,
- Schädigung des Betons infolge übermäßiger Druckbeanspruchung, die zu einer Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit führen können.

Siehe Abschnitte 4.4.1 bis 4.4.3.

## 2.2.1.2 Bemessungssituationen

P (1) Bemessungssituationen werden wie folgt eingeteilt:

- ständige Situationen, die den normalen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen,
- vorübergehende Situationen, z. B. im Bauzustand oder während einer Instandsetzung,
- außergewöhnliche Situationen.

## 2.2.2 Einwirkungen

### 2.2.2.1 Begriffe und grundsätzliche Klasseneinteilung \*)

P (1) Eine Einwirkung (F) ist:

- eine Kraft (Last), die auf das Tragwerk einwirkt (direkte Einwirkung), oder
- ein Zwang (indirekte Einwirkung), z. B. durch Temperaturwirkungen oder Setzungen.

P (2) Einwirkungen werden eingeteilt:

(a) nach ihrer zeitlichen Veränderlichkeit

- ständige Einwirkungen (G), z. B. Eigenlast von Tragwerken, Ausrüstungen, feste Einbauten und häustechnische Anlagen,
- veränderliche Einwirkungen (Q), z. B. Nutzlasten, Windlasten oder Schneelasten,
- außergewöhnliche Einwirkungen (A), z. B. Explosionen oder Anprall von Fahrzeugen.

(b) nach ihrer räumlichen Veränderlichkeit

- ortsfeste Einwirkungen, z. B. Eigenlast (siehe jedoch Abschnitt 2.3.2.3 P (2) bei Tragwerken mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen der Eigenlast),
- ortsvielerliche Einwirkungen, die sich aus unterschiedlichen Anordnungen der Einwirkungen ergeben, z. B. bewegliche Nutzlasten, Windlasten, Schneelasten.

(3) Vorspannung (P) ist eine ständige Einwirkung, die aber aus praktischen Gründen gesondert behandelt wird (siehe Abschnitt 2.5.4).

(4) Zwangelwirkungen sind entweder ständige Einwirkungen  $G_{IND}$  (z. B. Auflagerersetzungen) oder veränderliche Einwirkungen  $Q_{IND}$  (z. B. Temperatur) und werden entsprechend behandelt.

P (5) Zusätzliche Klasseneinteilungen hinsichtlich des Tragwerkverhaltens werden in den betreffenden Abschnitten angegeben.

### 2.2.2.2 Charakteristische Werte der Einwirkungen

P (1) Charakteristische Werte  $F_k$  werden festgelegt:

- im Eurocode für Einwirkungen oder anderen einschlägigen Lastnormen oder
- vom Bauherrn oder dem Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Bauherrn. Dabei sind Mindestanforderungen, die in den einschlägigen Normen oder von den zuständigen Behörden festgelegt sind, zu beachten.

P (2) Bei ständigen Einwirkungen mit einem großen Variationskoeffizient oder bei Einwirkungen, die sich während der Nutzungsdauer des Tragwerks ändern können (z. B. bei einigen sich überlagernden ständigen Lasten) werden zwei charakteristische Werte unterschieden, ein oberer Wert ( $G_k^{sup}$ ) und ein unterer Wert ( $G_k^{inf}$ ). Sonst ist ein einzelner charakteristischer Wert ( $G_k$ ) ausreichend.

(3) Die Eigenlast des Tragwerks lässt sich in den meisten Fällen anhand der Nennmaße sowie der mittleren Dichten berechnen.

\*) Eine ausführliche Definition der Klasseneinteilungen von Einwirkungen ist im Eurocode für Einwirkungen zu finden.

## DIN V 18 932 Teil 1

- P (4) Bei veränderlichen Einwirkungen entspricht der charakteristische Wert ( $Q_k$ ) entweder:
- dem oberen Wert, der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird, oder dem unteren Wert, der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit nicht erreicht wird. Diesen Grenzwerten liegt ein Bezugszeitraum zugrunde, der durch die vorgesehene Nutzungsdauer des Tragwerks oder die angenommene Dauer der Bemessungssituation bestimmt ist, oder
  - dem festgelegten Wert (Sollwert).
- P (5) Bei außergewöhnlichen Einwirkungen entspricht der charakteristische Wert  $A_k$  (sofern dieser Wert maßgebend ist) im allgemeinen einem festgelegten Wert.

## 2.2.2.3 Repräsentative Werte der veränderlichen Einwirkungen \*)

- P (1) Der wichtigste repräsentative Wert ist der charakteristische Wert  $Q_k$ .
- P (2) Weitere repräsentative Werte werden durch den charakteristischen Wert  $Q_k$  unter Verwendung eines Beiwerts  $\psi_i$  ausgedrückt. Diese Werte werden folgendermaßen definiert:
- Kombinationsbeiwert:  $\psi_0 Q_k$
  - häufiger Wert:  $\psi_1 Q_k$
  - quasi-ständiger Wert:  $\psi_2 Q_k$
- P (3) Für den Ermüdungsnachweis sowie für die Schnittgrößenberechnung bei dynamischer Beanspruchung werden zusätzliche repräsentative Werte verwendet.
- P (4) Die Beiwerte  $\psi_i$  sind festgelegt:
- im Eurocode für Einwirkungen oder in anderen geltenden Lastnormen oder
  - vom Bauherrn oder dem Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Bauherrn. Dabei sind Mindestanforderungen, die entweder in einschlägigen Normen oder durch die zuständigen Behörden festgelegt sind, zu beachten.

## 2.2.2.4 Bemessungswerte der Einwirkungen

- P (1) Der Bemessungswert  $F_d$  einer Einwirkung ergibt sich im allgemeinen aus

$$F_d = \gamma_F F_k$$

- P (2) Beispiele sind:

$$G_d = \gamma_G G_k$$

$$Q_d = \gamma_Q Q_k \text{ oder } \gamma_Q \psi_1 Q_k$$

$$A_d = \gamma_A A_k \text{ (sofern } A_d \text{ nicht direkt festgelegt wird)}$$

(2.1)

$$P_d = \gamma_P P_k$$

Dabei sind

$\gamma_F$ ,  $\gamma_G$ ,  $\gamma_Q$ ,  $\gamma_A$  und  $\gamma_P$  die Teilsicherheitsbeiwerte für die betrachtete Einwirkung, wobei z. B. die Möglichkeit ungünstiger Abweichungen der Einwirkungen, die Möglichkeit ungenauer Modellierung der Einwirkungen, Unsicherheiten in der Ermittlung ihrer Auswirkungen sowie Unsicherheiten bei der Annahme des betreffenden Grenzzustands berücksichtigt werden.

- P (3) Die oberen und unteren Bemessungswerte der ständigen Einwirkungen werden folgendermaßen definiert (siehe Abschnitt 2.2.2.2 P (2)):

- in Fällen, in denen nur ein einziger charakteristischer Wert  $G_k$  benötigt wird

$$G_{d,sup} = \gamma_{G,sup} G_k$$

$$G_{d,inf} = \gamma_{G,inf} G_k$$

- in Fällen, in denen ein oberer und ein unterer charakteristischer Wert gebraucht werden

$$G_{d,sup} = \gamma_{G,sup} G_{k,sup}$$

$$G_{d,inf} = \gamma_{G,inf} G_{k,inf}$$

Dabei sind  $G_{k,sup}$  und  $G_{k,inf}$  die oberen und unteren charakteristischen Werte einer ständigen Einwirkung und  $\gamma_{G,sup}$  und  $\gamma_{G,inf}$  die oberen und unteren Werte des Teilsicherheitsbeiwerts einer ständigen Einwirkung.

\*) Siehe Abschnitt 2.2.2.1

### 2.2.2.5 Bemessungswerte der Auswirkungen

- P (1) Auswirkungen (E) sind Reaktionen des Tragwerks auf die Einwirkungen (z. B. innere Kräfte und Momente, Spannungen und Verformungen). Die Bemessungswerte der Beanspruchungen ( $E_d$ ) lassen sich mit den Bemessungswerten der Einwirkungen, den geometrischen Größen und, sofern erforderlich, den maßgebenden Materialeigenschaften ermitteln:

$$E_d = E(F_d, ad, \dots), \quad (2.2 \text{ (a)})$$

worin  $ad$  nach Abschnitt 2.2.4 festgelegt ist.

- (2) In einigen Fällen, insbesondere bei Berechnungen nach nichtlinearen Verfahren, sollten die Folgen des Zufallscharakters der Einwirkung sowie die Unsicherheit in Bezug auf die Berechnungsverfahren, z. B. die Berechnungsmodelle, gesondert behandelt werden. Dies kann durch die Berücksichtigung eines Beiwertes für die Modellunsicherheit entweder bei den Einwirkungen oder bei den inneren Kräften und Momenten erreicht werden.

- (3) Eine mögliche Methode, die als "linearisiertes Verfahren" bezeichnet wird, kann schematisch mit der folgenden Gleichung dargestellt werden:

$$E_d = Y_{sd} \cdot E (Y_g G_k, Y_q Q_k \dots) \quad (2.2 \text{ (b)})$$

Dieses Verfahren besteht darin, die nichtlinearen Auswirkungen bis zum Niveau  $(Y_g G_k, Y_q Q_k \dots)$  zu bestimmen, wonach die Auswirkung  $E$  mit dem Faktor  $Y_{sd}$  multipliziert wird (siehe Anhang 3).

### 2.2.3 Baustoffeigenschaften

#### 2.2.3.1 Charakteristische Werte

- P (1) Eine Baustoffeigenschaft wird durch einen charakteristischen Wert  $X_k$  angegeben, der im allgemeinen einem Fraktilwert in einer angenommenen statistischen Verteilung der betrachteten Eigenschaft entspricht. Dieser Fraktilwert wird dabei nach einschlägigen Normen festgelegt und unter festgelegten Bedingungen geprüft.

- P (2) In bestimmten Fällen wird ein Nennwert als charakteristischer Wert verwendet.

- (3) Eine Baustofffestigkeit kann zwei verschiedene charakteristische Werte haben, d. h., einen oberen und einen unteren Wert. In den meisten Fällen braucht nur der untere Wert berücksichtigt zu werden. In einigen Fällen empfiehlt es sich, abhängig vom behandelten Problem, unterschiedliche Werte anzunehmen. Wenn eine Abschätzung des oberen Wertes der Festigkeit benötigt wird (z. B. für die Betonzugfestigkeit bei Beanspruchungen infolge Zwang), kann es erforderlich sein, einen oberen Nennwert der Festigkeit einzuführen.

- (4) Der Ansatz nach Absatz P (1) gilt nicht für Ermüdung.

#### 2.2.3.2 Bemessungswerte

- P (1) Der Bemessungswert  $X_d$  einer Baustoffeigenschaft ergibt sich im allgemeinen aus

$$X_d = \frac{X_k}{Y_M} \quad (2.3)$$

Dabei ist

$Y_M$  der Teilsicherheitsbeiwert für die Baustoffeigenschaft nach den Abschnitten 2.3.3.2 und 2.3.4.

Für Abschnitt 4.3.5 gelten andere Festlegungen.

- P (2) Bemessungswerte der Widerstandsseite  $R_d$  sind unter Verwendung maßgebender Bemessungswerte der Materialeigenschaften, der geometrischen Größen und der Beanspruchungen nach folgender Gleichung zu bestimmen:

$$R_d = R(X_d, ad \dots) \quad (2.4)$$

- (3) Der Bemessungswert  $R_d$  darf aus Versuchen abgeleitet werden. Die entsprechenden Hinweise werden in .... gegeben.

## DIN V 18 932 Teil 1

## 2.2.4 Geometrische Größen

- P (1) Die Bemessungswerte geometrischer Größen eines Tragwerks werden im allgemeinen durch ihre Nennwerte beschrieben:

$$a_d = a_{nom} \quad (2.5 \text{ (a)})$$

- P (2) In einigen Fällen werden die Bemessungswerte geometrischer Größen wie folgt festgelegt:

$$a_d = a_{nom} + \Delta a \quad (2.5 \text{ (b)})$$

Die Werte für  $\Delta a$  werden in den entsprechenden Abschnitten angegeben.

- (3) Bezuglich der Imperfektionen, die bei der Berechnung eines Tragwerks anzunehmen sind, siehe Abschnitte 2.5.1.3 und 4.3.5.4.

2.2.5 Laststellungen und Lastfälle <sup>7)</sup>

- P (1) Eine Laststellung beschreibt Lage, Größe und Richtung einer ortsveränderlichen Einwirkung.

- P (2) Ein Lastfall beschreibt zusammenhängende Laststellungen, Verformungen und Imperfektionen für einzelne Nachweise.

## 2.3 Anforderungen an die Tragwerksplanung

## 2.3.1 Allgemeines

- P (1) Es ist nachzuweisen, daß die maßgebenden Grenzzustände nicht überschritten werden.

- P (2) Alle maßgebenden Bemessungssituationen und Lastfälle sind zu berücksichtigen.

- P (3) Mögliche Abweichungen der Einwirkungen von angenommenen Richtungen oder Lagen sind zu berücksichtigen.

- P (4) Die Berechnungen sind unter Verwendung geeigneter Bemessungsmodelle (die erforderlichenfalls durch Versuche ergänzt werden) unter Einbeziehung aller maßgebenden Parameter durchzuführen. Die Rechenmodelle müssen ausreichend genau sein, um das Tragverhalten in Übereinstimmung mit der erreichbaren Ausführungsgenauigkeit und der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten für die Bemessung vorhersagen zu können.

## 2.3.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit

## 2.3.2.1 Nachweisbedingungen

- P (1) Wird der Grenzzustand des statischen Gleichgewichts oder einer Lageverschiebung oder Tragwerksverformung untersucht, ist nachzuweisen, daß

$$E_d, dst < E_d, stb \quad (2.6 \text{ (a)})$$

Dabei sind  $E_d, dst$  und  $E_d, stb$  die Bemessungswerte der Beanspruchungen aus ungünstigen (destabilisierenden) bzw. günstigen (stabilisierenden) Einwirkungen.

- P (2) Tritt der Grenzzustand durch Bruch oder übermäßige Verformung eines Bauteilquerschnitts oder einer Verbindung ein (ausgenommen Ermüdung), ist nachzuweisen, daß

$$S_d \leq R_d \quad (2.6 \text{ (b)})$$

Dabei sind  $S_d$  der Bemessungswert einer Schnittgröße (bzw. eines entsprechenden Vektors mehrerer Schnittgrößen) und  $R_d$  der zugehörige Bemessungswert des Widerstands (Tragfähigkeit), in den alle Tragwerkseigenschaften mit den entsprechenden Bemessungswerten eingehen (siehe Abschnitt 2.5.3).

- P (3) Bei Betrachtung eines Grenzzustands "Übergang des Tragwerks in eine kinematische Kette" ist nachzuweisen, daß die kinematische Kette nicht auftritt, bevor die Einwirkungen ihre Bemessungswerte überschreiten. Dabei sind alle Tragwerkseigenschaften mit ihren Bemessungswerten einzubeziehen.

- P (4) Bei der Betrachtung eines Grenzzustands "Verlust der Stabilität infolge von Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung" ist nachzuweisen, daß der Stabilitätsverlust nicht auftritt, bevor die Einwirkungen ihre Bemessungswerte überschreiten. Dabei sind alle Tragwerkseigenschaften mit ihren Bemessungswerten einzubeziehen. Zusätzlich sind für alle Querschnitte die Nachweise nach Absatz P (2) zu führen.

<sup>7)</sup> Ausführliche Regeln zu Laststellungen und Lastfällen sind im Eurocode für Einwirkungen zu finden.

P (5) Tritt der Grenzzustand durch Ermüdungsbruch ein, ist nachzuweisen, daß

$$D_d \leq 1$$

(2.6 (c))

Dabei ist  $D_d$  der Bemessungswert des Schadensmerkmals (siehe Teil ....).

### 2.3.2.2 Kombinationen von Einwirkungen

P (1) Für jeden Lastfall sind die Bemessungswerte  $E_d$  der Beanspruchungen anhand von Kombinationsregeln unter Einbeziehung der in Tabelle 2.1 angegebenen Bemessungswerte der Einwirkungen zu bestimmen.

Tabelle 2.1 Bemessungswerte der Einwirkungen bei der Kombination von Einwirkungen

Bemessungssituation	Ständige Einwirkungen $G_d$	Veränderliche Einwirkungen eine veränderliche Einwirkung mit ihrem charakteristischen Wert	weitere veränderliche Einwirkungen mit ihrem Kombinationswert	Außergewöhnliche Einwirkungen $A_d$
ständig und vorübergehend	$\gamma_G G_k$	$\gamma_Q Q_k$	$\psi_0 \gamma_Q Q_k$	-
außergewöhnlich <sup>1)</sup>	$\gamma_{GA} G_k$	$\psi_1 Q_k$	$\psi_2 Q_k$	$\gamma_A A_k$ (sofern $A_d$ nicht direkt festgelegt wird)

<sup>1)</sup> Sofern nicht abweichende Angaben an anderer Stelle gemacht werden.

P (2) Die in Tabelle 2.1 angegebenen Bemessungswerte sind für die zu führenden Nachweise unter Anwendung folgender Gleichungen (in symbolischer Form angegeben) zu kombinieren<sup>8)</sup>:

- Ständige und vorübergehende Bemessungssituationen, ausgenommen die Nachweise auf Ermüdung und Vorspannung

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{Grundkombination}) \quad (2.7 (a))$$

- Außergewöhnliche Bemessungssituationen (sofern nicht anderweitig abweichend angegeben)

$$\sum \gamma_{GA,j} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (2.7 (b))$$

Hierin sind:

- $G_{k,j}$  charakteristischer Wert der ständigen Einwirkungen
- $Q_{k,1}$  charakteristischer Wert einer der veränderlichen Einwirkungen
- $Q_{k,i}$  charakteristischer Wert weiterer veränderlicher Einwirkungen
- $A_d$  Bemessungswert (festgelegter Wert) der außergewöhnlichen Einwirkungen
- $\gamma_{G,j}$  Teilsicherheitsbeiwerte für ständige Einwirkungen j
- $\gamma_{GA,j}$  wie  $\gamma_{G,j}$ , jedoch für außergewöhnliche Bemessungssituationen
- $\gamma_{Q,1}$  Teilsicherheitsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen 1
- $\psi_{0,1}, \psi_{2,i}$  Beiwerte nach Abschnitt 2.2.2.3

Erzwungene Verformungen siehe einschlägige Abschnitte.

P (3) Kombinationen von außergewöhnlichen Bemessungssituationen umfassen entweder eine bestimmte außergewöhnliche Einwirkung A (z. B. Anprall, Erschütterung), oder sie beziehen sich auf eine Situation, die nach einem außergewöhnlichen Ereignis ( $A = 0$ ) eintritt.  
Sofern nichts anderes angegeben, darf  $\gamma_{GA} = 1$  verwendet werden.

<sup>8)</sup> Eine ausführliche Definition der Klasseneinteilung von Einwirkungen wird der Eurocode für Einwirkungen enthalten.

## DIN V 18 932 Teil 1

P (4) In den Gleichungen (2.7 (a)) und (2.7 (b)) ist erforderlichenfalls eine Vorspannung zu berücksichtigen.

(5) Ermüdung siehe Teil ....

(6) Vereinfachte Gleichungen für Gebäude sind in Abschnitt 2.3.3.1 enthalten.

(7) Bemessung bei Erdbebengefährdung siehe Eurocode 8.

(8) Bemessung für Lastfall Brand siehe Eurocode 2 Teil 10.

### 2.3.2.3 Bemessungswerte der ständigen Einwirkungen

P (1) In den verschiedenen oben definierten Kombinationen sind diejenigen ständigen Einwirkungen, welche die Auswirkung der veränderlichen Einwirkungen verstärken (d. h. ungünstige Auswirkungen hervorrufen), mit ihren oberen Bemessungswerten einzuführen. Dagegen sind für diejenigen Einwirkungen, die die Auswirkung der veränderlichen Einwirkungen abschwächen (d. h. günstige Auswirkungen hervorrufen), ihre unteren Bemessungswerte maßgebend (siehe Abschnitt 2.2.2.4 P (3)).

P (2) Mit Ausnahme der nachfolgend unter Absatz P (3) angeführten Fälle muß entweder der untere oder obere Bemessungswert (je nachdem welcher die ungünstigste Auswirkung ergibt) für das gesamte Tragwerk verwendet werden.

P (3) Sind die Ergebnisse eines Nachweises an verschiedenen Stellen im Tragwerk in hohem Maße anfällig gegen Schwankungen der Größe einer ständigen Einwirkung, so sind die ungünstigen und günstigen Anteile dieser ständigen Einwirkung jeweils als eigenständige Einwirkungen zu betrachten. Insbesondere gilt dies für den Nachweis des statischen Gleichgewichts.

In den obengenannten Fällen ist es erforderlich, unterschiedliche Werte für  $\gamma_G$  zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 2.3.3.1 (3) für Gebäude).

(4) Bei Durchlaufträgern ohne Auskragungen darf für die Eigenlast ein und derselbe Bemessungswert (ermittelt nach Abschnitt 2.2.2.2 (3)) für alle Felder angesetzt werden.

### 2.3.3 Teilsicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände der Tragfähigkeit

#### 2.3.3.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen auf Tragwerke

(1) Teilsicherheitsbeiwerte für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen sind in Tabelle 2.2 enthalten.

(2) Bei außergewöhnlichen Bemessungssituationen, für die die Gleichung (2.7 (b)) gilt, ist für die Teilsicherheitsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen sowie für die Vorspannung der Wert 1,0 anzusetzen.

Tabelle 2.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen auf Tragwerke für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

	ständige Einwirkungen ( $\gamma_G$ )	veränderliche Einwirkungen ( $\gamma_Q$ )		Vorspannung ( $\gamma_P$ )
		eine veränderliche Einwirkung mit ihrem charakteristischen Wert	weitere veränderliche Einwirkungen mit ihrem Kombinationswert	
günstige Auswirkung	<u>1,0</u> *)	<u>-</u> **)	<u>**</u> )	<u>0,9</u> oder <u>1,0</u> ***
ungünstige Auswirkung	<u>1,35</u> *)	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>	<u>1,2</u> oder <u>1,0</u> ***

\*) siehe auch Absatz (3)

\*\*) siehe Eurocode für Einwirkungen. Im Normalfall gilt für Hochbauten  $\gamma_{Q,inf} = 0$ .

\*\*\*) siehe einschlägige Abschnitte

(3) Sind günstige und ungünstige Anteile einer ständigen Einwirkung nach Abschnitt 2.3.2.3 P (3) als eigenständige Einwirkungen zu betrachten, sollte dem günstigen Anteil  $\gamma_{G,inf} = 0,9$  und dem ungünstigen Anteil  $\gamma_{G,sup} = 1,1$  zugeordnet werden.

## P (4) Vorspannung.

Für die Ermittlung örtlicher Auswirkungen (Verankerungsbereich, Spaltzugkräfte) muß eine Vorspannkraft zugrunde gelegt werden, der die charakteristische Zugfestigkeit zugeordnet ist (siehe Abschnitt 2.5.4).

- (5) Grundsätzlich sollten bei der Bemessung von vorgespannten Bauteilen die  $\gamma_p$ -Werte nach Tabelle 2.2 verwendet werden. Bei der Berechnung der kombinierten Beanspruchungen infolge Vorspannung und Eigenlast dürfen reduzierte Werte der Teilsicherheitsbeiwerte angewendet werden, die allerdings mögliche Rechenengenauigkeiten nicht berücksichtigen (z. B.  $\gamma_p = \boxed{1,0}$  und  $\gamma_G = \boxed{1,2}$ ).
- (6) **Zwang (erzwungene Verformungen)**  
Bei einer nichtlinearen Schnittgrößenermittlung gelten die oben angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte für veränderlichen Einwirkungen. Bei linearer Schnittgrößenermittlung ist der Teilsicherheitsbeiwert für ungünstige Auswirkungen um  $\boxed{20\%}$  abzumindern (d. h.  $\gamma_Q = 1,2$ ).
- (7) **Vektorielle Beanspruchung**  
Wenn die Komponenten einer vektoriellen Beanspruchung unabhängig voneinander wirken, sind die Teilsicherheitsbeiwerte für günstig wirkende Komponenten um  $\boxed{20\%}$  abzumindern.
- (8) Unter Anwendung der in Tabelle 2.2 angegebenen  $\gamma$ -Werte kann die Gleichung (2.7 (a)) wie folgt ersetzt werden:

- für Bemessungssituationen mit einer veränderlichen Einwirkung  $Q_{k,1}$

$$\sum \gamma_{G,j} Q_{k,j} + \boxed{1,5} Q_{k,1} \quad (2.8 \text{ (a)})$$

- für Bemessungssituationen mit zwei oder mehreren veränderlichen Einwirkungen

$$\sum \gamma_{G,j} Q_{k,j} + \boxed{1,35} \sum_{j \geq 1} Q_{k,1} \quad (2.8 \text{ (b)})$$

Der ungünstigere Wert ist maßgebend.

## 2.3.3.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe

- (1) Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften sind in Tabelle 2.3 enthalten.

Tabelle 2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften

Kombinationen	Beton $\gamma_c$	Betonstahl oder Spannstahl $\gamma_s$
Grundkombination	$\boxed{1,5}$	$\boxed{1,15}$
Außergewöhnliche Kombinationen (ausgenommen Erdbeben)	$\boxed{1,3}$	$\boxed{1,0}$

- (2) Es wird unterstellt, daß diese Werte die Unterschiede zwischen der Festigkeit der aus den Baustoffen hergestellten Probekörper und der Festigkeit der Baustoffe im eingebauten Zustand berücksichtigen.
- (3) Die oben angegebenen Werte gelten in Verbindung mit dem im Abschnitt 7 beschriebenen Verfahren zur Güteüberwachung. Sie gelten ebenfalls im Zusammenhang mit den im Abschnitt 3 definierten charakteristischen Werten sowie den im Abschnitt 4.2 enthaltenen Bemessungswerten.
- (4) Es dürfen höhere oder niedrigere Werte für  $\gamma_c$  angesetzt werden, wenn diese durch Kontrollen ausreichend belegt sind.
- (5) Diese Werte gelten nicht für den Nachweis bei Ermüdungsbeanspruchung.
- (6) Werden die Eigenschaften des Tragwerks durch Versuche bestimmt, siehe Teil ... .

## DIN V 18 932 Teil 1

**2.3.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit**

P (1) Es ist nachzuweisen, daß

$$E_d \leq C_d \text{ oder } E_d \leq R_d$$

Hierin sind:

$C_d$  Für die Bemessung maßgebender Nennwert oder maßgebende Funktion bestimmter Baustoffeigenschaften, die auch den Bemessungsschnittgrößen zugrunde liegen.

$E_d$  Bemessungswert der Lastauswirkungen, die auf der Grundlage einer der nachstehend definierten Kombinationen bestimmt werden.

Die erforderliche Kombination wird in dem Abschnitt festgelegt, in dem der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit behandelt wird (siehe Abschnitt 4.4).

P (2) Drei Einwirkungskombinationen für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit werden durch folgende Beziehungen definiert:

Seltene Kombinationen

$$\sum G_{k,j} (+P) + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (2.9 (a))$$

Häufige Kombinationen

$$\sum G_{k,j} (+P) + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (2.9 (b))$$

Quasi-ständige Kombinationen

$$\sum G_{k,j} (+P) + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (2.9 (c))$$

Die oben verwendeten Bezeichnungen sind fm Abschnitt 2.3.2.2 P (2) definiert.

Zwangeinwirkungen sind erforderlichenfalls zu berücksichtigen.

(3) Bei seltenen und quasi-ständigen Einwirkungskombinationen dürfen obere Grenzwerte der Betondruckspannungen festgelegt werden, um Schäden am Beton und übermäßige Kriechverformungen zu verhindern (siehe Abschnitt 4.4.1).

(4) Ein oberer Grenzwert der Zugspannung im Stahl darf festgelegt werden, um das Risiko von nicht-elastischen Verformungen und ständigen offenen Rissen zu verringern (siehe Abschnitt 4.4.1).

P (5) Sind in den Abschnitten, in denen die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit behandelt werden, vereinfachte Regeln hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen enthalten, sind ausführliche Berechnungen unter Berücksichtigung von Einwirkungskombinationen nicht erforderlich.

P (6) Werden die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit bei der Bemessung durch genauere Berechnungen erfaßt, dürfen bei Gebäuden (Hochbauten) die nachstehend in Absatz (7) angegebenen vereinfachten Gleichungen angewendet werden.

(7) Bei Gebäuden kann die seltene Einwirkungskombination nach Gleichungen (2.9 (d)) und (2.9 (e)) vereinfacht werden. Diese können auch die häufige Einwirkungskombination ersetzen:

- Bemessungssituationen mit nur einer veränderlichen Einwirkung  $Q_{k,1}$

$$\sum G_{k,j} (+P) + Q_{k,1} \quad (2.9 (d))$$

- Bemessungssituationen mit zwei oder mehreren veränderlichen Einwirkungen  $Q_{k,i}$

$$\sum G_{k,j} (+P) + 0,9 \sum_{i>1} Q_{k,i} \quad (2.9 (e))$$

Es ist diejenige Kombination zu wählen, die den größeren Wert ergibt.

P (8) Sofern in speziellen Abschnitten nichts anderes festgelegt ist, gilt  $\gamma_M = 1,0$ .

## 2.4 Dauerhaftigkeit

P (1) Zum Erreichen einer ausreichenden Dauerhaftigkeit des Tragwerks sind folgende zusammenhängende Faktoren zu berücksichtigen:

- Nutzung des Tragwerks
- geforderte Tragwerkseigenschaften
- voraussichtliche Umweltbedingungen
- Zusammensetzung, Eigenschaften und Verhalten der Baustoffe
- Form der Bauteile und bauliche Durchbildung
- Qualität der Bauausführung und Überwachungsumfang
- besondere Schutzmaßnahmen
- voraussichtliche Instandhaltung während der vorgesehenen Nutzungsdauer.

P (2) Die Umweltbedingungen sind im Entwurfsstadium abzuschätzen, um ihre Bedeutung im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit beurteilen sowie um ausreichende Vorkehrungen zum Schutz der Baustoffe treffen zu können.

## 2.5 Schnittgrößenermittlung

### 2.5.1 Allgemeine Grundlagen

#### 2.5.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

Hfd	Zusätzliche Horizontalkraft, die zur Berücksichtigung von Imperfektionen bei der Bemessung von horizontalen Tragwerksteilen anzusetzen ist
$\Delta H_j$	durch Imperfektionen bedingte Erhöhung der Horizontalkraft, die auf den Riegel eines rahmenartigen Tragwerks wirkt
Nba , Nbc	unter Berücksichtigung der Imperfektionen ermittelte Bemessungswerte der Längskräfte in Stützen oder Wänden, die an horizontale lastübertragende Bauteile grenzen
i	Gesamthöhe des Tragwerks in Metern
n	Anzahl der vertikal durchlaufenden Bauteile, die zusammenwirken
$\alpha_n$	Abminderungsbeiwert zur Berechnung von $V$ (siehe Gleichung 2.11)
$\nu$	Neigungswinkel eines Tragwerks, der zur Abschätzung der Beanspruchung durch Imperfektionen angenommen wird.

#### 2.5.1.1 Allgemeines

P (1) Zweck der Schnittgrößenermittlung ist die Bestimmung der Verteilung entweder der inneren Kräfte und Momente oder der Spannungen, Dehnungen und Verschiebungen am ganzen Tragwerk oder einem Teil davon. Sofern erforderlich, sind zusätzliche Untersuchungen der örtlich auftretenden Beanspruchungen durchzuführen.

(2) In allgemeinen Fällen wird eine Schnittgrößenermittlung durchgeführt, um die Verteilung der inneren Kräfte und Momente zu bestimmen. Bei bestimmten komplexen Bauteilen ergeben die angewandten Verfahren zur Ermittlung der Schnittgrößen (z. B. Finite-Elemente-Methode) jedoch Spannungen, Dehnungen und Verschiebungen anstelle von inneren Kräften und Momenten. Es werden daher in diesen Fällen spezielle Verfahren benötigt, um anhand dieser Ergebnisse den geeigneten Bewehrungsquerschnitt zu ermitteln.

P (3) Bei der Schnittgrößenermittlung werden sowohl eine idealisierte Tragwerksgeometrie als auch ein idealisiertes Tragverhalten angenommen. Die Idealisierungen sind entsprechend der zu lösenden Aufgabe zu wählen.

(4) Die Idealisierung der Tragwerksgeometrie erfolgt üblicherweise durch die "Zerlegung" des Bauwerks in stabförmige Bauteile, ebene Bauteile und gelegentlich auch in Schalen. Diese geometrischen Idealisierungen werden in Abschnitt 2.5.2 behandelt.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (5) Der Schnittgrößenermittlung werden gewöhnlich folgende Idealisierungen des Tragverhaltens zu grunde gelegt:
- elastisches Verhalten (siehe Abschnitte 2.5.3.2 und 2.5.3.3)
  - elastisches Verhalten mit begrenzter Umlagerung (siehe Abschnitt 2.5.3.4.2)
  - plastisches Verhalten (siehe Abschnitt 2.5.3.5.5) einschließlich von Stabwerkmodellen (siehe Abschnitt 2.5.3.7)
  - nichtlineares Verhalten (siehe Anhang 2).
- (6) Zusätzliche Untersuchungen örtlich auftretender Beanspruchungen können erforderlich sein, wenn eine lineare Dehnungsverteilung nicht angenommen werden kann, z. B.
- an Auflagern
  - unter konzentrierten Einzellasten
  - bei Kreuzungspunkten von Trägern sowie von Trägern und Stützen
  - in Verankerungszonen
  - bei sprunghaften Querschnittsänderungen.

## 2.5.1.2 Lastfälle und Lastkombinationen

- P (1) Zur Ermittlung der maßgebenden Einwirkungskombinationen ist eine ausreichende Anzahl von Lastfällen zu untersuchen, um die kritischen Bemessungsbedingungen für alle Querschnitte im betrachteten Tragwerk oder Tragwerksteil zu ermitteln.
- (2) Je nach Art des Tragwerks sowie dessen Funktion oder Bauverfahren kann die Bemessung in erster Linie entweder im Grenzzustand der Tragfähigkeit oder in dem der Gebrauchstauglichkeit erfolgen. Vielfach kann die Untersuchung einer der beiden Grenzzustände entfallen. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß ein Grenzzustand überprüft wurde und der Nachweis des anderen offensichtlich entbehrlich ist.
- (3) Es können vereinfachte Kombinationen von Einwirkungen und Lastfällen verwendet werden, sofern sie auf einer sinnvollen Interpretation des Tragverhaltens beruhen.
- (4) Bei Durchlaufträgern und -platten ohne Auskragungen, die überwiegend durch gleichmäßig verteilte Lasten beansprucht werden, reicht es in der Regel aus, folgende Lastfälle in Betracht zu ziehen (siehe Abschnitt 2.3.2.2):
- a) Jedes zweite Feld trägt die veränderlichen und ständigen Bemessungslasten ( $\gamma_Q Q_k + \gamma_G G_k$ ), während alle anderen Felder nur die ständige Bemessungslast  $\gamma_G G_k$  tragen.
  - b) Zwei beliebig nebeneinander liegende Felder tragen die veränderlichen und ständigen Bemessungslasten ( $\gamma_Q Q_k + \gamma_G G_k$ ). Alle anderen Felder tragen nur die ständige Bemessungslast  $\gamma_G G_k$ .
- (5) Bei stab- und flächenförmigen Bauteilen in Gebäuden können die infolge von Schub- und Längskräften entstehenden Verformungen vernachlässigt werden, sofern sie voraussichtlich weniger als 10 % der Biegeverformungen betragen werden.

## 2.5.1.3 Imperfektionen

- P (1) Bei der Berechnung des Grenzzustands der Tragfähigkeit sind die Auswirkungen möglicher Imperfektionen auf die Geometrie des unbelasteten Tragwerks zu berücksichtigen. Alle ungünstigen Auswirkungen der Imperfektionen sind zu berücksichtigen, sofern sie von Bedeutung sind.
- P (2) Die einzelnen Querschnitte sind für die inneren Kräfte und Momente zu bemessen, die sich aus der Schnittgrößenermittlung am Gesamttragwerk ergeben, wobei die Auswirkungen von Lasten und Imperfektionen am Tragwerk als Ganzes mit einzubeziehen sind.
- (3) Sofern nicht anders festgelegt, darf der Einfluß der Tragwerksimperfektionen auf geometrische Ersatzimperfektionen zurückgeführt werden, z. B. nach den Verfahren der Abschnitte (4) bis (8).
- (4) Bei der Schnittgrößenermittlung am Tragwerk als Ganzes dürfen die Auswirkungen der Imperfektionen über eine Schiefstellung des Tragwerks gegen die Vertikale um den Winkel  $v$  berücksichtigt werden, mit:

$$v = 1/(100 \sqrt{l}) \text{ in Bogenmaß} \quad (2.10)$$

Hierin bedeutet  $l$  die Gesamthöhe des Tragwerks in Metern. In Fällen, in denen die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung vernachlässigbar sind, sollte für  $v$  mindestens  $|1/400|$  angesetzt werden, wenn die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung aber nicht vernachlässigbar sind, mindestens  $|1/200|$  (z. B. Abschnitt 4.3.5.4, Bild 2.1 (a), (b) und (c)).

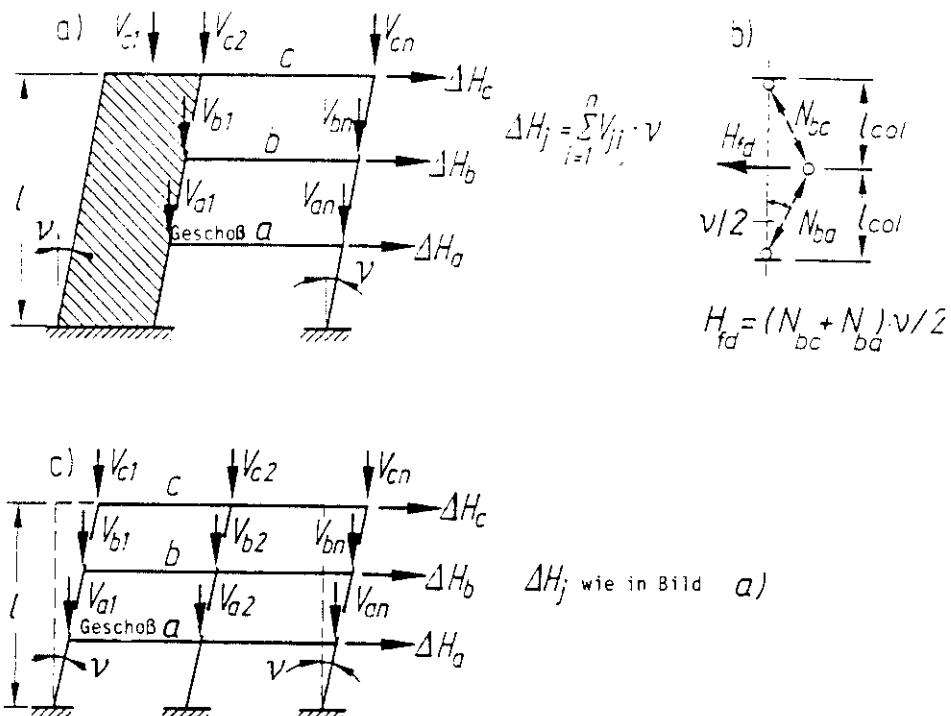


Bild 2.1 Ansatz der geometrischen Ersatzimperfektionen

- Imperfektionen für die Ermittlung der auf die aussteifenden Bauteile einwirkenden Horizontalkräfte
  - Imperfektionen für die Ermittlung der Horizontalkräfte in Geschoßdecken, die die Stabilisierungskräfte von den auszusteifenden Bauteilen in die aussteifenden Bauteile leiten
  - Ersatzhorizontalkräfte  $\Delta H_j$ , die am nichtausgesteiften Rahmen angreifen
  - Wirken vertikal durchlaufende Bauglieder gemeinsam, darf  $v$  nach Gleichung (2.10) um den Beiwert  $\alpha_n$  gemäß Gleichung (2.11) verringert werden
- $$\alpha_n = \sqrt{\frac{(1 + 1/n)}{2}} \quad (2.11)$$
- Sofern dies zweckmäßig ist, dürfen die Abweichungen von der Vertikalen gemäß Gleichung (2.10) durch die Wirkung äquivalenter Horizontalkräfte ersetzt werden, die für die Bemessung des Gesamttragwerks sowie der auszusteifenden Bauteile, Auflager und Ringanker in Rechnung gestellt werden sollten (siehe Bild 2.1 (a), (b) und (c)).
  - Bauteile, die Stabilisierungskräfte von den auszusteifenden Tragwerksteilen zu den aussteifenden Bauteilen übertragen, sollten für die Aufnahme einer zusätzlichen Horizontalkraft  $H_{fd}$  (siehe Bild 2.1 (b)) bemessen werden
- $$H_{fd} = (N_{bc} + N_{ba}) - \frac{v}{2} \quad (2.12)$$
- Hierin sind:
- $N_{bc}$  und  $N_{ba}$  Unter Berücksichtigung der Imperfektionen ermittelte Bemessungswerte der Längskräfte in Stützen oder Wänden, die an horizontale lastübertragende Bauteile grenzen
- $H_{fd}$  sollte für die Bemessung der aussteifenden Bauteile nicht in Rechnung gestellt werden.
- Wenn die Beanspruchung aus Imperfektionen kleiner als die Beanspruchung aus den horizontalen Bemessungskräften ist, darf ihr Einfluß vernachlässigt werden. Imperfektionen brauchen für außergewöhnliche Einwirkungskombinationen nicht berücksichtigt zu werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

## 2.5.1.4 Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung

- P (1) Die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung müssen in Rechnung gestellt werden, wenn sie die Gesamtstabilität des Bauwerks oder das Erreichen des Grenzzustands der Tragfähigkeit in kritischen Abschnitten nachteilig beeinflussen.
- (2) Für Hochbauten dürfen Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung vernachlässigt werden, wenn sie die Momente unter Vernachlässigung von Verschiebungen um nicht mehr als 10% erhöhen.

## 2.5.1.5 Zeitabhängige Wirkungen

- P (1) Zeitabhängige Wirkungen müssen in Rechnung gestellt werden, wenn sie von Bedeutung sind.

- (2) Kriechen und Schwinden braucht normalerweise nur im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt zu werden, es sei denn, der Einfluß auf die Auswirkungen II. Ordnung ist von Bedeutung.

## 2.5.1.6 Bemessung auf der Grundlage von Versuchen

- P (1) Die Bemessung von Bauwerken oder Bauwerkstellen darf auf Versuchen beruhen.

## 2.5.2 Tragwerksidealisation

## 2.5.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$a_1, a_2, a_3$  Beiwerte zur Berechnung von wirksamen Stützweiten (siehe Gleichung 2.15 und Bild 2.4)

$b_{eff}$  Mitwirkende Plattenbreite bei T- oder L-förmigen Plattenbalken

$h_f$  Gurtdicke bei T- oder L-förmigen Plattenbalken

$l_{eff}$  Wirksame Stützweite von Platten und Balken

$l_n$  lichte Stützweite

$l_0$  Abstand von Momentennullpunkten in Feldern

$t$  Auflagertiefe

## 2.5.2.1 Modelle für die Schnittgrößenermittlung am Gesamttragwerk

- P (1) Die Tragwerksteile werden üblicherweise nach ihrer Beschaffenheit und Funktion unterteilt in Balken, Stützen, Platten, Wände, Scheiben, Bögen, Schalen usw. Nachfolgende Regeln gelten für die Berechnung der geläufigen Formen dieser Bauteile und für Tragwerke, die aus diesen Bauteilen zusammengestzt sind.
- (2) Als Balken oder Stütze sind Bauteile anzusehen, deren Stützweite oder Länge nicht kleiner als die zweifache Gesamtquerschnittsdicke ist. Ein Balken, dessen Spannweite weniger als die zweifache Höhe beträgt, ist als wandartiger Träger zu betrachten.
- (3) Als Platte gilt ein Bauteil, dessen kleinste Stützweite nicht kleiner als ihre 4fache Gesamtdicke ist.
- (4) Eine für überwiegend gleichmäßig verteilte Lasten ausgelegte Platte darf als einachsig gespannt angenommen werden, wenn sie entweder
- a) zwei freie (ungelagerte), nahezu parallele Ränder besitzt
  - oder
  - b) wenn sie der innere (in Richtung der kürzeren Stützweite spannende) Teil einer nahezu rechteckigen, allseitig gestützten Platte ist, die ein Seitenverhältnis von mehr als 2 aufweist.

- (5) Rippen- oder Kassettendecken dürfen für die Schnittgrößenberechnung unter der Voraussetzung, daß die Gurtplatte zusammen mit den Rippen eine ausreichende Torsionssteifigkeit haben, als Vollplatten betrachtet werden. Dies darf vorausgesetzt werden, wenn
- der Rippenabstand 1500 mm nicht übersteigt,
  - die Rippenhöhe unter der Gurtplatte die 4fache Breite nicht übersteigt,
  - die Dicke der Gurtplatte mindestens 1/10 des lichten Abstands zwischen den Rippen oder 50 mm beträgt, wobei der größere Wert maßgebend ist,
  - Querrippen vorgesehen sind, deren lichter Abstand nicht größer als das [10] fache der Plattendicke ist.

Die Mindestdicke der Gurtplatte von 50 mm darf bei Stahlsteindecken auf 40 mm verringert werden, wenn Füllkörper vorgesehen sind, die zwischen den Rippen verbleiben.

- (6) Eine Wand sollte eine horizontale Länge von wenigstens ihrer 4fachen Dicke haben. Andernfalls sollte sie als Stütze behandelt werden.

## 2.5.2.2 Geometrische Größen

### 2.5.2.2.1 Mitwirkende Plattenbreite (für alle Grenzzustände)

- D (1) In Plattenbalken hängt die mitwirkende Plattenbreite von den Gurt- und Stegabmessungen, von der Art der Belastung, der Stützweite, den Auflagerbedingungen und der Querbewehrung ab.
- P (2) Für eine Schnittgrößenermittlung, bei denen keine große Genauigkeit verlangt wird (z. B. Durchlaufträger in Gebäuden), darf eine konstante Breite über die gesamte Stützweite angenommen werden.
- (3) Die mitwirkende Plattenbreite für einen symmetrischen Plattenbalken darf angenommen werden zu:
- $$b_{eff} = b_w + \frac{1}{5} l_0 \leq b \quad (2.13)$$
- und für einen einseitigen Plattenbalken (d. h. mit einseitig angeordnetem Gurt)
- $$b_{eff} = b_w + \frac{1}{10} l_0 \leq b_w + b_1 \quad (2.14)$$
- (zu den Bezeichnungen siehe Bilder 2.2 und 2.3)

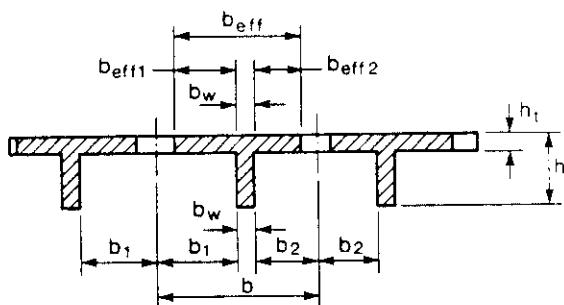


Bild 2.2 Bezeichnung der Maße

- (4) Für typische Fälle darf der Abstand  $l_0$  zwischen den Momentennullpunkten aus Bild 2.3 entnommen werden:

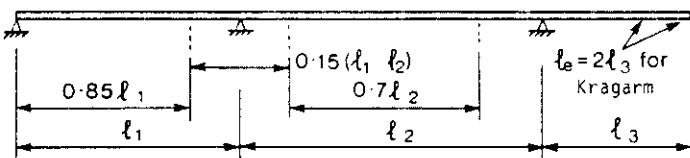


Bild 2.3 Angenäherte wirksame Stützweiten zur Berechnung der mitwirkenden Plattenbreite

## DIN V 18 932 Teil 1

Folgende Bedingungen sollten erfüllt sein:

- (1) Die Länge eines Kragarms sollte kleiner als die halbe Länge des benachbarten Feldes sein
- (ii) Das Verhältnis der Stützweiten benachbarter Felder sollte zwischen 1 und 1,5 liegen.
- (5) Bezuglich der Einleitung der Vorspannkräfte in Plattenbalken siehe Abschnitt 4.2.3.5.3.

## 2.5.2.2.2 Wirksame Stützweite von Balken und Platten

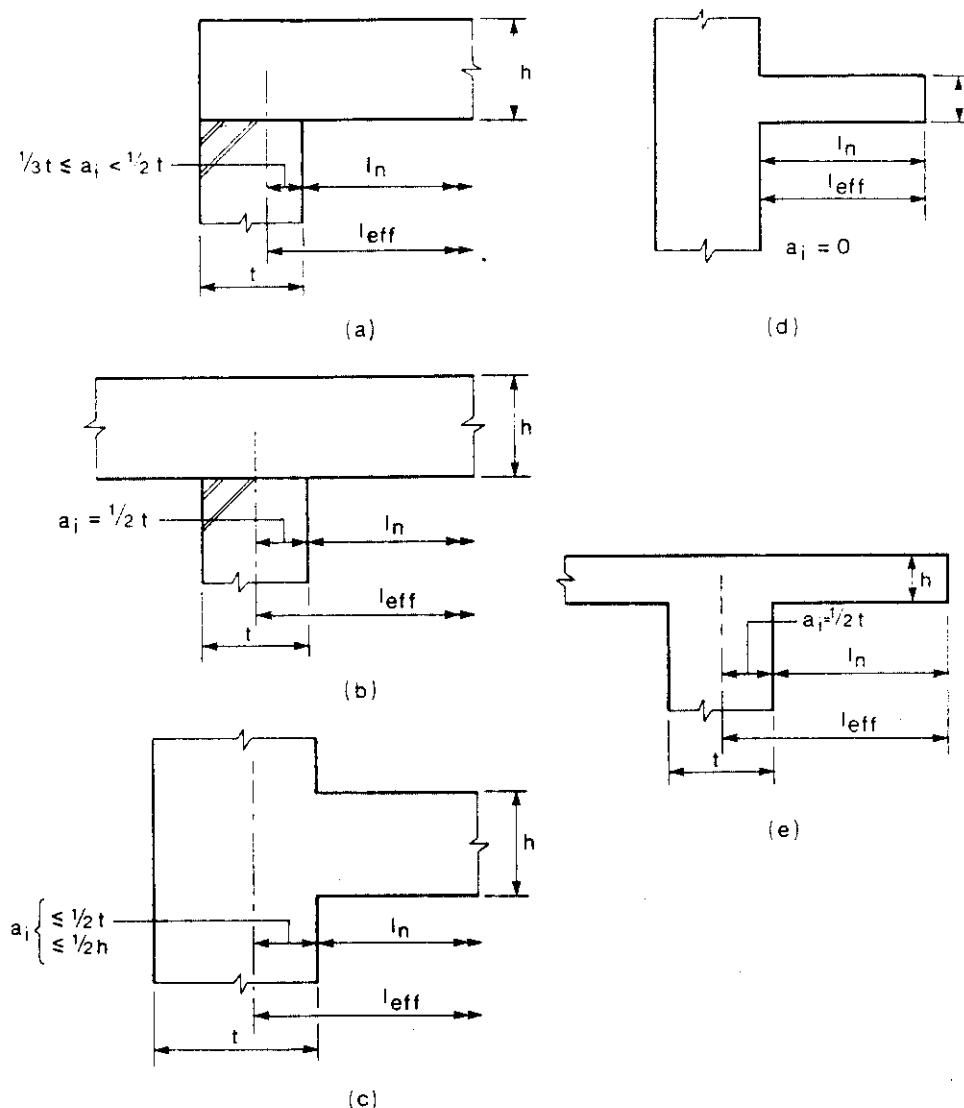
- (1) Die wirksame Stützweite ( $l_{eff}$ ) eines Bauteils darf wie folgt berechnet werden:

$$l_{eff} = l_n + a_1 + a_2 \quad (2.15)$$

wobei

$l_n$  lichter Abstand zwischen den Auflageranschnitten.

Die Werte von  $a_1$  und  $a_2$  an jedem Ende des Feldes dürfen aus den zugehörigen  $a_i$ -Werten des Bildes 2.4 bestimmt werden.



- a) nichtdurchlaufende Bauteile
- b) durchlaufende Bauteile
- c) Auflager mit voller Einspannung
- d) freie Kragträger
- e) Kragarm eines Durchlaufträgers

Bild 2.4 Bestimmung der wirksamen Stützweite ( $l_{eff}$ ) nach Gleichung (2.15) bei verschiedenen Auflagerbedingungen

### 2.5.3 Berechnungsverfahren

#### 2.5.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7 sowie Bild 2.5)

- $F_y$  Vertikallast auf einer Konsole  
 $F_{sd,sup}$  Bemessungswert der Auflagerreaktion  
 $H_c$  An der Einspannstelle einer Konsole wirkende Horizontalkraft  
 $\Delta M_{sd}$  Abminderung des Stützmoments bei durchlaufenden Balken und Platten infolge der Auflagerreaktion  $F_{sd,sup}$  bei frei drehbarer Lagerung  
 $a_c$  Abstand der Vertikallast  $F_y$  bis zum Anschnitt an der Einspannstelle (Konsolbemessung)  
 $b_{sup}$  Auflagertiefe  
 $h_c$  Gesamthöhe der Konsole am Anschnitt an der Einspannstelle  
 $\delta$  Verhältnis des umgelagerten Moments zum Ausgangsmoment vor der Umlagerung  
 $v$  Beiwert für das Verhältnis des Bemessungswerts der mittleren Druckspannung in den Druckstreben und dem Bemessungswert der Betondruckfestigkeit ( $f_{cd}$ ).

#### 2.5.3.1 Grundlagen

- P (1) Alle Berechnungsverfahren müssen den Gleichgewichtszustand sicherstellen.
- P (2) Wenn die Verträglichkeitsbedingungen nicht unmittelbar für die jeweiligen Grenzzustände nachgewiesen werden, muß sichergestellt werden, daß das Bauwerk im Grenzzustand der Tragfähigkeit ausreichend verformungsfähig ist und ein unzulässiges Verhalten unter Nutzungsbedingungen ausgeschlossen ist.
- P (3) In der Regel wird der Gleichgewichtszustand auf der Grundlage des nichtverformten Tragwerks nachgewiesen (Theorie I. Ordnung). Wenn jedoch die Stabauslenkungen zu einem wesentlichen Anstieg der Schnittgrößen führen, muß der Gleichgewichtszustand unter Berücksichtigung des verformten Tragwerks überprüft werden (Theorie II. Ordnung) (siehe Abschnitte 2.5.1 und 4.3.5).
- P (4) Eine Ermittlung von Zwangsvorformungen, beispielsweise infolge Temperatureinwirkung oder Schwindens, darf entfallen, wenn die Tragwerke durch Fugen derart in Abschnitte unterteilt sind, daß Verformungen nicht zu Schäden führen.
- (5) Im Regelfall sollten solche Abschnitte eine Länge von 30 m nicht überschreiten.

#### 2.5.3.2 Verfahren der Schnittgrößenermittlung

##### 2.5.3.2.1 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

- P (1) Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit erfolgt die Schnittgrößenermittlung in der Regel auf der Grundlage der Elastizitätstheorie.
- (2) In diesem Fall ist es in der Regel ausreichend, von den Bauteilstieifigkeiten des ungerissenen Querschnitts mit einem Elastizitätsmodul nach Abschnitt 3.1.2.5.2 auszugehen. Zeitabhängige Einflüsse sollten berücksichtigt werden, wenn sie von Bedeutung sind (siehe Abschnitte 3.1 und 3.3).
- P (3) Wenn die Rißbildung im Beton einen deutlich ungünstigen Einfluß auf das Verhalten des Tragwerks oder des Bauteils hat, ist sie bei der Schnittgrößenermittlung zu berücksichtigen. Sind die Auswirkungen günstig, dürfen sie bei gleichzeitiger Erfüllung der Verträglichkeitsbedingungen in Rechnung gestellt werden.

##### 2.5.3.2.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit

- P (1) Abhängig von den besonderen Tragwerkseigenschaften, der Art des jeweiligen Grenzzustands und den besonderen Bedingungen von Bemessung und Ausführung darf die Schnittgrößenermittlung im Grenzzustand der Tragfähigkeit linear-elastisch mit oder ohne Umlagerung, nichtlinear oder auf der Grundlage der Plastizitätstheorie erfolgen.
- P (2) Das Berechnungsverfahren sollte so sein, daß im vorgegebenen Geltungsbereich der geforderte Zuverlässigkeitgrad dieses Eurocodes erreicht wird. Dabei sind die dem Verfahren anhaftenden Unsicherheiten zu berücksichtigen (siehe z. B. Abschnitt 2.5.3.4.2).
- P (3) In diesem Abschnitt bezieht sich der Ausdruck 'nichtlineare Berechnung' auf Berechnungsverfahren, die die nichtlinearen Verformungseigenschaften von Stahlbeton- und Spannbetonquerschnitten berücksichtigen. Verfahren, die das nichtlineare Verhalten als Ergebnis der Verformungen von Bauteilen in Rechnung stellen, werden als 'Berechnung nach Theorie II. Ordnung' bezeichnet (folglich berücksichtigt eine 'nichtlineare Berechnung nach Theorie II. Ordnung' beide Einflüsse).

## DIN V 18 932 Teil 1

- (4) Die Anwendung der linear-elastischen Theorie erfordert in der Regel keine besonderen Maßnahmen zur Sicherstellung angemessener Verformungsfähigkeit, sofern sehr hohe Bewehrungsgrade in den kritischen Abschnitten vermieden werden. Wenn jedoch die aus der linear-elastischen Theorie resultierenden Momente umgelagert werden, müssen die kritischen Abschnitte für die Momentenumlagerung ein ausreichendes Rotationsvermögen aufweisen, um die durchgeführte Umlagerung in ausreichendem Maße zu ermöglichen.
- (5) Das Näherungsverfahren zur Schnittgrößenermittlung auf der Grundlage der Plastizitätstheorie darf nur für gut verformungsfähige Bauwerksteile angewendet werden, in denen Stahl hoher Duktilität eingesetzt wird (siehe Abschnitt 3.2.4.2).
- (6) Bewehrungsstöße sollten möglichst nicht in kritischen Abschnitten angeordnet werden. Ist dies nicht zu vermeiden, sollte das Verformungs- oder Rotationsvermögen des Stoßbereichs aufgrund der vorhandenen Gesamtbewehrung festgestellt werden.

## 2.5.3.3 Vereinfachungen

- P (1) Für die Schnittgrößenermittlung dürfen Näherungsverfahren oder Bemessungshilfen auf der Grundlage geeigneter vereinfachter Annahmen verwendet werden, sofern sie innerhalb ihres Geltungsbereichs das gleiche Zuverlässigkeitseiveau wie die in dieser Vorschrift angegebenen Verfahren aufweisen. Umlagerungen sind auf das durch das gewählte vereinfachte Verfahren erlaubte Maß zu begrenzen.
- (2) Für die Querdehnzahl darf anstelle des im Abschnitt 3.1.2.5.3 angegebenen Wertes Null angenommen werden.
- (3) Durchlaufende Platten und Balken dürfen im allgemeinen unter der Annahme frei drehbar Lager berechnet werden.
- (4) Der Bemessungswert des Stützmoments durchlaufender Balken oder Platten, deren Auflager als frei drehbar angesehen werden können, darf unabhängig vom angewandten Rechenverfahren um einen Betrag  $\Delta M_{sd}$  reduziert werden, wenn bei der Berechnung der Stützmomente als Stützweite der Abstand zwischen den Auflagermitteln angenommen wird:

$$\Delta M_{sd} = F_{sd,sup} b^{sup}/8 \quad (2.16)$$

Hierin sind:

$F_{sd,sup}$  Bemessungswert der Auflagerreaktion

$b^{sup}$  Auflagertiefe

- (5) Wenn ein Balken oder eine Platte mit dem Auflager monolithisch verbunden ist, darf als Bemessungsmoment das am Auflagerrand zugrunde gelegt werden, jedoch kein geringerer Wert als der nach Abschnitt 2.5.3.4.2 (7).
- (6) Die auf unterstützende Bauteile wirkenden Kräfte aus den Auflagerreaktionen von einachsigen gespannten Platten, Rippendecken und Balken (einschließlich Plattenbalken) dürfen unter der Annahme ermittelt werden, daß die Bauteile (unter Vernachlässigung der Durchlaufwirkung frei drehbar gelagert sind. Die Durchlaufwirkung sollte jedoch für das erste Innenauflager sowie solche Innenauflager berücksichtigt werden, deren angrenzende Felder Spannweiten aufweisen, die um mehr als 30 % voneinander abweichen.

## 2.5.3.4 Schnittgrößenermittlung bei Balken und Rahmen

## 2.5.3.4.1 Zulässige Berechnungsverfahren

- P (1) Es dürfen alle in Abschnitt 2.5.3.2.2 (1) angegebenen Verfahren verwendet werden.

## 2.5.3.4.2 Lineare Berechnung mit oder ohne Umlagerung

- P (1) Die möglichen Auswirkungen einer Momentenumlagerung müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden. Dies gilt für die Bemessung für Biegung und Querkraft, der Verankerungen, der Abstufung der Bewehrung sowie die Rißbreitenbeschränkung.
- P (2) Die unter Verwendung des linear-elastischen Verfahrens ermittelten Momente dürfen umgelagert werden, wenn die sich daraus ergebende Momentenverteilung mit den aufgebrachten Lasten im Gleichgewicht steht.
- (3) Für Durchlaufträger, bei denen das Stützweitenverhältnis benachbarter Felder weniger als 2 beträgt, in Riegeln von unverschiebblichen Rahmen und in Bauteilen, die vorwiegend auf Biegung beansprucht sind, darf auf den Nachweis des Rotationsvermögens in kritischen Abschnitten verzichtet werden, wenn die unter (a) und (b) angegebenen Bedingungen erfüllt sind:
  - (a) Für Betonfestigkeitsklassen  $\leq C 35/45$
  - $\delta \geq 0,44 + 1,25 x/d$  (2.17)

für Betonfestigkeitsklassen > C 35/45

$$\delta \geq 0,56 + 1,25 \times d$$

(b) Für hochduktilen Stahl  $\delta \geq 0,7$   
Für normalduktilen Stahl  $\delta \geq 0,85$

Hierin sind:

$\delta$  Verhältnis des umgelagerten Moments zum Ausgangsmoment vor der Umlagerung

x Höhe der Druckzone im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach der Umlagerung

d Nutzhöhe

Definition der Stahlsorten siehe Abschnitt 3.2.4.2.

- (4) Im allgemeinen ist bei verschieblichen Rahmen keine Umlagerung zugelassen.
- (5) Für Bauteile nach Absatz (3), für die keine Umlagerung vorgenommen wurde, sollte das Verhältnis x/d in kritischen Abschnitten folgende Werte nicht übersteigen, sofern keine geeigneten konstruktiven Maßnahmen (d. h. Beschränkungen) getroffen wurden:
  - x/d = 0,45 bei Betonfestigkeitsklassen von C 12/15 bis C 35/45
  - x/d = 0,35 bei Betonfestigkeitsklassen von C 40/45 und höher.
- (6) Umlagerungen sollten nicht vorgenommen werden, wenn das Rotationsvermögen nicht mit Sicherheit angegeben werden kann (z. B. in den Ecken von vorgespannten Rahmen).
- (7) Zur Berücksichtigung einer vorgenommenen Idealisierung des Tragwerks und möglicher unbeabsichtigter Abweichungen der Tragwerksform während der Bauzeit sollte das Bemessungsmoment in den Abschnitten unverschieblicher Auflager von Durchlaufträgern nicht geringer sein als 65% des Auflagermoments bei Annahme voller Einspannung.

#### 2.5.3.4.3 Nichtlineare Berechnung

Siehe Anhang 2.

#### 2.5.3.4.4 Schnittgrößenermittlung auf der Grundlage der Plastizitätstheorie

Siehe Anhang 2.

#### 2.5.3.5 Schnittgrößenermittlung bei Platten

##### 2.5.3.5.1 Anwendungsbereich

- P (1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf Platten nach Abschnitt 2.5.2.1, die in zwei Achsrichtungen durch Momente und Kräfte beansprucht sind. Er gilt auch für Platten mit aufgelöstem Querschnitt (Rippen-, Hohl-, Kassettenplatten), wenn ihr Verhalten dem der Vollplatte ähnlich ist, insbesondere hinsichtlich der Torsionssteifigkeit.
- (2) Einachsig gespannte Platten, die hauptsächlich durch gleichmäßig verteilte Lasten beansprucht werden, dürfen als Balken angesehen und nach Abschnitt 2.5.3.4 berechnet werden.
- (3) Bei Flachdecken sollte ein Mindestwert des Bemessungsmoments über den Auflagern angenommen werden, um die Gültigkeit der Bemessungsannahmen für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen sicherzustellen (siehe Abschnitt 4.3.4.5.3).

##### 2.5.3.5.2 Ermittlung der Beanspruchungen

- P (1) Es gelten die Abschnitte 2.5.3.1 P (1) und 2.5.3.1 P (2).

##### 2.5.3.5.3 Zulässige Berechnungsverfahren

- P (1) Folgende Berechnungsverfahren dürfen angewendet werden:

- a) Lineare Berechnung mit oder ohne Umlagerung
- b) Berechnung nach der Plastizitätstheorie, die entweder auf dem kinematischen (obere Grenze) oder statischen (untere Grenze) Verfahren beruht.
- c) Numerische Verfahren unter Zugrundelegung der nichtlinearen Baustoffeigenschaften.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (2) Die Anwendung linearer Berechnungsverfahren ist für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wie für den Grenzzustand der Tragfähigkeit geeignet. Verfahren auf der Grundlage der Plastizitätstheorie mit ihrem hohen Vereinfachungsgrad sollten nur für den Grenzzustand der Tragfähigkeit verwendet werden.
- (3) Gängige Verfahren der Plastizitätstheorie sind:
  - die Bruchlinientheorie (kinematisches Verfahren)
  - das Streifenverfahren (untere Grenze nach dem statischen Verfahren).

## 2.5.3.5.4 Lineare Berechnung mit oder ohne Umlagerung

- P (1) Bei der linearen Berechnung mit oder ohne Umlagerung gelten die gleichen Bedingungen wie für Balken und Rahmen nach Abschnitt 2.5.3.4.2 P (2).
- (2) Biegemomente durchlaufender, in Querrichtung kontinuierlich gestützter Platten dürfen nach Abschnitt 2.5.3.4.2 P (2) und P (3) abgemindert werden.
- (3) Für die Ermittlung von Querkraft, Torsion und Auflagerreaktion darf eine lineare Interpolation zwischen den Beanspruchungen bei voll eingespanntem Rand und denen bei einfach gelagertem Rand vorgenommen werden.
- (4) Für die Bewehrungsführung in Fällen, in denen die Richtung der Hauptmomente nicht mit der der Bewehrung übereinstimmt, siehe Anhang 2.

## 2.5.3.5.5 Berechnungsverfahren nach der Plastizitätstheorie

- P (1) Verfahren nach der Plastizitätstheorie dürfen ohne direkten Nachweis des Rotationsvermögens im Grenzzustand der Tragfähigkeit angewendet werden, wenn eine ausreichende Verformungsfähigkeit vorhanden ist.
- (2) Bei Berechnungen nach der Plastizitätstheorie sollte der Querschnitt der Zugbewehrung an keiner Stelle und in keiner Richtung den zu  $x/d = 0,25$  gehörenden Wert überschreiten.
- (3) Ein Nachweis des Rotationsvermögens ist nicht erforderlich, wenn Betonstahl mit hoher Duktilität verwendet wird (siehe Abschnitt 3.2.4.2). Stahl mit normaler Duktilität sollte ohne genaueren Nachweis nicht verwendet werden.
- (4) Für das kinematische Verfahren sollte eine Auswahl möglicher kinematischer Ketten untersucht werden, wobei die Bemessungswerte der zugeordneten Materialeigenschaften im Grenzzustand der Tragfähigkeit zugrunde zu legen sind.
- (5) Das Verhältnis von Stützmomenten zu Feldmomenten sollte zwischen [0,5 und 2,0] liegen.
- (6) Bei Anwendung statischer Verfahren der Plastizitätstheorie kann es zweckmäßig sein, die Momentenverteilung nach einem linearen Verfahren zu bestimmen und die Bewehrung auf der Grundlage der Interpretation dieser Verteilung nach der Plastizitätstheorie unter Erfüllung der erforderlichen Gleichgewichtsbedingungen zu bestimmen (siehe Anhang 2, Bewehrungsverteilung).

## 2.5.3.5.6 Numerische Verfahren der nichtlinearen Berechnung

Siehe Anhang 2.

## 2.5.3.5.7 Schnittgrößenermittlung bei vorgespannten Platten

- (1) Die Regeln der nachfolgenden Absätze (2) bis (4) ergänzen die Festlegungen nach Abschnitt 2.5.4.
- (2) Unabhängig von der Art der verwendeten Spannglieder (d. h. mit oder ohne Verbund) dürfen die aus Spanngliedumlenkungen und -reibungen resultierenden Kräfte sowie die in den Ankerkörpern wirkenden Kräfte im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit als äußere Lasten betrachtet werden.
- (3) Zur Einteilung der Spannglieder nach ihrer Duktilität siehe Abschnitt 3.3.4.3 (3).
- (4) Verfahren nach der Plastizitätstheorie sollten nicht bei vorgespannten Bauteilen mit sofortigem Verbund angewendet werden.

## 2.5.3.6 Schnittgrößenermittlung bei Wänden und in ihrer Ebene beanspruchten Scheiben

## 2.5.3.6.1 Zulässige Berechnungsverfahren

- P (1) Dieser Abschnitt gilt für Bauteile, für die die Annahme linearer Dehnungsverteilung nicht zutrifft.
- P (2) Folgende Verfahren dürfen zur Ermittlung der Schnittgrößen verwendet werden:
  - a) Verfahren auf der Grundlage linearer Berechnung (siehe Abschnitt 2.5.3.6.2)

- b) Verfahren auf der Grundlage elastisch-plastischer Berechnung (siehe Abschnitt 2.5.3.6.3)
  - c) Verfahren auf der Grundlage nichtlinearen Materialverhaltens (siehe Anhang 2).
- P (3) Unabhängig vom gewählten Verfahren müssen im Grenzzustand der Tragfähigkeit mögliche Modellunsicherheiten aus dem Verhalten des Tragwerks als Ganzes berücksichtigt werden.
- P (4) Konsolen und wandartige Träger sind Sonderfälle und werden nach den Abschnitten 2.5.3.7.2 bzw. 2.5.3.7.3 behandelt.

#### 2.5.3.6.2 Lineare Berechnung

- P (1) Lineare Berechnungsverfahren dürfen sowohl für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit als auch der Tragfähigkeit verwendet werden. Die Berechnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit verlangt jedoch eine Bewehrungsanordnung, die ausreicht, um die gesamten rechnerischen Zugspannungen im Beton aufzunehmen und die Gleichgewichtsbedingungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu erfüllen.
- P (2) Zwang, (z. B. durch Wärmewirkungen, Setzungen von Auflagern) und Wirkungen nach Theorie II. Ordnung müssen beachtet werden, wenn sie von Bedeutung sind.
- P (3) Bei Anwendung numerischer Methoden auf der Grundlage der Elastizitätstheorie müssen die Auswirkungen einer Rißbildung in Bereichen mit hoher Spannungskonzentration in die Rechnung einbezogen werden.
- (4) Auswirkungen hoher Spannungskonzentrationen dürfen durch eine Verringerung der Steifigkeit in den betroffenen Bereichen berücksichtigt werden.
  - (5) Siehe auch Anhang 2, Abschnitt A.2.8.

#### 2.5.3.6.3 Berechnung nach der Plastizitätstheorie

- P (1) Verfahren nach dem unteren Grenzwertsatz der Plastizitätstheorie dürfen unter der Voraussetzung geeigneter Maßnahmen zur Gewährleistung der Duktilität angewendet werden.
- (2) Bauteile dürfen dadurch idealisiert werden, daß sie als statisch bestimmte Stabwerke betrachtet werden, die aus fiktiven geraden Druckstreben (zur Übertragung von Druckkräften im Beton) sowie Zugstreben (Bewehrung) bestehen (Stabwerkmodell). Die Kräfte in diesen Elementen des Stabwerks werden aus den Gleichgewichtsbedingungen ermittelt. Zur Aufnahme der Zugkräfte in den Zugstreben ist eine ausreichende Bewehrung anzugeben und sicherzustellen, daß die Druckspannungen in den Druckstreben die zulässigen Werte nicht überschreiten. Die konstruktive Durchbildung des Bauwerks sollte danach unter besonderer Beachtung der Verankerung der gesamten Bewehrung und örtlich auftretender Spannungen aus konzentrierten Einzellasten überprüft werden.
  - (3) Um die Verträglichkeit näherungsweise sicherzustellen, sollten sich Lage und Richtung der Druck- und Zugstreben an der Schnittgrößenverteilung nach der Elastizitätstheorie orientieren.
  - (4) Beim Nachweis der Betonspannung in den Druckstreben sollte eine mögliche Verminderung der Druckfestigkeit infolge von Querzugspannungen, Rißbildung oder Querkrafteinfluß berücksichtigt werden. Die durchschnittliche Bemessungsdruckspannung in den Streben darf mit  $v_{fcd}$  angenommen werden. Wenn andere Werte fehlen, darf  $v = 0,6$  angenommen werden, wobei der Einfluß einer Dauerlast bereits berücksichtigt ist. Höhere Werte für  $v$  (sogar  $v > 1$ ) sind bei Vorliegen dreiachsiger Druckspannungszustände unter der Voraussetzung zulässig, daß der zugehörige Querdruck tatsächlich nachweislich vorhanden ist (siehe Abschnitt 5.4.8.1).
  - (5) Der Bemessungswert der Stahlspannung in den Zugstreben ist auf  $f_yd$  begrenzt.
  - (6) Für die bauliche Durchbildung gilt Abschnitt 5.4.

#### 2.5.3.6.4 Nichtlineare Berechnung

- (1) Siehe Anhang 2.

#### 2.5.3.7 Konsolen, wandartige Träger und Verankerungsbereiche für Spannkräfte bei nachträglichem Verbund

##### 2.5.3.7.1 Allgemeines

- (1) Derartige Bauteile dürfen in Übereinstimmung mit Abschnitt 2.5.3.6.3 berechnet, bemessen und ausgebildet werden.

##### 2.5.3.7.2 Konsolen

- (1) Konsolen mit  $0,4 h_c \leq a_c \leq h_c$  (siehe Bild 2.5) dürfen unter Verwendung einfacher Stabwerkmodelle bemessen werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (2) Für gedrungene Konsolen ( $a_c < 0,4 h_c$ ) dürfen andere gleichwertige Stabwerkmodelle verwendet werden.
- (3) Konsole mit  $a_c > h_c$  dürfen als Kragträger bemessen werden.
- (4) Wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, um horizontale Kräfte auf das Lager zu begrenzen, oder diese anderweitig ausgeschlossen werden, sollte die Konsole für die Vertikalkraft  $F_v$  und eine horizontale Kraft  $H_c \geq [0,2] F_v$ , die auf die Auflagerfläche wirkt, bemessen werden.
- (5) Für die Bestimmung der Gesamthöhe ( $h_c$ ) der Konsole ist die Querkraftbeanspruchung maßgebend (siehe Abschnitt 4.3.2).
- (6) Der örtliche Einfluss, der sich aus dem gewählten Stabwerkmodell ergibt, sollte bei der Bemessung der angrenzenden Bauteile berücksichtigt werden.

P (7) Die Anforderungen an die bauliche Durchbildung nach Abschnitt 5 im allgemeinen und nach Abschnitt 5.5.4 im besonderen sind zu erfüllen.

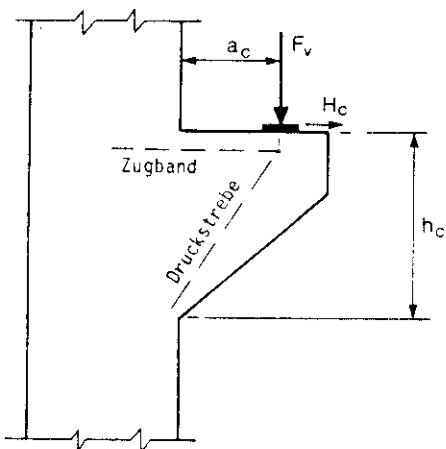


Bild 2.5 Beispiel einer Konsole mit Stabwerkmodell

#### 2.5.3.7.3 Wandartige Träger

- (1) Wandartige Träger unter einer konzentrierten Last dürfen unter Verwendung eines einfachen Stabwerkmodells bemessen werden.
- (2) In einigen Fällen, d. h. bei geringem Verhältnis von Höhe zur Stützweite, verteilten Lasten, mehr als einer konzentrierten Last usw., dürfen Stabwerkmodelle mit Bogen-Zugband-Modellen überlagert werden.
- (3) Durchlaufende wandartige Träger sind empfindlich gegen unterschiedliche Setzungen. Deshalb sollten auf der Grundlage möglicher Setzungen mehrere Auflagerreaktionen untersucht werden.

P (4) Die Anforderungen an die bauliche Durchbildung nach Abschnitt 5 im allgemeinen und Abschnitt 5.4.5 im besonderen sind zu erfüllen.

#### 2.5.3.7.4 Bereiche mit konzentrierter Krafteinleitung

- P (1) Die Bereiche sind unter Beachtung folgender Gesichtspunkte zu berechnen:
- Gleichgewicht aller Kräfte im betrachteten Bereich,
  - Querzugeinflüsse infolge der Verankerungen sowohl für den Einzelstab als auch den gesamten Verankerungsbereich,
  - Druckstreben, die sich in der Verankerungszone von vorgespannten Bauteilen mit nachträglichem Verbund ausbilden; örtliche Auflagerpressung hinter den Verankerungen.
- (2) Diese Bereiche in Spannbetonbauteilen mit nachträglichem Verbund dürfen unter Verwendung von Stabwerkmodellen nach Abschnitt 2.5.3.6.3 bemessen werden.
  - (3) Auf dreidimensionale Modelle sollte dann zurückgegriffen werden, wenn die Abmessungen der Auflagerfläche klein im Verhältnis zum Querschnitt der Verankerungszone sind.
- P (4) Die Anforderungen an die bauliche Durchbildung nach Abschnitt 5 im allgemeinen und nach Abschnitt 5.4.6 im besonderen sind zu erfüllen.

#### 2.5.4 Auswirkungen einer Vorspannung

##### 2.5.4.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$P_d$	Bemessungswert der Vorspannkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit (unter der Annahme, daß $P_{m,t} = P_k$ , siehe Abschnitt 2.2.2.4)
$P_{k,inf}$	unterer charakteristischer Wert der Vorspannkraft für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$P_{k,sup}$	oberer charakteristischer Wert der Vorspannkraft für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$P_0$	Vorspannkraft am Spannende des Spannglieds unmittelbar nach dem Vorspannen
$P_{m,0}$	Mittelwert der Vorspannkraft unmittelbar nach dem Vorspannen (nachträglicher Verbund) oder nach der Spannkraftübertragung (sofortiger Verbund) an einer beliebigen Stelle x in Längsrichtung des Bauteils (z. B. die Kraft unmittelbar nach Auftreten von Spannkraftverlusten)
$P_{m,t}$	Mittelwert der Vorspannkraft zur Zeit t an einer Stelle x längs des Bauteils
$P_{m,\infty}$	Mittelwert der Vorspannkraft an einer Stelle x in Längsrichtung des Bauteils, nachdem alle Spannkraftverluste eingetreten sind
$P_{0,max}$	Zulässiger Höchstwert von $P_0$
$\Delta p_c$	Spannkraftverlust infolge elastischer Verformung des Bauteils bei der Spannkraftübertragung
$\Delta p_{s1}$	Spannkraftverlust infolge Verankerungsschlupf
$\Delta p_t(t)$	Spannkraftverlust infolge Kriechens, Schwindens und Relaxation zur Zeit t (Anmerkung: In Abschnitt 4.2.3.5.5 ist die Spannung, für die $\Delta p_t(t)$ berechnet ist, mit $\Delta p_{c+s+r}$ bezeichnet)
$\Delta p_\mu(x)$	Spannkraftverlust infolge Reibung
$r_{inf}$	Entsprechende Beiwerte zur Bestimmung des unteren und oberen charakteristischen Wertes der Vorspannkraft im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$r_{sup}$	

##### 2.5.4.1 Allgemeines

- P (1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf vorgespannte Tragwerke mit innen liegenden Spanngliedern und vollständigem Verbund.
- P (2) Folgende Auswirkungen sind zu beachten:
- örtliche Auswirkungen im Verankerungsbereich und dort, wo Spannglieder ihre Richtung ändern,
  - statisch bestimmte Auswirkungen in statisch bestimmten Tragwerken,
  - statisch bestimmte und statisch unbestimmte Auswirkungen in statisch unbestimmten Tragwerken.
- (3) Bauteile, deren Spannglieder ständig ohne Verbund bleiben, werden im Teil 1 D behandelt.
- (4) Bauteile mit Spanngliedern, die während der Bauzeit zeitlich begrenzt ohne Verbund sind, dürfen unter Verwendung vereinfachter Annahmen berechnet werden. Im allgemeinen dürfen sie wie Bauteile mit Spanngliedern im Verbund behandelt werden, jedoch nicht im Grenzzustand der Tragfähigkeit, in dem der Spannungsanstieg in den Spanngliedern infolge äußerer Last nicht in Rechnung gestellt werden darf.

##### 2.5.4.2 Ermittlung der Vorspannkraft

- P (1) Der Mittelwert der Vorspannkraft wird in Abhängigkeit von der Vorspannart nach (a) oder (b) bestimmt.

- (a) Vorgespannte Bauteile mit sofortigem Verbund:

$$P_{m,t} = P_0 - \Delta p_c - \Delta p_t(t) - \Delta p_\mu(x) \quad (2.18)$$

$\Delta p_\mu(x)$  ist bei gekrümmten Spanngliedern zu berücksichtigen.

- (b) Vorgespannte Bauteile mit nachträglichem Verbund:

$$P_{m,t} = P_0 - \Delta p_c - \Delta p_\mu(x) - \Delta p_{s1} - \Delta p_t(t) \quad (2.19)$$

## DIN V 18 932 Teil 1

Hierin sind:

- $P_{m,t}$  Mittelwert der Vorspannkraft zur Zeit  $t$  an einer Stelle  $x$  längs des Bauteils
- $P_0$  Vorspannkraft am Spannende des Spannglieds unmittelbar nach dem Vorspannen
- $\Delta P_{\mu}(x)$  Spannkraftverlust infolge Reibung
- $\Delta P_{s1}$  Spannkraftverlust infolge Verankerungsschlupf
- $\Delta P_c$  Spannkraftverlust infolge elastischer Verformung des Bauteils bei der Spannkraftübertragung
- $\Delta P_t(t)$  Spannkraftverlust infolge Kriechens, Schwindens und Relaxation zur Zeit  $t$

(2) Hinsichtlich der Begrenzung des Anfangswerts der Vorspannung und der Verfahren zur Ermittlung der Spannkraftverluste siehe Abschnitt 4.2.3. Bezuglich Übertragungslänge und Eintragungslänge siehe Abschnitt 4.2.3.5.

P (3) Bei den Nachweisen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind mögliche Streuungen der Vorspannkraft zu berücksichtigen.

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden zwei charakteristische Werte der Vorspannkraft festgelegt:

$$\begin{aligned} P_{k,\text{sup}} &= r^{\text{sup}} P_{m,t} \\ P_{k,\text{inf}} &= r^{\text{inf}} P_{m,t} \end{aligned} \quad (2.20)$$

wobei  $P_{k,\text{sup}}$  und  $P_{k,\text{inf}}$  die oberen bzw. unteren charakteristischen Werte sind.  $P_{m,t}$  ist der Mittelwert der Vorspannkraft, der unter Verwendung von Mittelwerten für die Verformungskennwerte und die nach Abschnitt 4.2.3 ermittelten Spannkraftverluste berechnet wird.

(4) Die Beiwerte  $r^{\text{sup}}$  und  $r^{\text{inf}}$  dürfen zu  $1,1$  bzw.  $0,9$  gewählt werden, wenn ihre genauere Festlegung nicht möglich ist und vorausgesetzt wird, daß die Summe der Spannkraftverluste aus reibungs- und zeitabhängigen Wirkungen höchstens 30 % der Anfangsvorspannung beträgt.

(5) Die Werte von  $P_{m,t}$ , die im allgemeinen zur Bemessung verwendet werden, sind:

$$\begin{aligned} P_{m,0} &\text{ Anfangsvorspannkraft zur Zeit } t = 0 \\ \text{und} \end{aligned}$$

$P_{m,\infty}$  Vorspannkraft nach Eintreten aller Spannkraftverluste.

P (6) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist der Bemessungswert der Vorspannung

$$P_d = \gamma_p P_{m,t}$$

(7) Werte für  $\gamma_p$  sind in Tabelle 2.2 angegeben.

P (8) Bei Betrachtung örtlicher Auswirkungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind der Berechnung der Spannkräfte die charakteristischen Festigkeiten der Spannglieder zugrunde zu legen.

(9) Dies gilt beim Nachweis des Einflusses konzentrierter Kräfte, beim Nachweis von Spaltzugkräften im Verankerungsbereich sowie bei Richtungsänderung des Spannglieds (siehe Abschnitt 4.2.3).

#### 2.5.4.3 Auswirkungen der Vorspannung unter Gebrauchsbedingungen

- P (1) Schnittgrößen in statisch bestimmten und unbestimmten Systemen, die durch Vorspannung hervorgerufen werden, sind nach der Elastizitätstheorie zu berechnen.
- (2) Bei üblichen Bauwerken, für die der Nachweis der Rißbreite als nicht notwendig angesehen wird, dürfen die Mittelwerte der Vorspannung benutzt werden.
- (3) Für Bauwerke, deren Tragwirkung sehr empfindlich auf den Einfluß der Vorspannung reagiert, sollten die Wirkungen der Vorspannung gemäß (a) oder (b) bestimmt werden.
  - (a) Zum Nachweis der Rißbildung oder der Dekompression (siehe Abschnitt 4.4.2), des Offnens von Fugen zwischen Fertigteilen und der Ermüdungswirkungen werden die maßgebenden charakteristischen Werte der Vorspannung verwendet.
  - (b) Zum Nachweis der Druckspannungen (siehe Abschnitt 4.4.1) werden die Mittelwerte der Vorspannung verwendet.

#### 2.5.4.4 Auswirkungen der Vorspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit

##### 2.5.4.4.1 Lineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung

- P (1) Statisch bestimmte und unbestimmte Auswirkungen der Vorspannung sind unter Verwendung des maßgebenden Bemessungswerts der Vorspannkraft zu berechnen.
- (2) Für die Berechnung nach linearen Verfahren darf  $\gamma_p$  zu 1,0 angenommen werden.
- P (3) Bei linearer Berechnung mit anschließender Umlagerung sind die Momente, bei denen eine Umlagerung vorgenommen wird, unter Berücksichtigung des statisch unbestimmten Anteils der Vorspannung zu ermitteln.

##### 2.5.4.4.2 Nichtlineare oder auf der Plastizitätstheorie beruhende Verfahren der Schnittgrößenermittlung

- (1) Siehe Anhang 2.

##### 2.5.4.4.3 Querschnittsbemessung

- P (1) Zur Beurteilung des Verhaltens eines Querschnitts im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird die auf den Querschnitt wirkende Vorspannkraft mit dem Bemessungswert  $P_d$  angesetzt. Die  $P_d$  entsprechende Vordehnung muß bei der Bestimmung der Querschnittstragfähigkeit berücksichtigt werden.
- (2) Die Berücksichtigung der Vordehnung erfolgt zweckmäßig durch Verschiebung des Ursprungs des Spannungsdehnungsdiagramms für die Spannglieder um einen Wert, der dem Bemessungswert der Vorspannung entspricht.
- (3)  $\gamma_p$  darf zu 1,0 angenommen werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
- (a) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit dürfen nicht mehr als 25 % des gesamten Spannstahlquerschnitts in der Druckzone liegen  
und  
(b) die Spannung in dem Spannstahl, der der gezogenen Querschnittsseite am nächsten liegt, überschreitet  $f_{p0,1k}/\gamma_m$ .
- Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, sollte für alle Spannglieder der untere Wert von  $\gamma_p$  nach Tabelle 2.2 verwendet werden.
- (4) Hinsichtlich der Wirkungen geneigter Spannglieder siehe Abschnitt 4.3.2.4.6 (2).
- (5) Alle statisch unbestimmten Anteile der Vorspannkraft sollten mit ihren charakteristischen Werten berücksichtigt werden.

#### 2.5.5 Auswirkungen des zeitabhängigen Betonverhaltens

##### 2.5.5.0 Formelzeichen und Kurzzelchen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

- $c_{eff}$  wirksamer Elastizitätsmodul (Tangentenmodul) für Beton bei der Spannung  $\sigma_c = 0$
- $\epsilon_n(t)$  eine spannungsunabhängige, aufgezwungene Verformung (z. B. infolge Kriechens und Schwindens)
- $\epsilon_{tot}(t, t_0)$  Gesamtdehnung des Betons bei einer ersten Lastaufbringung zum Zeitpunkt  $t_0$  mit einer Spannung  $\sigma(t_0)$  unter Einschluß nachfolgender Spannungsänderungen  $\Delta\sigma(t_1)$
- $\sigma(t)$  } Druckspannung im Beton zum Zeitpunkt  $t$  bzw.  $t_0$
- X Relaxationsbeiwert, der von der zeitlichen Entwicklung der Dehnung abhängt.

##### 2.5.5.1 Allgemeines

- P (1) Die Genauigkeit der Verfahren zur Berechnung der Wirkungen von Kriechen und Schwinden des Betons muß der Zuverlässigkeit der Angaben entsprechen, die zur Beschreibung dieser Erscheinungen und ihrer Wirkungen im betrachteten Grenzzustand zur Verfügung stehen.
- P (2) Im allgemeinen müssen die Einflüsse aus Kriechen und Schwinden nur für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit verfolgt werden. Eine wichtige Ausnahme betrifft die Einflüsse nach Theorie II. Ordnung (siehe Anhang 3).
- P (3) Gesonderte Untersuchungen sind erforderlich, wenn der Beton extremen Temperaturen ausgesetzt ist.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (4) Die Einflüsse aus Wärmebehandlung dürfen unter vereinfachten Annahmen in Rechnung gestellt werden.
- (5) Für eine genügend genaue Abschätzung des Verhaltens eines Betonquerschnitts dürfen folgende Annahmen getroffen werden, sofern die Spannungen innerhalb der für übliche Gebrauchsstände geltenden Grenzen bleiben:
- Kriechen und Schwinden sind voneinander unabhängig.
  - Es wird eine lineare Beziehung zwischen den Kriechverformungen und den kriecherzeugenden Spannungen angenommen.
  - Einflüsse aus ungleichmäßigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverläufen werden vernachlässigt.
  - Die Gültigkeit des Superpositionsprinzips wird auch für solche Einflüsse angenommen, die zu verschiedenen Altersstufen des Betons auftreten.
  - Die obigen Annahmen gelten auch für zugbeanspruchten Beton.
- P (6) Zur Abschätzung der zeitabhängigen Spannkraftverluste müssen die Einflüsse aus Kriechen und Schwinden des Betons sowie aus der Relaxation der Spannglieder in Rechnung gestellt werden (siehe Abschnitt 4.2.3.5).
- (7) Die Kriechfunktion folgt der Beziehung
- $$J(t, t_0) = 1/E_c(t_0) + \phi(t, t_0)/E_c(28) \quad (2.21)$$
- Hierin sind:
- $t_0$  Zeitpunkt der ersten Lastaufbringung auf den Beton
  - $t$  betrachteter Zeitpunkt
  - $J(t, t_0)$  Kriechfunktion zum Zeitpunkt  $t$
  - $E_c(t_0)$  zugehöriger Elastizitätsmodul (Tangentenmodul) zum Zeitpunkt  $t_0$
  - $E_c(28)$  zugehöriger Elastizitätsmodul (Tangentenmodul) nach 28 Tagen
  - $\phi(t, t_0)$  Kriechzahl, bezogen auf die mit  $E_c(28)$  ermittelte elastische Verformung nach 28 Tagen
- In Abschnitt 3.1 sind Endkriechzahlen  $\phi(t, t_0)$  für typische Verhältnisse angegeben. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß sowohl die obigen Angaben für  $E_c(t_0)$  und  $E_c(28)$  als auch die in Anhang 1 von den Festlegungen in Abschnitt 3.1.2.5.2 abweichend, wo vom Sekantenmodul ausgegangen wird. Daher sollten die Kriechzahlen  $\phi(t, t_0)$  nach Tabelle 3.3, sofern sie in Verbindung mit den Gleichungen (2.21) bis (2.24) verwendet werden und die Kriechverformungen von Bedeutung sind, mit 1,05 multipliziert werden.
- (8) Werte für Endschwindmaße unter typischen Verhältnissen sind in Abschnitt 3.1 angegeben.
- (9) Auf der Grundlage der unter Absatz (5) aufgeführten Annahmen beträgt die Gesamtverformung des Betons bei einer ersten Lastaufbringung zum Zeitpunkt  $t_0$  und einer Spannung  $\sigma(t_0)$  unter Einschluß nachfolgender Spannungsänderungen  $\Delta\sigma(t_1)$  zum Zeitpunkt  $t_1$
- $$\epsilon_{tot}(t, t_0) = \epsilon_n(t) + \sigma_0 J(t, t_0) + \sum J(t, t_1) \Delta\sigma(t_1) \quad (2.22)$$
- In diesem Ausdruck bezeichnet  $\epsilon_n(t)$  eine von Lastspannungen unabhängige aufgezwungene Verformung (z. B. Schwinden, Temperatureinflüsse).
- (10) Für die Schnittgrößenermittlung kann Gleichung (2.22) wie folgt geschrieben werden:
- $$\epsilon_{tot}(t, t_0) = \epsilon_n(t) + \sigma(t_0) J(t, t_0) + [\sigma(t) - \sigma(t_0)] \left[ \frac{1}{E_c(t_0)} + X \frac{\phi(t, t_0)}{E_c(28)} \right] \quad (2.23)$$
- Der Relaxationsbeiwert  $X$  hängt von der zeitlichen Entwicklung der Dehnungen ab.
- (11) Üblicherweise darf  $X$  zu 0,8 angenommen werden. Diese Vereinfachung ist im Falle reiner Relaxation infolge einer konstanten aufgezwungenen Verformung hinreichend genau, aber auch zutreffend für Fälle reinen Langzeiteinflusses.
- (12) Wenn die Betonspannungen sich nur wenig ändern, dürfen die Verformungen unter Verwendung eines wirksamen Elastizitätsmoduls berechnet werden:
- $$E_{c,eff} = E_c(t_0) / [1 + \phi(t, t_0)] \quad (2.24)$$
- Zu den Bezeichnungen siehe Absatz (7)
- (13) Zur genaueren Berechnung der Wirkungen der zeitabhängigen Verformungen von Beton siehe Anhang 1.

### 3 Baustoffeigenschaften

#### 3.1 Beton

##### 3.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$f_c$	Betondruckfestigkeit (Bild 3.1)
$f_{ck,cube}$	charakteristische Würfeldruckfestigkeit des Betons im Alter von 28 Tagen
$f_{ctk;0,05}$	untere charakteristische Zugfestigkeit (5%-Quantil)
$f_{ctk;0,95}$	obere charakteristische Zugfestigkeit (95%-Quantil)
$f_{ct,ax}$	zentrische Zugfestigkeit des Betons
$f_{ct,f1}$	Biegezugfestigkeit des Betons
$f_{ct,sp}$	Spaltzugfestigkeit des Betons
$\epsilon_{c1}$	Betonstauchung bei Erreichen des Höchstwerts der Betonspannung $f_c$
$\epsilon_{cs\infty}$	Endschwindmaß von Normalbeton
$\epsilon_{cs}$	Grundschwindmaß von Normalbeton
$\epsilon_u$	Bruchstauchung des Betons
$\phi(\infty, t_0)$	Endkriechzahl des Betons

##### 3.1.1 Allgemeines

- P (1) Dieser Abschnitt gilt für Beton nach ENV 206 (Abschnitt 3, Begriffsbestimmungen, Absätze 3.6 bis 3.8\*), d. h. für Beton mit geschlossenem Gefüge, der aus festgelegten Betonzuschlägen hergestellt und so zusammengesetzt und verdichtet wird, daß er außer künstlich erzeugten Luftporen keinen nennenswerten Anteil an eingeschlossener Luft enthält (siehe ENV 206, Abschnitt 5.2).
- P (2) Für die Ausführung von Tragwerken aus unbewehrtem Beton, Stahlbeton oder Spannbeton ist Beton entsprechend der Definition nach Absatz P (1) zu verwenden.
- P (3) Die betontechnischen Festlegungen müssen die in den entsprechenden Abschnitten von ENV 206 angegebenen Anforderungen erfüllen, soweit dies für diese Vorschrift von Bedeutung ist.
- (4) Beton kann als Beton mit geschlossenem Gefüge angesehen werden, wenn der Anteil an bleibenden Luftporen nach dem Verdichten die in ENV 206, Abschnitt 5.2, angegebenen Grenzwerte nicht übersteigt, wobei die künstlich erzeugten Luftporen und die Poren des Betonzuschlags nicht berücksichtigt werden.
- (5) Dieser Abschnitt gilt auch für Beton, der während des Erhärrens einer Wärmebehandlung nach ENV 206, Abschnitt 10.7, unterzogen wird.

##### 3.1.2 Normalbeton

###### 3.1.2.1 Begriffsbestimmung

- P (1) Normalbeton ist Beton mit einer Trockenrohdichte (bei 105 °C) über 2000 kg/m<sup>3</sup>, höchstens aber 2800 kg/m<sup>3</sup>.
- P (2) Die Rohdichte von Festbeton ist nach ENV 206, Abschnitt 7.3.2, zu bestimmen.

###### 3.1.2.2 Druckfestigkeit des Betons

- P (1) Dieser Vorschrift liegt die charakteristische Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$  zugrunde, die als der Festigkeitswert definiert wird, unter dem erwartungsgemäß 5 % der Grundgesamtheit aller möglichen Festigkeitsmessungen des angegebenen Betons liegen.
- (2) Die Druckfestigkeit des Betons sollte mit Hilfe genormter Prüfverfahren nach ENV 206, Abschnitt 7.3.1.1, entweder an Betonzylinern oder an Betonwürfeln bestimmt werden.
- (3) Die Bemessungsregeln dieser Vorschrift beruhen ausschließlich auf der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$  im Alter von 28 Tagen; die Würfeldruckfestigkeit  $f_{ck,cube}$  wird nur als Alternative zum Gütenachweis genannt.
- (4) Für bestimmte Anwendungsfälle kann es erforderlich sein, eine Mindestdruckfestigkeit für ein Prüffalter von weniger oder mehr als 28 Tagen oder für Prüfkörper zu bestimmen, die unter anderen als den in ISO 2736 angegebenen Bedingungen gelagert wurden.

\*) ENV 206 "Beton - Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis", Ausgabe 03.1990

## DIN V 18 932 Teil 1

- (5) Falls erforderlich, sollten für die nachfolgend genannten Fälle direkte Prüfungen zur Bestimmung von Umrechnungsfaktoren für die Festigkeit durchgeführt werden:
- Größe und Form der Prüfkörper entsprechen nicht den Angaben nach ENV 206,
  - Probekörper werden unter nicht genormten Bedingungen gelagert,
  - Bestimmung der Betonfestigkeit zu anderen Zeitpunkten erforderlich.

## 3.1.2.3 Zugfestigkeit

P (1) Der Begriff Zugfestigkeit bezieht sich auf die Höchstspannung, die der Beton aufnehmen kann, wenn er einer einachsigen Zugspannung unterworfen wird.

P (2) Der tatsächliche Wert der Zugfestigkeit sollte nach ENV 206, Abschnitt 7.3.1.2, bestimmt werden.

- (3) Wenn die Zugfestigkeit als Spaltzugfestigkeit  $f_{ct,sp}$  oder als Biegezugfestigkeit  $f_{ct,f}$  bestimmt wird, darf die zentrische Zugfestigkeit  $f_{ct,ax}$  näherungsweise aus diesen Werten unter Anwendung der folgenden Umrechnungsfaktoren berechnet werden:

$$f_{ct,ax} = \lfloor 0,9 \rfloor f_{ct,sp} \text{ oder } f_{ct,ax} = \lfloor 0,5 \rfloor f_{ct,f} \quad (3.1)$$

- (4) Wenn keine genaueren Werte vorliegen, dürfen die Mittel- und charakteristischen Werte der Betonzugfestigkeit für die Bemessung aus folgenden Gleichungen ermittelt werden:

$$f_{ctm} = 0,30 f_{ck}^{2/3} \quad (3.2)$$

$$f_{ctk;0,05} = 0,7 f_{ctm} \quad (3.3)$$

$$f_{ctk;0,95} = 1,3 f_{ctm} \quad (3.4)$$

Hierin sind:

$f_{ctm}$  Mittelwert der Zugfestigkeit

$f_{ck}$  charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons

$f_{ctk;0,05}$  unterer Grenzwert der charakteristischen Zugfestigkeit (5 % Quantil)

$f_{ctk;0,95}$  oberer Grenzwert der charakteristischen Zugfestigkeit (95 % Quantil)

Die entsprechenden Mittelwerte und charakteristischen Werte sind für die verschiedenen Betonfestigkeitsklassen in Tabelle 3.1 angegeben.

## 3.1.2.4 Betonfestigkeitsklassen

P (1) Für die Bemessung ist eine Betonfestigkeitsklasse zu wählen, die einem festgelegten Wert der charakteristischen Druckfestigkeit entspricht.

(2) Die Druckfestigkeit des Betons wird in Festigkeitsklassen eingeteilt, die sich auf die Zylinderdruckfestigkeit  $f_{ck}$  oder die Würfeldruckfestigkeit  $f_{ck,cube}$  nach ENV 206, Abschnitte 7.3.1.1 und 11.3.5, beziehen.

(3) In Tabelle 3.1 sind die charakteristische Festigkeit  $f_{ck}$  und die entsprechende Zugfestigkeit für die verschiedenen Betonfestigkeitsklassen angegeben.

Betonfestigkeitsklassen unter C 12/15 oder über C 50/60 sollten im Stahlbeton- und Spannbetonbau nur verwendet werden, wenn ihr Einsatz hinreichend begründet ist. Für unbewehrten Beton siehe auch Teil 1A dieser Vorschrift.

Tabelle 3.1 Betonfestigkeitsklassen, charakteristische Druckfestigkeiten  $f_{ck}$  (Zylinder), Mittelwerte der Zugfestigkeiten  $f_{ctm}$  und charakteristische Zugfestigkeiten des Betons  $f_{ctk}$  (in  $N/mm^2$ ).  
(Die Klasseneinteilung eines Betons z. B. C 20/25 gibt die Zylinder-/Würzelfestigkeit nach ENV 206, Abschnitt 7.3.1.1 an).

Betonfestigkeitsklasse	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
$f_{ck}$	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ctm}$	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
$f_{ctk;0,05}$	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
$f_{ctk;0,95}$	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3

### 3.1.2.5 Verformungseigenschaften

- (1) Die Werte der Baustoffeigenschaften, die für die Berechnung der sofort auftretenden und zeitabhängigen Verformungen des Betons erforderlich sind, hängen nicht nur von der Betonfestigkeitsklasse, sondern auch von den Eigenschaften der Betonzuschläge und von anderen Parametern ab, die durch die Betonzusammensetzung und die Umgebungsbedingungen beeinflußt werden. Wenn eine genaue Berechnung erforderlich erscheint, sollten die Werte deshalb anhand bekannter Daten, für die jeweiligen Baustoffe und Verwendungsbedingungen festgelegt werden. Für viele Berechnungen wird im allgemeinen ein geschätzter Wert ausreichen.

#### 3.1.2.5.1 Spannungsdehnungslinie

- (1) Die Spannungsdehnungslinie für Beton hat bei einachsiger Druckbeanspruchung im allgemeinen den in Bild 3.1 schematisch dargestellten Verlauf.
- (2) Für die Bemessung dürfen geeignete idealisierte Spannungsdehnungslinien verwendet werden. Derartige Idealisierungen sind in Abschnitt 4.2.1.3.3 dieser Vorschrift angegeben.

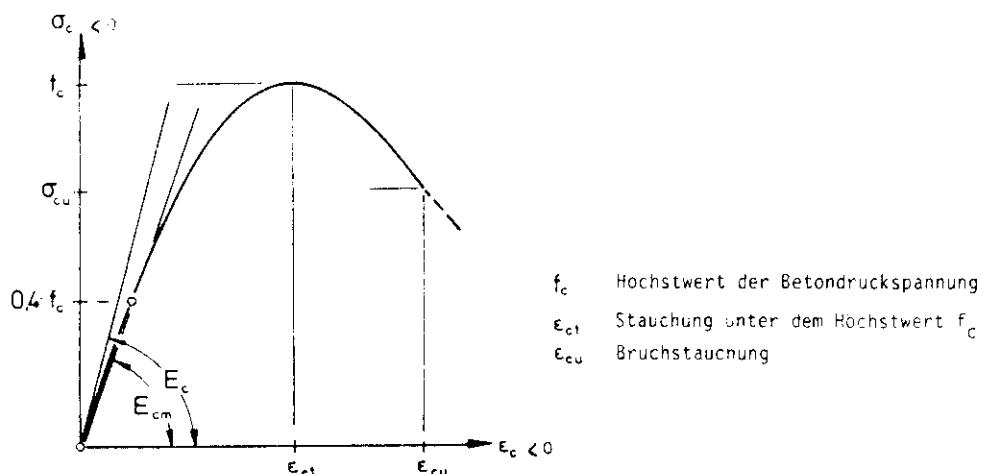


Bild 3.1 Spannungsdehnungslinie für einachsigen Druck

#### 3.1.2.5.2 Elastizitätsmodul

- (1) Der Elastizitätsmodul hängt nicht nur von der Betonfestigkeitsklasse, sondern auch von den Eigenschaften der verwendeten Betonzuschläge ab (siehe Abschnitt 3.1.2.5 (1)).
- (2) Wenn solche Werte nicht vorliegen oder eine hohe Genauigkeit nicht erforderlich ist, kann für eine gegebene Betonfestigkeitsklasse ein Mittelwert des Sekantenmoduls  $E_{cm}$  Tabelle 3.2 entnommen werden. Die Werte in dieser Tabelle gelten von  $\sigma_c = 0$  bis  $\sigma_c = 0,4 f_{ck}$  (siehe Bild 3.1;  $\sigma_c$  : Betondruckspannung).

Tabelle 3.2 Werte für den Elastizitätsmodul  $E_{cm}$  als Sekantenmodul (in  $\text{kN/mm}^2$ )

Festigkeitsklasse C	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
$E_{cm}$	26	27,5	29	30,5	32	33,5	35	36	37

## DIN V 18 932 Teil 1

- (3) Die Werte in Tabelle 3.2 basieren auf folgender Gleichung:

$$E_{cm} = 9,5 (f_{ck} + 8)^{1/3} \quad (E_{cm} \text{ in } \text{kN/mm}^2; f_{ck} \text{ in } \text{N/mm}^2) \quad (3.5)$$

Sie gelten für Beton, der unter Normalbedingungen nachbehandelt und vorwiegend aus quarzithaltigen Zuschlägen hergestellt wurde. Wenn Durchbiegungen von großer Bedeutung sind, sollten Versuche an einem Beton durchgeführt werden, der aus dem für das Tragwerk vorgesehenen Betonzuschlag hergestellt wurde. In anderen Fällen genügt oft ein Erfahrungswert mit einem bestimmten Betonzuschlag, der durch Prüfergebnisse abgesichert ist, um einen zutreffenden Wert für  $E_{cm}$  abzuschätzen. Bei Verwendung unbekannter Betonzuschläge ist es jedoch ratsam, obere und untere Grenzwerte für  $E_{cm}$  zu berücksichtigen.

- (4) Da die Betonfestigkeitsklassen  $f_{ck}$  in der Regel einer Festigkeit im Alter von 28 Tagen entsprechen, gelten die Werte für  $E_{cm}$  in Tabelle 3.2 auch für dieses Alter. Wenn keine hohe Genauigkeit erforderlich ist, darf  $E_{cm}$  für Betonalter, die von 28 Tagen abweichen, ebenfalls nach Tabelle 3.2 bestimmt werden. In diesem Fall wird  $f_{ck}$  durch die tatsächliche Betonfestigkeit im Alter  $t$  ersetzt.

## 3.1.2.5.3 Querdehnzahl

- P (1) Für die Bemessung darf die Querdehnzahl für elastische Dehnungen gleich 0,2 gesetzt werden.

- P (2) Wenn Rißbildung im Beton unter Zugbeanspruchung zulässig ist, darf die Querdehnzahl zu Null angenommen werden.

## 3.1.2.5.4 Wärmedehnzahl

- P (1) Wenn die Wärmedehnung von nur geringer Bedeutung ist, darf sie bei der Bemessung gleich  $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  gesetzt werden.

## 3.1.2.5.5 Kriechen und Schwinden

- (1) Kriechen und Schwinden des Betons hängen hauptsächlich von der Feuchte der Umgebung, den Maßen des Bauteils und der Zusammensetzung des Betons ab. Das Kriechen wird auch vom Reifegrad des Betons beim erstmaligen Aufbringen der Last sowie von der Dauer und der Größe der Beanspruchung beeinflusst. Bei der Abschätzung der Kriechzahl  $\phi(t, t_0)$  und des Grundschrwindmaßes  $\epsilon_{cs}$  sollten diese Einflüsse berücksichtigt werden.
- (2) Wenn keine besondere Genauigkeit erforderlich ist, können die in den Tabellen 3.3 bzw. 3.4 angegebenen Werte als Endkriechzahl  $\phi(\infty, t_0)$  und als Endschwindmaß  $\epsilon_{cs}$  eines Normalbetons angesehen werden, der einer Druckspannung von nicht mehr als  $0,45 f_{ck}$  im Alter  $t_0$  bei Belastungsbeginn unterworfen ist. Die Endkriechzahl  $\phi(\infty, t_0)$  nach Tabelle 3.3 ist auf  $E_{cm}$  nach Tabelle 3.2 oder nach Gleichung (3.5) bezogen.
- (3) Die in den Tabellen 3.3 und 3.4 angegebenen Werte gelten für eine mittlere Betontemperatur zwischen  $10^\circ\text{C}$  und  $20^\circ\text{C}$ . Deshalb sind jahreszeitbedingte Schwankungen der Temperatur zwischen  $-20^\circ\text{C}$  und  $+40^\circ\text{C}$  zulässig. Gleichfalls sind Abweichungen der relativen Luftfeuchte von den in den Tabellen 3.3 und 3.4 angegebenen Mittelwerten zwischen  $\text{RH} = 20\%$  und  $\text{RH} = 100\%$  zulässig.

Tabelle 3.3 Endkriechzahl  $\phi(\infty, t_0)$  für Normalbeton

Alter bei Belastung $t_0$ (Tage)	Wirksame Bauteildicke $2 A_c/u$ (in mm)					
	50 150 600			50 150 600		
	Trockene Umgebungsbedingungen (innen) ( $\text{RH} = 50\%$ )			Feuchte Umgebungsbedingungen (außen) ( $\text{RH} = 80\%$ )		
1	5,4	4,4	3,6	3,5	3,0	2,6
7	3,9	3,2	2,5	2,5	2,1	1,9
28	3,2	2,5	2,0	1,9	1,7	1,5
90	2,6	2,1	1,6	1,6	1,4	1,2
365	2,0	1,6	1,2	1,2	1,0	1,0

Tabelle 3.4 Endschwindmaß  $\epsilon_{csu}$  (in %) für Normalbeton

Lage des Bauteils	Relative Luftfeuchte (%)	Wirksame Bauteildicke $A_c/u$ (mm)	
		$\leq 150$	600
Innen	50	-0,60	-0,50
Außen	80	-0,33	-0,28

Hierin sind:  $A_c$  Querschnittsfläche des Betons  
 $u$  Querschnittsumfang

Eine lineare Interpolation zwischen Werten in den Tabellen 3.3 und 3.4 ist zulässig.

- (4) Die Werte nach den Tabellen 3.3 und 3.4 gelten für Beton mit einer Frischbetonkonsistenz der Klasse S2 und S3 (siehe ENV 206, Abschnitt 7.2.1). Für Beton mit anderer Konsistenz sind die Werte mit 0,7 (steife Konsistenz S1) oder 1,2 (weiche Konsistenz S4) zu multiplizieren.
- (5) Für Beton, der mit Fließmitteln hergestellt wurde, gilt für die Abschätzung der Kriech- und Schwindwerte nach den Tabellen 3.3 und 3.4 die Frischbetonkonsistenz vor der Zugabe des Fließmittels.

Anmerkungen: Die folgenden Abschnitte 3.2, 3.3 und 3.4 beschreiben Baustoffe für die Verwendung in Betontragwerken, für die noch keine Europäischen Normen oder Europäischen Zulassungen zur Verfügung stehen. Europäische Normen für Betonstahl (EN 10 080) und für Spannstahl (EN 10 138) werden gegenwärtig erarbeitet. Die Arbeiten für eine Europäische Norm für Spannverfahren sind noch nicht aufgenommen worden.

### 3.2 Betonstahl

#### 3.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

- $f_R$  bezogene Rippenfläche
- $f_{Rk}$  charakteristischer Wert der bezogenen Rippenfläche
- $f_{0,2k}$  charakteristische Betonstahlspannung bei 0,2 % bleibender Dehnung
- $f_t$  Zugfestigkeit des Betonstahls
- $f_{tk}$  charakteristische Zugfestigkeit des Betonstahls
- $\epsilon_u$  Dehnung des Betonstahls bei Höchstlast (Gleichmaßdehnung)
- $\epsilon_{uk}$  charakteristische Dehnung des Betonstahls bei Höchstlast (Gleichmaßdehnung)

#### 3.2.1 Allgemeines

- P (1) Dieser Abschnitt gilt für Betonstabstahl, Betonstahl vom Ring und Betonstahlmatten, die als Bewehrung in Betonbauten verwendet werden.
- P (2) Die Anforderungen gelten für das Erzeugnis im Lieferzustand. Bei Betonstahl vom Ring gelten die Anforderungen für den Baustoff nach dem Richten.
- P (3) Für Herstellungsverfahren, einzelne Merkmale, Prüfverfahren und Verfahren zur Bescheinigung der Konformität gelten ENV 10 080 oder andere einschlägige Unterlagen für die Betonstähle, die nicht in ENV 10 080 behandelt sind.
- P (4) Jedes Erzeugnis muß in bezug auf die Klasseneinteilung nach Abschnitt 3.2.2 eindeutig erkennbar sein.
- P (5) Die Zugfestigkeit ( $f_t$ ), die Streckgrenze ( $f_y$ ), das Verhältnis von Zugfestigkeit und Streckgrenze ( $f_t/f_y$ ), die Dehnung bei Höchstlast ( $\epsilon_u$ ) und die bezogene Rippenfläche ( $f_R$ ) müssen in einschlägigen Normen zutreffend festgelegt und durch genormte Prüfverfahren nachgewiesen werden.
- P (6) Für Stähle nach dieser Norm sollten die Streckgrenze, die Zugfestigkeit, das Verhältnis von Zugfestigkeit und Streckgrenze, die Dehnung bei Höchstlast und die bezogene Rippenfläche als charakteristische Werte angegeben werden; diese Werte werden jeweils mit  $f_{yk}$ ,  $f_{tk}$ ,  $(f_t/f_y)_k$ ,  $\epsilon_{uk}$  und  $f_{Rk}$  bezeichnet.

## DIN V 18 932 Teil 1

**3.2.2 Klasseneinteilung und Geometrie**

P (1) Die Erzeugnisse sind einzuteilen nach:

- (i) Stahlsorte, die den Wert der geforderten charakteristischen Streckgrenze ( $f_yk$ ) in N/mm<sup>2</sup> angibt,
- (ii) Klasse, die sich auf die Duktilitätseigenschaften bezieht,
- (iii) Maße,
- (iv) Oberflächeneigenschaften,
- (v) Schweißbarkeit.

P (2) Jeder Lieferung muß eine Bescheinigung beigelegt sein, die alle für die eindeutige Bestimmung erforderlichen Angaben nach P (1)(i) bis (v) und, soweit notwendig, zusätzliche Angaben enthält.

P (3) Der Unterschied zwischen der tatsächlichen Querschnittsfläche der Erzeugnisse und ihrer Nennquerschnittsfläche darf nicht größer sein als die in den einschlägigen Normen angegebenen Grenzwerte.

P (4) In dieser Norm werden zwei Duktilitätsklassen definiert (siehe Abschnitt 3.2.4.2):\*)

- hoch (Klasse H)
- normal (Klasse N)

P (5) In dieser Norm werden zwei Oberflächenmerkmale unterschieden (siehe Abschnitt 3.2.5.1)

- Rippenstähle mit hohem Verbund (wie in ENV 10 080 genormt),
- glatte Stähle mit mäßigem Verbund.

(6) Für Stabstähle mit anderen Oberflächenmerkmalen (andere Rippung oder Profilierung) gelten einschlägige Unterlagen, die auf Prüfwerten beruhen.

P (7) Die Oberflächenmerkmale von Betonstahl mit nahezu kreisförmigem Querschnitt müssen als Wert der bezogenen Rippenfläche  $f_R$  (siehe Abschnitt 3.2.5.1) angegeben werden.

P (8) Betonstahlmatten, die als Bewehrung verwendet werden, müssen bezüglich ihrer Maße den Anforderungen einschlägiger Normen entsprechen.

**3.2.3 Physikalische Eigenschaften**

(1) Folgende Mittelwerte dürfen angenommen werden:

- |                  |                                    |
|------------------|------------------------------------|
| - Dichte:        | 7850 kg/m <sup>3</sup>             |
| - Wärmedehnzahl: | $10 \cdot 10^{-6}$ K <sup>-1</sup> |

**3.2.4 Mechanische Eigenschaften****3.2.4.1 Festigkeit**

P (1) Die Streckgrenze  $f_yk$  und die Zugfestigkeit  $f_{tk}$  werden jeweils als charakteristische Werte definiert; sie ergeben sich aus der Last bei Erreichen der Streckgrenze bzw. der Höchstlast, geteilt durch den Nennquerschnitt.

(2) Für Erzeugnisse ohne ausgeprägte Streckgrenze  $f_yk$  darf dafür der Wert  $f_{0,2k}$  eingesetzt werden.

P (3) Der Quotient aus der tatsächlichen Streckgrenze  $f_y$  und der charakteristischen Streckgrenze  $f_yk$  darf die in den einschlägigen Normen angegebenen Werte nicht übersteigen.

**3.2.4.2 Duktilitätsmerkmale**

P (1) Die Erzeugnisse müssen eine angemessene Dehnfähigkeit, wie in den einschlägigen Normen angegeben, aufweisen.

\*) Es ist zu erwarten, daß während der ENV-Zeitspanne ein Stahl höherer Duktilität (Klasse S) für die Verwendung in Erdbebengebieten angeboten wird. Bis geeignete Bemessungsregeln für die Verwendung dieses Stahls in nicht erdbebengefährdeten Gebieten (unter Ausnutzung von Umlagerung, Rotationsfähigkeit usw.) entwickelt sind, genügt es, Stahl der Klasse S als "hochduktil" einzustufen.

- (2) Für Bemessungszwecke darf eine angemessene Dehnfähigkeit angenommen werden, wenn die Erzeugnisse die folgenden Duktilitätsanforderungen erfüllen:

hohe Duktilität  $\epsilon_{uk} > [5\%]$ ;  $(f_t/f_y)_k > [1,08]$

normale Duktilität  $\epsilon_{uk} > [2,5\%]$ ;  $(f_t/f_y)_k > [1,05]$

Hierbei bezeichnet  $\epsilon_{uk}$  den charakteristischen Wert der Dehnung bei Höchstlast (siehe Bild 3.2).

Rippenstäbe mit Durchmessern kleiner 6 mm sollten nicht wie Stäbe mit hoher Duktilität eingestuft werden.

- P (3) Die Erzeugnisse müssen für den beabsichtigten Gebrauch eine angemessene Biegsamkeit aufweisen.

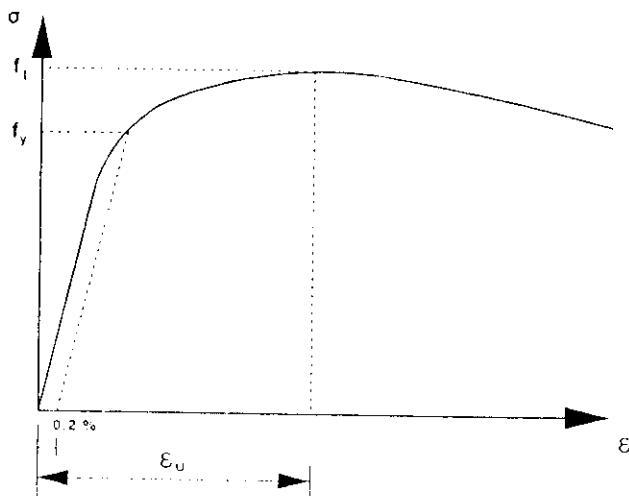


Bild 3.2 Typische Spannungsdehnungslinie für Betonstahl

### 3.2.4.3 Elastizitätsmodul

- (1) Es darf ein Mittelwert von  $200 \text{ kN/mm}^2$  angenommen werden.

### 3.2.4.4 Ermüdung

- P (1) Falls gefordert, müssen die Erzeugnisse eine angemessene Ermüdungsfestigkeit aufweisen.

- (2) Wegen der Anforderungen an die Ermüdungsfestigkeit von Betonstahl siehe Teil 1 E und einschlägige Normen.

### 3.2.5 Werkstoffeigenschaften

#### 3.2.5.1 Verbund und Verankerung

- P (1) Die Oberflächenmerkmale der Rippenstäbe müssen einen ausreichenden Verbund mit dem Beton sicherstellen, so daß die gesamte, bei der Bemessung angenommene Kraft in die Bewehrung eingeleitet werden kann.

- (2) Rippenstäbe, deren bezogene Rippenfläche ( $f_{rk}$ ) nicht geringer als der in ENV 10 080 angegebene Wert ist, können als Stäbe mit hohem Verbund angesehen werden. Stäbe, die diese Anforderungen nicht erfüllen, sollten bezüglich ihres Verbunds als glatte Stäbe nach Absatz (3) betrachtet werden (siehe Abschnitt 5.2.2.2 P (1) und Tabelle 5.3). Siehe auch Abschnitt 3.2.2, Absatz (6).

- (3) Das Verbundverhalten von Betonstählen mit anderen Oberflächenformen sollte in einschlägigen Normen oder technischen Zulassungsbescheiden festgelegt werden.

- P (4) Die Festigkeit von Schweißverbindungen im Bereich der Verankerungslänge von Betonstahlmatte muß ausreichend sein.

- (5) Die Festigkeit der Schweißstöße von Betonstahlmatte darf als ausreichen angesehen werden, wenn jeder einzelne Schweißknoten eine Scherkraft aufnehmen kann, die mindestens [30 %] derjenigen Kraft ist, die sich aus dem Produkt von charakteristischer Streckgrenze und Nennquerschnittsfläche des verankerten Drahtes ergibt.

## DIN V 18 932 Teil 1

**3.2.5.2 Schweißbarkeit**

- P (1) Die Erzeugnisse müssen Schweißeigenschaften aufweisen, die für die vorgesehene Verwendung geeignet sind.
- (2) Falls erforderlich und falls die Schweißbarkeit nicht bekannt ist, sollten Prüfungen gefordert werden.
- (3) Falls erforderlich, sollten die in Abschnitt 3.2.4.2 festgelegten Duktilitätsmerkmale auch in kritischen Querschnitten in der Nähe von Schweißstellen erhalten bleiben.

**3.3 Spannstahl**

(Siehe Anmerkung vor Abschnitt 3.2)

**3.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)** $f_p$  Zugfestigkeit des Spannstahls $f_{pk}$  charakteristische Zugfestigkeit des Spannstahls $f_{p0,1}$  Spannstahlspannung bei 0,1 % bleibender Dehnung $f_{p0,1k}$  charakteristische Spannstahlspannung bei 0,1 % bleibender Dehnung $\epsilon_u$  Dehnung des Spannstahls bei Höchstlast (Gleichmaßdehnung) $\epsilon_{uk}$  charakteristische Dehnung des Spannstahls bei Höchstlast (Gleichmaßdehnung)**3.3.1 Allgemeines**

- P (1) Dieser Abschnitt gilt für Drähte, Stäbe und Litzen, die als Spannglieder in Betonbauten verwendet werden.
- P (2) Die Anforderungen gelten für das Erzeugnis im Lieferzustand.
- (3) Die Herstellungsverfahren, die einzelnen Merkmale, die Prüfverfahren und die Verfahren zur Becheinigung der Konformität werden in EN 10 138 und in anderen einschlägigen Normen für Spannstähle festgelegt.
- P (4) Jedes Erzeugnis muß bezüglich der Klasseneinteilung nach Abschnitt 3.3.2 eindeutig erkennbar sein.
- P (5) Die Zugfestigkeit ( $f_p$ ), die 0,1% Dehngrenze ( $f_{p0,1}$ ) und die Dehnung bei Erreichen der Höchstlast ( $\epsilon_u$ ) müssen in einschlägigen Normen festgelegt und mit Hilfe genormter Prüfungen ermittelt werden.
- (6) Für Stähle nach dieser Norm werden die Zugfestigkeit, die 0,1%-Dehngrenze und die Gleichmaßdehnung als charakteristische Werte festgelegt; diese Werte werden jeweils mit  $f_{pk}$ ,  $f_{p0,1k}$  und  $\epsilon_{uk}$  bezeichnet.

**3.3.2 Klasseneinteilung und Geometrie**

- P (1) Die Erzeugnisse (Drähte, Litzen und Stäbe) sind einzuteilen nach:

- (i) Sorte, die den Festigkeitswert an der 0,1%-Dehngrenze ( $f_{p0,1k}$ ) und den Wert der Zugfestigkeit ( $f_{pk}$ ) in N/mm<sup>2</sup> angibt,
- (ii) Klasse zur Angabe des Relaxationsverhaltens,
- (iii) Maße,
- (iv) Oberflächenmerkmalen.

- P (2) Jeder Lieferung muß eine Bescheinigung beigefügt sein, die alle für die eindeutige Bestimmung der Merkmale nach (i) – (iv) in P (1) erforderlichen Angaben, und falls erforderlich, weitere Angaben enthält.

- P (3) Der Unterschied zwischen der tatsächlichen Querschnittsfläche der Erzeugnisse und ihrer Nennquerschnittsfläche darf nicht größer sein als die in den einschlägigen Normen angegebenen Grenzwerte.

- P (4) Drähte und Stäbe dürfen keine Schweißstellen aufweisen. Einzeldrähte von Litzen dürfen vor dem Kaltziehen geschweißt werden. Die Schweißstellen müssen in der Litze versetzt liegen.

- P (5) Für Spannstahl vom Ring ist nach dem Abwickeln einer Draht- oder Litzenlänge, die frei auf einer ebenen Fläche liegt, der größte Stich der Krümmung in bezug auf eine Grundlinie mit vorgeschriebener Länge zu messen. Dieser Wert darf die in den einschlägigen Normen angegebenen Werte nicht überschreiten.

P (6) In dieser Norm werden drei Relaxationsklassen definiert (siehe Abschnitt 3.3.5.2):

Klasse 1 : Drähte und Litzen mit hoher Relaxation

Klasse 2 : Drähte und Litzen mit niedriger Relaxation

Klasse 3 : Stäbe.

P (7) Falls erforderlich, müssen die Oberflächenmerkmale des Spannstahls den Anforderungen nach EN 10 138 oder anderer einschlägiger Normen entsprechen.

### 3.3.3 Physikalische Eigenschaften

(1) Die folgenden Mittelwerte dürfen angenommen werden:

- Dichte:  $7850 \text{ kg/m}^3$

- Wärmedehnzahl:  $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

### 3.3.4 Mechanische Eigenschaften

#### 3.3.4.1 Festigkeit

P (1) Die 0,1%-Dehngrenze  $f_{p0,1k}$  und die Zugfestigkeit  $f_{pk}$  werden jeweils als charakteristische Werte definiert; sie ergeben sich aus der 0,1%-Ersatzlast bzw. aus der Höchstlast bei axialem Zug, geteilt durch den Nennquerschnitt.

P (2) Das Verhältnis von tatsächlicher und geforderter Höchstlast darf die in EN 10 138 oder anderen einschlägigen Normen angegebenen Werte nicht übersteigen.

#### 3.3.4.2 Spannungsdehnungslinie

P (1) Der Hersteller muß für die Erzeugnisse Spannungsdehnungslinien auf der Grundlage der Herstellungsdaten aufstellen und dem Lieferschein (siehe Abschnitt 3.3.2 P (2)) als Anhang beifügen.

#### 3.3.4.3 Duktilitätsmerkmale

P (1) Die Erzeugnisse müssen eine angemessene Dehnfähigkeit, wie in einschlägigen Normen festgelegt, aufweisen.

(2) Die Dehnfähigkeit kann als ausreichend angenommen werden, wenn die Erzeugnisse die in EN 10 138 festgelegte Gleichmaßdehnung ( $\epsilon_{uk}$ ) erreichen (siehe Bild 3.3).

(3) Wenn nicht anders angegeben, werden zum Zwecke der Schnittgrößenermittlung nachträglich vorgespannte Spannglieder als Spannglieder mit hoher Duktilität und Spannglieder mit sofortigem Verbund als Spannglieder mit normaler Duktilität betrachtet.

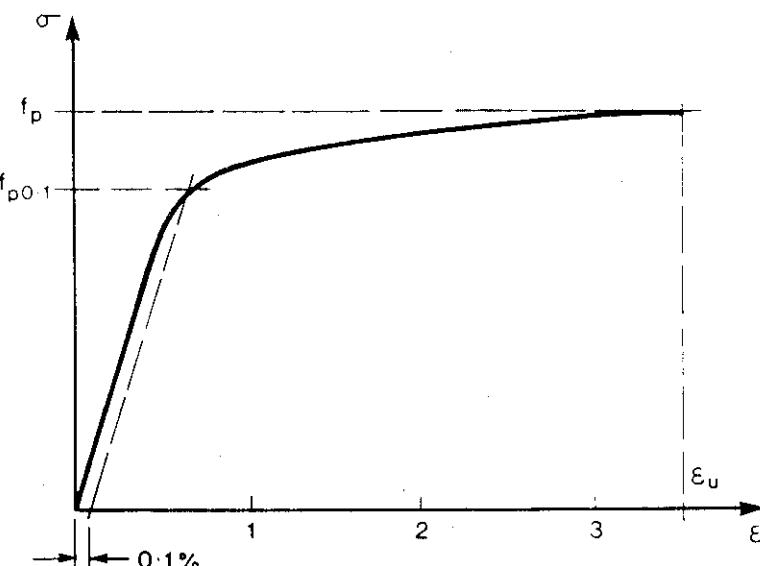


Bild 3.3 Typische Spannungsdehnungslinie für Spannstahl

## DIN V 18 932 Teil 1

P (4) Die Erzeugnisse müssen bei Biegung eine ausreichende Duktilität aufweisen.

(5) Eine ausreichende Duktilität bei Biegung kann angenommen werden, wenn die Erzeugnisse die in den einschlägigen Normen angegebenen Anforderungen an die Biegebarkeit erfüllen.

## 3.3.4.4 Elastizitätsmodul

- (1) Für Drähte und Stäbe kann ein Mittelwert von  $200 \text{ kN/mm}^2$  angenommen werden. Je nach Herstellungsverfahren kann der tatsächliche Wert zwischen 195 und  $205 \text{ kN/mm}^2$  liegen.
- (2) Für Litzen darf ein Wert von  $190 \text{ kN/mm}^2$  angenommen werden. Je nach Herstellungsverfahren kann der tatsächliche Wert zwischen 175 und  $195 \text{ kN/mm}^2$  liegen. Der Lieferung beigelegte Bescheinigungen sollten den entsprechenden Wert angeben.

## 3.3.4.5 Ermüdung

P (1) Die Erzeugnisse müssen eine angemessene Ermüdungsfestigkeit aufweisen.

(2) Bezuglich der Anforderungen an die Ermüdungsfestigkeit von Spannstahl siehe Teil 1 E und einschlägige Normen.

## 3.3.4.6 Mehrachsige Spannungszustände

P (1) Unter mehrachsigen Spannungszuständen müssen die Erzeugnisse ein angemessenes Verhalten zeigen.

(2) Angemessenes Verhalten der Erzeugnisse unter mehrachsigen Spannungszuständen darf vorausgesetzt werden, wenn diese die in den einschlägigen Normen angegebenen Anforderungen erfüllen.

## 3.3.5 Werkstoffeigenschaften

## 3.3.5.1 Oberflächenbeschaffenheit

P (1) Die Erzeugnisse dürfen keine Mängel aufweisen, die ihre Eignung als Spannglieder beeinträchtigen.

(2) Längsrisse brauchen nicht als Mängel angesehen zu werden, wenn ihre Tiefe geringer ist als der in EN 10 138 oder anderen einschlägigen Normen angegebene zulässigen Wert.

## 3.3.5.2 Relaxation

P (1) Bezuglich der Relaxation sind die Erzeugnisse nach Höchstwerten des Spannungsverlustes in % einzuteilen.

## 3.3.5.3 Empfindlichkeit gegen Spannungsrißkorrosion

P (1) Die Erzeugnisse müssen eine angemessen niedrige Empfindlichkeit gegen Spannungsrißkorrosion aufweisen.

(2) Die Empfindlichkeit gegen Spannungsrißkorrosion kann als gering angesehen werden, wenn die Erzeugnisse die in den einschlägigen Normen festgelegten Anforderungen erfüllen.

## 3.4 Spannglieder

(Siehe Anmerkung vor Abschnitt 3.2)

## 3.4.1 Verankerungen und Kopplungen

## 3.4.1.1 Allgemeines

P (1) Dieser Abschnitt gilt für Verankerungsvorrichtungen (Ankerkörper) und Kopplungsvorrichtungen (Kopplungen) von vorgespannten Tragwerken mit nachträglichem Verbund, bei denen

- (1) Ankerkörper verwendet werden, um im Verankerungsbereich die Kräfte von den Spanngliedern auf den Beton zu übertragen,
- (11) Kopplungen verwendet werden, um einzelne Spanngliedabschnitte zu durchlaufenden Spanngliedern zu verbinden.

P (2) Die Anforderungen an die Eigenschaften, die Prüfverfahren und die Verfahren zur Bescheinigung der Konformität sind in einschlägigen Normen oder europäischen technischen Zulassungsbescheiden (noch zu erstellen) festzulegen.

P (3) Bei der Festlegung der Anforderungen an die Eigenschaften ist folgendes zu berücksichtigen:

- (1) die relative Wirksamkeit der Spannglied-Verankerungs-/Kopplungseinheit, wobei der tatsächliche Wert deren Bruchlast mit dem entsprechenden Wert für das Spannglied verglichen wird;
- (ii) die Dehnung des verankerten/gekoppelten Spannglieds beim Bruch;
- (iii) die Dauerfestigkeit des verankerten/gekoppelten Spannglieds;
- (iv) die Last, die von der Verankerung auf den Beton übertragen werden kann, unter Berücksichtigung der Lage der Verankerung im Querschnitt, dem Abstand zwischen den Ankerkörpern, der Betonfestigkeit und der Bewehrung im Verankerungsbereich.

P (4) Anforderungen bezüglich der Verwendung von Ankerkörpern und Kopplungen sind in Technischen Zulassungsbescheiden festzulegen. Die bauliche Durchbildung der Verankerungsbereiche muß mit den Anforderungen nach den Abschnitten 4.2.3 und 5.4 übereinstimmen.

P (5) Wenn Prüfverfahren festgelegt werden, sind die beiden folgenden Prüfarten zu berücksichtigen:

- (i) Prüfart a: wenn Bauteile mit gegebener Geometrie und gegebenen Baustoffeigenschaften nach dem Zufallsprinzip der laufenden Herstellung oder dem Lager entnommen worden sind,
- (ii) Prüfart b: wenn Bauteile vom Hersteller der Einzelteile ausgewählt worden sind oder Prototypen von Verankerungen oder Kopplungen geprüft werden müssen.

### 3.4.1.2 Mechanische Eigenschaften

#### 3.4.1.2.1 Verankerte Spannglieder

P (1) Spanngliedverankerungen und Spanngliedkopplungen müssen Festigkeits-, Verformungs- und Dauerfestigkeitseigenschaften aufweisen, die die Grundaforderungen nach Abschnitt 2 erfüllen.

(2) Dies kann als gegeben angesehen werden, wenn:

- (i) die Geometrie und Baustoffeigenschaften der Verankerungen und Kopplungen ein vorzeitiges Versagen ausschließen,
- (ii) die Bruchdehnung der Verankerungen und Kopplungen nicht unverhältnismäßig groß ist,
- (iii) Spannglied-Verankerungseinheiten nicht in auf andere Weise hochbeanspruchten Bereichen angebracht werden.

Bezüglich der Anforderungen an die Dauerfestigkeit von Verankerungen und Kopplungen siehe die einschlägigen Zulassungsbescheide.

#### 3.4.1.2.2 Verankerungsvorrichtungen und Verankerungsbereiche

P (1) Die Festigkeit der Verankerungsvorrichtungen und die des Verankerungsbereichs muß ausreichen, um die Kraft des Spannglieds auf den Beton zu übertragen. Ferner darf die Rißbildung im Verankerungsbereich die Wirkung der Verankerung nicht beeinflussen.

(2) Dies gilt als erfüllt, wenn

- (i) die Festigkeit der Verankerungsvorrichtungen die charakteristische Bruchlast des Spannglieds entweder unter statischen Lastbedingungen oder unter einer begrenzten Anzahl von Lastwechseln übersteigt,
- (ii) Art und Einzelheiten der Bewehrung die Angaben dieser Vorschrift erfüllen.

### 3.4.2 Spannkanäle und Hüllrohre

#### 3.4.2.1 Allgemeines

P (1) Dieser Abschnitt gilt für vorgespannte Bauteile mit nachträglichem Verbund, bei denen die Spannglieder in innenliegenden Spannkanälen vorgespannt werden.

P (2) Für Spannglieder mit Verbund, bei denen die Spannkanäle nach dem Spannen verpreßt werden, muß die Form (Profil) des Kanals die einwandfreie Übertragung der Kräfte von den Spanngliedern in den Beton ermöglichen.

P (3) Die Anforderungen an die Eigenschaften, die Prüfverfahren und die Verfahren zur Bescheinigung der Konformität sind in einschlägigen Normen festzulegen.

P (4) Anforderungen bezüglich der Verwendung von Hüllrohren und Spannkanälen sind in technischen Zulassungsbescheiden festzulegen.

(5) Hüllrohre sollten aus in einschlägigen Normen (noch zu erstellen) festgelegten Baustoffen bestehen.

## DIN V 18 932 Teil 1

**4 Bemessung von Querschnitten und Bauteilen**

Auf der Grundlage von Bemessungswerten für Baustoffe nach Abschnitt 4.2 sowie zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen nach Abschnitt 2 enthält Abschnitt 4.3 Festlegungen für die Grenzzustände der Tragfähigkeit, Abschnitt 4.4 für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit. Neben der Bemessung nach diesen Abschnitten, die sich hauptsächlich mit Schnittkräften und -momenten befassen, die nach den in Abschnitt 2.5 angegebenen Verfahren ermittelt wurden, sind die Belange der Dauerhaftigkeit zu beachten. Hierfür enthält Abschnitt 4.1 die notwendigen Festlegungen. Anforderungen an die Herstellung und die Güteüberwachung des Betons sind in ENV 206 angegeben.

**4.1 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit****4.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe Abschnitte 1.6 und 1.7)**

$d_g$  Nennwert des Größtkorndurchmessers des Betonzuschlags

$\Delta h$  Vorhaltemaß bei der Betondeckung (Differenz zwischen Mindest- und Nennmaß der Betondeckung)

$\varnothing$  Nendurchmesser von Betonstahl, Spanngliedern oder Spannkanälen

$\varnothing_n$  Vergleichsdurchmesser von Stabbündeln

**4.1.1 Allgemeines**

- P (1) Die Forderung nach einem angemessenen dauerhaften Tragwerk gilt als erfüllt, wenn dieses während der vorgesehenen Nutzungsdauer seine Funktion hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit, Standfestigkeit und Stabilität ohne wesentlichen Verlust der Nutzungseigenschaften oder ohne ungewöhnliche und unvorhersehbare Instandhaltungsmaßnahmen erfüllt.
- P (2) Um die erforderliche umfassende Dauerhaftigkeit, wie sie in P Absatz (1) beschrieben wurde, sicherzustellen muß die vorgesehene Nutzung eines Tragwerks zusammen mit den in Betracht kommenden Lastannahmen festgelegt werden. Unter Berücksichtigung des erforderlichen Schutzniveaus müssen ebenfalls die erforderliche Nutzungsdauer sowie ein Programm zur Instandhaltung in Betracht gezogen werden.
- P (3) Die Dauerhaftigkeit kann sowohl durch direkte als auch indirekte Einwirkungen, die sich aus dem Tragwerksverhalten ergeben (z. B. Verformungen, Risse, Wasserabsorption usw.), beeinträchtigt werden. Der mögliche Einfluß sowohl aus direkten als auch indirekten Beanspruchungen muß berücksichtigt werden.
- (4) Die allgemeinen Bestimmungen in dieser Vorschrift stellen eine ausreichende Nutzungsdauer der meisten Bauwerke sicher. Jedoch sollten die geforderte Nutzung und deren Dauer zu einem möglichst frühen Planungsstadium sorgfältig berücksichtigt werden. Abänderungen der empfohlenen Maßnahmen können unter Umständen erforderlich werden, z. B. für Tragwerke mit einer kurzen oder einer sehr langen Nutzungsdauer oder für Konstruktionen, die extremen oder außergewöhnlichen Einwirkungen ausgesetzt sind (entweder direkte Beanspruchung oder Zwangbeanspruchung, siehe Absatz P (3)).

**4.1.2 Einwirkungen****4.1.2.1 Allgemeines**

- P (1) Einwirkungen müssen in Übereinstimmung mit den Definitionen nach Abschnitt 2.2.2 und auf der Grundlage von Werten festgelegt werden, die in einschlägigen internationalen oder nationalen Vorschriften angegeben sind. In besonderen Fällen kann zur Erfüllung spezieller Anforderungen an die Dauerhaftigkeit eine Änderung dieser Werte notwendig werden.

**4.1.2.2 Umweltbedingungen**

- P (1) Umwelt im Sinne dieser Vorschrift bedeutet chemische und physikalische Einwirkungen, denen ein Tragwerk als Ganzes, einzelne Bauteile und der Beton selbst ausgesetzt sind und die Beanspruchungen zur Folge haben, die nicht in den Lastannahmen für die Tragwerksplanung berücksichtigt sind.
- (2) Beim Entwurf von Hochbauten sollten die Umweltbedingungen nach Tabelle 4.1 klassifiziert werden, um ein umfassendes Schutzniveau festzulegen, das in Übereinstimmung mit den Festlegungen von ENV 206 gefordert ist.
- (3) Zusätzlich kann es notwendig werden, bestimmte aggressive Einwirkungen oder Zwangeinwirkungen einzeln in Betracht zu ziehen (siehe Abschnitte 4.1.2.3 bis 4.1.2.5).

**4.1.2.3 Chemischer Angriff**

- P (1) Die Beanspruchung durch chemischen Angriff muß bei der Planung berücksichtigt werden.

- P (2) Beanspruchung durch chemischen Angriff muß sowohl für den Beton als auch für darin eingebettetes Metall berücksichtigt werden.

- (3) Chemischer Angriff kann herrühren von:
- der Nutzung eines Gebäudes (Lagerung von Flüssigkeiten, usw.),
  - aggressiven Umweltbedingungen (siehe Tabelle 4.1 und ENV 206, Abschnitt 6.2),
  - Berührung mit Gasen oder Lösungen vieler Chemikalien, jedoch meistens durch Säurelösungen oder Lösungen von Schwefelsalzen, denen das Tragwerk ausgesetzt ist (siehe ENV 206, Tabelle 3 und ISO 9690),
  - im Beton enthaltene Chloride (siehe ENV 206, Abschnitt 5.5 für zulässige Höchstwerte),
  - Reaktionen zwischen den Betonbestandteilen (z. B. Alkalireaktion von Zuschlägen, siehe ENV 206, Abschnitt 5.7, und entsprechende nationale Normen).
- (4) Für die meisten Bauwerke können nachteilige chemische Reaktionen durch Einhaltung geeigneter Baustoffeigenschaften vermieden werden, z. B. der Festlegungen nach ENV 206, um einen dichten, undurchlässigen Beton mit geeigneten Ausgangsstoffen und Eigenschaften zu erreichen, siehe ENV 206, Tabelle 3. Zusätzlich ist eine angemessene Betondeckung zum Schutz der Bewehrung erforderlich (siehe Abschnitt 4.1.3.3).

#### 4.1.2.4 Physikalische Angriffe

- P (1) Die Wirkung physikalischer Angriffe muß bei der Planung berücksichtigt werden.
- (2) Physikalischer Angriff kann erfolgen durch:
- Abnutzung (siehe ENV 206, Abschnitt 7.3),
  - Frost-Tau-Wechselwirkung (siehe ENV 206, Tabelle 3),
  - Eindringen von Wasser (siehe ENV 206, Tabelle 3 und Abschnitt 7.3.1.5).
- (3) Bei den meisten Bauwerken kann dem physikalischen Angriff durch eine geeignete Auswahl von Baustoffen entgegengewirkt werden, z. B. gemäß den Festlegungen von ENV 206 in Kombination mit einer geeigneten Begrenzung der Rißbildung unter der maßgebenden Lastkombination (siehe Abschnitt 4.4.2).

#### 4.1.2.5 Indirekte Einwirkung

- P (1) Die Verformung der Gesamtkonstruktion, einzelner Tragelemente oder nichttragender Bauteile (z. B. als Folge von Lasten, Temperatur, Kriechen, Schwinden, Mikrorissen, usw.) kann Zwangeinwirkungen zur Folge haben, die bei der Planung berücksichtigt werden müssen.
- (2) Für die meisten Bauwerke kann der Einfluß von Zwangeinwirkungen durch Einhaltung allgemeiner Anforderungen Rechnung getragen werden, die in dieser Vorschrift an die Dauerhaftigkeit, an die Beschränkung der Rißbildung und Verformung, bauliche Durchbildung und Festigkeit, Stabilität und räumliche Steifigkeit des Tragwerks als Ganzes gestellt sind. Weitergehende Betrachtungen können in folgenden Fällen erforderlich werden:
- Verminderung von Verformungen und Rißbildung infolge zeitabhängiger Einflüsse (z. B. Bewegungen des jungen Betons, Kriechen, Schwinden, usw.) - siehe Abschnitt 3.1,
  - Minimierung von Zwang infolge Verformungen (z. B. durch das Anordnen von Auflagern, Fugen usw., für die sichergestellt wird, daß diese das Eindringen aggressiver Stoffe nicht zulassen),
  - Bei Zwang ist sicherzustellen, daß alle wichtigen Einwirkungen bei der Bemessung berücksichtigt werden.

#### 4.1.3 Bemessung

##### 4.1.3.1 Allgemeines

- P (1) Bei der Bemessung müssen die Auswirkungen nach Abschnitt 4.1.2 und ihre mögliche Bedeutung im Hinblick auf die Dauerhaftigkeitsanforderungen nach Abschnitt 4.1.1 in einem frühen Planungsstadium berücksichtigt werden.
- (2) Für die meisten Bauwerken sollte auf die Bemessungskriterien nach Abschnitt 4.1.3.2, und die Anforderungen an die Betondeckung nach Abschnitt 4.1.3.3 und an die allgemeinen Baustoff- und Bauausführungsregeln nach den Abschnitten 4.1.4 und 4.1.5 Bezug genommen werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (3) Um bei der Bemessung und der baulichen Durchbildung die geforderten Nutzungseigenschaften sicherzustellen, sollten folgende weitere Einflüsse berücksichtigt werden:
- Wahl einer Tragwerksgeometrie, die die Wasseraufnahme oder das Einwirken von Feuchtigkeit minimiert,
  - Größe, Form und Ausführungsdetails von exponierten Bauteilen oder Konstruktionen sollten so beschaffen sein, daß eine gute Entwässerung erreicht wird und Wasserlachen oder das Ablaufen von Wasser über Betonflächen vermieden werden. Es sollte darauf geachtet werden, daß die Anzahl von Rissen, die Wasser ansammeln oder weiterleiten können, minimiert wird. Sind Trennrisse zu erwarten, die chloridhaltiges Wasser weiterleiten, können zusätzliche Schutzmaßnahmen (beschichtete Bewehrungsstäbe, Beschichtung usw.) erforderlich sein.
  - Beachtung der unterschiedlichen Gesichtspunkte einer Zwangbeanspruchung bei der Bemessung und baulichen Durchbildung (siehe Abschnitt 4.1.2.5);
  - für die meisten Teile von Bauwerken ist die Widerstandsfähigkeit der Bewehrung gegen Korrosion gewährleistet, wenn diese eine angemessene Betondeckung mit niedriger Durchlässigkeit und guter Betonqualität haben (siehe Abschnitt 4.1.3.3 und ENV 206). Für die ungünstigeren Umweltbedingungen (siehe ENV 206, Tabelle 3) können Beschichtungen auf der Betonoberfläche oder der Bewehrung notwendig werden.

## 4.1.3.2 Bemessungskriterien

- P (1) Um dauerhaften Beton herzustellen, sind die Anforderungen der Abschnitte 3 bis 7 zusammen mit denjenigen nach ENV 206 zu erfüllen; daneben müssen örtliche Bedingungen, Baustoffe und Arbeitspraktiken berücksichtigt werden.
- P (2) Für Stahlbeton ist der Korrosionsschutz der Bewehrung durch Erfüllung der Anforderungen sicherzustellen, die in den folgenden Abschnitten enthalten sind:
- |                   |  |
|-------------------|--|
| 4.4.1             | Spannungszustände                        |
| 4.4.2             | Beschränkung der Rißbildung              |
| 4.4.3             | Beschränkung der Verformung              |
| 4.1 (und ENV 206) | Allgemeine Dauerhaftigkeitsanforderungen |
| 4.1.3.3           | Betondeckung                             |
| 5                 | Bewehrungsrichtlinien                    |
- P (3) Für Spannbeton ist zusätzlich zu den in den Absätzen P (1) und P (2) genannten Anforderungen der Spannstahl vor aggressiven Einwirkungen zu schützen.
- (4) Für die Umweltklassen 1 bis 4 sollte für vorgespannte Querschnitte der Nachweis der Rissbeschränkung nach den Abschnitten 4.4.2.1 (7) und 4.4.2.2 P (5), (6) bis (8) geführt werden.

## 4.1.3.3 Betondeckung

- P (1) Die Betondeckung ist der Abstand zwischen der äußeren Oberfläche der Bewehrung (einschließlich der Bügel) und der nächstgelegenen Betonoberfläche.
- P (2) Eine Mindestbetondeckung muß vorhanden sein, um folgendes sicherzustellen:
- sichere Übertragung von Verbundkräften (siehe Abschnitt 5),
  - kein Abplatzen des Betons,
  - angemessener Brandschutz (siehe Teil X),
  - Schutz des Stahles gegen Korrosion (siehe Absatz P (3) und ENV 206).
- P (3) Der Schutz der Bewehrung gegen Korrosion hängt vom ständigen Vorhandensein eines alkalischen Milieus ab, das durch eine angemessene Dicke und gute Qualität eines nachbehandelten Betons erzielt wird. Die erforderliche Betondeckung hängt sowohl von den Umweltbedingungen als auch von der Güte des Betons ab.
- P (4) Die Mindestbetondeckung, die nach Absatz P (3) erforderlich ist, muß zuerst bestimmt werden. Diese muß dann durch ein Vorhaltemaß ( $\Delta h$ ) für Abweichungen vergrößert werden, das von der Größe und der Art des Bauteils, der Art der Konstruktion, der Bauausführung und der Güteüberwachung sowie der Art der baulichen Durchbildung abhängt. Das Ergebnis ist das Nennmaß der Betondeckung, das auf den Bewehrungszeichnungen angegeben werden muß.
- (5) Um Verbundkräfte sicher zu übertragen und eine angemessene Verdichtung des Betons sicherzustellen, sollte die Betondeckung der maßgebenden Bewehrungsstäbe oder Spannglieder nicht kleiner sein als:
- $\phi$  oder  $\phi_n$  (aber nicht größer als 40 mm)
  - oder  $(\phi + 5 \text{ mm})$  oder  $(\phi_n + 5 \text{ mm})$ , wenn  $d_g > 32 \text{ mm}$

Hierin sind:

$\phi$  Durchmesser des Betonstahls oder des Hüllrohrs (Vorspannung mit nachträglichem Verbund)

$\phi_n$  Vergleichsdurchmesser eines Stabbündels

$d_g$  Nennwert des Größtkorndurchmessers des Betonzuschlags

Es sollte außerdem auf ENV 206, Abschnitt 5.4, Bezug genommen werden.

- (6) Das Mindestmaß der Betondeckung der Bewehrung einschließlich der Bügel sollte für die maßgebenden Umweltklassen nach Tabelle 4.1 nicht kleiner sein als der entsprechende Wert nach Tabelle 4.2.
- (7) Wenn eine Hautbewehrung verwendet wird (siehe Abschnitt 5.4.2.4), sollte die Betondeckung entweder nach Absatz (6) festgelegt oder es sollten besondere Schutzmaßnahmen (z. B. Beschichtung) ergriffen werden. In keinem Fall sollte die Mindestbetondeckung der Hauptbewehrung kleiner als 20 mm sein.
- (8) Für Fertigteile wird das Vorhaltemaß für Maßabweichungen im allgemeinen  $|0 \text{ mm} \leq \Delta h \leq 5 \text{ mm}|$  betragen, sofern diese Werte im Rahmen der Fertigungskontrolle garantiert werden können und dies im Rahmen der Güteüberwachung bestätigt wird. Für die Bewehrung von Ortbetonkonstruktionen liegt das Vorhaltemaß für Maßabweichungen zwischen  $|5 \text{ mm} \leq \Delta h \leq 10 \text{ mm}|$ . Zusätzliche Regelungen für die Bauausführung (einschließlich Maßabweichungen) werden in Abschnitt 6 angegeben.
- (9) Für Beton, der gegen unebene Oberflächen geschüttet wird, sollte das Vorhaltemaß für Maßabweichungen der Mindestbetondeckung nach Tabelle 4.2 grundsätzlich erhöht werden. Z. B. sollte die Mindestbetondeckung bei Beton, der direkt gegen Erde geschüttet wird, min c  $\geq$  75 mm sein. Für Beton, der auf vorbereiteten Untergrund (einschließlich Unterbeton) geschüttet wird, sollte die Mindestbetondeckung min c  $\geq$  40 mm sein. Oberflächen mit architektonischer Gestaltung, wie strukturierte Oberflächen oder Waschbeton, erfordern ebenfalls eine erhöhte Betondeckung.
- (10) Die erforderliche Mindestbetondeckungen nach Tabelle 4.2 einschließlich der genannten Vorhaltemaße können für den Brandschutz unzureichend sein. Besondere Anforderungen für den Feuerwiderstand werden in gesonderten Dokumenten angegeben.
- (11) Für Spannbetonbauteile mit sofortigem Verbund sollte die Mindestbetondeckung nicht weniger als  $2 \phi$  sein, wobei  $\phi$  den Nendurchmesser des Spanngliedes bezeichnet. Bei Verwendung gerippter Drähte beträgt die Mindestbetondeckung min c  $\geq$  3  $\phi$ .
- (12) Für Spannbetonbauteile mit nachträglichem Verbund bezieht sich die Mindestbetondeckung auf den äußeren Durchmesser des Hüllrohres. Die Betondeckung sollte nicht kleiner als der Durchmesser des Hüllrohres sein. Für rechteckige Hüllrohre sollte die Betondeckung nicht geringer als die kleinere Seite oder die Hälfte der größeren Seite des Hüllrohrquerschnittes sein.

## DIN V 18 932 Teil 1

Tabelle 4.1 Umweltklassen in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen

Umweltklassen		Beispiele für Umweltbedingungen
1 Trockene Umgebung		- Innenräume von Wohn- oder Bürogebäuden <sup>1)</sup>
2 Feuchte Umgebung	a ohne Frost	- Gebäudeinnenräume mit hoher Feuchte (z. B. Wäschereien) - Außenbauteile - Bauteile in nichtangreifendem Boden und/oder Wasser
	b mit Frost	- Außenbauteile, die Frost ausgesetzt sind - Bauteile in nichtangreifendem Boden und/oder Wasser, die Frost ausgesetzt sind - Innenbauteile bei hoher Luftfeuchte, die Frost ausgesetzt sind
3 Feuchte Umgebung mit Frost und Taumittel- einwirkung		- Außenbauteile, die Frost und Taumitteln ausgesetzt sind
4 Meerwasser- umgebung	a ohne Frost	- Bauteile im Spritzwasserbereich oder ins Meerwasser eintauchende Bauteile bei denen eine Fläche der Luft ausgesetzt ist - Bauteile in salzgesättigter Luft (unmittelbarer Küstenbereich)
	b mit Frost	- Bauteile im Spritzwasserbereich oder ins Meerwasser eintauchende Bauteile, bei denen eine Fläche Luft und Frost ausgesetzt ist - Bauteile, die salzgesättigter Luft und Frost ausgesetzt sind
Die folgenden Klassen können einzeln oder in Kombination mit den oben genannten Klassen vorliegen:		
5 Chemisch angreifende Umgebung <sup>2)</sup>	a	Schwach chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest) Aggressive industrielle Atmosphäre
	b	Mäßig chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest)
	c	Stark chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest)
<sup>1)</sup> Diese Umweltklasse gilt nur dann, wenn das Bauwerk oder einige seiner Bauteile während der Bauausführung über einen längeren Zeitraum hinweg keinen schlechteren Bedingungen ausgesetzt wird. <sup>2)</sup> Chemisch angreifende Umgebungen werden in ISO DP 9690 klassifiziert. Folgende gleichwertige Umweltklassen können ebenfalls angegeben werden: Umweltklasse 5a : ISO-Klassifizierung A1G, A1L, A1S Umweltklasse 5b : ISO-Klassifizierung A2G, A2L, A2S Umweltklasse 5c : ISO-Klassifizierung A3G, A3L, A3S		

Tabelle 4.2 Anforderungen an die Mindestbetondeckung für Normalbeton<sup>1)</sup>

		Umweltklasse nach Tabelle 4.1								
		1	2a	2b	3	4a	4b	5a	5b	5c <sup>3)</sup>
<sup>2)</sup> Mindest- beton- deckung (mm)	Betonstahl	15	20	25	40	40	40	25	30	40
	Spannstahl	25	30	35	50	50	50	35	40	50

## Anmerkungen zu Tabelle 4.2

- 1) Um die Festlegungen nach Abschnitt 4.1.3.3 P (3) zu erfüllen, sollten diese Mindestwerte der Betondeckung der maßgeblichen Betonfestigkeitsklasse nach ENV 206, Tabelle 3, zugeordnet werden.
- 2) Für plattenförmige Bauteile kann eine Abminderung von 5 mm für die Umweltklassen 2 bis 5 vorgenommen werden. Eine Abminderung von 5 mm darf ferner vorgenommen werden, wenn Betonfestigkeitsklassen C 40/50 und darüber verwendet werden, und zwar für Stahlbeton in den Umweltklassen 2a bis 5b und für Spannbeton in den Umweltklassen 1 bis 5b. Jedoch darf die Mindestbetondeckung niemals geringer als diejenige für Umweltklasse 1 in Tabelle 4.2 sein.
- 3) Für die Umweltklasse 5c sollten Beschichtungen vorgesehen werden, um einen direkten Kontakt mit chemisch angreifenden Stoffen zu vermeiden.

## 4.1.4 Baustoffe

- P (1) Die Baustoffe müssen den Anforderungen einschlägiger internationaler oder nationaler Normen entsprechen. Die Wahl der Baustoffe muß unter Berücksichtigung der Umweltbedingungen einschließlich jeglicher chemisch angreifender Einwirkungen erfolgen. Dies sollte in Verbindung mit anderen Faktoren beachtet werden, wie z. B. Bemessung, baulicher Durchbildung, Bauausführung und vorgesehener Instandhaltungsmaßnahmen, um die geforderten Gebrauchseigenschaften des Tragwerks während seiner Nutzungsdauer sicherzustellen.
- (2) Für Beton sollten die Anforderungen grundsätzlich mit ENV 206 übereinstimmen. Diese Anforderungen beziehen sich auf die Ausgangsstoffe und die Zusammensetzung des Betons sowie die Verfahren für das Mischen, den Transport, das Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln des Betons im Bauteil.
- (3) Für Betonstahl gilt Abschnitt 3.2.
- (4) Für Spannstahl gilt Abschnitt 3.3.
- (5) Für Verankerungen von Spanngliedern gilt Abschnitt 3.4.  
Für die Umweltklassen 2 bis 5 ist unter Umständen jedes Verankerungs- oder Kopplungselement, das nicht vollständig im Beton eingebettet ist, durch besondere Maßnahmen gegen Korrosion zu schützen.
- (6) Andere Baustoffe dürfen verwendet werden, wenn ihre Auswirkungen bei der Tragwerksplanung vollständig berücksichtigt werden und befriedigende Angaben für ihre Verwendbarkeit und Güte vorliegen.

## 4.1.5 Bauausführung

- P (1) Die Bauausführung auf der Baustelle muß sicherstellen, daß die geforderte Dauerhaftigkeit des Tragwerks erreicht wird. Die Wahl der Baustoffe und Bauverfahren, die während der Herstellung, des Einbringen und des Nachbehandelns des Betons angewendet werden, muß sicherstellen, daß eine ausreichende Widerstandsfähigkeit sowohl des Betons als auch des Stahls gegen chemisch angreifende Stoffe erreicht wird.
- P (2) Während der Bauausführung müssen angemessene Maßnahmen der Güteüberwachung getroffen werden, so daß die geforderten Baustoffeigenschaften und die geforderte Qualität der Bauausführung erreicht werden.
- (3) Anforderungen an die Bauausführung sind in Abschnitt 6 und ENV 206 enthalten.

## DIN V 18 932 Teil 1

**4.2 Bemessungswerte****4.2.1 Beton****4.2.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)**

$E_{c,nom}$	entweder der Mittelwert $E_{cm}$ (Tabelle 3.2) oder der zugehörige Bemessungswert $E_{cd}$ (Gleichung 4.1) des Elastizitätsmoduls von Normalbeton
$F_c$	Resultierende Druckkraft des Spannungsblocks in einem kritischen Querschnitt im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$F_s$	Zugkraft in der Bewehrung in einem kritischen Querschnitt im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$k$	Faktor zur Beschreibung der Form der Spannungsdehnungslinie des Betons ( $k = 1,1 E_{c,nom} \epsilon_{cl}/f_c$ )
$\alpha$	Abminderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit
$\epsilon_{cl}$	Stauchung des Betons bei Erreichen des Höchstwerts der Betondruckspannung $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Bruchstauchung des Betons
$\eta$	Beiwert zur physikalischen Beschreibung der Spannungsdehnungslinie von Normalbeton (Gleichung (4.2) und Bild 4.1).

**4.2.1.1 Allgemeines**

- P (1) Die Werte der Baustoffeigenschaften in diesem Abschnitt stellen entweder repräsentative Werte in Bezug auf die maßgebenden Festigkeitsklassen des Betons oder Idealisierungen dar, die den Bemessungszwecken angepaßt sind.  
Sofern nichts anderes gesagt ist, müssen Festigkeitswerte durch ihre charakteristischen Werte angegeben werden (siehe Abschnitt 3.1.2.2).
- P (2) Bemessungswerte für den Beton müssen von in Prüfungen gemessenen oder bekannten Eigenschaften abgeleitet sein. Diese Eigenschaften müssen unter Anwendung genormter Prüfverfahren bestimmt werden.
- P (3) Die Bemessung muß auf der Grundlage einer vorgegebenen Betonfestigkeitsklasse erfolgen (siehe Abschnitt 3.1.2.4).
- (4) Die Anwendbarkeit von Idealisierungen und Bemessungsannahmen für Normalbeton mit Festigkeitsklassen niedriger als C 12/15 oder höher als C 50/60 ist zu überprüfen.
- (5) Liegen keine genaueren Daten vor oder ist eine höhere Genauigkeit nicht erforderlich, dürfen die in den folgenden Abschnitten gegebenen Regeln als allgemeingültige Näherungen verwendet werden.
- (6) Bemessungswerte für unbewehrten Beton, Leichtbeton, hochfesten Beton und wärmebehandelten Beton werden gesondert in einschlägigen Anhängen oder Teilen dieser Vorschrift angegeben. Die Anwendbarkeit der Idealisierungen in diesem Abschnitt sollte für die vorgenannten Anwendungsfälle überprüft werden.

**4.2.1.2 Physikalische Eigenschaften****a) Dichte**

Die Dichte für Normalbeton kann angenommen werden zu:

$\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$  für unbewehrten Beton,  
 $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$  für bewehrten oder vorgespannten Beton mit einem üblichen Bewehrungsgrad.

**b) Querdehnzahl**

Es gilt Abschnitt 3.1.2.5.3.

**c) Wärmedehnzahl**

Es gilt Abschnitt 3.1.2.5.4.

**4.2.1.3 Mechanische Eigenschaften****4.2.1.3.1 Festigkeit**

- (1) Die charakteristischen Werte der festgelegten Betonfestigkeitsklassen sind Tabelle 3.1 zu entnehmen (siehe Abschnitt 3.1.2.4).

- (2) Für jede Betonfestigkeitsklasse unterscheidet man drei Werte für die Zugfestigkeit (siehe Abschnitt 3.1.2.3 (4)). Diese sollten je nach Art des vorliegenden Problems entsprechend angewendet werden.

#### 4.2.1.3.2 Elastizitätsmodul

- (1) Es gilt Abschnitt 3.1.2.5.2.

#### 4.2.1.3.3 Spannungsdehnungslinien

- (1) Das tatsächliche Spannungsdehnungsdiagramm des Betons, das durch Versuche nach Abschnitt 3.1.2.5.1 ermittelt wird, kann durch eine idealisierte Spannungsdehnungslinie ersetzt werden.
- (2) Im folgenden unterscheidet man zwischen Spannungsdehnungslinien für die Schnittgrößenermittlung (siehe Absätze (3) bis (8)) bzw. für die Querschnittsbemessung (siehe Absätze (9) bis (12)).

##### a) Spannungsdehnungslinien für die Schnittgrößenermittlung

- (3) Für nichtlineare Berechnungen, Berechnungen nach der Plastizitätstheorie (siehe Anhang 2) oder für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung (siehe Anhang 3) dürfen für kurzfristig wirkende Lasten Spannungsdehnungslinien nach Bild 4.1 angewendet werden. Sie sind durch den Elastizitätsmodul  $E_{c,nom}$ , die Betondruckfestigkeit  $f_c$  und die Stauchung  $\epsilon_{c1}$  unter dem Höchstwert der Betondruckspannung  $f_c$  gekennzeichnet (Druckspannungen und Stauchungen sind negativ anzusetzen).

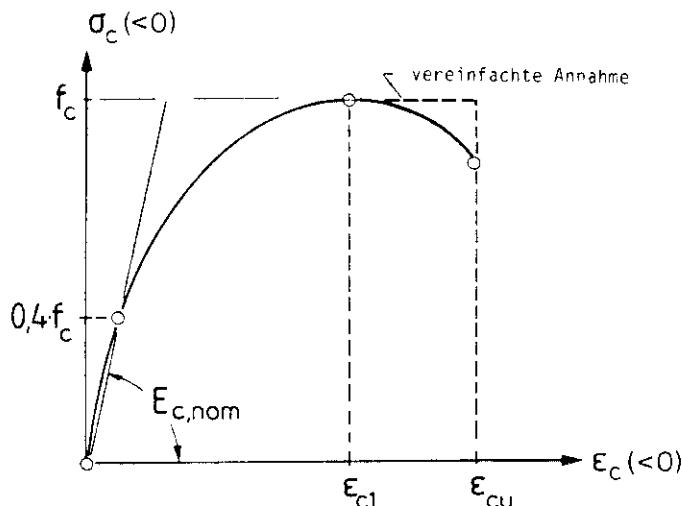


Bild 4.1 Schematische Darstellung einer Spannungsdehnungslinie für die Schnittgrößenermittlung

- (4) Für die maßgebenden Werte des Elastizitätsmoduls  $E_{c,nom}$  und der Druckfestigkeit  $f_c$  sind entweder

- Mittelwerte  $E_{cm}$  (siehe Abschnitt 3.1.2.5.2) und  $f_{cm}$  (siehe Gleichung 4.3) oder
- Bemessungswerte

$$E_{cd} = E_{cm}/\gamma_c \text{ und } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (4.1)$$

In Übereinstimmung mit den einschlägigen Absätzen nach Abschnitt 2.5.3 und 4.3.5 anwendbar. In Gleichung (4.1) bezeichnen  $E_{cm}$  und  $f_{ck}$  die Mittelwerte des Elastizitätsmoduls bzw. der charakteristischen Festigkeit.  $\gamma_c$  ist der Teilsicherheitsbeiwert für Beton (siehe Abschnitt 2.3.3.2 und A 3.1).

- (5) Die Beziehung zwischen  $\sigma_c$  und  $\epsilon_c$  in Bild 4.1 kann für kurzzeitig wirkende Lasten durch den folgenden Ausdruck wiedergegeben werden:

$$\frac{\sigma_c}{f_c} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta} \quad (4.2)$$

## DIN V 18 932 Teil 1

Hierin sind:

$$\eta = \epsilon_c / \epsilon_{c1} (\epsilon_c \text{ und } \epsilon_{c1} \text{ sind negativ anzusetzen})$$

$\epsilon_{c1} = -0,0022$  (Stauchung bei Erreichen des Höchstwerts der Betondruckspannung  $f_c$ )

$$k = 1,1 \epsilon_c + \epsilon_{c1}/f_c$$

$\epsilon_{c,nom}$  entweder Mittelwert  $\epsilon_{cm}$  (Tabelle 3.2) oder der entsprechende Bemessungswert  $\epsilon_{cd}$  (Gleichung (4.1)) des Elastizitätsmoduls

Gleichung (4.2) ist für  $0 > \epsilon_c > \epsilon_{cu}$  gültig, wobei  $\epsilon_{cu}$  die Bruchstauchung in der äußeren Faser des gedrückten Betons ist.

- (6) Für rechteckige Druckzonen sind für die jeweiligen Betonfestigkeitsklassen mittlere Werte der Bruchstauchung  $\epsilon_{cu}$  in Tabelle 4.3 angegeben.

Tabelle 4.3 Nennwerte von  $\epsilon_{cu}$  (gilt für Rechteckquerschnitte)

Festigkeitsklasse	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{cm}$ in $N/mm^2$	20	24	28	33	38	43	48	53	58
$\epsilon_{cu} \cdot 10^{-3}$	-3,6	-3,5	-3,4	-3,3	-3,2	-3,1	-3,0	-2,9	-2,8

In Tabelle 4.3 wurde angenommen, daß

$$f_{cm} = f_{ck} + [8] \quad (N/mm^2) \quad (4.3)$$

- (7) Zur Vereinfachung darf ein konstanter Wert  $\sigma_c = f_c$  im Bereich  $\epsilon_{c1} > \epsilon_c > \epsilon_{cu}$  angenommen werden (siehe Bild 4.1).
- (8) Andere idealisierte Spannungsdehnungslinien, z. B. bilineare Diagramme, dürfen nur angewendet werden, wenn sie den in den Absätzen (3) und (4) beschriebenen Diagrammen gleichwertig sind.
- b) Spannungsverteilung für die Querschnittsbemessung
- (9) Die bevorzugte Idealisierung für die Querschnittsbemessung ist das Parabel-Rechteck-Diagramm nach Bild 4.2. In diesem Diagramm ist angenommen, daß  $\max \epsilon_{cu} = 3,5\%$ . und Druckspannungen und Stauchungen negativ sind.
- (10) Andere idealisierte Spannungsdehnungslinien dürfen verwendet werden, wenn sie dem Parabel-Rechteck-Diagramm im Hinblick auf die Form der Druckzone im Querschnitt gleichwertig sind (z. B. das bilineare Diagramm nach Bild 4.3).

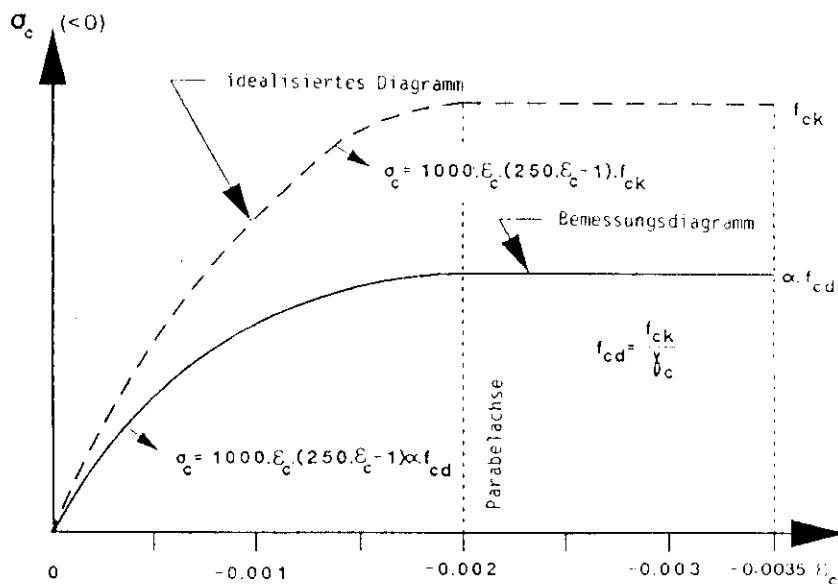


Bild 4.2 Parabel-Rechteck-Diagramm für Beton

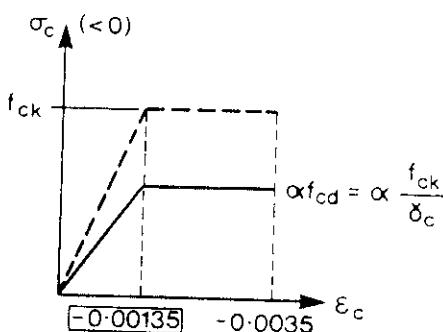


Bild 4.3 Bilineare Spannungsdehnungslinie für Beton

(11) Der Bemessungswert der Betondruckspannung ist festgelegt durch

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (4.4)$$

Das Bemessungsdiagramm wird vom gewählten idealisierten Diagramm abgeleitet, indem die Spannungsordinate des idealisierten Diagramms mit dem Faktor  $\alpha/\gamma_c$  multipliziert wird.

Hierin sind:

$\gamma_c$  Teilsicherheitsbeiwert für Beton (siehe Abschnitt 2.3.3.2)

$\alpha$  Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung von Langzeitwirkungen auf die Druckfestigkeit sowie von anderen ungünstigen Wirkungen, die von der Art der Lasteintragung herrühren.

Der zusätzliche Beiwert  $\alpha$  kann für Druck grundsätzlich mit 0,85 angenommen werden.

(12) Eine rechteckige Spannungsverteilung (wie in Bild 4.4) darf angenommen werden.

Der Beiwert  $\alpha$  nach dem idealisierten Diagramm gilt nicht, wenn die Druckzonenbreite in Richtung der Randdruckfaser abnimmt. Dann sollte  $\alpha$  auf den Wert 0,8 reduziert werden.

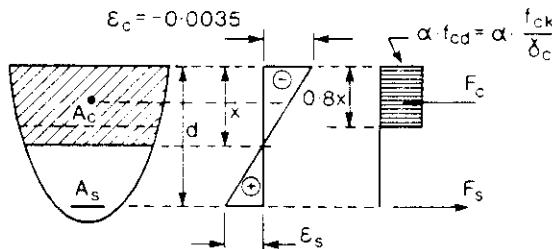


Bild 4.4 Spannungsblock

#### 4.2.1.4 Zeitabhängiges Verhalten

- (1) Die Werte nach Tabelle 3.3 sind Mittelwerte, die in den Temperaturgrenzen von Abschnitt 3.1.2.5.5.(3) gelten, und es darf angenommen werden, daß sie die Endkriechzahlen und Endschwindmaße bei Normalbeton darstellen, sofern die Druckspannungen den Wert  $\sigma_c = \underline{0,45} f_{ck}$  nicht überschreiten.
- (2) Bei genaueren Berechnungen, die Spannkraftverluste einschließen, können, sofern sie zutreffend sind, die allgemeinen Angaben nach den Abschnitten 3.1, 2.5.4 und 2.5.5 verwendet werden, wobei Verfahren nach Abschnitt 4.2.3.5.5 heranzuziehen sind.

#### 4.2.2 Stahlbeton

##### 4.2.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen

Formelzeichen und Kurzzeichen, die im vorliegenden Abschnitt verwendet werden, siehe Abschnitte 1.6 und 1.7.

## DIN V 18 932 Teil 1

## 4.2.2.1 Betonstahl, allgemein

- P (1) Die Kennwerte, die in diesem Absatz für Materialeigenschaften angegeben werden, sind entweder repräsentative Werte für die jeweilige Stahlsorte, die in einschlägigen Normen festgelegt ist, oder stellen für die Bemessung geeignete Idealisierungen dar.
- (2) Allgemein sind die beschriebenen Eigenschaften in Abschnitt 3.2.1 (5) und EN 10 080 oder anderen einschlägigen Normen festgelegt.
- P (3) Sofern nichts anderes vorgeschrieben ist, muß der Bemessung eine bestimmte Sorte zugrunde gelegt werden, die durch die charakteristische Fließspannung  $f_yk$  definiert wird.
- (4) Alle Betonstahlsorten, die in Abschnitt 3.2 festgelegt sind und die die mechanischen, physikalischen und technologischen Anforderungen von EN 10 080 oder andere einschlägige Normen erfüllen, dürfen grundsätzlich bei der Bemessung in Übereinstimmung mit den Abschnitten 4.2.2.2 bis 4.2.2.4 verwendet werden, wenn eine größere Genauigkeit nicht gefordert ist.

## 4.2.2.2 Physikalische Eigenschaften des Betonstahls

- (1) Die Werte nach Abschnitt 3.2.3 können als Bemessungswerte verwendet werden.  
Es kann angenommen werden, daß sie in einem Temperaturbereich von -20 °C bis +200 °C gelten.

## 4.2.2.3 Mechanische Eigenschaften des Betonstahls

## 4.2.2.3.1 Festigkeit

- P (1) Für alle Stahlsorten müssen die Werte für  $\epsilon_{uk}$ ,  $f_yk$ ,  $(f_t/f_y)_k$  und  $f_{tk}$  definiert werden.
- (2) Werte für diese Eigenschaften und für definierte Stahlarten und -sorten können EN 10 080 entnommen werden. Für andere Stahlsorten sollten diese Eigenschaften durch Versuche festgelegt werden.
- (3) Sofern nicht anders angegeben, können bei der Bemessung für Streckgrenze und Zugfestigkeit bei Zug und Druck die gleichen Werte angenommen werden.
- (4) Die Bemessung darf auf der Grundlage des Nenndurchmessers und des Nennquerschnitts des Betonstahls erfolgen.

## 4.2.2.3.2 Spannungsdehnungslinie

- P (1) Die allgemeinen Anforderungen an die Duktilität müssen den Festlegungen von Abschnitt 3.2.4.2 und einschlägiger Normen entsprechen.
- (2) Für die Schnittgrößenermittlung darf in der Regel das idealisierte bilineare Diagramm nach Bild 4.5 verwendet werden. Dieses Diagramm ist für Temperaturen von -20 °C bis +200 °C anwendbar.

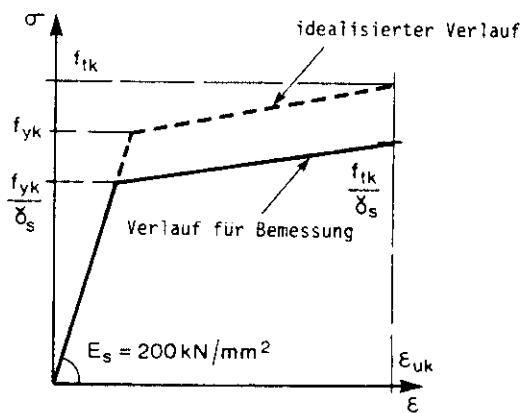


Bild 4.5 Rechnerische Spannungsdehnungslinie des Betonstahls

- (3) Bild 4.5 darf in abgewandelter Form, z. B. mit einem flacheren oder einem horizontal verlaufenden oberen Ast, für örtliche Nachweise und für die Querschnittsbemessung verwendet werden.
- (4) Die Bemessungswerte sind vom idealisierten charakteristischen Diagramm dadurch abgeleitet, daß sie durch den Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_s$  für Betonstahl dividiert wurden (siehe Abschnitt 2.3.3).

(5) Für die Querschnittsbemessung darf wahlweise eine der folgenden Annahmen getroffen werden:

- ein horizontaler oberer Ast der Bemessungskurve in Bild 4.5, d. h., die Spannung in der Bewehrung ist auf den Wert  $f_yk/\gamma_s$  begrenzt, ohne Begrenzung der Stahldehnung  $\epsilon_s$ , obwohl es in einigen Fällen zweckmäßig sein kann, eine Begrenzung einzuführen.
- ein geneigter oberer Ast mit der begrenzten Stahldehnung von 0,01.

#### 4.2.2.3.3 Ermüdung

(1) Für Anforderungen an die Ermüdfestigkeit von Betonstahl gilt Teil 1 E.

#### 4.2.2.4 Technologische Eigenschaften des Betonstahls

##### 4.2.2.4.1 Verbund und Verankerung

- P (1) Eigenschaften, die den Verbund und die Verankerungen betreffen, müssen sich aus der Form und der Oberflächenbeschaffenheit von Bewehrungsstählen und/oder aus der Festigkeit der Schweißverbindungen von Betonstahlmatte ergeben.
- (2) Anforderungen an den Verbund siehe Abschnitt 5.2.2.
  - (3) Anforderungen an Verankerungen siehe Abschnitte 5.2.3 bis 5.2.5.

##### 4.2.2.4.2 Schweißbarkeit (siehe Abschnitt 3.2.5.2)

- (1) Betonstahl nach EN 10 080 darf als schweißbar angesehen werden.

#### 4.2.3 Spannbeton

##### 4.2.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6, 1.7 und 2.5.4.0)

$F_{px}$	Grenztragkraft von Spanngliedern im gerissenen Verankerungsbereich (Gleichung (4.14))
$k$	ungewöllter Umlenkinkel (pro Längeneinheit) abhängig von der Art des Spannglieds
$l_{ba}$	Verankerungslänge, innerhalb der die Grenzzugkraft $F_{pu}$ bei Vorspannung mit sofortigem Verbund voll auf den Beton übertragen wird
$l_{bp}$	Übertragungslänge, innerhalb der die Spannkraft vom angespannten Spannglied voll auf den Beton übertragen wird
$l_{bp0}$	Bemessungswert der Übertragungslänge $l_{bp}$
$l_{bp0}$	Länge der neutralen (ausfallenden) Zone an den Enden von Bauteilen mit sofortigem Verbund im Fall eines plötzlichen Ablassens der Vorspannkraft
$l_{p,eff}$	Eintragungslänge, innerhalb der sich die Betondruckspannungen kontinuierlich bis zu einer geradlinigen Verteilung über den Querschnitt ausbreiten (effektive Einleitung)
$n_1$	Gesamtanzahl von Drähten oder Litzen in einem Spannglied
$n_2$	Anzahl von Drähten oder Litzen, über die die Radialkraft aller Drähte oder Litzen im Spannglied an der Umlenkstelle übertragen wird (Bild 4.7)
$z_{cp}$	Abstand zwischen dem Schwerpunkt des Betonquerschnitts und denen der Spannglieder
$\alpha$	$E_s/E_{cm}$
$\theta$	Summe der Umlenkinkel über die Länge $x$ (unabhängig von Richtung und Vorzeichen)
$\beta_b$	Beiwert zur Verknüpfung der Übertragungslänge von Spanngliedern mit der Betonfestigkeit
$\epsilon_s(t, t_0)$	geschätztes Schwindmaß
$\sigma_{0,max}$	auf ein Spannglied aufgebrachte Maximalspannung
$\sigma_{pm0}$	Spannung im Spannglied unmittelbar nach dem Spannen oder der Übertragung der Vorspannkraft
$\sigma_{pg0}$	Anfangsspannung im Spannglied aus Vorspannung und ständigen Einwirkungen
$\sigma_{cg}$	Betonspannung in der Höhe der Spannglieder aus Eigenlast und anderen ständigen Einwirkungen

## DIN V 18 932 Teil 1

$\sigma_{cp0}$  Anfangswert der Betonspannung in der Höhe der Spannglieder aus Vorspannung

$\Delta\sigma_{p,c+str}$  Spannungsänderung in den Spanngliedern aus Kriechen, Schwinden und Relaxation an der Stelle x zum Zeitpunkt t

$\Delta\sigma_{pr}$  Spannungsänderung in den Spanngliedern an der Stelle x infolge Relaxation

#### 4.2.3.1 Spannstahl, allgemein

P (1) Die Kennwerte der Materialeigenschaften in diesem Abschnitt sind entweder repräsentative Werte entsprechend der maßgebenden Stahlsorte, die in einschlägigen Normen festgelegt sind, oder stellen für Bemessungszwecke geeignete Idealisierungen dar.

(2) Im allgemeinen sind die in Abschnitt 3.3.1 P (5) angegebenen Eigenschaften in EN 10 138 oder anderen einschlägigen Normen (siehe Anhang B) niedergelegt.

P (3) Sofern nichts anderes gesagt ist, muß der Bemessung eine definierte Stahlsorte zugrunde liegen, die durch ihre charakteristischen Prüfspannung  $f_{p0,1k}$  bei 0,1 % bleibender Dehnung gekennzeichnet ist.

(4) Alle Spannstahlsorten, die in Abschnitt 3.3 beschrieben sind, und die die mechanischen, physikalischen und technologischen Anforderungen nach EN 10 138 oder anderen einschlägigen Normen erfüllen, dürfen grundsätzlich bei der Bemessung verwendet werden, sofern sie mit den unten angegebenen Werten übereinstimmen und eine größere Genauigkeit nicht erforderlich ist.

#### 4.2.3.2 Physikalische Eigenschaften des Spannstahls

(1) Die in Abschnitt 3.3.3 angegebenen Werte dürfen als Bemessungswerte verwendet werden. Es kann angenommen werden, daß sie im Temperaturbereich zwischen -20 °C und +200 °C gültig sind.

#### 4.2.3.3 Mechanische Eigenschaften des Spannstahls

##### 4.2.3.3.1 Festigkeit

P (1) Für alle Spannstahlsorten müssen die Werte für  $f_{p0,1k}$ ,  $\epsilon_{uk}$  und  $f_{pk}$  definiert sein.

(2) Maßgebende Eigenschaften für definierte Arten und Sorten von Spannstahl können EN 10 138 entnommen werden.

Für andere Stahlsorten müssen die Eigenschaften durch technische Zulassungsbescheide bestätigt werden.

(3) Die Bemessung darf auf der Grundlage des Nenndurchmessers oder des Nennwerts der Querschnittsfläche von Spannstahl erfolgen.

##### 4.2.3.3.2 Elastizitätsmodul

(1) Es gelten die Werte nach Abschnitt 3.3.4.4.

##### 4.2.3.3.3 Spannungsdehnungslinie

P (1) Die allgemeinen Anforderungen an die Duktilität müssen mit denen nach Abschnitt 3.3.4.3 und mit den in den einschlägigen Normen festgelegten Werten übereinstimmen.

(2) Eine idealisierte Spannungsdehnungslinie ist in Bild 4.6 angegeben. Dieses Diagramm ist für Temperaturen von -20 °C bis +200 °C gültig.

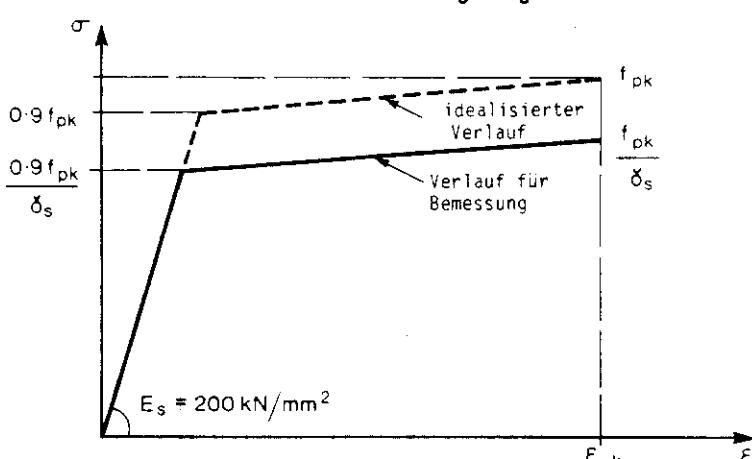


Bild 4.6 Rechnerische Spannungsdehnungslinie des Spannstahls

- (3) Bild 4.6 darf allgemein für die Schnittgrößenermittlung im Tragwerk als Ganzem, für örtliche Nachweise und zum Nachweis der Querschnittstragfähigkeit verwendet werden.
- (4) Bild 4.6 darf für örtliche Nachweise oder die Querschnittsbemessung abgeändert werden, z. B. mit einem flacheren oder horizontalen oberen Ast.
- (5) Die Bemessungswerte der Stahlspannung werden von idealisierten charakteristischen Diagrammen durch Division mit dem Teilsicherheitsbeiwert für Spannstahl  $\gamma_s$  ermittelt (siehe Abschnitt 2.3.3).
- (6) Für die Querschnittsbemessung darf eine der folgenden Annahmen getroffen werden:
  - ein horizontaler oberer Ast der Bemessungskurve in Bild 4.6, d. h., die Spannung in der Bewehrung ist auf den Wert  $0,9 f_{pk}/\gamma_s$  begrenzt, ohne Begrenzung der Stahldehnung  $\epsilon_s$ , obwohl es in einigen Fällen zweckmäßig sein kann, eine Begrenzung einzuführen.
  - ein geneigter oberer Ast mit der begrenzten Stahldehnung von 0,01.

#### 4.2.3.3.4 Duktilität

- (1) Es gelten die Festlegungen von Abschnitt 3.3.4.3.

#### 4.2.3.3.5 Ermüdung

- (1) Für Anforderungen an die Ermüdung von Spannstahl gilt Teil 1 E.

#### 4.2.3.3.6 Mehrachsiger Spannungszustand

- (1) Wenn in Zulassungsbescheiden nichts anderes ausgesagt ist, weisen Spannglieder, die aus Spannstählen bestehen, die die Anforderungen nach Abschnitt 3.3.4.6 erfüllen, die vorgeschriebene Zugtragfähigkeit auf, wenn der Krümmungsradius von Sätteln, die die Spannglieder an Umlenkstellen unterstützen, die Anforderungen nach Tabelle 4.4 erfüllen.
- (2) Die Werte nach Tabelle 4.4 stehen in keinem Zusammenhang mit den Reibungsbeiwerten nach Abschnitt 4.2.3.5.5 (8).

Tabelle 4.4 Bedingungen für die Einhaltung räumlicher Spannungszustände in Spanngliedern

Art des Spannglieds	minimaler Biegeradius/Nenndurchmesser
Einzeldraht oder Litze, nach dem Spannen umgelenkt	<u>15</u>
Einzeldraht oder Litze, in glattem Hüllrohr	<u>20</u>
Einzeldraht oder Litze, in gerippten Hüllrohren	<u>40</u>
Bündelspannglied aus mehreren Drähten oder Litzen	vorstehende Werte multipliziert mit $n_1/n_2$
dabei sind	
$n_1$	= Gesamtanzahl der Drähte oder Litzen im Spannglied
$n_2$	= Anzahl der Drähte oder Litzen, über die die Radialkraft aller Drähte oder Litzen des Spannglieds auf die Umlenkvorrichtung übertragen (siehe Bild 4.7)

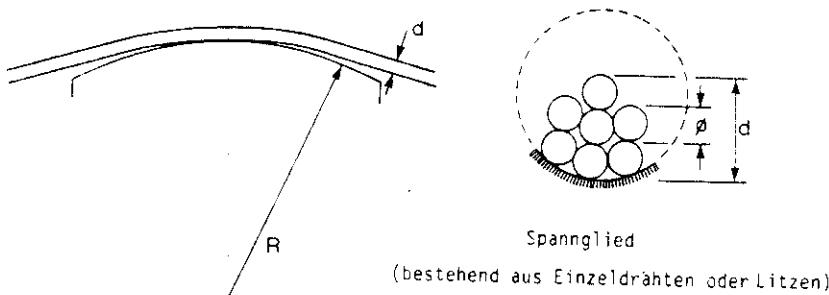


Bild 4.7 Beispiel für Werte  $n_1$  und  $n_2$  nach Tabelle 4.4 (im vorliegenden Fall  $n_1/n_2 = 7/3$ )

## DIN V 18 932 Teil 1

## 4.2.3.3.7 Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern

- (1) Bei Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern, die die Anforderungen nach Abschnitt 3.4.1.2 erfüllen, kann man annehmen, daß sie die volle charakteristische Tragkraft von Spanngliedern aufnehmen.

## 4.2.3.4 Technologische Eigenschaften des Spannstahls

## 4.2.3.4.1 Relaxation

- P (1) Bescheinigungen, die der Lieferung beigefügt sind, müssen die Relaxationsklasse und die maßgebenden Relaxationswerte von Spannstahl enthalten (siehe Abschnitt 3.3.5 und einschlägige Normen).
- (2) Für die Bemessung sind die Werte, die für einen Relaxationsverlust nach 1000 h angenommen werden können, entweder den Bescheinigungen oder Bild 4.8 für die drei dort angegebenen Stahlklassen zu entnehmen. Langzeitwerte für die Relaxationsverluste dürfen [dreimal] so hoch angenommen werden wie die bei 1000 h.
- (3) Hinweise für Relaxationsverluste zwischen 0 und 1000 h gibt Tabelle 4.5.

Tabelle 4.5 Genäherte Beziehung zwischen Relaxationsverlusten und Zeit bis 1000 h

Zeit in h	1	5	20	100	200	500	1000
Relaxationsverluste in % des Wertes bei 1000 h	15	25	35	55	65	85	100

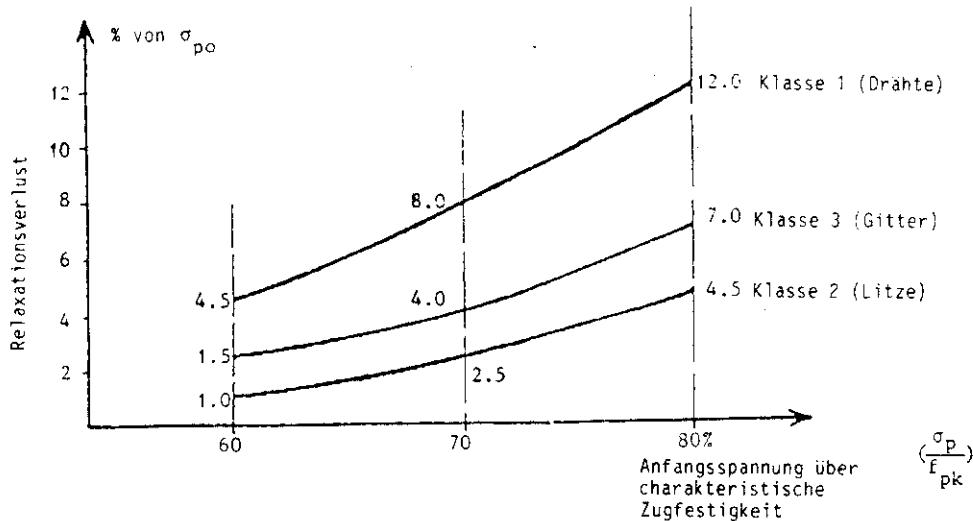


Bild 4.8 Relaxationsverluste nach 1000 h bei 20 °C

- (4) Die Relaxation wird bei Tragwerkstemperaturen über 20 °C größere Werte als nach Bild 4.8 annehmen. Dies kann sich auf Bauwerke in heißem Klima, Kraftwerke u.ä. auswirken. Wenn notwendig, sollte der Hersteller aufgefordert werden, der Bescheinigung einschlägige Informationen beizufügen (siehe Abschnitt 3.3.2 (2)).
- (5) Kurzzeitige Relaxationsverluste bei Tragwerkstemperaturen über 60 °C können den 2 bis 3fachen Wert gegenüber dem bei 20 °C erreichen. Im allgemeinen kann jedoch angenommen werden, daß eine kurzfristige Wärmebehandlung keinen Einfluß auf die Ergebnisse der Langzeitrelaxation hat (siehe Abschnitt 4.2.3.5.5).

## 4.2.3.4.2 Empfindlichkeit gegen Spannungsrißkorrosion

- (1) Es gelten die Festlegungen nach Abschnitt 3.3.5.3.

## 4.2.3.4.3 Temperaturabhängiges Verhalten

Siehe besonderen Teil über Brandschutz.

#### 4.2.3.5 Planung von Bauteilen aus vorgespanntem Beton

##### 4.2.3.5.1 Allgemeines

P (1) Dieser Abschnitt gilt für Tragwerke, deren Spannglieder innerhalb des Betons in vollem Verbund liegen.

P (2) Die zu berücksichtigenden Auswirkungen aus Vorspannung umfassen:

- Mindestanforderungen an die Betonfestigkeitsklasse (siehe Abschnitt 4.2.3.5.2)
- Mindestanzahl der Spannglieder (siehe Abschnitt 4.2.3.5.3)
- Bestimmung der maßgebenden Vorspannkraft (siehe Abschnitt 2.5.4)
- Anfängliche Vorspannkraft (siehe Abschnitt 4.2.3.5.4)
- Spannkraftverluste (siehe Abschnitt 4.2.3.5.5)
- Einleitung der Vorspannkräfte und Bemessung der Verankerungszonen für Spannglieder mit sofortigem Verbund (siehe Abschnitt 4.2.3.5.6)
- Verankerungszonen in Bauteilen mit Spanngliedern mit nachträglichem Verbund (siehe Abschnitt 4.2.3.5.7).

(3) Die Festlegungen nach Abschnitt 2.5.4 sollten bei allen Nachweisen hinsichtlich der Auswirkungen der Vorspannkraft verwendet werden. Diese gilt für die lokale Schnittgrößenberechnung, für die Schnittgrößenberechnung im Tragwerk als Ganzes sowie auch für die Querschnittsbemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.

##### 4.2.3.5.2 Mindestfestigkeitsklasse für vorgespannten Normalbeton

(1) Die Mindestfestigkeitsklasse beträgt für vorgespannte Bauteile mit nachträglichem Verbund [C 25/30] und für Bauteile mit sofortigem Verbund [C 30/37].

##### 4.2.3.5.3 Mindestanzahl von Spanngliedern in Einzelbauteilen

- P (1) Einzelne Spannbetonbauteile müssen in der vorgedrückten Zugzone eine Mindestanzahl von Spanngliedern enthalten. Sie sollen mit hinreichender Zuverlässigkeit sicherstellen, daß das Versagen einer bestimmten Anzahl von Stäben, Drähten oder Spanngliedern nicht zum Versagen des Bauteiles führt.
- (2) Absatz P (1) bezieht sich auf tragende vorgespannte Bauteile, in denen keine zusätzliche Tragfähigkeit aus Umlagerung von Schnittkräften oder Momenten, aus Querverteilung von Belastungen oder aus anderen Maßnahmen (z. B. nicht vorgespannter Bewehrung) auftritt.
- (3) Die Anforderung nach Absatz P (1) kann als erfüllt angesehen werden, wenn die Mindestanzahl von Stäben, Drähten oder Spanngliedern nach Tabelle 4.6 vorgesehen wird. Tabelle 4.6 geht von gleichen Durchmessern für alle Stäbe, Drähte oder Spannglieder aus.
- (4) Die Anforderung kann ebenfalls als erfüllt angesehen werden, wenn wenigstens eine Litze mit sieben oder mehr Drähten (Drahtdurchmesser  $\geq 4,0 \text{ mm}$ ) im Einzelbauteil vorgesehen ist.
- (5) Wenn die tatsächliche Anzahl von Stäben, Drähten oder Spanngliedern im Einzelbauteil unter den in Tabelle 4.6 angegebenen Werten liegt, sollte eine ausreichende Zuverlässigkeit gegen Versagen nachgewiesen werden (siehe Zusatzdokumente).

Tabelle 4.6 Mindestanzahl von Stäben, Drähten und Spanngliedern in der vorgedrückten Zugzone von Einzelbauteilen

Art des Spannglieds	Mindestanzahl
Einzelstäbe und -drähte	[3]
Stäbe und Drähte, zusammengefaßt als Litze oder Spannglied	[7]
Spannglieder außer Litzen (siehe Abatz (4))	[3]

##### 4.2.3.5.4 Anfängliche Vorspannkraft

P (1) Die anfängliche Vorspannkraft muß übereinstimmend mit Abschnitt 2.5.4 bestimmt werden, der auch die maßgebende Einflüsse für Spannkraftverluste angibt.

P (2) Die am Spannglied aufgebrachte Höchstkraft  $P_0$ , d. h. die Kraft am aktiven Ende  $x = 0$  unmittelbar nach dem Spannvorgang (siehe Abschnitt 2.5.4.2) darf den Wert  $P_0 = A_p \sigma_{0,max}$  nicht überschreiten.

## DIN V 18 932 Teil 1

Hierin sind:

$A_p$  die Querschnittsfläche eines Spannglieds

$\sigma_{0,max}$  die maximal auf das Spannglied aufgebrachte Spannung

$$\sigma_{0,max} = \lfloor 0,80 \rfloor f_{pk} \text{ oder } \lfloor 0,90 \rfloor f_{p0,1k}; \text{ es gilt der kleinere Wert.} \quad (4.5)$$

- P (3) Die Vorspannkraft  $P_{m0} = A_p \sigma_{pm0}$ , die unmittelbar nach dem Spannen (Spannen mit nachträglichem Verbund) oder nach dem Lösen der Verankerung (Spannen mit sofortigem Verbund) auf den Beton aufgebracht wird, darf den kleineren der nachstehenden Werte nicht überschreiten:

$$A_p \sigma_{pm0} = \lfloor 0,75 \rfloor f_{pk} A_p \text{ oder } \lfloor 0,85 \rfloor f_{p0,1k} A_p \quad (4.6)$$

wobei  $\sigma_{pm0}$  die Spannung im Spannglied unmittelbar nach dem Spannen oder der Krafteinleitung ist.

- (4) Für Bauteile mit sofortigem Verbund ergibt sich  $P_{m0}$  nach P (3) aus Gleichung (4.7):

$$P_{m0} = P_0 - \Delta P_c - \Delta P_{ir} [- \Delta P_{\mu}(x)] \quad (4.7)$$

wobei  $\Delta P_c$  und  $\Delta P_{\mu}(x)$  in Abschnitt 2.5.4.2 definiert sind und  $\Delta P_{ir}$  den Kurzzeit-Relaxationsverlust bezeichnet.

- (5) Für Bauteile mit nachträglichem Verbund wird  $P_{m0}$  nach Gleichung (4.8) berechnet:

$$P_{m0} = P_0 - \Delta P_{s1} - \Delta P_c - \Delta P_{\mu}(x) \quad (4.8)$$

- (6) Verfahren zur Ermittlung von  $\Delta P_{s1}$ ,  $\Delta P_c$ ,  $\Delta P_{ir}$  und  $\Delta P_{\mu}(x)$  sind in Abschnitt 4.2.3.5.5 angegeben.

- P (7) Die geforderte Mindestbetonfestigkeit zum Zeitpunkt des Vorspannens oder der Krafteinleitung muß in den technischen Zulassungsunterlagen für das entsprechende Spannverfahren angegeben sein. Wenn ein solches Dokument nicht vorhanden ist, sollten besondere Anforderungen an die Sicherheit und die Tragwerkseigenschaften (bei der Erfassung der Einwirkungen) gestellt werden (siehe Tabellen 2.1 und 2.2 im Abschnitt 2).

- (8) Die Grenzwerte nach den Absätzen P (2) und P (3) gelten allgemein; sie dürfen jedoch in Abhängigkeit von einer Reihe von Faktoren abgewandelt werden, z. B.:
- ob die Auswechselung eines beschädigten Spannglieds möglich ist,
  - Auswirkungen des Bruches eines Spannglieds, im besonderen Gefahr für Leib und Leben,
  - Größe der Betonspannungen aus der Vorspannung,
  - Stahlsorte und Art des verwendeten Spannglieds,
  - ob der Verbund der Spannglieder nachträglich erfolgt oder nicht,
  - Zeitpunkt des Verpressens der Hüllrohre,
  - Möglichkeit, die geforderte Vorspannkraft im Spannglied mit Überspannen zu erreichen, wenn eine unerwartet hohe Reibung eintritt; in diesem Ausnahmefall darf der Höchstwert der anfänglichen Vorspannkraft  $P_0$  auf  $\lfloor 0,95 \rfloor f_{p0,1k} \cdot A_p$  erhöht werden.

#### 4.2.3.5.5 Spannkraftverluste

- P (1) Spannkraftverluste sind nach Abschnitt 2.5.4.2 zu berechnen.

- (2) Eine Schätzung der tatsächlichen Vorspannkraft in den verschiedenen Bemessungssituationen ist notwendig; hieraus sind wirklichkeitsnahe Spannkraftverluste unter Berücksichtigung der verschiedenen Faktoren des Abschnitts 2.5.4.2 festzulegen. Wenn möglich, sollten diese Berechnungen auf Erfahrungswerten oder Versuchsergebnissen für die Werkstoffe und die Spannverfahren beruhen. Für eine große Anzahl von Tragwerken und wenn solche Angaben nicht vorliegen, dürfen die allgemeinen Empfehlungen nach den Absätzen (5) bis (11) verwendet werden, die näherungsweise Ansätze für die gesamten Spannkraftverluste angeben.
- (3) Es wird empfohlen, die tatsächlichen Werte der Spannkraftverluste während des Spannens durch Messung der von einem zum anderen Ende übertragene Vorspannkraft zu überprüfen.
- (4) Sofortige Verluste sollten in Übereinstimmung mit den Absätzen (5) bis (8) berechnet werden. Zeitabhängige Verluste sollte man nach den Absätzen (9) und (10) ermitteln.
- (5) Spannkraftverluste aus Ankerschlupf ( $\Delta P_{s1}$ ) sollten abhängig vom verwendeten Spannverfahren aus Erfahrungswerten und technischen Zulassungsbescheiden bestimmt werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (6) Die Berechnung der sofortigen Spannkraftverluste aus elastischen Verformungen des Betons ( $\Delta\sigma_c$ ) darf auf der Grundlage des Elastizitätsmoduls des Betons (siehe Abschnitt 3.1.2.5.2) und Spannstahls (siehe Abschnitt 3.3.4.4) erfolgen.

Bei Vorspannung mit sofortigem Verbund sollte der Spannkraftverlust auf der Grundlage des Verhältnisses der E-Moduli von Beton und Stahl unter Verwendung der Betonspannung in Höhe des Spannglieds berechnet werden.

Bei Vorspannung mit nachträglichem Verbund tritt ein zusätzlicher Verlust ein, wenn die Spannglieder nicht gleichzeitig gespannt werden. Wenn keine größere Genauigkeit verlangt wird, sollte dieser auf der Grundlage des halben Wertes des Produkts des Verhältnisses der E-Moduli von Stahl und Beton und der zugehörigen Betonspannung in Höhe der Spannglieder (gemittelt über die Länge der Spannglieder) berechnet werden.

- (7) Der kurzzeitige Relaxationsverlust ( $\Delta\sigma_{fr}$ ), der sich bei Vorspannung mit sofortigem Verbund zwischen dem Spannen der Spannglieder und der Spannungsübertragung auf den Beton ergibt, sollte unter Verwendung der Rechenwerte nach Abschnitt 4.2.3.4.1 abgeschätzt werden.
- (8) Der Spannkraftverlust aus Reibung [ $\Delta\sigma_\mu(x)$ ] in Spanngliedern mit nachträglichem Verbund darf abgeschätzt werden aus

$$\Delta\sigma_\mu(x) = P_0 (1 - e^{-\mu(\theta + k \cdot x)}) \quad , \quad (4.9)$$

Hierin sind:

$\mu$  Reibungsbewert zwischen Spannglied und Hüllrohr

$\theta$  Summe der Umlenkinkel über die Länge x (unabhängig von Richtung und Vorzeichen)

$k$  ungewollter Umlenkinkel (pro Längeneinheit) abhängig von der Art des Spannglieds.

$\mu$  hängt von der Oberflächenbeschaffenheit der Spannglieder und der Hüllrohre, einem möglichen Rostbefall, der Längenänderung des Spannglieds und dem Spanngliedprofil ab. Fehlen genauere Angaben, dürfen die nachstehenden Werte für Gleichung (4.9) für Spannglieder verwendet werden, die ungefähr 50 % der Hüllrohre ausfüllen:

kaltgezogener Draht	0,17
Litzen	0,19
verformter Stab	0,65
glatter Rundstab	0,33

Die Werte für  $k$  sollten in technischen Zulassungsbescheiden angegeben sein und werden im allgemeinen im Bereich  $0,005 < k < 0,01$  pro lfd. m liegen. Die Werte sind abhängig von der Verarbeitung, dem Abstand zwischen den Spanngliedunterstützungen, von der Art des Hüllrohrs und vom Grad der Verdichtung (Rütteln) beim Einbringen des Betons.

Die oben empfohlenen Werte für  $\mu$  und  $k$  sind Mittelwerte. Die tatsächlichen in der Berechnung verwendeten Werte dürfen in Abhängigkeit von Kontrollmaßnahmen, Bauausführung, besonderen Maßnahmen usw. heraufgesetzt oder abgemindert werden, sofern dies begründet ist.

- (9) Zeitabhängige Verluste sollten berechnet werden aus

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\epsilon_s(t, t_0) E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \phi(t, t_0) (\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})}{1 + \alpha \frac{A_p}{A_c} \left(1 + \frac{A_c}{I_c} z^2 c_p\right) [1 + 0,8 \cdot \phi(t, t_0)]} \quad (4.10)$$

Hierin sind:

$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$  Spannungsänderung in den Spanngliedern aus Kriechen, Schwinden und Relaxation an der Stelle x zum Zeitpunkt t

$\epsilon_s(t, t_0)$  geschätztes Schwindmaß, abgeleitet aus den Werten der Tabelle 3.4 für das Endschwindmaß (siehe auch Abschnitt 2.5.5 und Anhang 1)

$\alpha$   $E_s/E_{cm}$

$E_s$  Elastizitätsmodul des Spannstahls nach Abschnitt 3.3.4.4

$E_{cm}$  Elastizitätsmodul des Betons (Tabelle 3.2)

$\Delta\sigma_{pr}$  Spannungsänderung in den Spanngliedern an der Stelle x infolge Relaxation. Diese darf Bild 4.8 für ein Verhältnis Ausgangsspannung/charakteristische Zugspannung ( $\sigma_p/f_{pk}$ ) entnommen werden, mit einer Ausgangsspannung von

## DIN V 18 932 Teil 1

$$\sigma_p = \sigma_{pg0} - 0,3 \Delta \sigma_{p,c+s+r} \quad (4.11)$$

wobei  $\sigma_{pg0}$  die anfängliche Spannung in den Spanngliedern aus Vorspannung und ständigen Einwirkungen ist.

Zur Vereinfachung und auf der sicheren Seite liegend darf der zweite Ausdruck in Gleichung (4.11) vernachlässigt werden. Für gewöhnliche Hochbauten darf  $\sigma_p$  zu  $0,85 \sigma_{pg0}$  angenommen werden.

$\phi(t, t_0)$	Kriechzahl nach Abschnitt 2.5.5 (siehe auch Anhang 1)
$\sigma_{cg}$	Betonspannung in Höhe der Spannglieder aus Eigenlast und anderen ständigen Einwirkungen
$\sigma_{cp0}$	Anfangswert der Betonspannung in Höhe der Spannglieder infolge Vorspannung
$A_p$	Querschnittsfläche aller Spannglieder im betrachteten Bereich
$A_c$	Fläche des Betonquerschnitts
$I_c$	Flächenmoment 2. Grades der Betonquerschnittsfläche
$z_{cp}$	Abstand zwischen dem Schwerpunkt des Betonquerschnitts und den Spanngliedern

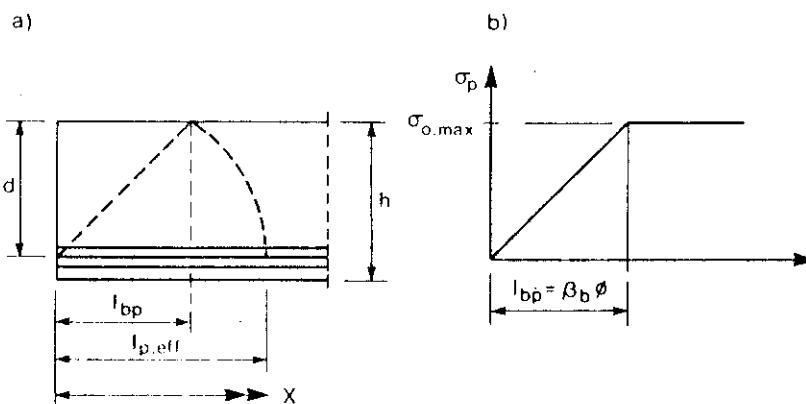
Bei Verwendung der Gleichung (4.10) ist zunächst ein geschätzter Wert für den Gesamtverlust als Anfangswert erforderlich, um den Ausdruck  $\Delta \sigma_{pr}$  auf der rechten Seite zu bestimmen (dieser Ausdruck ist von der endgültigen Vorspannung abhängig). Ein iteratives Vorgehen ist deshalb notwendig, um die beiden Seiten der Gleichung (4.10) in Übereinstimmung zu bringen.

- (10) Die Abschätzung des Endwerts der Vorspannung ( $P_{mu}$ ) ergibt sich durch Abzug des Spannkraftverlusts nach den Absätzen (5) bis (9). Es ist wichtig zu beachten, daß dies ein Näherungsverfahren darstellt und zu verbessern ist, um den Besonderheiten von Werkstoffen, Spannvorgang oder Bemessungsbedingungen zu entsprechen.
- (11) Die Bemessungsverfahren zur Erfassung der Auswirkungen der Vorspannung sollten mit Abschnitt 2.5.4 übereinstimmen.

## 4.2.3.5.6 Verankerungsbereiche von Spanngliedern mit sofortigem Verbund

- (1) Wenn Zugkräfte auftreten können, sollten sie von zusätzlicher Bewehrung aufgenommen werden.
- (2) Es ist zu unterscheiden (siehe Bild 4.9a) zwischen
  - (1) Übertragungslänge  $l_{bp}$ , über die die Spannkraft ( $P_0$ ) eines Spannglieds mit sofortigem Verbund voll auf den Beton übertragen wird,
  - (11) Eintragungslänge  $l_{p,eff}$ , innerhalb der die Betonspannung allmählich in eine lineare Verteilung über den Betonquerschnitt übergeht,
  - (iii) Verankerungslänge  $l_{ba}$ , innerhalb der der Höchstwert der Vorspannkraft ( $F_{pu}$ ) in Bauteilen mit sofortigem Verbund vollständig in den Beton eingeleitet ist (siehe Abschnitt 2.5.3.7.4)

Die Bereiche beeinflussen sich gegenseitig.



(a) Definitionen

(b) Bemessungswert von  $l_{bp}$ 

Bild 4.9 (a) und (b) Übertragung der Vorspannung mit sofortigem Verbund

- (3) Die Übertragungslänge  $l_{bp}$  wird vom Durchmesser und der Art des Spannglieds, seiner Oberflächenbeschaffenheit, der Betonfestigkeit und dem Verdichtungsgrad des Betons beeinflußt. Die Werte sollten sich auf Versuchsergebnisse oder auf Erfahrungen mit dem verwendeten Spanngliedtyp stützen. Für Bemessungszwecke [Bild 4.9 (b)] ist die Übertragungslänge als ein Mehrfaches des Nenndurchmessers ( $\phi$ ) der Litze oder des Drahtes festgelegt

$$l_{bp} = \beta_b \cdot \phi \quad (4.12)$$

Für Litzen mit einer Querschnittsfläche  $\leq 100 \text{ mm}^2$  und für profilierte Drähte mit einem Durchmesser  $\leq 8 \text{ mm}$ , die der in einschlägigen Normen festgelegten Oberflächenbeschaffenheit entsprechen stimmen und gemäß den Angaben in Abschnitt 4.2.3.5.4 vorgespannt sind, dürfen die in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen werden. Als Betonfestigkeit sollte diejenige zum Zeitpunkt des Vorspannens angenommen werden. Bei Verwendung von gerippten Drähten mit Durchmessern  $\leq 12 \text{ mm}$  sollten die  $\beta_b$ -Werte auf Versuchsergebnissen beruhen; als Näherung dürfen die Werte der Tabelle 4.7 herangezogen werden.

Tabelle 4.7 Beiwert  $\beta_b$  der Übertragungslänge von Litzen und Drähten (glatt oder profiliert) im Verhältnis zur Betonfestigkeit zum Zeitpunkt des Vorspannens

Tatsächliche Betonfestigkeit bei der Spannkraftübertragung ( $\text{N/mm}^2$ )		25	30	35	40	45	50
$\beta_b$	Litzen und glatte oder profilierte Drähte	75	70	65	60	55	50
	gerippte Drähte	55	50	45	40	35	30

- (4) Der Bemessungswert  $l_{bp,d}$  ist mit 0,8  $l_{bp}$  oder 1,2  $l_{bp}$  anzunehmen; es gilt der ungünstigere Wert für die betrachtete Wirkung.  
 (5) Übertragungslänge, Verankerungslänge und Eintragungslänge sind von dem Querschnitt aus zu messen, in dem ein wirksamer Verbund vorhanden ist.

Bei der Festlegung des Querschnitts mit wirksamem Verbund sollte folgendes berücksichtigt werden:

- Spannglieder, die planmäßig an den Enden nicht im Verbund liegen,
- eine neutrale Zone  $l_{bp,0}$  im Fall eines plötzlichen Ablassens der Vorspannkraft.

- (6) Für rechteckige Querschnitte und gerade Spannglieder nahe der Unterseite des Querschnitts kann die Eintragungslänge festgelegt werden zu

$$l_{p,eff} = \sqrt{l^2_{bp,d} + d^2} \quad (4.13)$$

- (7) Die Verankerung von Spanngliedern mit sofortigem Verbund in biegebeanspruchten Bauteilen im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird vom Zustand des Verankerungsbereichs, d. h., gerissen oder ungerissen, beeinflußt. Der Verankerungsbereich der Spannglieder eines Balkens [Bild 4.9 (a)] darf als ungerissen angesehen werden, wenn die Betonzugspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Biegezug- und Hauptzugspannungen) unter Berücksichtigung der maßgebenden Vorspannkraft  $P_d$  (siehe Abschnitt 2.5.4) fctd nicht übersteigt.  
 (8) Wenn die Zugspannung den Wert  $fct:0,05$  nicht übersteigt, dürfen die Bedingungen für die Verankerung ohne weitere Prüfungen als erfüllt angesehen werden.  
 (9) Wenn die Zugspannung den Wert  $fct:0,05$  übersteigt, ist nachzuweisen, daß die vorhandene Zugkraftlinie entsprechend Bild 5.11 die Zugkraftdeckungslinie, die sich aus der Zugkraft der Spannglieder und der nicht vorgespannten Bewehrung zusammensetzt, nicht überschreitet.

## DIN V 18 932 Teil 1

Die aufnehmbare Kraft  $F_{px}$  der Spannglieder darf nach Bild 4.9 (c) bestimmt werden zu

$$F_{px} = \frac{x}{l_{bpd}} P_0 \leq \frac{A_p f_{p0,1k}}{\gamma_s} \quad (4.14)$$

$P_0$  nach Abschnitt 2.5.4.2 P (1)

$l_{bpd}$  nach Absatz (4).

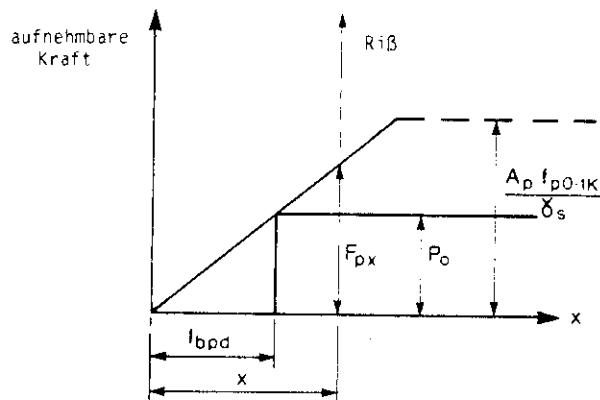


Bild 4.9 (c) Ableitung der Gleichung (4.14)

#### 4.2.3.5.7 Verankerungsbereich bei Spanngliedern mit nachträglichem Verbund

- P (1) Die Bemessung des Verankerungsbereichs muß der Vorgehensweise nach diesem Abschnitt und den Abschnitten 2.5.4., 4.2.3., 5.4.6 und 5.4.8 entsprechen.
- P (2) Bei Annahme der Vorspannwirkung als konzentrierte Einzelkraft im Verankerungsbereich muß die charakteristische Zugfestigkeit des Spannglieds angesetzt werden.
- (3) Die aufnehmbare Spannung hinter den Ankerplatten sollte nach Abschnitt 5.4.8 berechnet werden.
- (4) Zugkräfte infolge Einleitung konzentrierter Kräfte sollten nach der Stabwerk analogie oder nach anderen geeigneten Ersatzverfahren (siehe Abschnitte 2.5.3.6.3 und 2.5.3.7.4) abgeschätzt werden. Die zugehörige Bewehrung sollte nach Abschnitt 5.4.6 unter Annahme ihres Bemessungswerts angeordnet werden.
- (5) Die Einleitung der Vorspannkraft darf, beginnend am Ende des Ankerkörpers, über einen Ausbreitwinkel von  $2\beta$  (siehe Bild 4.10) angenommen werden, wobei  $\beta = \arctan 2/3$  angesetzt werden darf.

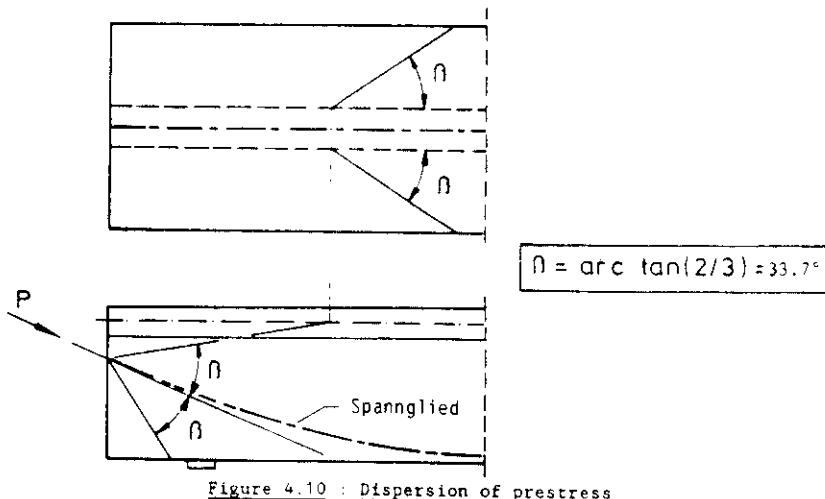


Figure 4.10 : Dispersion of prestress

Bild 4.10 Einleitung der Vorspannung

#### 4.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit

##### 4.3.1 Grenzzustände der Tragfähigkeit für Biegung mit Längskraft

###### 4.3.1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

- $A_s$  Querschnittsfläche der wirksamen Zugbewehrung in einem Querschnitt
- $A_s^d$  Querschnittsfläche der Druckbewehrung (Druckzone im Grenzzustand der Tragfähigkeit)
- $\epsilon_{s1}$  Dehnung der Zugbewehrung für die Querschnittsbemessung
- $\epsilon_{s2}$  Stauchung der Druckbewehrung für die Querschnittsbemessung
- $\epsilon_{pm}$  zur Vorspannkraft  $P_m,t$  gehörige Stahldehnung (siehe Abschnitt 2.5.4.0)
- $\epsilon(\Delta P_c)$  Änderung der Stahldehnung infolge  $\Delta P_c$  (siehe Abschnitt 2.5.4.0)

###### 4.3.1.1 Allgemeines

- P (1) Dieser Abschnitt gilt für Balken oder Platten aus Beton, die entweder mit Betonstahl bewehrt oder mit inneren, im Verbund liegenden Spanngliedern vorgespannt sind.
- P (2) Die aufzunehmenden Bemessungskräfte und -momente müssen nach Abschnitt 2 ermittelt werden.
- P (3) Bauteile müssen ausreichend detailliert berechnet werden um sicherzustellen, daß die Anforderungen dieser Vorschrift in allen Querschnitten längs des Bauteils erfüllt werden.
- P (4) Der Bauteilquerschnitt muß so gewählt und die Bewehrung so angeordnet werden, daß die Bemessungswerte der aufnehmbaren Schnittgrößen nach den Annahmen dieses Abschnitts nicht geringer sind als die, die zur Aufnahme aller Kombinationen von Bemessungswerten der Auswirkungen nach Abschnitt 2 erforderlich sind.
- (5) Die mitwirkende Breite von Balken mit L- und T-Querschnitt sollte nach Abschnitt 2.5.2.2.1 festgelegt werden. Wenn die Gurte solcher Träger im Zugbereich liegen (z. B. ein zweiseitiger Plattenbalken über einem Zwischenauflager) sollte die für den Bemessungswert der Biegetragfähigkeit erforderliche Zugbewehrung nach Abschnitt 5.4.2.1.2 angeordnet werden.
- P (6) Der Anteil der Spannglieder am Bemessungswert der aufnehmbaren Schnittgrößen muß unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte nach Abschnitt 2.3.3.1, Tabelle 2.2 für die aufzunehmenden und die aufnehmbaren Auswirkungen der Vorspannung festgelegt werden.
- P (7) Wenn die Richtung der Hauptspannungen eindeutig von derjenigen der Hauptbewehrung abweicht, muß dies berücksichtigt werden (siehe Anhang 2).
  - (8) Bei Platten darf eine Abweichung zwischen der Richtung der Hauptspannung und der Hauptbewehrung von  $\leq 15^\circ$  vernachlässigt werden. Für größere Abweichungen sollten die Momente transformiert werden, um entsprechende Momente in Richtung der Hauptbewehrung zu erhalten.

###### 4.3.1.2 Bemessungswerte der aufnehmbaren Schnittgrößen von Balken unter Biegung mit Längskraft

- P (1) Bei der Bestimmung der Grenztragfähigkeit von Querschnitten müssen folgende Annahmen berücksichtigt werden:
  - (i) Ebenbleiben der Querschnitte
  - (ii) Dehnungen der im Verbund liegenden Bewehrung haben bei Zug oder Druck die gleiche Größe wie die in gleicher Höhe liegende Betonfaser.
  - (iii) Die Zugfestigkeit des Betons wird vernachlässigt.
  - (iv) Die Verteilung der Betondruckspannungen wird entsprechend der rechnerischen Spannungsdehnungslinie nach den Bildern 4.2 oder 4.3 angenommen.
  - (v) Die Spannungen im Betonstahl oder im Spannstahl werden jeweils von den rechnerischen Spannungsdehnungslinien nach den Bildern 4.5 oder 4.6 hergeleitet.
  - (vi) Die Vordehnung ist bei der Festlegung der Spannung in den Spanngliedern im Grenzzustand der Tragfähigkeit (siehe Abschnitt 2.5.4.4.3) zu berücksichtigen.
  - (vii) Bei Querschnitten, die ausschließlich unter Längsdruck stehen, ist die Stauchung des Betons auf  $-0,002$  (siehe Bild 4.2) zu begrenzen.
  - (viii) Bei Querschnitten, die nicht vollständig unter Druck stehen, ist die Stauchung auf  $-0,0035$  zu begrenzen. In Zwischenbereichen wird für das Dehnungsdiagramm angenommen, daß die Stauchung im Abstand von  $3/7$  der Querschnittshöhe von der äußeren Druckfaser  $-0,002$  beträgt.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (2) Die Annahmen nach Absatz P (1) führen zu den möglichen Dehnungsverteilungen nach Bild 4.11.
- (3) In einigen Fällen, in denen das Zusammenwirken von örtlichen Festigkeiten und Verformungen von Bedeutung ist, kann es sinnvoll sein, die Zugdehnung in der Bewehrung oder im Spannstahl zu begrenzen (siehe Abschnitte 4.2.2.3.2 und 4.2.3.3.3).
- (4) Alternativ zu Absatz P (1) kann der Ansatz nach Abschnitt 4.2.1.3.3 (12) verwendet werden.
- (5) Bei vorgespannten Bauteilen mit nicht ständig im Verbund liegenden Spanngliedern ist es grundsätzlich erforderlich, die Verformung des Gesamtbauteils zu berücksichtigen (siehe Teil 1D). Bei Hochbauten, bei denen Spannglieder nur während des Bauzustands nicht im Verbund liegen, ist dies jedoch im allgemeinen nicht notwendig.
- (6) Bei der Bemessung von biegebeanspruchten Querschnitten, die nur geringen Längskräften ausgesetzt sind, darf die Auswirkung infolge des Bemessungswerts für Längsdruck vernachlässigt werden, wenn diese den Wert  $0,08 f_{ck}$ , multipliziert mit der Querschnittsfläche, nicht übersteigt.
- (7) Wenn Lageveränderungen der Bewehrung, z. B. bei einem Bewehrungsstoß, zu einer örtlich begrenzten Verminderung der Nutzhöhe führen, sollte der ungünstigste Wert bei der Querschnittsbemessung verwendet werden.

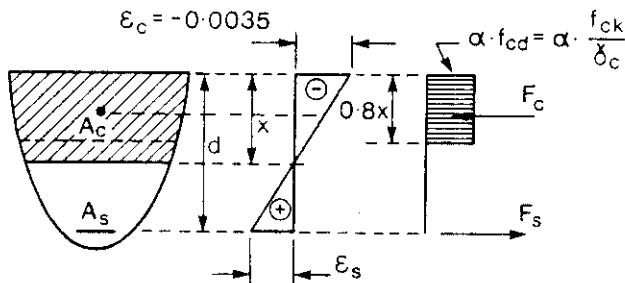


Bild 4.11 Dehnungsdiagramme im Grenzzustand der Tragfähigkeit

## 4.3.1.3 Versagen ohne Vorankündigung und scheinbare Überfestigkeiten

- P (1) Ein Versagen des Querschnitts ohne Vorankündigung bei Erstrißbildung muß vermieden werden.
- P (2) Biegezugfestigkeiten, die über diejenigen hinausgehen, die nach dieser Vorschrift berechnet wurden, dürfen fürrippenstahlbewehrte Bauteile mit niedrigem Bewehrungsgrad nicht ausgenutzt werden, selbst wenn Versuche zeigen, daß solche Festigkeiten gerechtfertigt sind.
- (3) Die Mindestbewehrung nach den Abschnitten 4.4.2 und 5 reicht in den meisten Fällen aus, um ein Versagen ohne Vorankündigung zu vermeiden.

## 4.3.2 Querkraft

## 4.3.2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$A_{sf}$	Querschnittsfläche der Bewehrung im Gurt eines Plattenbalkens
$A_{s1}$	Querschnittsfläche der wirksamen Zugbewehrung in einem Querschnitt
$F_c$	Betondruckkraft in Richtung der Bauteillachse
$F_{d,max}$	Höchstwert der Längskraft in einem einseitigen Gurtanschnitt
$F_s$	Zugkraft in der Längsbewehrung
$V_{ccd}$	Bemessungswert der Querkraftkomponente in der Druckzone, parallel zu $V_{0d}$ bei Bauteilen mit veränderlicher Höhe
$V_{cd}$	Bemessungswert der Schubtragfähigkeit der Betondruckzone
$V_{0d}$	Bemessungswert der Querkraft im Querschnitt ohne Berücksichtigung des Einflusses einer veränderlichen Bauteilhöhe
$V_{pd}$	Bemessungswert der Kraftkomponente geneigter Spannglieder
$V_{Rd1}$	Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Querschnitts in einem Bauteil ohne Schubbewehrung
$V_{Rd2}$	Höchster Bemessungswert der Querkraft, die ohne Versagen des Balkenstegs aufgenommen werden kann
$V_{Rd2,red}$	Verminderter Wert von $V_{Rd2}$ infolge Längskraft

$V_{Rd3}$	Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Querschnitts in einem Bauteil mit Schubbewehrung
$V_{td}$	Bemessungswert der Kraftkomponente in der Zugzone parallel zu $V_{0d}$ bei veränderlicher Bauteilhöhe
$V_{wd}$	Bemessungswert der Querkraftanteile der Schubbewehrung
$a_y$	Abstand zwischen Momentennullpunkt und Momentenhöchstwert
$b_{w,nom}$	Nennwert der Stegbreite
$f_{ywd}$	Bemessungswert der Festigkeit der Schubbewehrung an der Streckgrenze
$h_f$	Gurtdicke
$k$	Beiwert zur Berücksichtigung von Bauteildicke und Abstufung der Längsbewehrung
$s_f$	Abstand der Querbewehrungsstäbe im Gurt eines Plattenbalkens
$\alpha$	Winkel zwischen Schubbewehrung und Bauteillachse
$\beta$	Beiwert zur Erhöhung von $V_{Rd1}$
$\theta$	Winkel zwischen Betondruckstreben und Bauteillachsen
$v$	Wirksamkeitsfaktor
$\rho_1$	$A_s1$ zugeordneter Bewehrungsgrad
$\sigma_{cp}$	mittlere Betonspannung infolge Längskraft
$\sigma_{cp,eff}$	wirksame mittlere Betonspannung infolge Längskraft
$T_{Rd}$	Grundwert der Bemessungsschubfestigkeit bei Bauteilen ohne Schubbewehrung
$\Sigma d$	Summe der Durchmesser von Spanngliedern in einer Lage

#### 4.3.2.1 Allgemeines

- P (1) Dieser Abschnitt ist für Balken und Platten anzuwenden, die nach Abschnitt 4.3.1 für Biegung bemessen werden. Er ist auch auf vorgespannte Bauteile und Druckglieder anwendbar, die bedeutenden Querkräften ausgesetzt und nach den Abschnitten 4.3.1 und 4.3.5 bemessen werden.
- P (2) Im allgemeinen muß eine Mindestschubbewehrung vorgesehen werden, selbst wenn rechnerisch eine Schubbewehrung nicht erforderlich ist. Auf diese Mindestschubbewehrung darf in Bauteilen wie Platten (Voll-, Rippen- oder Hohlplatte), die eine ausreichende Querabtragung der Lasten aufweisen und nicht großen Zugspannungen ausgesetzt sind, verzichtet werden. Eine Mindestschubbewehrung darf auch in Bauteilen von untergeordneter Bedeutung entfallen, die nicht wesentlich zur Gesamttragfähigkeit und zur Gesamtstabilität des Tragwerks beitragen.
- (3) Festlegungen für die Mindestschubbewehrung sind in Abschnitt 5.4 angegeben. Ein Beispiel für ein Bauteil von untergeordneter Bedeutung ist z. B. ein Sturz mit einer Spannweite < 2 m.
- P (4) In Tragwerken mit veränderlicher Bauteilhöhe müssen die Bemessungswerte der Querkräfte unter Berücksichtigung der Komponenten der Druck- und Zugresultierenden senkrecht zur Bauteillachse berechnet werden.
- P (5) In vorgespannten Tragwerken muß bei der Berechnung von  $V_{Sd}$  der Einfluß geneigter Spannglieder berücksichtigt werden.
- P (6) Bei der Berechnung der erforderlichen Längsbewehrung ist in schubbeanspruchten Bereichen der mögliche Anstieg der Zugkräfte über den Wert aus dem maßgebenden Biegemoment zu berücksichtigen.
- (7) Dieser Anstieg ist durch die in Abschnitt 5.4.2.1 gegebenen Versatzmaßregel berücksichtigt.

## DIN V 18 932 Teil 1

## 4.3.2.2 Bemessungsverfahren für Querkraft

- (1) Das Bemessungsverfahren für Querkraft nach den folgenden Abschnitten basiert auf drei Bemessungswerten der aufnehmbaren Querkraft:
  - $V_{Rd1}$  Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Bauteils ohne Schubbewehrung (siehe Abschnitt 4.3.2.3).
  - $V_{Rd2}$  Höchster Bemessungswert der Querkraft, die ohne Versagen des Balkenstegs (Druckstrebene) aufgenommen werden kann (siehe Abschnitte 4.3.2.3, 4.3.2.4.3, 4.3.2.4.4).
  - $V_{Rd3}$  Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Querschnitts in einem Bauteil mit Schubbewehrung (siehe Abschnitte 4.3.2.4.3 und 4.3.2.4.4).
- (2) Jeder Querschnitt, in dem die Bemessungsquerkraft  $V_{Sd} < V_{Rd1}$  ist, erfordert rechnerisch keine Schubbewehrung mit Ausnahme der Fälle nach den Abschnitten 4.3.2.1 P (2) und (3). Dann sollte eine Mindestschubbewehrung nach Abschnitt 5.4 angeordnet werden.
- (3) In Querschnitten, in denen  $V_{Sd}$  den Wert  $V_{Rd1}$  überschreitet, sollte Schubbewehrung derart vorgesehen werden, daß  $V_{Sd} \leq V_{Rd3}$  ist. Die Größe der Schubbewehrung sollte nicht kleiner als die Mindestwerte nach Abschnitt 5.4.2.2 sein.
- (4) Sofern kein genauerer Nachweis geführt wird, darf in einem Bauteil die Bemessungsquerkraft in keinem Querschnitt den Wert  $V_{Rd2}$  überschreiten (siehe Abschnitt 4.3.2.3). Wenn ein Bauteil unter Längsdruck steht, sollte  $V_{Rd2}$  nach Gleichung (4.15) abgemindert werden:

$$V_{Rd2,\text{red}} = 1,67 V_{Rd2} (1 - \sigma_{cp,\text{eff}}/f_{cd}) < V_{Rd2} \quad (4.15)$$

Hierin sind:

$V_{Rd2,\text{red}}$  verminderter Wert von  $V_{Rd2}$  infolge der Längskraft

$\sigma_{cp,\text{eff}}$  wirksame mittlere Betonspannung infolge der Längskraft.  $\sigma_{cp,\text{eff}}$  wird durch Gleichung (4.16) bestimmt

$$\sigma_{cp,\text{eff}} = (N_{Sd} - f_{yk} A_{sc}/Y_m) A_c \quad (4.16)$$

Hierin sind:

$N_{Sd}$  Bemessungswert der aufzunehmenden Längskraft

$A_{sc}$  Querschnittsfläche der Druckbewehrung (Druckzone) im Grenzzustand der Tragfähigkeit, identisch mit  $A_{s2}$

$f_{yk}$  Festigkeit an der Streckgrenze des gedrückten Betonstahls ( $f_{yk}/Y_m$  sollte den Wert  $400 \text{ N/mm}^2$  nicht überschreiten)

$A_c$  Gesamtfläche des Betonquerschnitts

- (5) Wenn die Anordnung konzentrierter Lasten in der Nähe von Auflagern derart ist, daß ein Anteil der Last über direkten Druck in das Auflager abgeleitet werden kann (direkte Lasteinleitung), ist eine Erhöhung der Querkraft  $V_{Rd1}$  zulässig (siehe Absatz (9)). Beim Nachweis von  $V_{Rd2}$  bleibt diese Erhöhung von  $V_{Rd1}$  unberücksichtigt.
- (6) Das Erreichen des Wertes von  $V_{Rd1}$  hängt entscheidend von der sachgemäßen Verankerung der Zugbewehrung oder der Spannglieder an jeder Seite möglicher Bruchflächen ab. Um dies zu gewährleisten, sind in Abschnitt 5 entsprechende Regeln angegeben.
- (7) Für den Fall  $V_{Sd} > V_{Rd1}$  sind in den folgenden Abschnitten zwei Bemessungsverfahren angegeben:
  - Standardverfahren (Abschnitt 4.3.2.4.3)
  - Verfahren mit veränderlicher Druckstrebeneigung (Abschnitt 4.3.2.4.4).

Das Verfahren mit veränderlicher Druckstrebeneigung läßt einen größeren Freiraum als das Standardverfahren bei der Anordnung von Bewehrung zu. Es führt häufig zu einer wirtschaftlicheren Anordnung von Schubbewehrung, kann jedoch eine Erhöhung der Längszugbewehrung erforderlich machen.

- (8) Wenn der Steg verpreßte Spannglieder mit einem Durchmesser  $\phi > b_w/8$  enthält, sollte die Querkraft  $V_{Rd2}$  auf der Grundlage des Nennwerts der Stegbreite berechnet werden:

$$b_{w,\text{nom}} = b_w - 1/2 \sum \phi,$$

wobei  $\sum \phi$  für die ungünstigste Spanngliedlage zu ermitteln ist.

- (9) Wenn eine konzentrierte Einzellast im Abstand  $x \leq 2,5 d$  vom Auflagerrand wirkt, ist für Bauteile ohne Schubbewehrung und für Bauteile, die nach dem Standardverfahren (Abschnitt 4.3.2.4.3) bemessen wurden, eine Erhöhung der aufnehmbaren Querkraft zulässig (siehe Absatz (5)), sofern die Bedingungen nach Absatz (11) eingehalten sind. Nur zu diesem Zweck darf der Grundwert der Bemessungsschubfestigkeit  $\tau_{Rd}$  in Gleichung (4.18) zur Bestimmung von  $V_{Rd1}$  mit einem Beiwert  $\beta$  erhöht werden, wobei

$$\beta = 2,5 \cdot d/x; \quad 1,0 \leq \beta \leq [5,0] \quad (4.17)$$

Sofern von dieser Erhöhung Gebrauch gemacht wird, sind  $V_{Rd1}$  und die unter Umständen erforderliche Schubbewehrung in allen kritischen Querschnitten im Bereich bis  $2,5 d$  vom Auflagerrand zu bestimmen. Im Feldbereich, jenseits der maßgebenden konzentrierten Einzellasten, ist ein Nachweis mit  $\beta = 1,0$  zu führen. Die so ermittelte größte Schubbewehrung ist über die Gesamtlänge  $x$  zwischen diesem kritischen Schnitt und dem nächsten Auflager durchzuführen.

Wenn die maßgebende Last eines Balkens aus einer konzentrierten auflagernahen Einzellast besteht, kann das zuvor beschriebene Verfahren dazu führen, daß über die gesamte Balkenlänge nur die Mindestschubbewehrung anzugeordnet ist. In diesen Fällen ist Vorsicht geboten, und der Tragwerksplaner sollte die Querkrafttragfähigkeit auf der Grundlage des nicht erhöhten Wertes  $V_{Rd1}$  ermitteln.

- (10) Aufgrund der Erhöhung der Querkrafttragfähigkeit infolge der direkten Einleitung auflagernaher Lasten liegt man im allgemeinen auf der sicheren Seite, wenn man  $V_{Sd}$  bei Balken mit gleichmäßig verteilter Last in einer Entfernung  $d$  vom Auflagerrand ermittelt.
- (11) Wenn die Erhöhung der Querkrafttragfähigkeit in Auflagernähe nach den Absätzen (9) und (10) berücksichtigt wird, sollten die folgenden Bedingungen erfüllt werden:
- Die Lasten und die Auflagerreaktion sollten die Ausbildung von geneigten Druckstreben im Bauteil (direkte Lasteinleitung) ermöglichen.
  - An Endauflagern sollte die Zugbewehrung, die innerhalb des Abstands  $2,5 d$  vom Auflager erforderlich ist, voll über dem Auflager verankert werden.
  - An Zwischenauflagern sollte die Zugbewehrung, die am Auflagerrand erforderlich ist, mindestens mit einer Länge von  $2,5 d + 1b_{net}$  in das benachbarte Feld geführt werden.

#### 4.3.2.3 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Schubbewehrung ( $V_{Sd} \leq V_{Rd1}$ )

- (1) Der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit  $V_{Rd1}$  ergibt sich aus:

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}] b_{wd} \quad (4.18)$$

Hierin sind:

$\tau_{Rd} = (0,25 f_{ck}; 0,05)/Y_c$  Grundwert der Bemessungsschubfestigkeit  
 $Y_c$  sollte zu [1,5] angenommen werden. Werte für  $\tau_{Rd}$  sind in Tabelle 4.8 angegeben.

$k = [1]$  bei Bauteilen, bei denen mehr als 50 % der Feldbewehrung gestaffelt ist, sonst

$k = [1,6 - d \leq 1]$  ( $d$  in m)

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_{wd}} \leq [0,02]$$

$A_s$  Fläche der Zugbewehrung, die mindestens um das Maß  $(d + 1b_{net})$  über den betrachteten Querschnitt hinaus geführt wird (siehe Bild 4.12).  $1b_{net}$  ist in Abschnitt 5.2.2.3 und Bild 5.2 angegeben.

$b_w$  kleinste Querschnittsbreite innerhalb der Nutzhöhe

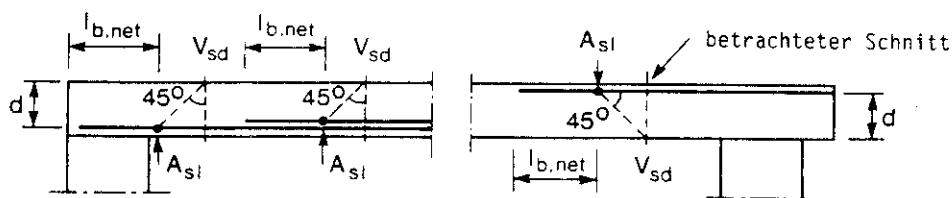
$$\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c$$

$N_{sd}$  Längskraft im Querschnitt infolge Last oder Vorspannung (Druck positiv)

Tabelle 4.8 Werte für  $\tau_{Rd}$  ( $N/mm^2$ ) mit  $Y_c = 1,5$  für die einzelnen Betonfestigkeiten

$f_{ck}$	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$\tau_{Rd}$	0,18	0,22	0,26	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44	0,48

## DIN V 18 932 Teil 1

Bild 4.12 Definition von  $A_{s1}$  nach Gleichung (4.18)

- (2) Im Verankerungsbereich vorgespannter Bauteile mit sofortigem Verbund ist Gleichung (4.18) nur anwendbar, wenn die Anforderungen an die Verankerung nach Abschnitt 4.2.3.5.6 erfüllt sind.
- (3) In Querschnitten ohne rechnerisch erforderliche Schubbewehrung ergibt sich die Querkrafttragfähigkeit  $V_{Rd2}$  nach Gleichung (4.19)

$$V_{Rd2} = \frac{1}{2} v f_{cd} b_w 0,9 d \quad (4.19)$$

Hierin ist:

$$v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0,5 \quad (f_{ck} \text{ in N/mm}^2) \quad (4.20)$$

4.3.2.4 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Schubbewehrung ( $V_{Sd} > V_{Rd1}$ )

## 4.3.2.4.1 Allgemeines

- P (1) In Balken dürfen Schrägstäbe als Schubbewehrung nur gleichzeitig mit Bügeln verwendet werden. Mindestens 50 % von  $V_{Sd}$  müssen durch lotrechte Bügel abgedeckt werden.
- P (2) Im Falle von Schrägstäben sollte der Winkel zwischen Schrägstäben und Balkenachse nicht kleiner als 45 ° sein.
- P (3) Wenn die Last nicht an der Balkenoberseite angreift oder wenn das Auflager den Balken nicht an der Unterseite unterstützt, sollte Aufhängebewehrung angeordnet werden, um die Last an die Balkenoberseite zu leiten.

## 4.3.2.4.2 Bauteile mit konstanter Dicke

- P (1) Für die Schubbemessung wird angenommen, daß das Bauteil aus Druck- und Zugzone besteht, deren Schwerpunktstand gleich dem inneren Hebelarm  $z$  ist. Die Schubzone hat dann eine Höhe  $z$  und eine Breite  $b_w$ . Der innere Hebelarm wird senkrecht zur Längsbewehrung angesetzt, wobei der Einfluß von Aufbiegungen der Längsbewehrung unberücksichtigt bleibt.
- (2) Die verwendeten Bezeichnungen sind in Bild 4.13 angegeben.

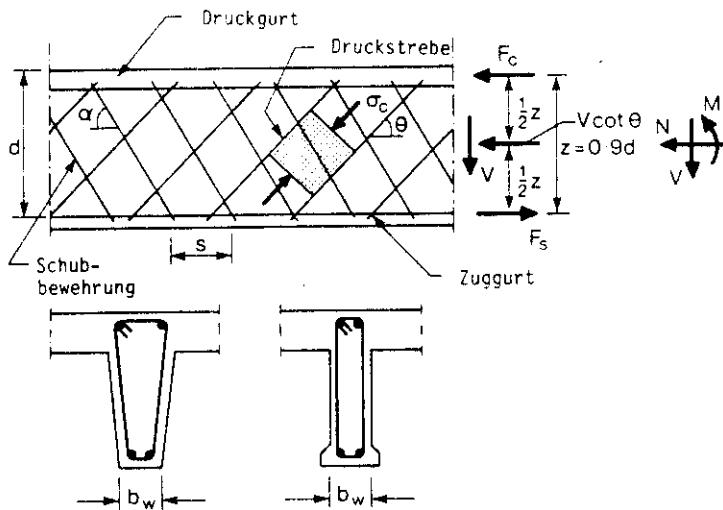


Bild 4.13 Bezeichnungen für querkraftbeanspruchte Bauteile

Die Kurzzeichen in Bild 4.13 sind:

- $\alpha$  Winkel zwischen Schubbewehrung und Bauteilachse
- $\theta$  Winkel zwischen den Betondruckstreben und der Bauteilachse
- $F_s$  Zugkraft in der Längsbewehrung
- $F_c$  Betondruckkraft in Richtung der Bauteilachse
- $b_w$  kleinste Stegbreite
- $z$  bezeichnet in einem Bauteil mit konstanter Dicke den inneren Hebelarm, der sich im betrachteten Bauteilschnitt beim Größtmoment einstellt. Beim Schubnachweis kann im allgemeinen näherungsweise der Wert  $z = 0,9 d$  angenommen werden. In Bauteilen mit geneigten Spanngliedern sollte auf der gezoigten Seite Längsbewehrung vorgesehen werden, die die Längszugkräfte infolge Schub nach Gleichung (4.30) aufnimmt.

- (3) Die Spannung in den Betondruckstäben sollte auf  $\sigma_c \leq V f_{cd}$  begrenzt werden, wobei  $V$  den Wirksamkeitsfaktor nach Gleichung (4.21) bezeichnet:

$$V = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0,5 \quad (f_{ck} \text{ in } \text{N/mm}^2) \quad (4.21)$$

- (4) Bei der Festlegung der Schubbewehrung sind im einzelnen die folgenden Regeln anzuwenden:

- Mindestschubbewehrungsgrad nach Abschnitt 5.4.2.2
- Begrenzung der Schubrißbreite im Steg nach Abschnitt 4.4.2
- Bauliche Durchbildung der Schubbewehrung nach Abschnitt 5.4.2

#### 4.3.2.4.3 Standardverfahren

- (1) Die Querkrafttragfähigkeit eines Querschnitts mit Schubbewehrung wird durch Gleichung (4.22) angegeben:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} \quad (4.22)$$

Hierin sind:

$V_{cd}$  der auf den Beton entfallende Anteil der Querkrafttragfähigkeit, der gleich  $V_{Rd1}$  nach Abschnitt 4.3.2.3 ist oder nach Abschnitt 4.3.2.2 (9) erhöht werden darf.

$V_{wd}$  auf die Schubbewehrung entfallender Anteil der Querkrafttragfähigkeit

## DIN V 18 932 Teil 1

- (2) Der auf die lotrechte Schubbewehrung entfallende Anteil ergibt sich nach der folgenden Gleichung:

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot 0,9 d f_{ywd} \quad (4.23)$$

Hierin sind:

$A_{sw}$  Querschnittsfläche der Schubbewehrung

$s$  Bügelabstand

$f_{ywd}$  Bemessungswert der Festigkeit an der Streckgrenze der Schubbewehrung

- (3) Der Anteil der geneigten Schubbewehrung ergibt sich nach der folgenden Gleichung:

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot 0,9 d f_{ywd} (1 + \cot\alpha) \sin\alpha \quad (4.24)$$

$s$  Abstand in Richtung der Bauteillachse (siehe Bild 4.13)

- (4) Für den Nachweis des Versagens der Druckstreben ergibt sich  $V_{Rd2}$  nach folgender Gleichung:

$$V_{Rd2} = \left( \frac{1}{2} v f_{cd} \right) b_w \cdot 0,9 d (1 + \cot\alpha) \quad (4.25)$$

Für senkrechte Bügel oder für die Kombination senkrechter Bügel mit Schrägstäben wird  $\cot\alpha = 0$  angenommen.

- (5) Die Kräfte der Längsbewehrung eines Balkens können nach Gleichung (4.30) ermittelt werden, indem man  $\cot\theta = \boxed{1}$  setzt.

#### 4.3.2.4.4 Verfahren mit veränderlicher Druckstrebeneigung

- (1) Die verwendeten Bezeichnungen sind in Bild 4.13 angegeben. Der Winkel  $\theta$  zwischen den Betondruckstreben und der Längssache ist begrenzt auf

$$\boxed{0,4} < \cot\theta < \boxed{2,5}$$

bei Balken mit konstanter Längsbewehrung und auf

$$\boxed{0,5} < \cot\theta < \boxed{2,0}$$

für Balken mit gestaffelter Längsbewehrung.

In begründeten Fällen dürfen andere Grenzwerte für  $\theta$  verwendet werden.

- (2) Bei Bauteilen mit lotrechter Schubbewehrung ergibt sich der Querkrafttragfähigkeit nach folgenden Gleichungen:

$$V_{Rd2} = b_w z v f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta) \quad (4.26)$$

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\theta ; \quad \left( \frac{A_{sw} f_{ywd}}{b_w s} \leq \frac{1}{2} v f_{cd} \right) \quad (4.27)$$

Der Wirksamkeitsfaktor  $v$  ergibt sich nach Gleichung (4.21). Der innere Hebelarm  $z$  darf in der Regel zu  $0,9 d$  angenommen werden.

- (3) Bei Bauteilen mit geneigter Schubbewehrung ergibt sich die Querkrafttragfähigkeit nach den folgenden Gleichungen:

$$V_{Rd2} = b_w z v f_{cd} (\cot\theta + \cot\alpha) / (1 + \cot^2\theta) \quad (4.28)$$

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha ; \quad \left( \frac{A_{sw} f_{ywd}}{b_w s} \leq \frac{1/2 v f_{cd} \sin\alpha}{1 - \cos\alpha} \right) \quad (4.29)$$

$z$  darf normalerweise mit  $0,9 d$  angenommen werden.

- (4) Um die kleinste Menge an Schubbewehrung zu ermitteln, sind für geringe und mittlere Schubbeanspruchungen die oberen Grenzen für  $\cot\theta$  nach Abatz (1) normalerweise für die Bemessung maßgebend. Für höhere Schubbeanspruchungen kann der größte Wert von  $\cot\theta$  (entsprechend der kleinsten Menge an Schubbewehrung) durch Gleichsetzen der Bemessungsquerkraft  $V_{Sd}$  mit  $V_{Rd2}$  gefunden werden. Die Schubbewehrung wird dann durch Gleichsetzen der Bemessungsquerkraft  $V_{Sd}$  mit  $V_{Rd3}$  ermittelt. Der Wert von  $\cot\theta$  kann schrittweise angenähert werden, um die Bemessung zu optimieren, z. B. um die Gesamtmenge der Bewehrung zu minimieren.

- (5) Die Zugkraft in der Längsbewehrung kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$T_d = \frac{|M_{sd}|}{z} + \frac{1}{2} |V_{Sd}| (\cot\theta - \cot\alpha) \quad (4.30)$$

wobei  $z \approx 0,9 d$  ist.

- (6) Als Alternative zu Gleichung (4.30) darf die  $T_d$ -Kurve durch Verschiebung der  $M_{sd}/z$ -Kurve um ein Maß  $(\cot\theta - \cot\alpha)/2$  ( $\approx 0,9 d (\cot\theta - \cot\alpha)/2$ ) in diejenige Richtung festgelegt werden, in der  $M_{sd}/z$  anwächst (Versatzmaßregel siehe Abschnitt 5.4.2).
- (7) Bei indirekter Auflagerung sollte die Längsbewehrung immer die Zugkraft  $T_d$  nach Gleichung (4.30) aufnehmen können.

#### 4.3.2.4.5 Bauteile mit veränderlicher Höhe

- (1) Die Bemessungsquerkraft ergibt sich unter Berücksichtigung des veränderlichen Hebelarms aus folgender Gleichung:

$$V_{Sd} = V_{0d} - V_{ccd} - V_{td} \quad (4.31)$$

Hierin sind:

$V_{0d}$  Bemessungswert der Querkraft im Querschnitt

$V_{ccd}$  Bemessungswert der Querkraftkomponente in der Druckzone parallel zu  $V_{0d}$

$V_{td}$  Bemessungswert der Querkraftkomponente in der Zugzone parallel zu  $V_{0d}$

$V_{ccd}$  und  $V_{td}$  werden als positiv angenommen, wenn sie die gleiche Richtung wie  $V_{0d}$  aufweisen.

- (2) Eine gleichzeitige Abminderung von  $V_{0d}$  nach Gleichung (4.31) und nach Abschnitt 4.3.2.4.6 ist nur zulässig, wenn ein genauer Nachweis geführt wird.

- (3) Der zweite Ausdruck in Gleichung (4.30) gibt den Anstieg der Zugkraft über denjenigen Wert an, der bei alleiniger Berücksichtigung des Biegemoments ermittelt wurde.

#### 4.3.2.4.6 Bauteile mit geneigten Spanngliedern

- (1) Bei Berücksichtigung der Auswirkung von geneigten Spanngliedern ergibt sich die Bemessungsquerkraft nach folgender Gleichung:

$$V_{Sd} = V_{0d} - V_{pd} \quad (4.32)$$

Hierin sind:

$V_{pd}$  Querkraftkomponente infolge des geneigten Spannglieds parallel zu  $V_{0d}$

$V_{pd}$  ist positiv, wenn es in die gleiche Richtung weist wie  $V_{0d}$

Gleichung (4.32) gilt auch in Kombination mit Gleichung (4.18)

- (2) Bezuglich des Wertes  $V_{pd}$  nach Gleichung (4.32) sollten zwei Fälle unterschieden werden:

Fall 1: Die Spannung in den Spanngliedern übersteigt die charakteristische Festigkeit  $f_{p0,1k}$  nicht:

Die maßgebende Vorspannkraft ist der unter Berücksichtigung der Spannkraftverluste berechnete Mittelwert  $P_{mt}$  (siehe Abschnitt 2.5.4.2 P (1)), multipliziert mit dem maßgebenden Teilsicherheitsbeiwert (im allgemeinen  $\gamma_p = 0,9$ ).

Fall 2: Die Stahlspannung im Spannglied übersteigt  $f_{p0,1k}$ :

Die Spannkraft ergibt sich aus  $f_{p0,1k}$ , dividiert durch  $\gamma_s$ .

- (3) Es gilt Abschnitt 4.3.2.4.5 (2).

## DIN V 18 932 Teil 1

- (4) Der zweite Term in Gleichung (4.30) gibt diejenige Zugkraft in der Längsbewehrung an, die zusätzlich zu der aus dem Biegemoment und aus den geneigten Spanngliedern in der Zugzone wirkt.
- (5) Bei der Bemessung für Querkraft wird die Nutzhöhe -d- unter Vernachlässigung der Spanngliedneigung berechnet.

## 4.3.2.5 Schub zwischen Balkensteg und Gurt

- P (1) Die Schubfestigkeit des Gurts kann berechnet werden, indem man ihn als System von Druckstreben auffaßt, die durch die Zugbewehrung verbunden sind.
- P (2) Der Grenzzustand der Tragfähigkeit kann durch Druck in den Druckstreben oder Zug in den Zugpfosten, die das Zusammenwirken von Gurt und Steg sicherstellen, erreicht werden. Es muß eine Mindestbewehrung vorgesehen werden (siehe Abschnitt 5).
- (3) Der mittlere aufzunehmende Längsschub der Längeneinheit ergibt sich aus:

$$v_{sd} = \frac{F_{d,max}}{a_y} \quad (4.33)$$

Hierin sind:

$F_{d,max}$  Höchstwert der Längskraft, die in einem einseitigen Gurtabschnitt zwischen Steg und Gurt wirkt (Druck oder Zug), siehe Bild 4.14.

$a_y$  Abstand zwischen Momentennullpunkt und Momentenhöchstwert (siehe Bild 4.14)

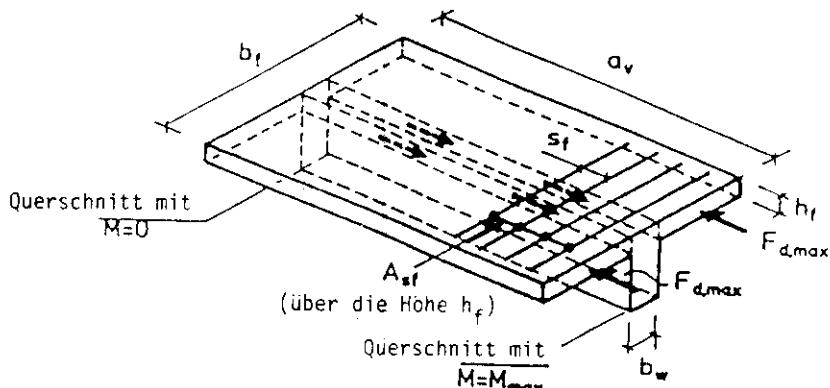


Bild 4.14 Bezeichnungen für die Verbindungen zwischen Gurt und Steg

- (4) Wenn genauere Berechnungen nicht durchgeführt werden, sollte man nachweisen, daß

$$v_{sd} \leq v_{Rd2} \quad (4.34)$$

$$v_{sd} \leq v_{Rd3} \quad (4.35)$$

mit

$$v_{Rd2} = 0,2 f_{cd} h_f \quad (4.36)$$

$$v_{Rd3} = 2,5 t_{Rd} h_f + \frac{A_{sf}}{s_f} f_{yd} \quad (4.37)$$

$t_{Rd}$  ist Tabelle 4.8 in Abschnitt 4.3.2.3 zu entnehmen.  $A_{sf}$  und  $s_f$  siehe Bild 4.14.

- (5) Wird der Gurt im Querschnitt mit dem größten Moment  $M = M_{max}$  durch eine Zugkraft beansprucht, sollte der Term  $2,5 t_{Rd} \cdot h_f$  in Gleichung (4.37) vernachlässigt werden.
- (6) Bei kombinierter Beanspruchung durch Schub zwischen Gurt und Steg und Querbiegung sollte der größere erforderliche Stahlquerschnitt, der sich entweder aus Gleichung (4.34) oder aus der Querbiegung ergibt, angeordnet werden.

### 4.3.3 Torsion

#### 4.3.3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$A_k$	Fläche, die von der Mittellinie eines dünnwandigen Hohlquerschnitts umschlossen wird (einschließlich hohler Innenbereiche)
$A_{s1}$	zusätzlich erforderliche Querschnittsfläche als Torsionslängsbewehrung
$T_{Rd1}$	Bemessungswert des durch die Druckstreben aufnehmbaren Torsionsmoments
$T_{Rd2}$	Bemessungswert des durch die Bewehrung aufnehmbaren Torsionsmoments
$V_{Rd1}$	Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Querschnitts in einem Bauteil ohne Schubbewehrung
$V_{Rd2}$	Höchster Bemessungswert der Querkraft, die ohne Versagen des Steges aufgenommen werden kann
$t$	Wanddicke
$u$	äußerer Umfang eines Querschnitts mit der Fläche $A$
$u_k$	Umfang der Fläche $A_k$
$\theta$	Winkel zwischen Betondruckstreben und Bauteillachse
"	Wirksamkeitsfaktor
$\tau_{Sd}$	tangentielle Schubspannung infolge Torsion

#### 4.3.3.1 Reine Torsion

- P (1) Wenn das statische Gleichgewicht eines Tragwerks von der Torsionstragfähigkeit seiner einzelnen Bauteile abhängt, ist eine vollständige Torsionsbemessung erforderlich, die sowohl den Grenzzustand der Tragfähigkeit als auch den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit umfaßt.

Wenn in statisch unbestimmten Tragwerken Torsion nur aus Verträglichkeitsbedingungen auftritt und die Standsicherheit des Tragwerks nicht von der Torsionstragfähigkeit abhängt, ist es im allgemeinen nicht notwendig, Torsion im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu berücksichtigen.

Wenn die Torsion für die Standsicherheit nicht maßgebend ist, kann die Berücksichtigung von Torsion, die infolge der Verbindung der Bauteile auftritt, erforderlich werden, um im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit eine übermäßige Rißbildung zu vermeiden.

- (2) Wenn die Berücksichtigung von Torsion im Grenzzustand der Tragfähigkeit nicht erforderlich ist, sollte eine Mindestbewehrung in Form von Bügeln und Längsbewehrung vorgesehen werden, um eine übermäßige Rißbildung zu vermeiden. Die Anforderungen nach den Abschnitten 4.4.2, 5.4.2.2 und 5.4.2.3 sind im allgemeinen für diesen Zweck ausreichend.
- (3) Die Torsionstragfähigkeit eines Querschnitts wird unter Annahme eines dünnwandigen, geschlossenen Querschnitts berechnet. Vollquerschnitte werden durch gleichwertige dünnwandige Querschnitte ersetzt. Querschnitte von komplexer Form, wie z. B. T-Querschnitte, werden in Teilstücke aufgeteilt, von denen jeder als gleichwertiger dünnwandiger Querschnitt gedacht ist. Die Gesamt torsionstragfähigkeit wird dann als Summe der Tragfähigkeit der Einzelemente angenommen. Das aufnehmbare Torsionsmoment der einzelnen Teilstücke sollte nicht zu sehr von demjenigen abweichen, das auf der Grundlage einer elastischen Berechnung für einen ungerissenen Querschnitt ermittelt worden ist. Bei Hohlquerschnitten sollte die Ersatzwanddicke die wirkliche Wanddicke nicht überschreiten. Das Torsionsmoment, das nach der Elastizitätstheorie von einzelnen Bauteilen aufgenommen werden kann, darf auf der Grundlage der St. Venant'schen Torsionssteifigkeit ermittelt werden. Die St. Venantsche Torsionssteifigkeit von Querschnitten, die nicht rechteckig sind, darf durch Zerlegung in rechteckige Teilstücke und Addieren der Teilstiffigkeiten ermittelt werden. Die Aufteilung eines Querschnittes sollte so erfolgen, daß die berechnete Steifigkeit einen Größtwert annimmt. Dies wird im allgemeinen dadurch erreicht, daß das Rechteck mit der größten Dicke so lang wie möglich gemacht wird.

- P (4) Die Torsionsbewehrung muß aus geschlossenen Bügeln und aus einer Längsbewehrung bestehen, deren Stäbe über den Querschnittsumfang angeordnet sind. In allen Ecken eines Querschnitts müssen Längsstäbe angeordnet werden (siehe Abschnitt 5.4.2.3).

- (5) Das aufzunehmende Torsionsmoment sollte die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$\tau_{Sd} \leq T_{Rd1} \quad (4.38)$$

$$\tau_{Sd} \leq T_{Rd2} \quad (4.39)$$

Hierin sind:

$T_{Rd1}$  Bemessungswert des durch die Druckstreben aufnehmbares Torsionsmoments

$T_{Rd2}$  Bemessungswert des durch die Bewehrung aufnehmbares Torsionsmoments

## DIN V 18 932 Teil 1

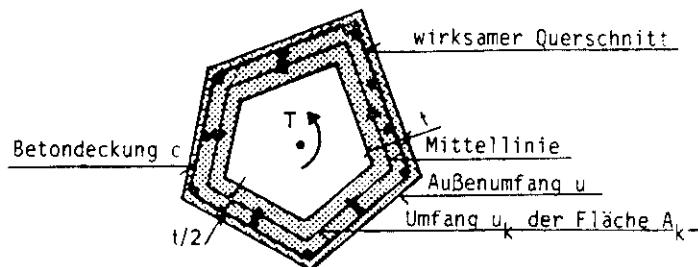


Bild 4.15 Formelzeichen und Begriffe nach Abschnitt 4.3.3.1

(6) Das aufnehmbare Torsionsmoment  $T_{Rd1}$  ergibt sich durch folgende Gleichung:

$$T_{Rd1} = 2 \nu f_{cd} t A_k / (\cot \theta + \tan \theta) \quad (4.40)$$

Hierin sind:

$t \leq A/u \leq$  vorhandene Wanddicke. Im Falle eines Vollquerschnitts bezeichnet  $t$  die Ersatzwanddicke. Eine Dicke  $t \leq A/u$  kann in Ansatz gebracht werden, wenn  $T_{Sd} \leq T_{Rd1}$ , mit  $T_{Rd1}$  nach Gleichung (4.40). Eine Dicke kleiner als die zweifache Betondeckung  $c$  der Längsbewehrung ist nicht zulässig.

 $u$  äußerer Umfang $A$  Gesamtfläche des Querschnitts innerhalb des äußeren Umfangs einschließlich hohler Innenbereiche $A_k$  Fläche, die von der Mittellinie eines dünnwandigen Hohlquerschnitts umschlossen wird (einschließlich hohler Innenbereiche)

$$\nu = 0,7 \left( 0,7 \frac{f_{ck}}{200} \right) \geq 0,35 \quad (f_{ck} \text{ in N/mm}^2) \quad (4.41)$$

Dieser Wert ist zu verwenden, wenn die Bügel nur am äußeren Umfang des Querschnitts liegen. Wenn geschlossene Bügel an beiden Seiten der Begrenzungswände des gedachten Hohlquerschnitts oder an jeder Wand des Hohlkastenquerschnitts vorgesehen sind, darf  $\nu = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,5$  angenommen werden.

$\theta$  Winkel zwischen Betondruckstreben und Längsachse eines Balkens, wobei die folgende Bedingung erfüllt sein sollte:

$$[0,4] \leq \cot \theta \leq [2,5] \quad (4.42)$$

In begründeten Fällen dürfen andere Werte für  $\theta$  verwendet werden.

(7) Das aufnehmbare Torsionsmoment  $T_{Rd2}$  ergibt sich nach folgender Gleichung:

$$T_{Rd2} = 2A_k (f_{ywd} A_{sw}/s) \cot \theta \quad (4.43)$$

Die zusätzliche Querschnittsfläche der Längsbewehrung für Torsion ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$A_{s1} \cdot f_{yld} = (T_{Rd2} \cdot u_k / 2A_k) \cot \theta \quad (4.44)$$

Hierin sind:

$u_k$  Umfang der Fläche  $A_k$

$s$  Abstand der Bügel

$f_{ywd}$  Bemessungswert der Festigkeit der Bügel an der Streckgrenze

$f_{yld}$  Bemessungswert der Festigkeit an der Streckgrenze der Längsbewehrung  $A_s1$

$A_{sw}$  Querschnittsfläche der Bügelstäbe

$A_s1$  zusätzlich erforderliche Querschnittsfläche als Torsionslängsbewehrung

Wenn die Bewehrung bekannt ist, dürfen  $\theta$  und  $T_{Rd2}$  durch folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$\tan^2 \theta = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd} / \left( \frac{A_s1}{u_k} f_{yld} \right) \quad (4.45)$$

$$T_{Rd2} = 2A_k \sqrt{\frac{A_{sw}}{s} f_{ywd} \frac{A_s1}{u_k} f_{yld}} \quad (4.46)$$

Wenn der ermittelte Wert für  $\theta$  außerhalb der Grenzen nach Gleichung (4.42) liegt, sollte der nächstliegende Grenzwert genommen werden.

- (8) Die Resultierende der Zugkräfte  $F_{s1} = A_s1 \cdot f_{yld}$  ist so anzunehmen, daß sie im Schwerpunkt des dünnwandigen Ersatzquerschnitts angreift. Ein Anteil der für  $F_{s1}$  erforderlichen Längsbewehrung (oder der Spannglieder) darf daher in der Bauteilachse angeordnet werden. Um jedoch sicherzustellen, daß die geneigte Druckstrebekraft in die Bügel eingetragen wird, ist mindestens ein Längsstab in jeder Ecke des vorhandenen Querschnitts anzuordnen.
- (9) Bei reiner Torsion sind die folgenden Anforderungen an die bauliche Durchbildung zu erfüllen:
  - Mindestbewehrungsgrad nach Abschnitt 5.4.2.2
  - Begrenzung der Rißbreiten nach Abschnitt 4.4.2
  - Bewehrungsanordnung nach Abschnitt 5.4.2.3.

#### 4.3.3.2 Kombinierte Beanspruchung aus Einwirkungen

##### 4.3.3.2.1 Allgemeines Verfahren

- (1) Für die Festlegung des geschlossenen dünnwandigen Ersatzquerschnitts ist wie für reine Torsion vorzugehen. Die Normal- und Schubspannungen in diesem Querschnitt sind durch herkömmliche Verfahren der Elastizitäts- oder Plastizitätstheorie zu ermitteln.
- (2) Wenn die Spannungen ermittelt worden sind, darf die erforderliche Bewehrung in jedem Punkt des dünnwandigen Ersatzquerschnitts mit Hilfe eines ebenen Spannungszustands ermittelt werden. Die Betonspannung darf in gleicher Weise ermittelt werden. Wenn die so ermittelte Bewehrung in der Praxis nicht ausführbar ist, darf sie durch eine andere statisch gleichwertige Bewehrungsführung ersetzt werden, vorausgesetzt, daß die Auswirkungen dieser Änderung in Bereichen nahe der Balkenenden und nahe Offnungen berücksichtigt werden.
- (3) Betonspannungen, die aus kombinierter Querkraft- und Torsionsbeanspruchung in den einzelnen Teilen des dünnwandigen Ersatzquerschnitts sollten den Wert  $\sigma_c = v f_{cd}$  nicht überschreiten, wobei sich  $v$  nach Gleichung (4.41) in Abschnitt 4.3.3.1 ergibt.
- (4) Bei Kastenquerschnitten mit Bewehrung an den Innen- und Außenseiten darf für Wände, die Schubspannungen aus Querkraft und Torsion ausgesetzt sind,  $v = 0,7 - f_{ck}/200 \geq 0,5$  angenommen werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

## 4.3.3.2.2 Vereinfachtes Verfahren

## Torsion mit Biegung und/oder mit Längskräften

- (1) Die Längsbewehrung, die für Biegung und Torsion erforderlich ist, sollte getrennt nach diesem Abschnitt bzw. nach Abschnitt 4.3.1 ermittelt werden, wobei die folgenden Regeln angewandt werden sollten:
- in der Biegezugzone sollte die Torsionslängsbewehrung zusätzlich zu derjenigen Längsbewehrung angeordnet werden, die zur Aufnahme von Beanspruchungen aus Biegung und Längskräften erforderlich ist;
  - in der Biegedruckzone ist keine zusätzliche Torsionslängsbewehrung erforderlich, wenn die Zugspannungen infolge Torsion kleiner als die Betondruckspannungen infolge Biegung sind.
- (2) Wenn Torsion gleichzeitig mit einem großen Biegemoment auftritt, kann dies besonders bei Hohlkastenträgern zu kritischen Hauptspannungen in der Druckzone führen. In diesen Fällen sollten die Betondruckspannungen den Wert  $\sigma_{fcd}$  (siehe Abschnitt 4.2.1.3.3) nicht überschreiten. Diese Spannung ist vom mittleren Längsbiegedruck und den Schubspannungen infolge Torsion nach der Beziehung  $T_{sd} = T_{Sd}/(2 A_k \cdot t)$  abgeleitet. Für  $A_k$  und  $t$  siehe Abschnitt 4.3.3.1.

## Torsion mit Querkraft

- (3) Das aufzunehmende Torsionsmoment  $T_{sd}$  und die zugehörige aufnehmbare Querkraft  $V_{sd}$  sollten die folgende Bedingung erfüllen:

$$\left[ \frac{T_{sd}}{T_{Rd1}} \right]^2 + \left[ \frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} \right]^2 \leq 1 \quad (4.47)$$

Hierin sind:

$T_{Rd1}$  Bemessungswert des Torsionsmoments nach Gleichung (4.40)

$V_{Rd2}$  Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft, die durch die um den Winkel  $\theta$  (nach den Gleichungen (4.26) oder (4.28) des Abschnitts 4.3.2.4.4) geneigten Druckstreben aufgenommen werden kann

- (4) Die Bemessung von Bügeln kann getrennt für Torsion nach Abschnitt 4.3.3.1 und für Querkraft nach Gleichung (4.27) oder (4.29) in Abschnitt 4.3.3.4.4. erfolgen. Der Neigungswinkel  $\theta$  der Betondruckstreben ist für die Torsions- und die Schubbemessung gleich anzunehmen.
- (5) Für einen näherungsweise rechteckigen Vollquerschnitt ist außer der Mindestbewehrung nach Abschnitt 5.4.2.2 (5), Tabelle 5.5, keine Schub- und Torsionsbewehrung erforderlich, wenn die folgenden Bedingungen eingehalten sind:

$$T_{sd} \leq V_{sd} b_w / 4,5 \quad (4.48)$$

$$V_{sd} [1 + (4,5 T_{sd}) / (V_{sd} b_w)] \leq V_{Rd1} \quad (4.49)$$

## 4.3.3.3 Wölbkrafttorsion

- P (1) Spannungen, die sich aus behinderter Querschnittsverwölbung (Wölbkrafttorsionsspannungen) ergeben, können maßgebend werden, so daß es erforderlich wird, sie bei der Bemessung zu berücksichtigen.
- (2) Im allgemeinen ist es ausreichend, wenn man die Spannungen  $T_{sd}$  aus Querschnittsverwölbung im Grenzzustand der Tragfähigkeit vernachlässt.
- (3) Bei geschlossenen dünnwandigen Querschnitten und bei Vollquerschnitten dürfen Wölbspannungen in der Regel vernachlässigt werden.

## 4.3.4 Durchstanzen

## 4.3.4.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$N_{pd}$	Vorspannkraft entsprechend dem Anfangswert ohne Spannkraftverluste ( $P_{M0}$ nach den Abschnitten 2.5.4 und 4.2.3)
$V_{Rds}$	Gesamtquerkrafttragfähigkeit aus Biegung und Durchstanzen
$d_{crit}$	Abstand des kritischen Rundschnitts für Durchstanzen vom Schwerpunkt des Stützenquerschnitts
$d_{crit,ex}$ } $d_{crit,in}$	siehe Bild 4.23

$\delta_1$	Ersatznutzhöhe beim Durchstanznachweis einer Platte mit Stützenkopfverstärkung
$\delta_x \}$	Nutzhöhen in x- und y-Richtung im Schnittpunkt von Längsbewehrung und der theoretischen Bruchfläche
$h_H$	Dicke der Stützenkopfverstärkung (siehe Bilder 4.22 und 4.23)
$k$	Beiwert (Gleichung (4.56))
$l_1, l_2$	Maße einer rechteckigen Plattenöffnung
$l_c$	Durchmesser einer Stütze mit Kreisquerschnitt
$l_{c1}, l_{c2}$	Maße einer Rechteckstütze
$l_H$	Abstand des Stützenkopfrands vom Rand der Stützenkopfverstärkung (siehe Bilder 4.22 und 4.23)
$l_{H1}, l_{H2}$	Abstände des Stützenkopfrands zum entsprechenden Rand der Stützenkopfverstärkung (Rechteckstütze), (siehe Abschnitt 4.3.4.1)
$l_x, l_y$	Stützenabstand in x- und y-Richtung (siehe Bild 4.24)
$m_{Sdx}, m_{Sdy}$	Mindestbemessungsmomente in x- und y-Richtung (siehe Gleichung (4.59))
$u$	Umfang des kritischen Rundschnitts für Durchstanzen
$Rd1$	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts einer Platte ohne Schubbewehrung
$v_{Rd2}$	Größter Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts einer Platte mit Schubbewehrung
$v_{Rd3}$	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts einer Platte mit Schubbewehrung
$v_{Sd}$	Querkraft je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts
$\alpha$	Winkel zwischen Bewehrung und Plattenebene
$\beta$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses von Lastausmitten (siehe Gleichung (4.50) und Bild 4.21)
$\eta$	Momentenbeiwert (Tabelle 4.9)
$\rho_1$	wirksamer Bewehrungsgrad der Längsbewehrung
$\rho_{1x}$	Bewehrungsgrad der Längsbewehrung in x-Richtung
$\rho_{1y}$	Bewehrungsgrad der Längsbewehrung in y-Richtung
$t_{Rd}$	Grundwert der Schubfestigkeit bei Bauteilen ohne Schubbewehrung (Tabelle 4.8)

#### 4.3.4.1 Allgemeines

- P (1) Die Grundsätze und Regeln dieses Abschnitts ergänzen die in Abschnitt 4.3.2. Sie betreffen das Durchstanzen in Platten, die Biegebewehrung nach Abschnitt 4.3.1 enthalten; sie gelten auch für das Durchstanzen in Fundamenten und Rippendecken mit Vollquerschnitten im Bereich der Lasteinleitungsfläche.
- P (2) Durchstanzen kann aus konzentrierten Lasten oder Auflagerreaktionen herrühren, die auf einer relativ kleinen Fläche wirken. Letztere wird als Lasteinleitungsfläche einer Platte oder eines Fundaments bezeichnet.
- (3) Ein geeignetes Bemessungsmodell für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist in Bild 4.16 angegeben.

## DIN V 18 932 Teil 1

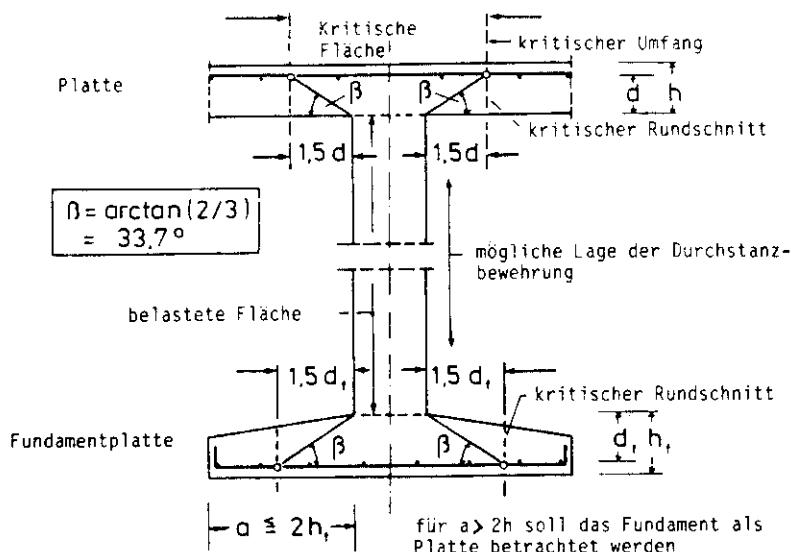


Bild 4.16 Bemessungsmodell für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

- P (4) Der Nachweis der aufnehmbaren Querkraft muß längs eines festgelegten kritischen Rund schnitts erfolgen. Außerhalb des kritischen Rund schnitts muß die Platte die Anforderungen nach Abschnitt 4.3.2 erfüllen.
- (5) In Platten sollte keine Abminderung der Querkräfte nach Gleichung (4.17) vorgenommen werden. In Fundamentplatten darf die Querkraft um die Resultierende aus der Bodenpressung innerhalb des kritischen Rund schnitts abgemindert werden.
- P (6) Die Biegetragfähigkeit der Platte ist zusätzlich nach Abschnitt 4.3.1 zu untersuchen.
- P (7) Wenn die Dicke einer Platte oder eines Fundaments nicht ausreicht, um eine angemessene Durchstanzt tragfähigkeit sicherzustellen, müssen Schubbewehrung, Stützenkopfverstärkungen oder andere Arten von Schubsicherungen vorgesehen werden.
- (8) Die Festlegungen dieses Abschnitts sind auch für Rippendecken mit einem Vollquerschnitt im Bereich der Lasteinleitungsfläche anwendbar, sofern der Vollquerschnitt wenigstens um das Maß 1,5 d über den kritischen Rund schnitt hinausreicht.
- (9) Der Anteil der Zugängsbewehrung in zwei aufeinander senkrechten Richtungen x und y sollte jeweils größer als 0,5 % sein, wobei unterschiedliche Nutzhöhen in beiden Richtungen in Rechnung zu stellen sind.
- (10) Die Kraftkomponente parallel zu  $V_{sd}$  infolge der Neigung von Spanngliedern, die innerhalb der kritischen Fläche liegen, darf nach Abschnitt 4.3.2.4.6 berücksichtigt werden.

#### 4.3.4.2 Anwendungsbereich und Begriffe

##### 4.3.4.2.1 Lasteinleitungsfläche

- (1) Die Festlegung dieses Abschnitts sind auf die folgenden Arten von Lasteinleitungsflächen *Load* anwendbar:
  - a) Form ( $d$  bezeichnet die mittlere Nutzhöhe einer Platte):
    - kreisförmig mit einem Durchmesser, der 3,5 d nicht überschreitet
    - rechteckig mit einem Umfang nicht größer als 11 d und einem Verhältnis von Länge zu Breite, von maximal 2,0
    - eine beliebige Form, die sinngemäß wie die oben erwähnten Formen begrenzt wird;
  - b) die Lasteinleitungsfläche befindet sich nicht in der Nähe anderer konzentrierter Lasten, so daß sich deren kritische Rund schnitte nicht überschneiden. Die Fläche befindet sich auch nicht in einem Bereich, der durch wesentliche, anderweitig verursachte Querkräfte beansprucht wird.
- (2) Wenn die Bedingungen nach Absatz (1) a) bei Auflagerung auf Wänden oder Stützen mit Rechteckquerschnitt nicht erfüllt werden, weil in diesem Fall die Querkraft in den Ecken der wandförmigen Auflagerflächen konzentriert ist, sind lediglich die kritischen Rund schnitte nach Bild 4.17 in Ansatz zu bringen, sofern kein genauerer Nachweis geführt wird.

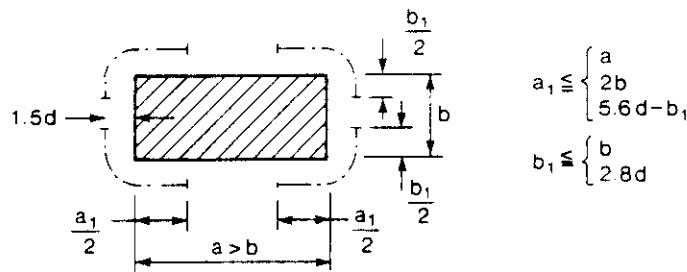


Bild 4.17 Festlegungen für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen in außergewöhnlichen Fällen

## 4.3.4.2.2 Kritischer Rundschnitt

- (1) Der kritische Rundschnitt für runde oder rechteckige Lasteinleitungsflächen, die sich nicht in der Nähe von freien Rändern befinden, ist als der Schnitt festgelegt, der die Lasteinleitungsfläche in einem festgelegten Abstand umgibt (er wird zu 1,5 d angenommen, siehe Bild 4.18).

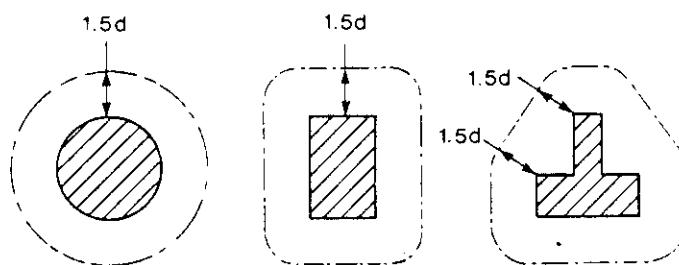


Bild 4.18 Kritischer Rundschnitt um Lasteinleitungsflächen, die sich nicht in der Nähe eines freien Randes befinden

- (2) Für Lasteinleitungsflächen, die sich in der Nähe von Öffnungen befinden, bei denen die kürzeste Entfernung zwischen dem Rand der Lasteinleitungsfläche dem Rand der Öffnung  $\leq 6d$  nicht übersteigt, ist ein der Öffnung zugewandter Teil des kritischen Rundschnitts als unwirksam zu trachten. Er wird durch den Abstand zwischen den beiden Tangenten beschrieben, die vom Umfang der Öffnung zum Mittelpunkt der Lasteinleitungsfläche gezogen sind (siehe Bild 4.19).

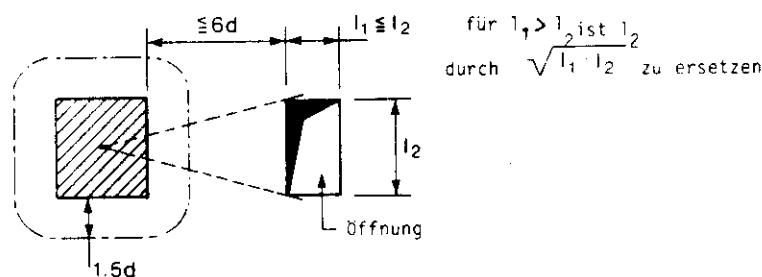


Bild 4.19 Kritischer Rundschnitt in der Nähe von Öffnungen

## DIN V 18 932 Teil 1

- (3) Bei Lasteinleitungsfächen, die sich in der Nähe eines freien Randes oder einer freien Ecke befinden, sollte der kritische Rundschnitt nach Bild 4.20 angenommen werden, sofern dies einen Umfang ergibt (freier Rand ausgeschlossen), der kleiner als derjenige nach den Absätzen. (1) und (2) ist.
- (4) Bei Lasteinleitungsflächen, die sich nahe oder an einem freien Rand oder einer Ecke befinden, d. h. in einer Entfernung kleiner als  $d$ , ist stets eine besondere Randbewehrung längs des freien Randes erforderlich (siehe Abschnitt 5.4.3.2.4).

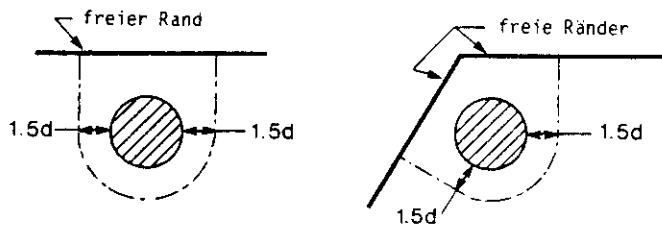


Bild 4.20 Kritischer Rundschnitt nahe freien Rändern

#### 4.3.4.2.3 Kritische Fläche

- (1) Die kritische Fläche  $A_{crit}$  ist die Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts.

#### 4.3.4.2.4 Kritischer Querschnitt

- (1) Der kritische Querschnitt ist der Schnitt, der dem kritischen Rundschnitt folgt und der sich über die Nutzhöhe  $d$  erstreckt. Bei Platten mit konstanter Dicke verläuft der kritische Querschnitt senkrecht zur Mittelebene der Fläche. Bei Platten mit veränderlicher Dicke (z. B. die Fundamentplatte in Bild 4.16) wird er senkrecht zur auf Zug beanspruchten Oberfläche angenommen.

#### 4.3.4.3 Verfahren für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen

- (1) Das Bemessungsverfahren für Durchstanzen in den folgenden Abschnitten basiert auf drei Bemessungswerten der Querkrafttragfähigkeit im kritischen Rundschnitt:
  - $v_{Rd1}$  Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts einer Platte ohne Schubbewehrung
  - $v_{Rd2}$  Größter Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts einer Platte mit Schubbewehrung
  - $v_{Rd3}$  Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit je Längeneinheit längs des kritischen Rundschnitts einer Platte mit Längsbewehrung
- (2) Schubbewehrung ist nicht erforderlich, wenn  $v_{Sd} \leq v_{Rd1}$  ist.
- (3) Wenn  $v_{Sd}$  den Wert  $v_{Rd1}$  überschreitet, sollte Schubbewehrung oder eine andere Schubsicherung vorgesehen werden, sofern deren Anwendung gerechtfertigt ist, so daß  $v_{Sd} \leq v_{Rd3}$  ist.

- (4) Bei konzentrierten Einzellasten oder Auflagerreaktionen beträgt die aufzunehmende Querkraft pro Längeneinheit

$$V_{sd} = \frac{V_{sd} \cdot \beta}{u} \quad (4.50)$$

Hierin sind:

$V_{sd}$  Bemessungswert der gesamten aufzunehmenden Querkraft. In einer Platte wird diese längs des Rundschnitts  $u$  berechnet; bei einem Fundament wird diese längs des Umfangs an der Basis des Durchstanzkegels unter der Annahme berechnet, daß dieser eine Neigung von  $33,7^\circ$  aufweist und innerhalb des Fundaments liegt.

$u$  Umfang des kritischen Rundschnitts

$\beta$  Beiwert zur Berücksichtigung der Auswirkung von Lastausmitte möglich ist, darf  $\beta$  zu 1,0 angenommen werden. In anderen Fällen dürfen die Werte nach Bild 4.21 angenommen werden. Wird eine genauere Untersuchung zugrunde gelegt wird, dürfen auch andere Werte von  $\beta$  verwendet werden, sofern durch entsprechende Maßnahmen die Verankerung der Bewehrung am Plattenrand sichergestellt ist.

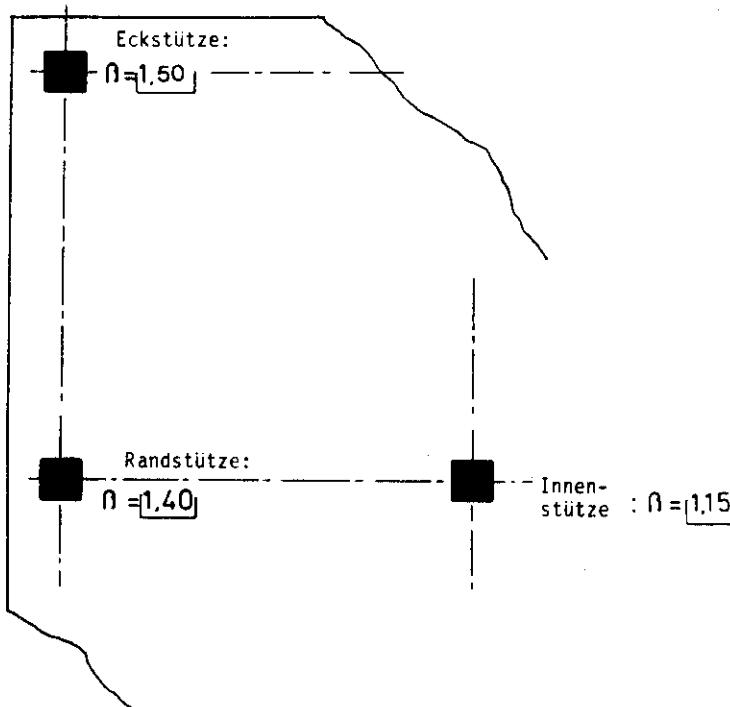


Bild 4.21 Näherungswerte für den Beiwert  $\beta$

#### 4.3.4.4 Platten mit veränderlicher Dicke

- (1) Bei Platten mit runder Stützenkopfverstärkung mit  $l_H < 1,5 h_0$  (siehe Bild 4.22) ist ein Nachweis nach Abschnitt 4.3.4.3 nur im kritischen Rundschnitt außerhalb der Stützenkopfverstärkung erforderlich. Der Abstand  $d_{crit}$  dieses Schnittes vom Schwerpunkt der Stützenquerschnittsfläche darf nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$d_{crit} = 1,5 d + l_H + 0,5 l_c \quad (4.51)$$

Hierin sind:

$l_H$  Abstand des Stützenrands vom Rand der Stützenkopfverstärkung

$l_c$  Durchmesser einer Stütze mit Kreisquerschnitt

## DIN V 18 932 Teil 1

Bei Rechteckstützen mit einer rechteckigen Stützenkopfverstärkung mit der Gesamtabmessung  $l_1$  und  $l_2$  ( $l_1 = l_{c1} + 2 l_{H1}$ ;  $l_2 = l_{c2} + 2 l_{H2}$ ,  $l_1 \leq l_2$ ) darf  $d_{crit}$  als der jeweils kleinere der folgenden Werte angenommen werden:

$$1,5 d_{crit} + 0,56 \sqrt{l_1 l_2}$$

oder

$$1,5 d_{crit} + 0,69 l_1$$

(4.52)

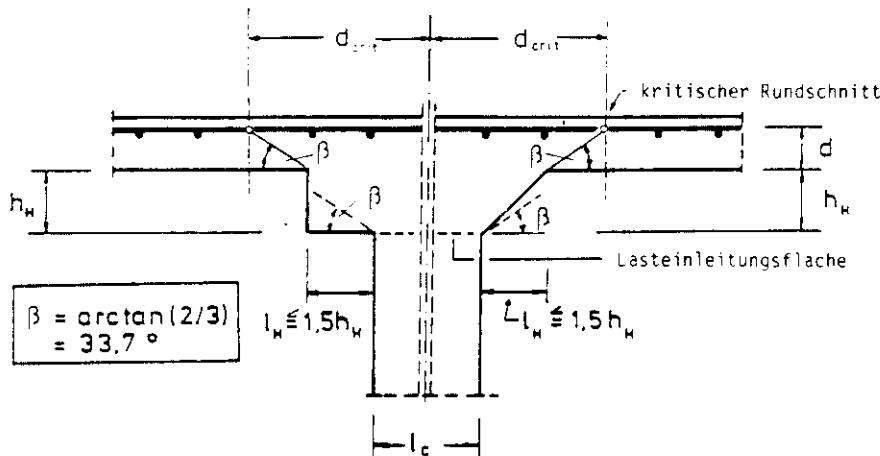


Bild 4.22 Platte mit einer Stützenkopfverstärkung mit  $l_H < 1,5 \cdot h_H$

- (2) Bei Platten mit einer Stützenkopfverstärkung und  $l_H > 1,5 \cdot (d + h_H)$  (siehe Bild 4.23) sollten beide kritischen Rundschnitte, d. h. im Bereich der Stützenkopfverstärkung und in der Platte nachgewiesen werden.
- (3) Die Festlegungen nach Abschnitt 4.3.4.3 sind auch für Nachweise innerhalb der Stützenkopfverstärkung anwendbar, wobei  $d$  mit  $d_H$  angenommen wird (für die Definition von  $d_H$  siehe Bild 4.23).
- (4) Der Abstand vom Mittelpunkt der Stützenquerschnittsfläche zum kritischen Rundschnitt nach Bild 4.23 darf wie folgt angenommen werden:

$$d_{crit,ex} = l_H + 1,5 d + 0,5 l_c \quad (4.53)$$

$$d_{crit,in} = 1,5 (d + h_H) + 0,5 l_c \quad (4.54)$$

- (5) Bei Stützenkopfverstärkungen, bei denen  $1,5 h_H < l_H < 1,5 (h_H + d)$  ist, darf als Abstand vom Mittelpunkt der Stützenquerschnittsfläche zum kritischen Rundschnitt angenommen werden:

$$d_{crit} = 1,5 l_H + 0,5 l_c \quad (4.55)$$

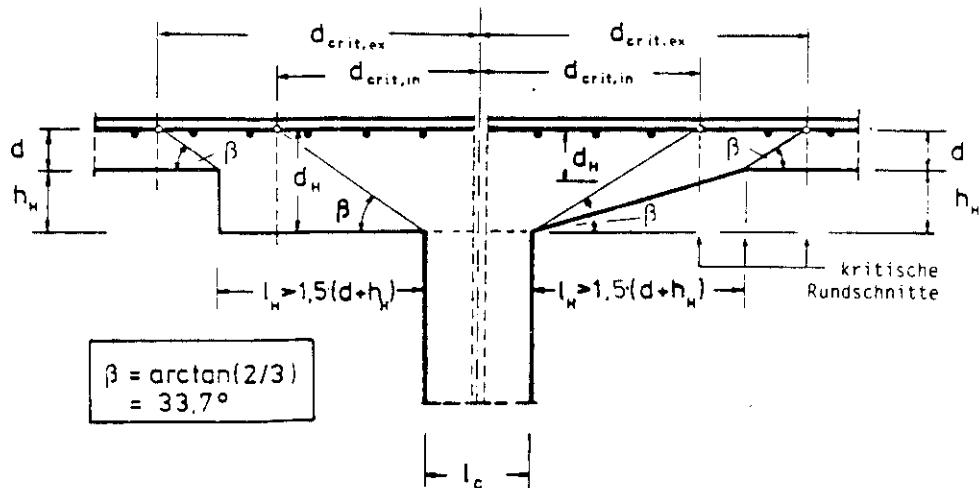


Bild 4.23 Platte mit Stützenkopfverstärkung mit  $l_H > 1,5 (d + h_H)$

#### 4.3.4.5 Querkrafttragfähigkeit

##### 4.3.4.5.1 Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung

- (1) Die Querkrafttragfähigkeit pro Längeneinheit  $v_{Rd1}$  ergibt sich bei nicht vorgespannten Platten nach folgender Gleichung:

$$v_{Rd1} = \tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) d \quad (4.56)$$

Hierin sind:

$\tau_{Rd}$  nach Tabelle 4.8 in Abschnitt 4.3.2

$$k = \lfloor (1,6 - d) \geq 1,0 \rfloor \quad (d \text{ in m})$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1x} \cdot \rho_{1y}} \leq 0,015$$

$\rho_{1x}$  und  $\rho_{1y}$  beziehen sich jeweils auf die Zugbewehrung in x- und y-Richtung

$$d = (d_x + d_y)/2$$

$d_x$  und  $d_y$  sind die Nutzhöhen der Platte in x- und y-Richtung, jeweils in den Schnittpunkten von Längsbewehrung und theoretischen Bruchfläche

- (2) Bei vorgespannten Platten gilt Gleichung (4.56) mit

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1x} \rho_{1y}} + \frac{\sigma_{cp0}}{f_{yd}} \leq 0,015$$

$$\sigma_{cp0} = N_{pd}/A_c$$

$f_{yd}$  Bemessungswert der Festigkeit an der Streckgrenze der Bewehrung

$N_{pd}$  Vorspannkraft, entsprechend dem Anfangswert ohne Spannkraftverlust ( $P_{m0}$  nach den Abschnitten 2.5.4 und 4.2.3). Ist die Vorspannkraft in den Spannrichtungen unterschiedlich, ist der Mittelwert zu verwenden.  $N_{pd}$  sollte mit  $\gamma_p = 0,9$  berechnet werden.

##### 4.3.4.5.2 Platten mit Durchstanzbewehrung

- (1) In Platten mit Durchstanzbewehrung ergibt sich die Querkrafttragfähigkeit aus den folgenden Gleichungen:

$$v_{Rd2} = \lfloor 1,6 \rfloor v_{Rd1} \quad (4.57)$$

$$v_{Rd3} = v_{Rd1} + \sum A_{sw} f_{yd} \sin\alpha/u \quad (4.58)$$

Hierin bezeichnet  $\sum A_{sw} f_{yd}$  sind die Summe der Komponenten der Bemessungskräfte in der Schubbewehrung in Richtung der aufzunehmenden Querkraft;  $\alpha$  ist der Winkel zwischen Bewehrung und Plattenebene.

Bei anderen Arten von Schubbewehrungen (z. B. Stahlkragen) darf  $v_{Rd3}$  durch Versuche bestimmt oder geeigneten Unterlagen entnommen werden.

- (2) Schubbewehrung sollte innerhalb der kritischen Fläche vorgesehen werden.

- (3) Wenn erforderlich, sollte die aufnehmbare Querkraft außerhalb des Bereichs, in dem Schubbewehrung angeordnet wird, unter Berücksichtigung weiterer kritischer Schnitte untersucht werden.

- (4) Anforderungen an die bauliche Durchbildung der Durchstanzbewehrung sind in Abschnitt 5.4.3.3 angegeben. Eine Mindestschubbewehrung nach Abschnitt 5.4.3.3 sollte vorgesehen sein. Der Nachweis nach Gleichung (5.16) darf in der Weise erfolgen, daß die Gesamtmenge der Durchstanzbewehrung, die zwischen dem kritischen Rundschnitt und der Lasteinleitungsfläche angeordnet ist, wie folgt in Rechnung gestellt wird:

$$\rho_w = \sum A_{sw} \sin\alpha / (A_{crit} - A_{load})$$

( $A_{crit}$ ,  $A_{load}$  siehe Abschnitte 4.3.4.2.1 und 4.2.4.2.3)

- (5) Flachdecken, die Schubbewehrung enthalten, sollten eine Mindestdicke von 200 mm haben (siehe Abschnitt 5.4.3.3 (1)).

##### 4.3.4.5.3 Mindestbemessungsmomente für Platten-Stützen-Verbindungen bei ausmittiger Belastung

- (1) Um sicherzustellen, daß sich die Querkrafttragfähigkeit nach den Gleichungen (4.56), (4.57) und (4.58) einstellen kann, sollte die Platte für die Mindestmomente  $m_{sdx}$  und  $m_{sdy}$  pro Längeneinheit in x- und y-Richtung bemessen werden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten führt (siehe Bild 4.24). Wenn andere Festlegungen fehlen, sollte Gleichung (4.59) erfüllt sein:

## DIN V 18 932 Teil 1

$$m_{sdx} \text{ (oder } m_{sdy}) \geq \eta \cdot v_{sd} \quad (4.59)$$

Hierin sind:

$v_{sd}$  aufzunehmende Querkraft

$\eta$  Momentenbeiwert nach Tabelle 4.9

- (2) Beim Nachweis der entsprechenden aufnehmbaren Biegemomente sollten nur diejenigen Bewehrungsstäbe berücksichtigt werden, die außerhalb der kritischen Querschnittsfläche verankert sind (siehe Bild 4.25).
- (3) Für weitere Einzelheiten zur baulichen Durchbildung sei auf entsprechende Erläuterungen hingewiesen.

Tabelle 4.9 Momentenbeiwerte  $\eta$  für Gleichung (4.59)

Lage der Stütze	$\eta$ für $m_{sdx}$			$\eta$ für $m_{sdy}$		
	Platten- ober- seite	Platten- unter- seite	mitwirkende Plattenbreite	Platten- ober- seite	Platten- unter- seite	mitwirkende Plattenbreite
Innenstütze	-0,125	0	0,3 l <sub>y</sub>	-0,125	0	0,3 l <sub>x</sub>
Randstütze, Plattenrand parallel zur x-Achse	-0,25	0	0,15 l <sub>y</sub>	-0,125	+0,125	(je m Plattenbreite)
Randstütze, Plattenrand parallel zur y-Achse	-0,125	+0,125	(je m Plattenbreite)	-0,25	0	0,15 l <sub>x</sub>
Eckstütze	-0,5	+0,5	(je m Plattenbreite)	+0,5	-0,5	(je m Plattenbreite)

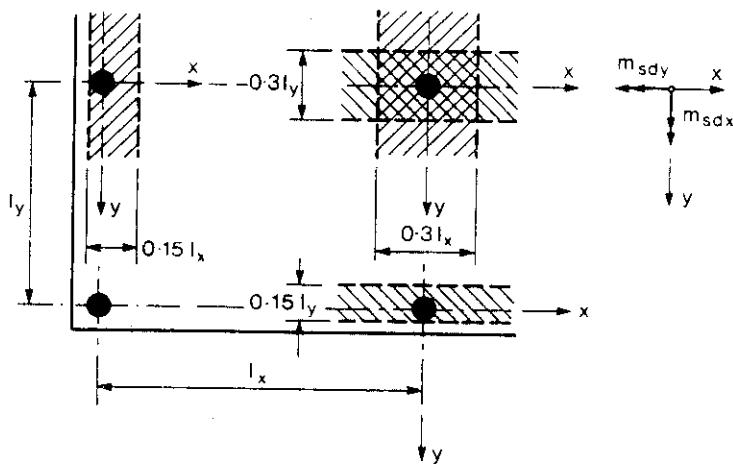


Bild 4.24 Biegemomente  $m_{sdx}$  und  $m_{sdy}$  in Platten-Stützen-Verbindungen bei ausmittiger Belastung und mitwirkender Plattenbreite zur Ermittlung der aufnehmbaren Biegemomente

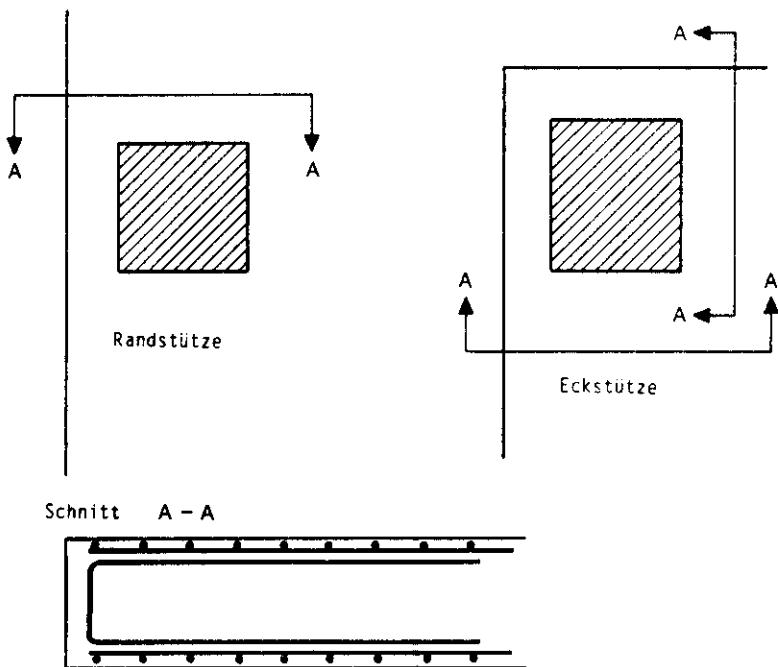


Bild 4.25 Bewehrungsführung im Bereich von Rand- und Eckstützen

## 4.3.5 Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge Tragwerksverformungen (Knickssicherheitsnachweis)

## 4.3.5.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

- 1/r Krümmung im kritischen Querschnitt an der Einspannstelle der Modellstütze  
 I<sub>b</sub> Flächenmoment 2. Grades des Betonquerschnitts (Trägheitsmoment im Zustand I) eines Balkens  
 I<sub>col</sub> Flächenmoment 2. Grades des Betonquerschnitts (Trägheitsmoment im Zustand I) einer Stütze  
 K<sub>1</sub> Abminderungsbeiwert zur Berechnung der Lastausmitte e<sub>2</sub> nach Theorie II. Ordnung (Gleichung (4.68))  
 K<sub>2</sub> Beiwert zur Berücksichtigung der Krümmungsabnahme (1/r) infolge Erhöhung der Längskraft (Gleichung (4.71))  
 R<sub>d</sub> Bemessungswert des aufnehmbaren Biegemoments  
 M<sub>Sd1</sub> Bemessungswert des aufzunehmenden Biegemoments nach Theorie I. Ordnung  
 N<sub>Rd</sub> Bemessungswert der aufnehmbaren Längsdruckkraft  
 N<sub>ud</sub> Bemessungswert der Grenztragfähigkeit eines Querschnitts, der nur durch zentrischen Druck beansprucht wird  
 e<sub>2</sub> Lastausmitte nach Theorie II. Ordnung  
 e<sub>a</sub> ungewollte zusätzliche Lastausmitte zur Berücksichtigung geometrischer Imperfektionen  
 e<sub>e</sub> Ersatzlastausmitte (Gleichungen (4.65) und (4.66) sowie Bild 4.29)  
 e<sub>0</sub> Lastausmitte nach Theorie I. Ordnung  
 e<sub>01</sub>, e<sub>02</sub> Lastausmitten nach Theorie I. Ordnung der Längskraft an den Bauteilenden, wobei |e<sub>01</sub>| ≤ |e<sub>02</sub>|  
 e<sub>tot</sub> Gesamlastausmitte  
 e<sub>y</sub> Lastausmitte in y-Richtung  
 e<sub>z</sub> Lastausmitte in z-Richtung  
 k<sub>A</sub> oder k<sub>B</sub> Beiwerte zur Charakterisierung der Steifigkeit der Einspannung an den Stabenden

## DIN V 18 932 Teil 1

$l_{col}$	Stützenlänge zwischen den idealen Einspannstellen
$l_{ot}$	Länge eines gedrückten Gurtes, gemessen zwischen den seitlichen Stützungen (Gleichung (4.77))
$\alpha$	Beiwert zur Charakterisierung der Einspannbedingungen am abliegenden Ende eines Balkens
$\beta$	$l_0/l_{col}$
$\epsilon_{yd}$	Bemessungswert der Dehnung an der Streckgrenze der Bewehrung
$\lambda$	Schlankheit
$\lambda_{crit}$	kritische Schlankheit
$v_u$	bezogene Längskraft des Bauteils

## 4.3.5.1 Anwendungsbereich und Begriffe

- P (1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf schlanke Tragwerke oder schlanke Bauteile, die vorwiegend auf Druck beansprucht und deren Tragfähigkeit wesentlich durch ihre Verformungen beeinflußt werden (Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung).
- P (2) Die in diesem Abschnitt angegebenen Grundsätze gelten für stabförmige bewehrte und vorgespannte Betonbauteile, die durch Längsdruck mit oder ohne Biegung beansprucht werden und bei denen die Auswirkungen einer Torsionsbeanspruchung vernachlässigt werden können.
- P (3) Diese Grundsätze können ebenfalls auf andere Arten von Tragwerksteilen angewendet werden, wie z. B. auf Wände, Schalen, schlanke Balken, bei denen ein Ausknicken der Druckzone erfolgen kann, wandartige Träger oder andere außergewöhnliche Tragwerke oder Bauteile, in denen wesentliche örtliche Verformungen auftreten können.
- (4) In den Abschnitten 4.3.5.2 bis 4.3.5.6 und Anhang 3 sind Festlegungen für schlanke Druckglieder und im Abschnitt 4.3.5.7 für das Kippen von schlanken Balken enthalten.
- (5) Der Einfluß von Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung sollte bei Druckgliedern berücksichtigt werden, wenn diese zu einer Erhöhung des Biegemoments I. Ordnung um mehr als  $|10\%|$  führen. Dies kann dann angenommen werden, wenn die Schlankheit eines Tragwerks oder Tragglieds die in Abschnitt 4.3.5.3 oder in Abschnitt A 3.2 des Anhangs 3 angegebenen Grenzen überschreitet.

## 4.3.5.2 Nachweisverfahren

- P (1) Der Nachweis der Stabilität von Tragwerken, bei denen Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung zu berücksichtigen sind, muß sicherstellen, daß für die ungünstigste Einwirkungskombination im Grenzzustand der Tragfähigkeit der Verlust des statischen Gleichgewichts (örtlich oder für das Gesamttragwerk) nicht auftritt oder die Tragfähigkeit einzelner Querschnitte, die durch Biegung und Längskräfte beansprucht werden, nicht überschritten wird.
- P (2) Das Tragverhalten muß in jeder Richtung, in der Versagen infolge Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung auftreten kann, berücksichtigt werden.
- P (3) Mögliche Unsicherheiten bezüglich der Einspannung an den Knoten sollten berücksichtigt werden. Die Materialeigenschaften sind mit ihrem Bemessungswert anzusetzen (siehe Abschnitt 2.3.3.2). Verformungseigenschaften sind entsprechend in Ansatz zu bringen.
- (4) Für gewöhnliche Gebäude bestehen die Nachweisverfahren, die in den folgenden Abschnitten angegeben sind, aus den folgenden drei Schritten:
- a) das Tragwerk oder das Bauteil wird eingeteilt in
    - ausgesteifte oder nicht ausgesteifte
 und
    - verschiebbliche oder unverschiebbliche Systeme (siehe Abschnitte 4.3.5.3.1 bis 4.3.5.3.4)
  - b) Bei der Einteilung eines Tragwerks wird die Entscheidung, ob Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung zu berücksichtigen sind, anhand des Vergleichs der Schlankheit mit Grenzwerten getroffen, die in entsprechenden Abschnitten weiter unten erfaßt sind.  
Dies gilt:
    - für das Gesamttragwerk, wenn es sich um ein verschiebbliches System handelt
    - für Einzeldruckglieder, die als aus dem Gesamttragwerk herausgelöst betrachtet werden (siehe Abschnitt 4.3.5.5.3)
  - c) Für den Fall, daß Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung berücksichtigt werden sollten, sind die Bemessungsregeln für Druckglieder in den Abschnitten 4.3.5.4, 4.3.5.5 und 4.3.5.6 angegeben. Regeln für schlanke Balken finden sich in Abschnitt 4.3.5.7.

Hinsichtlich weiterer Einzelheiten über das Bemessungsverfahren siehe die Flußdiagramme in Anhang 3.

- (5) Genauere Bemessungsansätze sind in Anhang 3 angegeben.

#### 4.3.5.3 Einteilung der Tragwerke und Tragwerksteile

##### 4.3.5.3.1 Allgemeines

P (1) Zur Nachweisführung werden Tragwerke oder Tragwerksteile in ausgesteifte oder unausgesteifte eingeteilt, je nachdem, ob aussteifende Bauteile vorgesehen sind, oder sie werden als verschieblich oder unverschieblich betrachtet, je nach ihrer Empfindlichkeit gegenüber Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung, die durch das seitliche Ausweichen hervorgerufen werden.

P (2) In gleicher Weise werden Einzeldruckglieder in schlanke oder nicht schlanke eingeteilt.

##### 4.3.5.3.2 Aussteifende Bauteile und ausgesteifte Tragwerke

- (1) Ein aussteifendes Bauteil ist ein Teil des Tragwerks, das eine große Biege- und/oder Schubsteifigkeit aufweist und das entweder vollständig oder teilweise mit dem Fundament verbunden (eingespannt) ist. Ein aussteifendes Bauteil oder ein System aussteifender Bauteile sollte eine ausreichende Steifigkeit haben, um wenigstens 90 % aller horizontalen Lasten, die auf das Tragwerk wirken, aufzunehmen und in die Fundamente weiterzuleiten und um die Stabilität der auszu-steifenden Tragwerksteile sicherzustellen.
- (2) Im allgemeinen darf die Bemessung der aussteifenden Bauteile auf der Grundlage der Theorie I. Ordnung erfolgen. Jedoch kann ein Nachweis nach Theorie II. Ordnung notwendig werden, wenn die aussteifenden Bauteile relativ weich sind (siehe Abschnitt 4.3.5.1 (5)).
- (3) Tragwerke mit aussteifenden Bauteilen, die die Anforderungen nach Absatz (1) erfüllen, gelten als ausgesteift.

##### 4.3.5.3.3 Unverschiebliche Tragwerke

- (1) Tragwerke oder tragende Bauteile mit oder ohne aussteifende Bauteilen, bei denen der Einfluß von Knotenverschiebungen auf die Bemessungsmomente und -kräfte vernachlässigt werden kann, werden als unverschieblich betrachtet. Andernfalls gelten sie als verschieblich.
- (2) Ausgesteifte Tragwerke, bei denen die Aussteifung durch massive Wände oder Bauwerkskerne erfolgt, dürfen als unverschieblich angesehen werden. In anderen Fällen können die Tragwerke entsprechend den Festlegungen nach Anhang 3, Abschnitt A3.2, eingeteilt werden.
- (3) Rahmen können als unverschieblich angesehen werden, wenn Knotenverschiebungen nach Theorie I. Ordnung die Lastauswirkungen, die ohne diese Verschiebungen berechnet worden sind, um nicht mehr als [10 %] erhöhen. In der Regel ist es ausreichend, nur die maßgebenden Biegemomente zu betrachten (siehe Abschnitt 2.5.1.4).

##### 4.3.5.3.4 Einzeldruckglieder

- (1) Dies können sein
  - einzelne Druckglieder (siehe Bild 4.26 a) und b))
  - Druckglieder als Teile des Gesamttragwerks, die jedoch zum Zweck der Bemessung als isoliert betrachtet werden (siehe z. B. Abschnitt 4.3.5.5.1). Siehe Bild 4.26 c) und d).

## DIN V 18 932 Teil 1

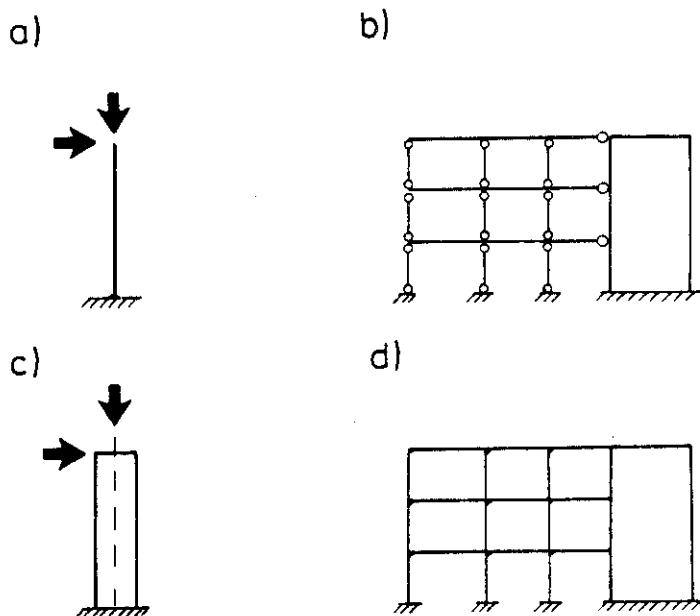
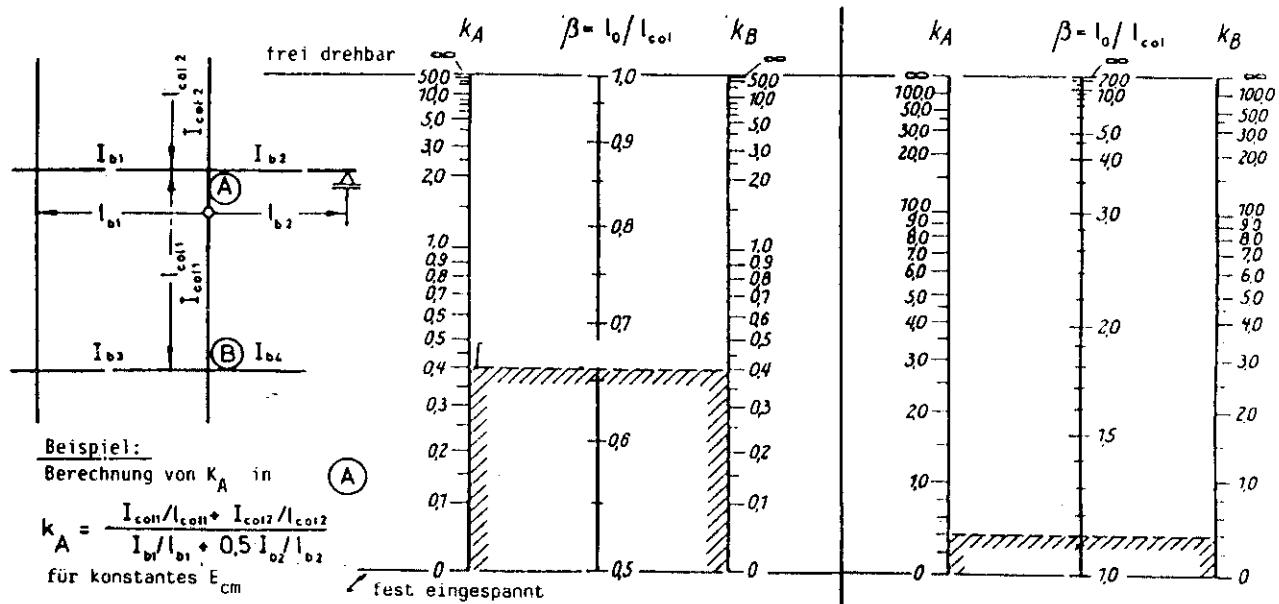


Bild 4.26 Arten von Einzeldruckgliedern

- a) einzelstehende Stütze
- b) gelenkig angeschlossene Druckglieder in einem unverschieblichen Tragwerk
- c) schlankes aussteifendes Bauteil, das als Einzeldruckglied betrachtet wird
- d) biegesteif angeschlossene Druckglieder in einem unverschieblichen Tragwerk

## 4.3.5.3.5 Schlankheit von Einzeldruckgliedern

- (1) Im Hochbau kann die Ersatzlänge eines Druckglieds  $l_0 = \beta \cdot l_{col}$  nach Bild 4.27 bestimmt werden, wobei die Beiwerte  $k_A$  und  $k_B$  die Steifigkeit der Einspannung an den Stützenenden bezeichnen.



a) unverschiebbliche Rahmen

b) verschiebbliche Rahmen

Bild 4.27 Nomogramm für die Berechnung der Ersatzlänge

$$k_A \text{ (oder } k_B) = \frac{\sum E_{cm} \cdot I_{col1}/l_{col1}}{\sum E_{cm} \cdot \alpha \cdot I_b/l_{eff}} \quad (4.60)$$

Hierin sind:

$E_{cm}$	Elastizitätsmodul des Betons (siehe Abschnitt 3.1.2.5.2)
$I_{col}, I_b$	Flächenmomente 2. Grades des Druckglied- bzw. Balkenquerschnitts
$l_{col}$	Stützenlänge zwischen den idealen Einspannstellen
$l_{eff}$	wirksame Stützweite eines Balkens
$\alpha$	Beiwert zur Berücksichtigung der Einspannung am abliegenden Ende eines Balkens
	$\alpha = 1,0$ das abliegende Ende ist elastisch oder starr eingespannt
	$\alpha = 0,5$ das abliegende Ende ist frei drehbar gelagert
	$\alpha = 0$ für einen Kragbalken

- (2) Einzeldruckglieder gelten als schlank, wenn ihre Schlankheit den größeren der beiden Werte 25 oder  $15 / \sqrt{v_u}$  überschreitet.

Hierin sind:

$v_u$	Bezogene Längskraft des Bauteils $v_u = N_{sd} / (A_c \cdot f_{cd})$
$\lambda$	Schlankheit ( $\lambda = l_0 / i$ )
$l_0$	Ersatzlänge des lotrechten Bauteils. $l_0$ ist im allgemeinen von der Theorie des elastischen Knickens abgeleitet. Bei Rahmentragwerken muß die Stütze, auf die sich $l_0$ bezieht, sehr sorgfältig festgelegt werden.
$i$	Flächenträgheitsradius

#### 4.3.5.4 Imperfektionen

- P (1) Unsicherheiten, die mit der Vorhersage von Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung verbunden sind, insbesondere Maßgenauigkeiten und Unsicherheiten bezüglich Lage und Richtung von Längskräften, sind bei der Bemessung zu berücksichtigen. Sofern andere geeignete Maßnahmen nicht getroffen werden, darf man geometrische Ersatzimperfektionen anwenden.
- (2) Für Rahmentragwerke ist eine Schiefstellung  $v$  des gesamten Tragwerks gegen die Lotrechte (aussteifende und auszusteifende Bauteile) in Abschnitt 2.5.1.3 festgelegt.
- (3) Für Einzeldruckglieder dürfen die geometrischen Ersatzimperfektionen durch eine Erhöhung der Lastausmitte der Längskräfte um eine Zusatzausmitte  $e_a$ , die in ungünstiger Richtung wirkt, eingeführt werden.

$$e_a = v \cdot l_0 / 2 \quad (4.61)$$

Hierin sind:

$l_0$	Ersatzlänge des Einzeldruckglieds (siehe Abschnitt 4.3.5.3.5)
$v$	Schiefstellung gegen die Senkrechte nach Gleichung (2.10)

#### 4.3.5.5 Besondere Angaben für die unterschiedliche Tragwerksarten

##### 4.3.5.5.1 Unverschiebbliche Rahmen

- P (1) Einzelne unverschiebbliche Druckglieder sind als Einzelbauteile zu betrachten und entsprechend zu bemessen.
- P (2) Aussteifende Bauteile oder Einzeldruckglieder in unverschiebblichen Rahmen ohne aussteifende Bau- teile müssen für die maßgebenden horizontalen und vertikalen Lasten bemessen werden, wobei die geometrischen Ersatzimperfektionen nach Abschnitt 2.5.1.3 bzw. Abschnitt 4.3.5.4 zu berücksichtigen sind.
- (3) Für Einzeldruckglieder gelten die Bemessungsregeln von Einzelstützen (siehe Abschnitt 4.3.5.5.3). Die Ersatzlänge  $l_0$  kann im allgemeinen nach Abschnitt 4.3.5.3.5 ermittelt werden.

##### 4.3.5.5.2 Verschiebbliche Rahmen

- (1) Angaben über verschiebbliche Rahmen enthält Anhang 3.

## DIN V 18 932 Teil 1

## 4.3.5.5.3 Einzeldruckglieder

- P (1) Einflüsse nach Theorie II. Ordnung einschließlich geometrischer Imperfektionen und Kriechverformungen müssen, wenn diese die Standsicherheit des Tragwerks entscheidend beeinflussen, bei der Bemessung von schlanken Einzeldruckgliedern berücksichtigt werden.
- (2) Einzeldruckglieder (Stützen) in unverschiebblichen Tragwerken, selbst wenn sie als schlank nach Abschnitt 4.3.5.3.5 klassifiziert werden, brauchen nicht auf Einflüsse nach Theorie II. Ordnung untersucht zu werden, wenn ihre Schlankheit  $\lambda$  kleiner oder gleich dem Wert nach Gleichung (4.62) ist.

$$\lambda_{\text{crit}} = 25 \cdot (2 - e_{01}/e_{02}) \quad (4.62)$$

$e_{01}$  und  $e_{02}$  sind die Lastausmitten der Längskraft an den Stützenenden, und es wird angenommen, daß  $|e_{02}| \geq |e_{01}|$  ist.

In diesem Fall sollten die Stützenenden zumindest für die aufnehmbaren Schnittgrößen nach den Gleichungen (4.63) und (4.64) bemessen werden.

$$N_{Rd} = N_{sd} \quad (4.63)$$

$$M_{Rd} = N_{sd} \cdot h/20 \quad (4.64)$$

Hierin sind  $N_{Rd}$  und  $M_{Rd}$  die Bemessungswerte der aufnehmbaren Längskraft und des aufnehmbaren Biegemoments.

Gleichung (4.62) darf nur dann angewendet werden, wenn die Stütze zwischen ihren Enden nicht durch Querlasten beansprucht wird.

Das Kriterium nach Gleichung (4.62) ist im Bild 4.28 graphisch dargestellt.

Für die Bemessung von Stützen siehe Abschnitt 4.3.5.6.

- P (3) Für Stützen, die vorwiegend über eine Hauptachse ausweichen können, sollte auch das mögliche Versagen infolge von Einwirkungen nach Theorie II. Ordnung über die zweite Hauptachse untersucht werden.
- (4) Für diese Untersuchung sollte die Anfangslastausmitte  $e_0$  in Richtung der zweiten Hauptachse zu Null gesetzt und die Einflüsse nach Theorie II. Ordnung für die auf diese Hauptachse bezogene Schlankheit ermittelt werden. Die Zusatzzlastausmitte nach Abschnitt 4.3.5.4 (3) und, wenn erforderlich, Kriechverformungen sollten in Rechnung gestellt werden.

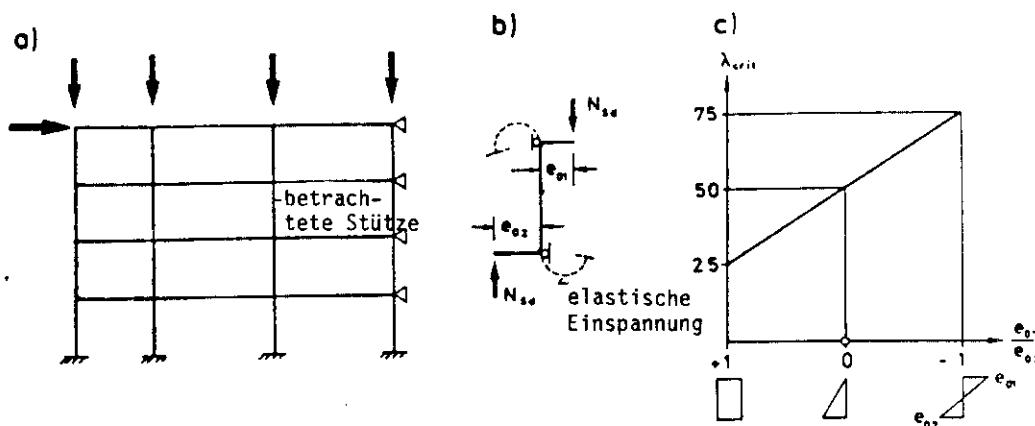


Bild 4.28 Grenzschlankheit von Einzeldruckgliedern mit starr oder elastisch eingespannten Enden in unverschiebblichen Tragwerken

- a) Statisches System  
b) Idealisierung der betrachteten Stütze  
c) kritische Schlankheit  $\lambda_{\text{crit}}$

- P (5) Die Grundsätze P (1) und P (3) sind auch auf Druckglieder mit zweiachsiger Biegung anwendbar, bei denen die Auswirkungen von Torsion vernachlässigt werden können.

- (6) Wenn die Lastausmitte  $e_0$  nach Theorie I. Ordnung in Richtung der ersten Hauptachse den Wert  $e_0 > 0,2 h$  überschreitet, sollte der Nachweis in Richtung der zweiten Hauptachse auf der Grundlage der reduzierten Querschnittsdicke  $h'$  nach Abschnitt 4.3.5.6.4 (3) geführt werden.

#### 4.3.5.6 Vereinfachte Bemessungsverfahren für Einzeldruckglieder

##### 4.3.5.6.1 Allgemeines

- (1) Für Hochbauten darf ein Bemessungsverfahren verwendet werden, bei dem die Stütze als Einzeldruckglied und eine vereinfachte Verformungsfigur angenommen wird. Die zusätzliche Ausmitte wird dann als Funktion der Schankheit berechnet.

##### 4.3.5.6.2 Gesamtausmitte

- (1) Die Gesamtausmitte ergibt sich bei Druckgliedern mit konstantem Querschnitt (Beton und Bewehrungsstahl, wobei Stoßbereiche vernachlässigt werden) im am stärksten beanspruchten (kritischen) Querschnitt zu:

- (a) Lastausmitte nach Theorie I. Ordnung ist an beiden Enden gleich (siehe Bild 4.29 a)):

$$e_{\text{tot}} = e_0 + e_a + e_2 \quad (4.65)$$

Hierin sind:

$e_0$  Lastausmitte nach Theorie I. Ordnung  
 $e_0 = M_{Sd1}/N_{Sd}$

$M_{Sd1}$  Bemessungswert des aufzunehmenden Biegemoments nach Theorie I. Ordnung

$N_{Sd}$  Bemessungswert der aufzunehmenden Längskraft

$e_a$  ungewollte zusätzliche Lastausmitte nach Gleichung (4.61)

$e_2$  Lastausmitte nach Theorie II. Ordnung unter Verwendung der Näherungsverfahren nach Abschnitt 4.3.5.6.3 einschließlich aller Kriechauswirkungen

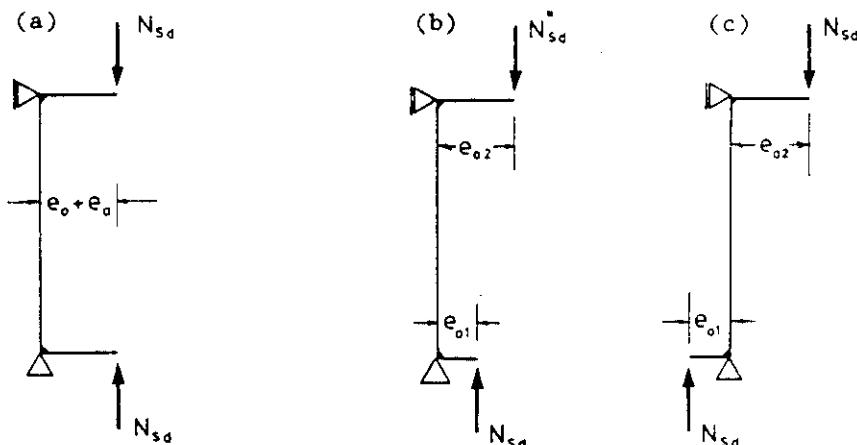


Bild 4.29 Bemessungsmodell zur Berechnung der Gesamtausmitte

- a) Lastausmitten an beiden Enden gleich  
 b) und c) Lastausmitten an beiden Enden unterschiedlich

- (b) Lastausmitten erster Ordnung an beiden Enden ungleich (siehe Bild 4.29 b) und c))

Für Druckglieder mit konstantem Querschnitt (Beton und Bewehrung, mit Ausnahme des Bereichs von Stößen), die durch Momente beansprucht werden, deren Verlauf über die Stützenlänge linear veränderlich ist und bei denen die Lastausmitten an den Enden unterschiedliche Werte und/oder Vorzeichen haben, sollte im kritischen Querschnitt in Gleichung (4.65) anstelle von  $e_0$  eine Ersatzausmitte  $e_0'$  verwendet werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

Für die Ersatzausmitte  $e_0$  ist der größere der nachfolgenden Werte anzunehmen.

$$e_0 = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} \quad (4.66)$$

$$e_0 = 0,4 \cdot e_{02} \quad (4.67)$$

Hierin sind  $e_{01}$  und  $e_{02}$  die Ausmitten der Längskraft nach Theorie I. Ordnung an den beiden Stützenenden, wobei

$$|e_{02}| \geq |e_{01}| \text{ ist (siehe Bild 4.29 b) und c)} \quad (4.68)$$

## 4.3.5.6.3 Modellstützenverfahren

## (a) Anwendungsbereich und Begriffe

- (1) Das unten beschriebene Bemessungsverfahren gilt für Druckglieder mit einer Schlankheit  $\lambda < [140]$  mit rechteckigem oder rundem Querschnitt, bei denen die Lastausmitte nach Theorie I. Ordnung die Bedingung  $e_0 \geq 0,1 h$  ( $h$ : Dicke des Querschnitts in der betrachteten Ebene) erfüllt. Für andere Querschnittsformen und für Lastausmitten  $e_0 < 0,1 h$  sind andere geeignete Näherungen zulässig.
- (2) Eine Modellstütze ist eine Kragstütze, die
  - am Stützenfuß eingespannt und am Stützenkopf frei verschieblich ist (Bild 4.30)
  - unter der Wirkung von Längskräften und Momenten nach einer einfach gekrümmten Verformungsfigur ausgelenkt ist, wobei am Stützenfuß das maximale Moment auftritt.

Die maximale Auslenkung, die der Lastausmitte nach Theorie II. Ordnung  $e_2$  entspricht, kann wie folgt angenommen werden:

$$e_2 = K_1 \cdot l_0^2 / 10 \cdot (1/r) \quad (4.69)$$

Hierin sind:

$l_0$  Ersatzlänge der Stütze

$1/r$  durch Absatz (3) festgelegt

$$K_1 = \lambda/20 - 0,75 \text{ für } 15 \leq \lambda \leq 35 \quad (4.70)$$

$$K_1 = 1 \text{ für } \lambda > 35 \quad (4.71)$$

- (3) Der Stabilitätsnachweis wird im kritischen Querschnitt am Stützenfuß auf der Grundlage der Krümmung  $1/r$  erbracht. Diese Krümmung wird aus dem Gleichgewicht der inneren und äußeren Kräfte abgeleitet.

- (4) Für Kriechauswirkungen siehe Anhang 3, Abschnitt A 3.4 (9).

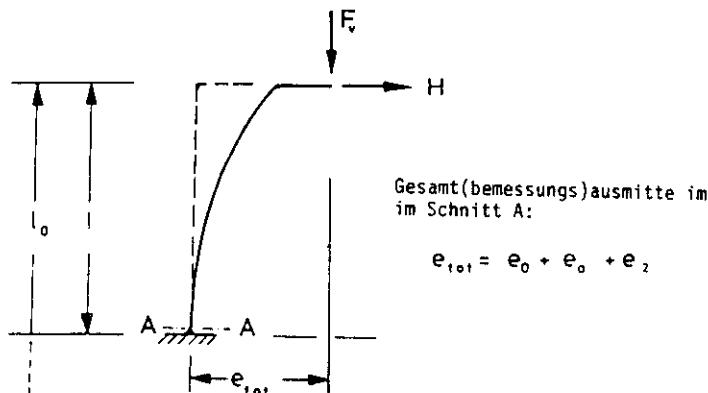


Bild 4.30 Modellstütze (Formelzeichen und Begriffe)

- (b) Überführung der Nachweise nach Theorie II. Ordnung in eine Querschnittsbemessung
- (4) Wenn eine größere Genauigkeit nicht erforderlich ist, kann die Krümmung aus Gleichung (4.69) hergeleitet werden.

$$1/r = 2 K_2 \cdot \epsilon_{yd} / (0,9 d) \quad (4.72)$$

Hierin sind:

$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$  Bemessungswert der Dehnung der Bewehrung an der Streckgrenze

d Nutzhöhe (Dicke) des Querschnitts in der zu erwartenden Richtung des Stabilitätsversagens.

- (5) Der Beiwert  $K_2$  in Gleichung (4.72) berücksichtigt die Abnahme der Krümmung  $1/r$  bei gleichzeitigem Anstieg der Längskräfte und ergibt sich aus:

$$K_2 = (N_{ud} - N_{sd}) / (N_{ud} - N_{bal}) \leq 1 \quad (4.73)$$

Hierin sind:

$N_{ud}$  Bemessungswert der Grenztragfähigkeit des Querschnitts, der nur durch zentrischen Druck beansprucht wird. Er darf angenommen werden zu  $N_{ud} = \alpha f_{cd} A_c + f_{yd} A_s$  ( $\alpha$  siehe Abschnitt 4.2.1.3.3 (11))

$N_{sd}$  Bemessungswert der aufzunehmenden Längskraft

$N_{bal}$  Längsdruckkraft, die die Momentengrenztragfähigkeit eines Querschnitts am größten werden lässt. Bei symmetrisch bewehrten rechteckigen Querschnitten darf sie zu  $N_{bal} = 0,4 f_{cd} \cdot A_c$  angenommen werden.

Die Annahme  $K_2 = 1$  liegt stets auf der sicheren Seite.

#### 4.3.5.6.4 Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte

- (1) Für Druckglieder mit rechteckigem Querschnitt sind getrennte Nachweise in den Richtungen der beiden Hauptachsen  $y$  und  $z$  (siehe Bild 4.31) erlaubt, wenn das Verhältnis der bezogenen Lastausmitten  $e_y/b$  und  $e_z/h$  eine der folgenden Bedingungen erfüllt:

$$\text{entweder } (e_z/h)/(e_y/b) \leq 0,2 \quad (4.74)$$

$$\text{oder } (e_y/b)/(e_z/h) \leq 0,2 \quad (4.75)$$

(Dies bedeutet, daß der Lastangriffspunkt von  $N_{sd}$  innerhalb der schraffierten Bereiche in Bild 4.31 liegt).  $e_y$  und  $e_z$  sind die Lastausmitten in Richtung der Querschnittsseiten  $b$  bzw.  $h$ . Dabei braucht  $e_a$  nach Gleichung (4.61) nicht berücksichtigt zu werden. Ein genauerer Nachweis wird erforderlich, wenn die oben beschriebenen Bedingungen nicht erfüllt sind.

- (2) Für die getrennten Nachweise sind die Abschnitte 4.3.5.3.5 (Ersatzlänge und Schlankheitsbegrenzungen), 4.3.5.5.3 und 4.3.5.6.1 bis 4.3.5.6.3 sinngemäß anzuwenden, wenn die Schlankheitsgrenzen nach Abschnitt 4.3.5.3 überschritten werden. Geometrische Imperfektionen nach Abschnitt 4.3.5.4 sollten jedoch in den beiden Ebenen berücksichtigt werden.

- (3) Im Falle  $e_z > 0,2 h$  (siehe Bild 4.32) sind getrennte Nachweise nur dann zulässig, wenn der Nachweis der Biegung über die schwächere Hauptachse des Querschnitts ( $z$  in Bild 4.31) auf der Grundlage einer abgeminderten Dicke  $h'$  nach Bild 4.32 geführt wird. Der Wert  $h'$  darf unter der Annahme einer linearen Spannungsverteilung nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$N_{sd}/A_c - N_{sd} \cdot (e_z + e_{az}) / Z_c = 0 \quad (4.76)$$

Hierin sind:

$N_{sd}$  Bemessungswert der aufzunehmenden Längskraft (negatives Vorzeichen bei Druck)

$Z_c$  Flächenmoment 1. Grades (Widerstandsmoment) des Betonquerschnitts (Zustand I)

$e_{az}$  Zusatzausmitte in  $z$ -Richtung nach Gleichung (4.61)

- (4) Wenn das Kriterium nach Absatz (1) nicht erfüllt ist, wird ein genauerer Nachweis erforderlich.

## DIN V 18 932 Teil 1

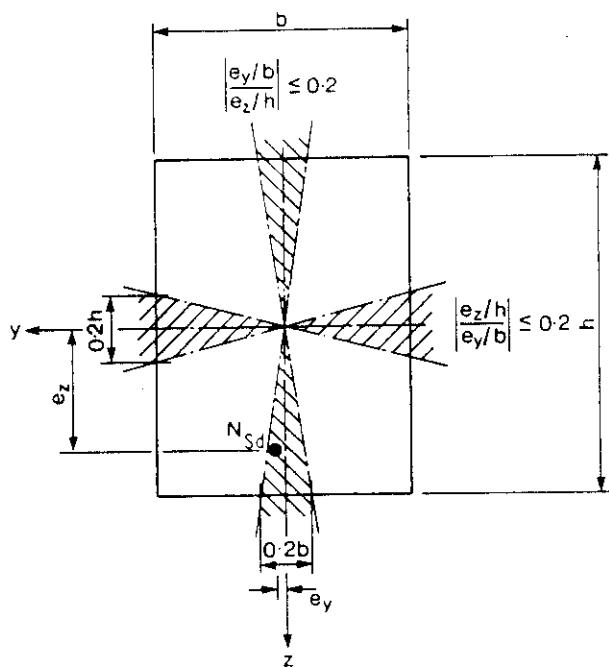
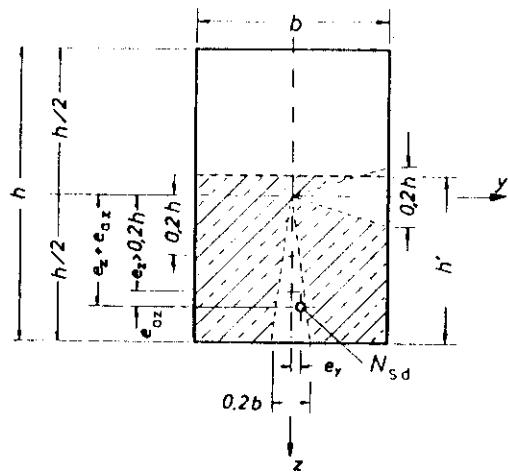


Bild 4.31 Annahme für die getrennten Nachweise in Richtung der beiden Hauptachsen

Bild 4.32 Getrennter Nachweis in y-Richtung, bei  $e_z > 0,2 h$ 

## 4.3.5.7 Kippen schlanker Träger

- P (1) Wenn die Kippsicherheit von Trägern nicht zweifelsfrei feststeht, muß diese durch ein geeignetes Verfahren nachgewiesen werden.
- (2) Die Kippsicherheit von Stahlbeton- bzw. Spannbetonträgern darf als ausreichend angenommen werden, wenn die Anforderungen nach Gleichung (4.77) erfüllt sind. Andernfalls sollte ein genauerer Nachweis durchgeführt werden.

$$\begin{aligned} l_{ot} &< \lfloor 50 \rfloor b \\ \text{und} \\ h &< \lfloor 2,5 \rfloor b \end{aligned} \tag{4.77}$$

Hierin sind:

- b Breite des Druckgurts
- h Gesamtdicke des Trägers
- $l_{ot}$  Länge des Druckgurts zwischen seitlichen Abstützungen.

#### 4.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

##### 4.4.0 Allgemeines

###### 4.4.0.1 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$A_{c,eff}$	wirksame Zugzone der Bewehrung
$A_{ct}$	Querschnittsfläche der Betonzugzone
$A_{s,req}$	erforderliche Querschnittsfläche der Zugbewehrung
$A_{s,prov}$	vorhandene Querschnittsfläche der Zugbewehrung
$V_{cd}$	Bemessungswert des Querkrafttragfähiganteils des Betonquerschnitts (siehe Abschnitt 4.3.2.4.3)
$f_{ct,eff}$	wirksame Betonzugfestigkeit zum Zeitpunkt der Erstrißbildung
$k$	Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Eigenspannungen
$k_c$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Spannungsverteilung
$k_1$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Verbundeneigenschaften der Bewehrungsstäbe auf den Rißabstand
$k_2$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Dehnungsverteilung auf den Rißabstand
$s_{rm}$	mittlere Rißabstand bei abgeschlossenem Rißbild
$s_{rmx} \}$	mittlere Rißabstände in x- bzw. y-Richtung bei abgeschlossenem Rißbild
$w_k$	Rechenwert (Bemessungs- oder charakteristischer Wert) der Rißbreite
$\alpha$	Winkel zwischen Schub- und Längsbewehrung (Hauptbewehrung)
$\beta$	Verhältnis von Rechenwert zum Mittelwert der Rißbreite
$\beta_1$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Verbundeneigenschaften eines Bewehrungsstabes auf die mittlere Dehnung
$\beta_2$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Belastungsdauer oder einer wiederholten Belastung auf die mittlere Dehnung
$\epsilon_{sm}$	mittlere Dehnung der Bewehrung unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
$\epsilon_1$	größere Dehnung am Querschnittsrand infolge ausmittigen Zugs
$\epsilon_2$	kleinere Dehnung am Querschnittsrand infolge ausmittigen Zugs
$\theta$	Winkel zwischen der Bewehrung in x-Richtung und der Richtung der Hauptzugspannung
$\phi_s$	modifizierter Grenzdurchmesser
$\phi_s^*$	Grundwert des Grenzdurchmessers (Tabelle 4.11)
$\rho_r$	wirksamer Bewehrungsanteil
$\sigma_s$	Spannung in der Zugbewehrung, die auf der Grundlage eines gerissenen Querschnitts berechnet wird
$\sigma_{sr}$	Spannung in der Zugbewehrung, die auf der Grundlage eines gerissenen Querschnitts für eine Lastkombination berechnet wird, die zur Erstrißbildung führt, d. h. $\sigma_{sr} = f_{ctm}$

## DIN V 18 932 Teil 1

**4.4.0.2 Anwendungsbereich**

P (1) Dieser Abschnitt befaßt sich mit den allgemeinen Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit. Diese umfassen die

- Spannungsbegrenzung (siehe Abschnitt 4.4.1)
- Beschränkung der Rißbildung (siehe Abschnitt 4.4.2)
- Beschränkung von Verformungen (siehe Abschnitt 4.4.3)

Andere Grenzzustände (wie z. B. Erschütterungen) können bei bestimmten Tragwerken von Bedeutung sein, werden aber in dieser Vorschrift nicht berücksichtigt.

**4.4.1 Begrenzung der Spannungen unter Gebrauchsbedingungen****4.4.1.1 Grundlagen**

P (1) Hohe Betondruckspannungen unter Gebrauchslasten können die Bildung von Längsrissen fördern oder zur Bildung von Mikrorissen im Beton oder zu Kriechverformungen führen, die größer als die vorausberechneten sind. Wenn vorauszusehen ist, daß das einwandfreie Funktionieren eines Bauteiles nachteilig beeinflußt wird, müssen Maßnahmen getroffen werden, um diese Spannungen auf eine angemessene Größe zu beschränken.

- (2) Längsrisse können auftreten, wenn die Spannung unter seltener Lastkombination den Wert  $|0,6| f_{ck}$  überschreitet. Derartige Rißbildung kann zu einer Verminderung der Dauerhaftigkeit führen. Werden keine anderen Maßnahmen getroffen, wie z. B. eine Erhöhung der Betondeckung in der Druckzone oder eine Umschnürung der Druckzone durch Querbewehrung, kann es erforderlich sein, Druckspannungen in Bereichen, die den Bedingungen der Umweltklassen 3 oder 4 (siehe Tabelle 4.1) ausgesetzt sind, auf den genannten Wert zu begrenzen.
- (3) Kriechverformungen können die Werte nach Abschnitt 2.5.5 überschreiten, wenn die Betonspannungen unter quasi-ständigen Lasten größer sind als  $|0,45| f_{ck}$ . Wenn das Kriechen die Funktion des betrachteten Bauteils wesentlich beeinflußt, sollte die Spannung auf den o. g. Wert begrenzt werden. Für biegebeanspruchte Stahlbetonbauteile sollte dieser Nachweis geführt werden, wenn das Verhältnis von Spannweite zur Nutzhöhe 85 % des in Abschnitt 4.4.3.2 angegebenen Wertes überschreitet. Ein Nachweis kann auch beim Nachweis der Krafteinleitung in vorgespannten Bauteilen erforderlich werden.
- (4) Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Spannbetonbauteilen können andere Spannungsbegrenzungen im Beton erforderlich machen; z. B. eine volle Überdrückung des Querschnitts (siehe Abschnitt 4.4.2.1).
- (5) Spannungen im Bereich von Verankerungen und Auflagern. Nachweise unter Gebrauchsbedingungen sind nicht erforderlich, wenn die Maßnahmen in den Abschnitten 2.5.3.7.4, 5.4.6 und 5.4.8 getroffen werden.
- (6) Stahlspannungen, die unter Gebrauchsbedingungen zu nichtelastischen Verformungen des Stahls führen können, sind zu vermeiden, sofern dies zu großen und ständig offenen Rissen führt.
- (7) Diese Anforderung wird unter der Voraussetzung erfüllt, daß unter der seltenen Lastkombination (siehe Abschnitt 2.3.4) die Zugspannung in der Betonstahlbewehrung den Wert  $|0,8| f_{yk}$  nicht überschreitet. Wenn die Spannung ausschließlich aus Zwang herröhrt, ist ein Wert von  $|f_{yk}|$  zulässig. Die Spannung in Spanngliedern nach Abzug der Spannkraftverluste sollte den Wert von  $|0,75| f_{pk}$  nicht überschreiten.

**4.4.1.2 Nachweis der Spannungen**

P (1) Bei der Spannungsberechnung muß neben den Einflüssen aus Kriechen und Schwinden berücksichtigt werden, ob unter Gebrauchslast mit dem Reißn des Querschnitts zu rechnen ist. Es kann erforderlich sein, auch andere Zwangeinwirkungen, wie z. B. infolge von Temperatur zu berücksichtigen, wenn diese Einfluß auf die Spannung haben.

- (2) Die Spannungsgrenzen nach Abschnitt 4.4.1.1 dürfen ohne weiteren Nachweis im allgemeinen als eingehalten angesehen werden, wenn
  - a) die Bemessung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach Abschnitt 4.3 erfolgt ist,
  - b) die Festlegungen für die Mindestbewehrung nach Abschnitt 4.4.2.2 eingehalten sind,
  - c) die bauliche Durchbildung nach Abschnitt 5 durchgeführt wird.
  - d) im Grenzzustand der Tragfähigkeit die Schnittgrößen nicht mehr als 30 % umgelagert wurden.

Es ist zu beachten, daß Kriechen und Schwinden in teilweise vorgespannten Bauteilen im Betonstahl oder in den Spanngliedern hohe Spannungen erzeugen können, die wiederum zu Ermüdungsproblemen führen können.

- (3) Langzeiteinflüsse sollten in Bemessungssituationen berücksichtigt werden, in denen mehr als 50 % der Spannung infolge quasi-ständiger Einwirkungen auftritt. Dabei darf ein Verhältnis der E-Moduln von  $\alpha_E = E_s/E_c = 15$  angenommen werden. Bei kleineren Spannungsanteilen darf man sie vernachlässigen.
- (4) Die Spannungen werden je nach Beanspruchung über die Querschnittswerte im ungerissenen oder gerissenen Zustand ermittelt.
- (5) Im allgemeinen sollte jedoch der gerissene Zustand angenommen werden, wenn die im ungerissenen Zustand berechneten Zugspannungen unter der seltenen Lastkombination den Wert  $f_{ctm}$  (siehe Tabelle 3.1) überschreiten.
- (6) Bei Annahme eines ungerissenen Betonquerschnitts wird vorausgesetzt, daß der gesamte Betonquerschnitt mitträgt und sich Beton und Stahl unter Zug- als auch Druckbeanspruchung elastisch verhalten.
- (7) Bei Annahme eines gerissenen Betonquerschnitts wird vorausgesetzt, daß sich der auf Druck beanspruchte Beton elastisch verhält, jedoch nicht in der Lage ist, Zugspannungen aufzunehmen. (Bei Anwendung dieser Regeln zur Spannungsbegrenzung ist die Wirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen zu vernachlässigen).
- (8) Um die Spannungsbegrenzung im Betonstahl unter Einwirkung von Zwang sicherzustellen, ist es erforderlich, wenigstens die Mindestbewehrung nach Abschnitt 4.4.2.2 vorzusehen.

#### 4.4.2 Grenzzustände der Rißbildung

##### 4.4.2.1 Allgemeines

- P (1) Die Rißbildung ist so zu beschränken, daß die ordnungsgemäße Nutzung des Tragwerks sowie sein Erscheinungsbild als Folge von Rissen nicht beeinträchtigt wird.
- P (2) Rißbildung ist in Betontragwerken unter der Wirkung von Biegung, Querkraft, Torsion oder Zug, der entweder aus direkter Belastung oder aus Zwang herrührt, nahezu unvermeidbar.
- P (3) Risse können auch aus anderen Gründen auftreten, z. B. aus plastischem Schwinden oder chemischen Reaktionen im Festbeton, die Volumenänderungen nach sich ziehen. Solche Risse können unannehmbar breit sein, aber ihre Vermeidung und die Beschränkung ihrer Breite liegen außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Abschnitts.
- P (4) Andererseits kann eine Rißbildung ohne jegliche Beschränkung der Rißbreite zulässig sein; eine Rißbildung kann auch durch Maßnahmen, wie z. B. eine Fugenanordnung, die Bewegungen ausgleicht, vermieden werden, wenn diese die Funktion des Tragwerks nicht beeinträchtigen.
- P (5) Geeignete Grenzwerte, die die vorgesehene Funktion und die Art des Tragwerks sowie die Kosten für die Beschränkung der Rißbreite berücksichtigen, sollten in Absprache mit dem Bauherrn festgelegt werden.
- (6) Wenn keine besonderen Anforderungen gestellt werden (z. B. Wasserundurchlässigkeit), kann angenommen werden, daß für die Umweltklassen 2 bis 4 eine Begrenzung der maximalen Rißbreite auf etwa  $0,3 \text{ mm}$  bei quasi-ständiger Lastkombination (siehe Abschnitt 2.3.4) bei Stahlbetonbauteilen in Gebäuden sowohl unter dem Gesichtspunkt der äußeren Erscheinung als auch der Dauerhaftigkeit im allgemeinen ausreichend ist. Für die Umweltklasse 1 hat die Rißbreite keinen Einfluß auf die Dauerhaftigkeit, und deren Begrenzung kann weniger streng gehandhabt werden, wenn dies auch aus anderen Gründen annehmbar ist.
- (7) Die Dauerhaftigkeit von Spannbetonbauteilen kann für die Umweltklassen 2 bis 4 durch Rißbildung wesentlich beeinträchtigt werden (siehe Abschnitt 4.1). Wenn keine genaueren Anforderungen gestellt werden, können die Begrenzungen nach Tabelle 4.10 im allgemeinen als ausreichend angenommen werden. Die Einhaltung des Grenzzustands der Dekompression bedeutet, daß unter der häufigen Lastkombination alle Teile des Spannglieds wenigstens 25 mm innerhalb des gedrückten Betons liegen.
- (8) Besondere Maßnahmen für die Begrenzung der Rißbildung können bei Bauteile notwendig sein, die der Umweltklasse 5 ausgesetzt sind. Die Wahl der angemessener Maßnahmen hängt von der Art der jeweiligen aggressiven chemischen Substanz ab.
- P (9) Die Begrenzung der Rißbreite auf zulässige Werte wird dadurch erreicht,
  - a) daß in allen Querschnitten, die wesentlich durch Zug aus Zwang beansprucht werden können, eine im Verbund liegende Mindestbewehrung vorhanden ist, die ausreicht, um ein Fließen der Bewehrung oberhalb der Rißlast zu verhindern. Dies gilt auch, wenn der Zwang in Kombination mit äußeren Lasten auftritt.
  - b) und daß Abstände und Durchmesser der Bewehrungsstäbe zur Beschränkung der Rißbreite begrenzt werden.

Dies ist ebenfalls auf diejenigen Bereiche von vorgespannten Bauteilen anzuwenden, in denen Betonzugspannungen entstehen können.

## DIN V 18 932 Teil 1

Tabelle 4.10 Kriterien für vorgespannte Bauteile

Umweltklasse	Bemessungswerte der Rißbreite $w_k$ unter der häufigen Lastkombination (mm)	
	Vorspannung mit nachträglichem Verbund	Vorspannung mit sofortigem Verbund
1	[0,2]	[0,2]
2	[0,2]	
3 und 4 +	Dekompression oder Beschichtung der Spannglieder und $w_k = [0,2]$	Dekompression

Bemerkung: Für die Definition des Grenzzustands der Dekompression siehe Absatz (7).

## 4.4.2.2 Mindestbewehrung

P (1) Bezuglich der Mindestbewehrung zur Rissebeschränkung in Bauteilen oder in Bereichen eines Bauteils, die durch Zwangzugspannungen beansprucht werden, ist zwischen zwei möglichen Mechanismen, die zu Spannungen führen, zu unterscheiden:

- (1) Zwang wird durch das Bauteil selbst hervorgerufen, wobei die Spannungen aus der behinderten Verformung des unter Zwang stehenden Bauteiles entstehen (z. B. Spannungen, die durch Zwang aus Schwinden hervorgerufen werden),
- (11) Zwang aus von außen aufgezwungenen Verformungen, wobei die Spannungen aus der behinderten Verformung entstehen (Beispiel: Spannungen in einem Bauteil infolge Auflagerersetzung).

P (2) Es ist zwischen zwei Spannungsverteilungen im Bauteil bei der Rißbildung zu unterscheiden:

- a) Biegung, wobei die Zugspannungsverteilung über den Querschnitt dreieckförmig ist (d. h. es bleiben dabei einige Bereiche des Querschnitts unter Druck).
- b) Zug, wobei der gesamte Querschnitt Zugspannungen ausgesetzt ist.
- (3) Sofern eine genauere Rechnung nicht zeigt, daß ein geringerer Bewehrungsquerschnitt ausreicht, kann der erforderliche Mindestbewehrungsquerschnitt nach der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}/\sigma_s \quad (4.78)$$

Hierin sind:

$A_s$  Querschnittsfläche der Zugbewegung

$A_{ct}$  Querschnittsfläche der Betonzugzone. Die Zugzone ist derjenige Teil des Querschnitts, der rechnerisch kurz vor der Erstrißbildung unter Zugbeanspruchung steht.

$\sigma_s$  Zulässige Spannung in der Bewehrung unmittelbar nach der Rißbildung. Diese kann zu [100 %] der Streckgrenze der Bewehrung  $f_yk$  angenommen werden. Ein geringerer Wert kann jedoch erforderlich sein, um die Begrenzung der Rißbreite sicherzustellen (siehe Tabelle 4.11).

$f_{ct,eff}$  wirksame Zugfestigkeit des Betons zum Zeitpunkt der Erstrißbildung. In vielen Fällen, z. B. wenn der maßgebende Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme entsteht, kann dies nach den ersten 3 bis 5 Tage nach dem Einbringen des Betons in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen, der Form des Bauteils und der Art der Schalung der Fall sein. Werte für  $f_{ct,eff}$  können Tabelle 3.1 entnommen werden, wobei diejenige Festigkeitsklasse gewählt wird, die beim Auftreten der Risse zu erwarten ist. Wenn der Zeitpunkt der Rißbildung nicht mit Sicherheit innerhalb der ersten 28 Tage festgelegt werden kann, wird vorgeschlagen, eine Mindestzugfestigkeit von [3] N/mm<sup>2</sup> anzunehmen.

$k_c$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Spannungsverteilung innerhalb des Querschnitts bei Erstrißbildung. Die maßgebende Spannungsverteilung ist diejenige, die aus der Kombination von Lasten und Zwang herrührt.

$k_c = 1,0$  für reinen Zug  
 $k_c = 0,4$  für reine Biegung

Bei Querschnitten, die durch Längskräfte oder Vorspannung beansprucht sind, siehe Absatz (7).

$k$  Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Eigenspannungen

Werte für  $k$  sind nachfolgend für unterschiedliche Fälle angegeben:

- Zugspannungen infolge von im Bauteil selbst hervorgerufenem Zwang, allgemein  $k = 0,8$
- für Rechteckquerschnitte  $\begin{array}{ll} \text{bei } h \leq 30 \text{ cm}, & k = 0,8 \\ \text{bei } h \geq 80 \text{ cm}, & k = 0,5 \end{array}$
- Zugspannungen infolge von außerhalb des Bauteils hervorgerufenem Zwang  $k = 1,0$
- Teile des Querschnittes, die von der Hauptzugbewehrung entfernt liegen, so z. B. abliegende Teile des Querschnittes oder die Stege von hohen Querschnitten, können durch den Zuggurt auf Zwang beansprucht betrachtet werden. In diesen Fällen ist ein Wert von  $0,5 < k < 1,0$  angesehen.

- (4) Der Querschnitt der Mindestbewehrung kann vermindert werden oder sogar ganz entfallen, wenn die Zwangschnittgröße die Rißschnittgröße nicht erreicht. In diesen Fällen muß die Mindestbewehrung nur für die nachgewiesene Zwangschnittgröße angeordnet werden.

- P (5) Bei vorgespannten Bauteilen und Stahlbetonbauteilen, die unter Längsdruckspannungen stehen, kann der Mindestbewehrungsquerschnitt unter den Wert abgemindert werden, der für Stahlbeton erforderlich ist, weil:

- die Biegesteifigkeit in der Druckzone zunimmt,
- die Spannglieder angerechnet werden dürfen.

- (6) In Spannbetonbauteilen ist die Mindestbewehrung zur Rissebeschränkung nicht in Bereichen erforderlich, in denen der Beton bei seltener Lastkombination und den maßgebenden charakteristischen Werten der Vorspannung und der Längskräfte unter Druck verbleibt.

- (7) Wenn die Bedingungen nach Absatz (6) nicht erfüllt sind, sollte der erforderliche Mindestquerschnitt nach Absatz (3) mit den folgenden Werten für  $k_c$  berechnet werden:

Kastenquerschnitte

$k_c = 0,4$  für Stege  
 $= 0,8$  für Zuggurte

Bei Rechteckquerschnitten darf der Wert  $k_c$  zwischen den Werten 0,4 bei reiner Biegung und Null interpoliert werden. Der Wert Null ergibt sich, wenn entweder

- (a) die Bedingungen nach Absatz (6) erfüllt sind

oder

- (b) wenn unter Einwirkung des maßgebenden charakteristischen Wertes der Vorspannung die Höhe der Zugzone, die unter Annahme eines gerissenen Querschnitts unter den Lastbedingungen der Erstrißbildung berechnet wurde, den kleineren Wert von  $h/2$  oder 0,5 m nicht überschreitet.

- (8) Spannglieder dürfen innerhalb eines sie umgebenden Quadrats von 300 mm Seitenlänge als Mindestbewehrung in Rechnung gestellt werden, vorausgesetzt, daß das unterschiedliche Verbundverhalten der Spannglieder und der nicht vorgespannten Bewehrung berücksichtigt wird. Wenn keine genaueren Angaben vorliegen, kann die Wirksamkeit der Spannglieder mit 50 % angenommen werden.

#### 4.4.2.3 Beschränkung der Rißbildung ohne direkte Berechnung

- (1) Bei nicht vorgespannten oder vorgespannten Platten in Bauwerken, die durch Biegung ohne wesentlichen zentrischen Zug beansprucht werden, sind keine besonderen Maßnahmen zur Beschränkung der Rißbildung notwendig, wenn deren Gesamtdicke 200 mm nicht übersteigt und die Festlegungen nach Abschnitt 5.4.3 eingehalten sind.
- (2) Wenn die Mindestbewehrung nach Abschnitt 4.4.2.2 vorgesehen ist, können im allgemeinen die Rißbreiten auf zulässige Werte begrenzt und eine übermäßige Rißbildung zwischen Bewehrungsstäben mit großen Abständen vermieden werden, wenn die Abstände und/oder die Durchmesser der Bewehrungsstäbe begrenzt werden. Die nachfolgenden Tabellen 4.11 und 4.12 sind so ermittelt, daß die Rißbreite im allgemeinen 0,3 mm bei Stahlbeton und 0,2 mm bei Spannbeton nicht überschreitet. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß gelegentlich Risse mit größerer Breite auftreten können, diese jedoch nicht als schädlich betrachtet werden sollten.

## DIN V 18 932 Teil 1

Im allgemeinen werden die Rißbreiten nicht unzulässig groß, wenn:

- bei einer Rißbildung infolge überwiegenden Zwangs die Stabdurchmesser nach Tabelle 4.11 nicht überschritten werden, wobei die Stahlspannung dem Wert unmittelbar nach der Rißbildung entspricht (d. h.  $\sigma_s$  nach Gleichung (4.78) in Abschnitt 4.4.2.2 (3)) und
- bei Rissen infolge überwiegender Lastbeanspruchung die Festlegungen nach Tabelle 4.11 oder nach Tabelle 4.12 erfüllt sind.

Bei vorgespannten Querschnitten sollten die Spannungen in der Bewehrung berechnet werden, indem die Vorspannung als äußere Kraft betrachtet wird, ohne Berücksichtigung des Spannungszuwachses in den Spanngliedern infolge äußerer Belastung.

Tabelle 4.11 Grenzdurchmesser  $\phi^*$  bei Rippenstählen (Grundwerte)

Stahlspannung N/mm <sup>2</sup>	Grenzdurchmesser der Stäbe mm	
	Stahlbeton	Spannbeton
160	32	25
200	25	16
240	20	12
280	16	8
320	12	6
360	10	5
400	8	4
450	6	–

Bei Stahlbeton darf der Grenzdurchmesser der Bewehrungsstäbe folgendermaßen modifiziert werden:

$$\phi = \phi^* f_{ctm} / (2,5) h / [10(h - d)] \geq \phi^* (f_{ctm} / 2,5) \text{ bei Rißbildung infolge Zwang}$$

$$\phi = \phi^* \frac{h}{10(h - d)} \geq \phi^* \text{ bei Rißbildung infolge Last}$$

Hierin sind:

$\phi$  modifizierter Grenzdurchmesser

$\phi^*$  Grundwert des Grenzdurchmessers nach Tabelle 4.11

$h$  Bauteildicke

Tabelle 4.12 Höchstwerte der Stababstände von Betonrippenstählen

Stahlspannung N/mm <sup>2</sup>	Höchstwert der Stababstände mm		
	reine Biegung	reiner Zug	vorgespannte Querschnitte (Biegung)
160	300	200	200
200	250	150	150
240	200	125	100
280	150	75	50
320	100	--	--
360	50	--	--

- (3) Die in den Tabellen 4.11 und 4.12 angegebenen Stahlspannungen sollten bei Stahlbeton für quasi-ständige Lasten und bei Spannbeton für häufige Lasten und dem maßgebenden charakteristischen Wert der Vorspannung ermittelt werden. Wenn die Stahlspannung durch überwiegenden Zwang hervorgerufen wird, sollte in Tabelle 4.11 die Spannung verwendet werden, die dem Wert  $\sigma_s$  nach Gleichung (4.78) entspricht.

- (4) Balken mit einer Gesamtdicke von 1 m oder mehr, bei denen die Hauptbewehrung in nur einem kleinen Bereich der Höhe konzentriert ist, sollten mit einer zusätzlichen Stegbewehrung versehen sein, um die Rißbildung an den Seitenflächen zu beschränken. Diese Bewehrung sollte zwischen der Zugbewehrung und der Nulllinie verteilt und innerhalb der Bügel angeordnet werden. Der Querschnitt der Stegbewehrung sollte nicht kleiner als der Wert nach Abschnitt 4.4.2.3 sein, wobei  $k$  zu 0,5 und  $\sigma_s$  gleich  $f_yk$  angenommen werden. Abstand und Durchmesser der Bewehrungsstäbe können den Tabellen 4.11 und 4.12 entnommen werden, wobei reiner Zug und eine Stahldnung anzunehmen ist, die halb so groß wie die Spannung in der Hauptzugbewehrung ist.
- (5) Schrägrisse können unter Einhaltung der Bügelabstände nach Tabelle 4.13 als ausreichend beschränkt angesehen werden. Bei Bauteilen, die keine Schubbewehrung erfordern, ist ein Nachweis nicht notwendig (d. h. wenn  $V_{cd} > V_{sd}$ ; wenn  $3V_{cd} > V_{sd}$ , ist ebenfalls kein Nachweis erforderlich, da unter Gebrauchsbedingungen keine Schrägrisse im Bauteil zu erwarten sind).

Tabelle 4.13 Bügelabstände in Balken zur Beschränkung von Schrägrissen

$V_{sd} - 3V_{cd}$	Bügelabstand
$\rho_w b_w d$ N/mm <sup>2</sup>	mm
≤ 50	300
75	200
100	150
150	100
200	50

In Tabelle 4.13 entspricht  $V_{sd}$  dem Bemessungswert der aufzunehmenden Querkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit, und  $V_{cd}$  kann gleich  $V_{rdj}$  nach Gleichung (4.18) in Abschnitt 4.3.2.3 angenommen werden. Der Schubbewehrungsgrad  $\rho_w$  ist durch Gleichung (4.79) festgelegt:

$$\rho_w = A_{sw}/(s b_w \sin \alpha) \quad (4.79)$$

Hierin sind:

$\rho_w$  Schubbewehrungsgrad

$A_{sw}$  Querschnittsfläche der Schubbewehrung innerhalb des Abstands  $s$

$s$  Abstand der Schubbewehrung

$b_w$  Stegbreite oder kleinste Breite eines Bauteils innerhalb der Nutzhöhe

$\alpha$  Winkel zwischen Schubbewehrung und der Bauteillachse (z. B. bei senkrechten Bügeln  $\alpha = 90^\circ$  und  $\sin \alpha = 1$ )

- (6) Es sei darauf hingewiesen, daß eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten breiter Risse in Querschnitten mit Spannungssprüngen besteht, z. B.

- bei sprunghafter Querschnittsveränderung
- bei konzentrierten Lasten
- in Abschnitten mit gestaffelter Bewehrung
- in Bereichen mit hohen Verbundspannungen, besonders an den Enden von Bewehrungsstößen

In solchen Querschnitten sollten Spannungssprünge soweit wie möglich verringert werden. Allerdings stellen die hier angegebenen Regeln normalerweise eine angemessene Beschränkung der Rißbreite in diesen Querschnitten sicher, sofern die Regeln der Bewehrungsführung nach Abschnitt 5 eingehalten werden.

#### 4.4.2.4 Berechnung der Rißbreite

- P (1) Der Rechenwert der Rißbreite kann aus der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} \quad (4.80)$$

## DIN V 18 932 Teil 1

Hierin sind:

$w_k$  Rechenwert der Rißbreite

$s_{rm}$  mittlerer Rißabstand bei abgeschlossenem Rißbild

$\epsilon_{sm}$  mittlere Dehnung der Bewehrung, die unter der maßgebenden Lastkombination unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen, des Schwindens u. ä. bestimmt wird.

$\beta$  Verhältnis vom Rechenwert zum Mittelwert der Rißbreite

(2) Der Wert  $\beta$  in Gleichung (4.80) darf wie folgt angenommen wird, und

$\beta = 1,7$  für Rißbildung, die durch Lasten hervorgerufen wird und für Rißbildung infolge Zwang in Querschnitten mit Abmessungen über 800 mm.

= 1,3 bei Rißbildung infolge Zwang in Querschnitten mit einer Höhe, Breite oder Dicke von 300 mm oder weniger (Der kleinste Wert ist maßgebend).  
Bei Querschnitten, deren Größe zwischen den angegebenen Werten liegt, darf linear interpoliert werden.

$\epsilon_{sm}$  kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} [1 - \beta_1 \beta_2 \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2] \quad (4.81)$$

Hierin sind:

$\sigma_s$  Spannung der Zugbewehrung, die auf der Grundlage eines gerissenen Querschnittes berechnet wird

$\sigma_{sr}$  Spannung in der Zugbewehrung, die auf der Grundlage eines gerissenen Querschnitts für eine Lastkombination berechnet wird, die zur Erstrißbildung führt

$\beta_1$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses eines Bewehrungsstabs auf die mittlere Dehnung

= 1,0 für Rippenstäbe  
= 0,5 für glatte Stäbe

$\beta_2$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Belastungsdauer oder einer wiederholten Belastung auf die mittlere Dehnung

= 1,0 für eine einzelne kurzzeitige Belastung  
= 0,5 für eine andauernde Last oder für häufige Lastwechsel

Bei Bauteilen, die nur im Bauteil selbst hervorgerufenem Zwang unterworfen sind, darf  $\sigma_s = \sigma_{sr}$  angenommen werden.

(3) Der mittlere Rißabstand kann bei Bauteilen, die überwiegend Biegung oder Zug ausgesetzt sind, nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r \quad (4.82)$$

Hierin sind:

$\phi$  Stabdurchmesser in mm. Werden in einem Querschnitt Stäbe mit unterschiedlichen Durchmessern verwendet, darf ein mittlerer Stabdurchmesser angesetzt werden.

$k_1$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Verbundeigenschaften der Bewehrungsstäbe auf den Rißabstand

$k_1 = 0,8$  für Rippenstäbe  
= 1,6 für glatte Stäbe

$k_2$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Dehnungsverteilung auf den Rißabstand

$k_2 = 0,5$  für Biegung  
= 1,0 für glatte Stäbe

Bei außermittigem Zug oder für örtliche Nachweise sollten Zwischenwerte von  $k_2$  nach folgender Beziehung verwendet werden:

$$k_2 = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2\epsilon_1}$$

Dabei ist  $\epsilon_1$  die größere und  $\epsilon_2$  die kleinere Zugdehnung an den Rändern des betrachteten Querschnitts, die unter Annahme eines gerissenen Querschnitts ermittelt wurden.

## DIN V 18 932 Teil 1

$\rho_r = A_s/A_{c,eff}$ , wirksamer Bewehrungsanteil, wobei  $A_s$  die Querschnittsfläche der Zugebewehrung innerhalb der wirksamen Zugzone  $A_{c,eff}$  bezeichnet.

Die wirksame Zugzone ist im allgemeinen diejenige Betonfläche, die die Zugbewehrung umgibt und eine Höhe gleich dem 2,5fachen Abstand der Randzugfaser vom Schwerpunkt der Bewehrung aufweist (siehe Bild 4.33). Bei Platten oder bei vorgespannten Bauteilen, deren Höhe der Zugzone klein sein kann, sollte die Höhe der wirksamen Fläche nicht größer als  $(h-x)/3$  angenommen werden.

Der Wert von  $s_{rm}$  wird in mm angegeben.

- (4) Spannglieder dürfen bei der Berechnung von Rißabständen innerhalb einer quadratischen Fläche, die die Spannglieder mit einer Seitenlänge von 300 mm umgibt, in Rechnung gestellt werden, wobei das unterschiedliche Verbundverhalten der Spannglieder zu berücksichtigen ist. Geeignete Werte  $k_1$  sollten für die verwendeten Spannglieder durch Versuche ermittelt werden. Wenn genauere Angaben nicht vorliegen, darf ein Wert von 2,0 angenommen werden. Wenn gleichzeitig Spannglieder und Betonstahl verwendet werden, darf das Produkt  $k_1 \cdot \phi$  in Gleichung (4.82) durch  $\sum k_1 \cdot \phi/n$  ersetzt werden. Dabei bezeichnet  $\sum k_1 \cdot \phi$  die Summe der Durchmesser aller Bewehrungsstäbe und Spannglieder innerhalb der betrachteten Fläche, wobei jeder mit seinem maßgebenden Verbundbeiwert  $k_1$  zu multiplizieren ist und  $n$  die Gesamtanzahl der Stäbe und Spannglieder bezeichnet.
- (5) Wenn Risse in orthogonal bewehrten Bauteilen einen Winkel  $> 15^\circ$  zur Richtung der zugeordneten Bewehrung bilden, darf der Rißabstand nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$s_{rm} = \frac{1}{\frac{\cos\theta}{s_{rmx}} + \frac{\sin\theta}{s_{rmy}}} \quad (4.83)$$

Hierin sind:

$\theta$  Winkel zwischen der Bewehrung in x-Richtung und der Richtung der Hauptzugspannung.

$s_{rmx}$  bzw.  $s_{rmy}$  mittlere Rißabstände in x- und y-Richtung nach Gleichung (4.82).

- (6) Wenn die Rissbreiten für Bemessungssituationen berechnet werden, bei denen die Zugspannungen aus einer Kombination von Zwang und Lasten herrühren, dürfen die Gleichungen dieses Abschnitts verwendet werden. Jedoch sollte die Dehnung infolge Belastung, die auf Grundlage eines gerissenen Querschnitts berechnet wurde, um den Wert infolge Zwang erhöht werden.
- (7) Die in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren gestatten die Berechnung von Rißbreiten im Bereich nahe der im Verbund liegenden Bewehrung (d. h. innerhalb der wirksamen Zugzone). Außerhalb dieses Bereichs können größere Risse auftreten.
- (8) Wenn in Bereichen, für die der Nachweis der Rißbreitenbeschränkung geführt wird, keine im Verbund liegende Bewehrung vorhanden ist, sollte ein oberer Grenzwert der Rißbreite festgelegt werden, sofern im Querschnitt unter der Wirkung der Kräfte und Momente eine Restdruckzone verbleibt. In diesen Fällen darf der mittlere Rißabstand gleich der Rißtiefe gesetzt werden. Beispiele hierfür sind:
- Bauteile unter Biegung und mit sehr großen Stababständen. In diesem Fall darf die Rißbreite unter der Annahme  $s_{rm} = (h - x)$  berechnet werden, wobei  $h$  die Gesamtdicke des Bauteils und  $x$  die Druckzonenhöhe bezeichnen.
  - Wände, bei denen die mit dem Abfließen der Hydratationswärme verbundene Verformung des Wandfußes durch früher hergestellte Fundamente behindert wird. In diesem Fall darf  $s_{rm}$  gleich der Wandhöhe gesetzt werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

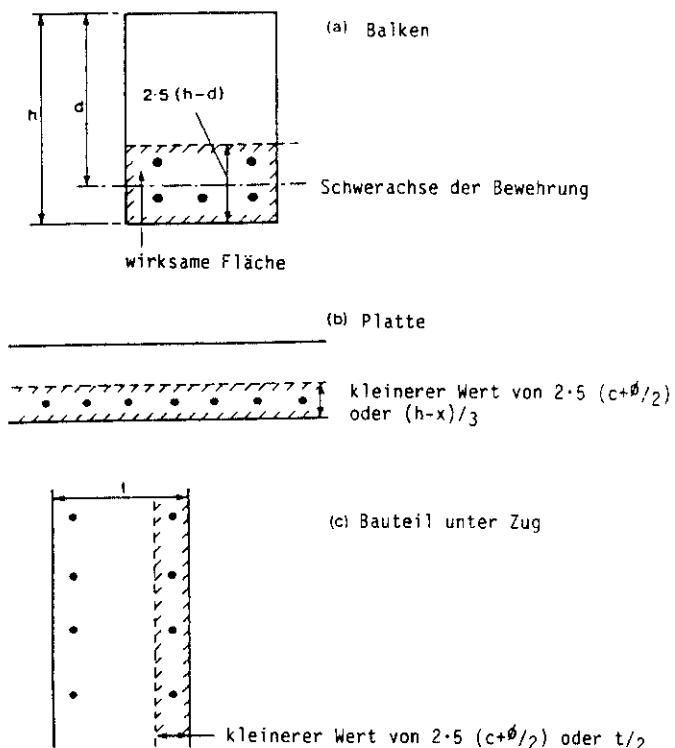


Bild 4.33 Wirksame Fläche (typische Fälle)

## 4.4.3 Grenzzustände der Verformung

## 4.4.3.1 Grundlagen

- P (1) Die Verformung eines Bauteils oder eines Tragwerks darf die ordnungsgemäße Funktion oder sein Erscheinungsbild nicht beeinträchtigen.
- P (2) Geeignete Grenzwerte für die Durchbiegung, die auf die Art des Tragwerks, der Oberflächenstruktur, etwaiger Trennwände oder Befestigungen sowie auf die Funktion des Tragwerks abgestimmt sind, müssen mit dem Bauherrn vereinbart werden.
- (3) Verformungen sollten die Werte, die mit angrenzenden Bauelementen, z. B. leichten Trännwänden, Verglasungen, Außenwandverkleidungen, haustechnischen Anlagen, Oberflächenausbildung, verträglich sind, nicht überschreiten. In einigen Fällen können Begrenzungen erforderlich sein, um die ordnungsgemäße Funktion von Maschinen oder Geräten auf dem Tragwerk sicherzustellen, oder die Bildung von stehendem Wasser auf Flachdächern zu vermeiden. Erschütterungen können ebenfalls eine Begrenzung erforderlich machen, sofern sie zu Unbehagen oder Besorgnis beim Benutzer des Bauwerks oder in extremen Fällen zu Schäden des Tragwerks führen.
- (4) Die Durchbiegungsgrenzen nach den Absätzen (5) und (6) sind ISO 4356 entnommen und stellen im allgemeinen hinreichende Gebrauchseigenschaften von Bauwerken, wie z. B. Wohnbauten, Bürogebäuden, öffentlichen Bauten oder Fabriken, sicher. Es ist zu überprüfen, ob nicht besondere Verhältnisse vorliegen, die die Verwendung der folgenden Werte für ein bestimmtes Tragwerk einschränken. Weitere Angaben zu Durchbiegungen und deren Grenzwerten können ISO 4356 entnommen werden.
- (5) Das Erscheinungsbild und die Gebrauchstauglichkeit eines Tragwerks können beeinträchtigt werden, wenn die berechnete Durchbiegung eines Balkens, einer Platte oder eines Kragbalkens unter quasi-ständigen Lasten  $1/\boxed{250}$  der Stützweite überschreitet. Die Durchbiegung ist auf die Verbindungsline der Unterstützungspunkte zu beziehen. Überhöhung sind zulässig, um einen Teil oder die gesamte Durchbiegung auszugleichen. Die Schalungsüberhöhung sollte im allgemeinen  $1/\boxed{250}$  der Stützweite nicht überschreiten.

- (6) Durchbiegungen können Schäden an leichten Trennwänden, Befestigungselementen, Oberflächen sowie an Elementen, die am betrachteten Bauteil befestigt oder mit diesem verbunden sind, hervorrufen, wenn die berechnete Durchbiegung nach Einbau dieser Teile übermäßig groß ist. Der zulässige Grenzwert hängt in diesem Fall von der Art des Bauteils ab, das geschädigt werden kann. Als Richtwert für die Begrenzung kann  $1/\lfloor 500 \rfloor$  der Stützweite angenommen werden. Diese Grenze darf herabgesetzt werden, wenn das Bauteil, das Schaden nehmen kann, so bemessen ist, daß größere Durchbiegungen verträglich sind oder wenn bekannt ist, daß es in der Lage ist, größere Durchbiegung ohne Schaden aufzunehmen.

#### 4.4.3.2 Fälle, in denen auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden kann

- P (1) Im allgemeinen ist es nicht notwendig, Durchbiegungen rechnerisch zu ermitteln, wenn einfache Regeln, z. B. Begrenzung der Biegeschlankheit (Verhältnis von Stützweite zu Nutzhöhe), festgelegt werden können, die unter normalen Umständen unzulässige Durchbiegungen verhindern. Genauere Nachweise sind für Bauteile erforderlich, die außerhalb solcher Grenzen liegen oder wenn andere Durchbiegungsgrenzen als die des vereinfachten Verfahrens erforderlich sind.
- (2) Wenn Stahlbetonbalken oder -platten in Gebäuden so bemessen sind, daß die in diesem Abschnitt angegebenen zulässigen Biegeschlankheiten eingehalten werden, kann man davon ausgehen, daß auch ihre Durchbiegung die in den Abschnitten 4.4.3.1 (5) und (6) angegebenen Grenzen nicht überschreitet. Die zulässige Biegeschlankheit ergibt sich aus dem Produkt des Grundwertes nach Tabelle 4.14 und einem Korrekturbeiwert, der die Art der verwendeten Bewehrung sowie andere Einflußgrößen berücksichtigt. Bei der Aufstellung dieser Tabelle ist eine Überhöhung nicht erfaßt.
- (3) Die Werte der Tabelle 4.14 sollten in den folgenden Fällen abgemindert werden:
- Bei Plattenbalken, bei denen das Verhältnis von mitwirkender Breite zu Stegdicke den Wert 3 überschreitet, sollten die Tabellenwerte mit 0,8 multipliziert werden.
  - Mit Ausnahme von Flachdecken sollten bei Stützweiten über 7 m und beim Vorhandensein von Trennwänden die Grundwerte mit einem Faktor  $7/l_{eff}$  multipliziert werden.
  - Bei Flachdecken, bei denen die größere Stützweite 8,5 m überschreitet, sollten die Werte mit  $8,5/l_{eff}$  multipliziert werden.
- (4) Die Werte in Tabelle 4.14 sind unter der Voraussetzung berechnet worden, daß die Stahlspannung unter der Gebrauchslast im R18querschnitt in Feldmitte eines Balkens bzw. einer Platte oder am Einspannquerschnitt eines Kragträgers  $\sigma_s = 250 \text{ N/mm}^2$  beträgt (Das entspricht ungefähr  $f_yk = 400 \text{ N/mm}^2$ ). Bei hiervon abweichenden Spannungswerten sollten die Werte nach Tabelle 4.14 mit  $250/\sigma_s$  multipliziert werden, wobei  $\sigma_s$  die Spannung im zuvor genannten Querschnitt unter häufigen Lasten ist. Man befindet sich normalerweise mit der Annahme  $250/\sigma_s = 400/(f_yk * A_{s,req}/A_{s,prov})$  auf der sicheren Seite.

Hierin sind:

- $A_{s,prov}$  vorhandene Querschnittsfläche der Zugbewehrung in einem vorgegebenen Querschnitt  
 $A_{s,req}$  erforderliche Querschnittsfläche der Zugbewehrung in einem Bauteilquerschnitt, mit dem der erforderliche Bemessungswert des aufnehmbaren Momentes erreicht wird.

(5) Bei Anwendung von Tabelle 4.14 ist auf folgendes hinzuweisen:

- (a) Die angegebenen Werte befinden sich in der Regel auf der sicheren Seite, und genauere rechnerische Nachweise führen häufig zu dünneren Bauteilen.
- (b) Als Bauteile mit geringer Betonbeanspruchung gelten solche mit  $\rho < 0,5\%$  ( $\rho = A_s/bd$ ). Es kann normalerweise davon ausgegangen werden, daß Platten gering beansprucht sind.
- (c) Wenn der Bewehrungsgrad bekannt ist, können Zwischenwerte zwischen denen für hochbeanspruchte und gering beanspruchte Bauteile durch Interpolation erhalten werden, wobei angenommen wird, daß bei gering beanspruchten  $\rho = 0,5\%$  und bei hochbeanspruchten  $\rho = 1,5\%$  ist.
- (d) Für zweiachsig gespannte Platten sollte der Nachweis auf der Grundlage der kürzeren Stützweite durchgeführt werden. Bei Flachdecken sollte die größere Stützweite zugrunde gelegt werden.
- (e) Die für Flachdecken angegebenen Grenzen sind weniger streng als die zulässige Durchbiegung von  $\lfloor l_{eff}/250 \rfloor$ , bezogen auf die Unterstützungen. Erfahrungsgemäß ist dies ausreichend.

## DIN V 18 932 Teil 1

Tabelle 4.14 Grundwerte der zulässigen Biegeschlankheit von Stahlbetonbauteilen ohne Längsdruck

Statisches System	Beton hoch beansprucht	Beton gering beansprucht
1. frei drehbar gelagerter Einfeldträger; frei drehbar gelagerte einachsige oder zweiachsig gespannte Platte	18	25
2. Endfeld eines Durchlaufträgers oder einer einachsig gespannten durchlaufenden Platte; Endfeld einer zweiachsig gespannten Platte, die kontinuierlich über eine längere Seite durchläuft	23	32
3. Mittelfeld eines Balkens oder einer einachsige oder zweiachsig gespannten Platte	25	35
4. Platte, die ohne Unterzüge auf Stützen gelagert ist (Flachdecke) (auf der Grundlage der größeren Spannweite)	21	30
5. Kragträger	7	10

## 4.4.3.3 Rechnerischer Nachweis der Durchbiegungen

- P (1) Wenn eine Berechnung notwendig erscheint, muß die Durchbiegung für eine dem Ziel des Nachweises entsprechende Lastkombination ermittelt werden.
- P (2) Das Berechnungsverfahren muß das Verhalten des Tragwerks unter den maßgebenden Einwirkungen wirklichkeitsnah mit einer Genaugigkeit beschreiben, die auf den Zweck des Nachweises abgestimmt ist.
- (3) Anhang 4 enthält weitere Angaben zur Berechnung von Durchbiegungen.

## 5 Bauliche Durchbildung

### 5.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$A_{c1}$	Größte Fläche bei Teillächenbelastung, die geometrisch der Fläche $A_{c0}$ entspricht und denselben Schwerpunkt besitzt
$A_{c0}$	Belastungsfläche bei Teillächenbelastung (Bild 5.19)
$A_{ct,ext}$	Querschnittsfläche des zugbeanspruchten Betons außerhalb der Bügel (Bild 5.15)
$A_{s,min}$	Mindestwert der Querschnittsfläche der Zugbewehrung in Längsrichtung
$A_{s,prov}$	vorhandene Querschnittsfläche der Zugbewehrung
$A_{s,req}$	erforderliche Querschnittsfläche der Zugbewehrung
$A_{s,surf}$	Querschnittsfläche der Hautbewehrung
$A_{st}$	Querschnittsfläche zusätzlicher Querbewehrung parallel zur Bauteilunterseite
$A_{sv}$	Querschnittsfläche zusätzlicher Querbewehrung rechtwinklig zur Bauteilunterseite
$F_s$	Zugkraft in der Längsbewehrung in einem kritischen Querschnitt im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$F_{Rdu}$	Bemessungswert einer aufnehmbaren konzentrierten Einzellast (Gleichung 5.22)
$a$	horizontaler lichter Abstand zwischen zwei Stößen
$a_1$	Horizontale Verschiebung der Zugkraftlinie (Versatzmaß)
$b$	seitliche Betondeckung in einer Stoßebene
$b_t$	Mittlere Breite eines Balkens in der Zugzone
$c$	Mindestbetondeckung
$d_g$	Nennwert des Größkorndurchmessers des Zuschlags
$f_{bd}$	Bemessungswert der Verbundspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$l_b$	Grundmaß der Verankerungslänge
$l_{b,min}$	Mindestwert der Verankerungslänge
$l_{b,net}$	erforderliche Verankerungslänge
$l_s$	erforderliche Länge von Übergreifungsstößen (Bild 5.4)
$l_{s,min}$	Mindestmaß der Übergreifungslänge
$n$	Anzahl der Querstäbe innerhalb der Verankerungslänge
$n_1$	Anzahl der Bewehrungslagen, die im gleichen Schnitt verankert werden
$n_2$	Anzahl der Bewehrungsstäbe, die in jeder Lage verankert werden
$n_b$	Anzahl der Bewehrungsstäbe eines Stabbündels
$p$	Mittlerer Querdruck ( $N/mm^2$ ) im Bereich der Verankerungslänge
$s_1$	Abstand der Längsstäbe von geschweißten Betonstahlmatten oder einer Hautbewehrung
$s_{max}$	Größtabstand von Bügeln in Längsrichtung
$s_t$	Abstand von Längsstäben von geschweißten Betonstahlmatten oder bei Hautbewehrung
$u_k$	Umfang der Fläche $A_k$ (Bild 4.15)
$\alpha$	Winkel zwischen Schub- und Längsbewehrung (Hauptbewehrung)
$\alpha_a$	Beiwert zur Berücksichtigung der Wirksamkeit von Verankerungen
$\alpha_1$	Beiwert für die Wirksamkeit von Bewehrungsstößen
$\alpha_2$	Beiwert für die Berechnung der Übergreifungslängen von geschweißten Betonstahlmatten
$\theta$	Winkel zwischen Betondruckstreben und der Bauteilachse

## DIN V 18 932 Teil 1

**5.1 Allgemeines**

- P (1) Die in diesem Abschnitt aufgeführten Festlegungen gelten bei allen Betonstabstählen, Betonstahlmatten und Spannstählen bei überwiegend ruhender Belastung; sie gelten nicht für:
- Leichtbeton
  - Dynamische Belastung.
- (2) Für Leichtbeton gelten ergänzende Regeln in Teil 1 C.
- (3) Für ermüdungsbeanspruchte Tragwerke gilt Teil 1 E.
- P (4) Die Anforderungen an die Mindestbetondeckung müssen erfüllt sein (Abschnitt 4.1.3.3).

**5.2 Betonstahl****5.2.1 Allgemeine Bewehrungsregeln****5.2.1.1 Stababstände**

- P (1) Der Stababstand muß mindestens so groß sein, daß der Beton eingebracht und ausreichend verdichtet werden kann sowie ausreichender Verbund sichergestellt ist.
- (2) Der Größtkorndurchmesser  $d_g$  des Zuschlags sollte so gewählt werden, daß eine ausreichende Verdichtung des Betons im Bereich der Bewehrung sichergestellt ist.
- (3) Der lichte Abstand (waagerecht und senkrecht) zwischen parallelen Einzelstäben oder waagerechten Lagen paralleler Stäbe sollten nicht unter dem Durchmesser des größten Stabes oder 20 mm liegen. Diese Abstände sollten für  $d_g > 32 \text{ mm}$  nicht weniger als  $d_g + 5 \text{ mm}$  sein.
- (4) Bei Stabanordnung in getrennten waagerechten Lagen sollten die Stäbe jeder einzelnen Lage senkrecht übereinander liegen und der Zwischenraum zwischen den Stabreihen sollte das Einbringen eines Innenrüttler gestatten.
- (5) Übergreifende Stäbe dürfen sich innerhalb der Übergreifungslänge berühren.

**5.2.1.2 Zulässige Krümmungen**

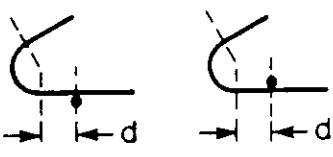
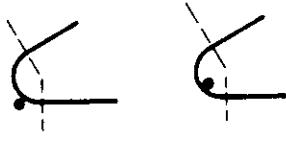
- P (1) Der kleinste Biegerollendurchmesser eines Stabes muß so festgelegt werden, daß Betonabplatzungen oder Zerstörungen des Betongefüges im Krümmungsbereich und Risse im Bewehrungsstab infolge des Biegens ausgeschlossen werden.
- (2) Der kleinste Biegerollendurchmesser für Stäbe und Drähte sollte nicht kleiner als der Wert nach Tabelle 5.1 sein.

**Tabelle 5.1 Mindestwerte der Biegerollendurchmesser**

	Haken, Winkelhaken, Schlaufen (siehe Bild 5.2)		Schrägstäbe oder andere gekrümmte Stäbe		
	Stabdurchmesser		Mindestwerte der Betondeckung senkrecht zur Krümmungsebene		
	$\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$	$\varnothing > 1000 \text{ mm}$ und $> 7 \varnothing$	$> 50 \text{ mm}$ und $> 3 \varnothing$	$\leq 50 \text{ mm}$ und $\leq 3 \varnothing$
glatte Stäbe S 220	[ 2,5 ] $\varnothing$	[ 5 ] $\varnothing$	[ 10 ] $\varnothing$	[ 10 ] $\varnothing$	[ 15 ] $\varnothing$
Rippenstäbe S 400, S 500	[ 4 ] $\varnothing$	[ 7 ] $\varnothing$	[ 10 ] $\varnothing$	[ 15 ] $\varnothing$	[ 20 ] $\varnothing$

- (3) Für geschweißte Bewehrung und Betonstahlmatten, die nach dem Schweißen gebogen werden, gelten die Mindestwerte der Biegerollendurchmesser nach Tabelle 5.2.

Tabelle 5.2 Mindestwert der Biegerollendurchmesser für geschweißte und gebogene Bewehrung

Mindestwert der Biegerollendurchmesser	
Schweißung außerhalb des Biegebereichs	Schweißung innerhalb des Biegebereichs
	
$d < 4 \text{ } \varnothing : 20 \text{ } \varnothing$ $d \geq 4 \text{ } \varnothing : \text{siehe Tafel 5.1}$	20 $\varnothing$

## 5.2.2 Verbund

### 5.2.2.1 Verbundbedingungen

P (1) Die Güte des Verbunds hängt ab von der Oberflächenstruktur des Stabes, den Abmessungen des Bauteils sowie der Lage und dem Neigungswinkel der Bewehrung während des Betonierens.

(2) Bei Normalbeton sind Verbundbedingungen als gut anzusehen für

- a) alle Stäbe mit einer Neigung von  $45^\circ$  bis  $90^\circ$  zur Waagerechten während des Betonierens (siehe Bild 5.1 a);
- b) alle Stäbe mit einer Neigung von  $0^\circ$  bis  $45^\circ$  zur Waagerechten während des Betonierens, die:
  - entweder in Bauteile eingebaut sind, deren Dicke in Betonierrichtung  $250$  mm nicht überschreitet (siehe Bild 5.1 b)
  - oder in Bauteile mit einer Dicke größer als  $250$  mm eingebaut sind und nach dem Betonieren
    - entweder in der unteren Hälfte des Bauteils (siehe Bild 5.1 c)
    - oder wenigstens  $300$  mm von seiner oberen Fläche (siehe Bild 5.1d) entfernt liegen.

(3) Alle anderen Bedingungen sind als mäßig anzusehen.

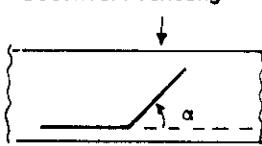
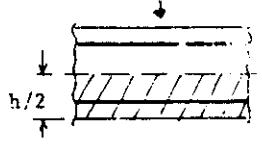
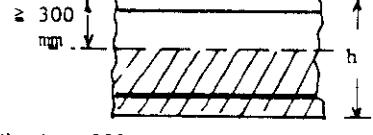
<p>Betonierrichtung</p> 	<p>a) <math>45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ</math> Für jeden Wert h</p>	<p>c) <math>h &gt; 250 \text{ mm}</math></p> 
<p>Betonierrichtung</p> 	<p>b) <math>h \leq 250 \text{ mm}</math></p>	<p>d) <math>h &gt; 600 \text{ mm}</math></p> 
<p>a) und b) gute Verbundbedingungen für alle Stäbe</p>		<p>c) und d) Stäbe im schraffierten Bereich: gute Verbundbedingungen Stäbe im nichtschraffierten Bereich: mäßig Verbundbedingungen</p>

Bild 5.1 Festlegung der Verbundbedingungen

## DIN V 18 932 Teil 1

## 5.2.2.2 Verbundspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit

- P (1) Der Grenzwert der aufnehmbaren Verbundspannung muß so festgelegt sein, daß unter Gebrauchslasten keine wesentliche Verschiebung zwischen Stahl und Beton auftritt und ein ausreichender Sicherheitsabstand gegen Versagen des Verbunds vorliegt.
- (2) Für gute Verbundbedingungen sind die Grundwerte der Verbundspannung  $f_{bd}$  in Tabelle 5.3 angegeben. In allen anderen Fällen sollten die Werte der Tabelle 5.3 mit dem Beiwert 0,7 multipliziert werden.

**Tabelle 5.3 Bemessungswert der Verbundspannung  $f_{bd}$  ( $N/mm^2$ ) bei guten Verbundbedingungen  
(Die Werte beinhalten einen  $\gamma_c$ -Beiwert von 1,5)**

$f_{ck}$	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Glatte Stäbe	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
Rippenstäbe $\phi \leq 32$ mm oder Betonstahlmatten mit gerippten Stäben.	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3

Diese Werte ergeben sich mit  $\gamma_c = 1,5$  aus den folgenden Formeln:

$$\text{- glatte Stäbe: } f_{bd} = (0,36 \sqrt{f_{ck}}) / \gamma_c \quad (5.1)$$

$$\text{- Rippenstäbe: } f_{bd} = (2,25 f_{ck}; 0,05) / \gamma_c \quad (5.2)$$

- (3) Falls ein Querdruck  $p$  wirkt (quer zur möglichen Spaltebene), dürfen die Werte der Tabelle 5.3 mit  $1/(1 - 0,04 p) \leq 1,4$  erhöht werden;  $p$  ist der mittlere Querdruck im Verankerungsbereich ( $p$  in  $N/mm^2$ ).

## 5.2.2.3 Grundmaß der Verankerungslänge

- P (1) Das Grundmaß der Verankerungslänge ist die gerade Verankerungslänge, die für die Verankerung der Kraft  $F_s = A_s f_{yd}$  im Stab bei Annahme einer konstanten Verbundspannung  $f_{bd}$  erforderlich ist. Bei der Festlegung des Grundmaßes der Verankerungslänge müssen Stahlsorte und Verbundeneigenschaften der Stäbe berücksichtigt werden.
- (2) Das Grundmaß der Verankerungslänge für die Verankerung eines Stabes mit dem Nenndurchmesser  $\phi$  ist:
- $$l_b = (\phi / 4) \cdot (f_{yd}/f_{bd}) \quad (5.3)$$
- Werte für  $f_{bd}$  sind in Tabelle 5.3 angegeben.
- (3) Für geschweißte Betonstahlmatten mit Doppelstäben sollte der Durchmesser  $\phi_s$  in Gleichung 5.3 durch den Vergleichsdurchmesser  $\phi_n = \phi / 2$  ersetzt werden.

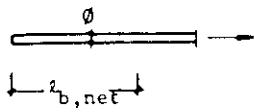
## 5.2.3 Verankerungen

## 5.2.3.1 Allgemeines

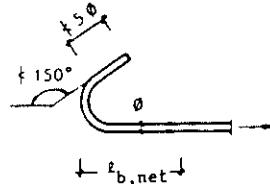
- P (1) Bewehrungsstäbe, Bewehrungsdrähte oder geschweißte Betonstahlmatten müssen so verankert sein, daß ihre Kräfte in den Beton eingeleitet werden und eine Längsrissbildung oder ein Abplatzen des Betons im Verankerungsbereich ausgeschlossen sind.  
Wenn erforderlich, muß Querbewehrung vorgesehen werden.
- P (2) Die Wirksamkeit von Ankerkörpern muß durch Versuche nachgewiesen sein. Ihre Eigenschaft, konzentrierte Kräfte im Verankerungsbereich zu übertragen, muß besonders sorgfältig geprüft werden.

### 5.2.3.2 Verankerungsarten

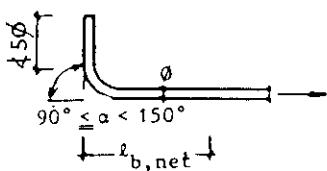
- (1) Die gebräuchlichsten Verankerungsarten zeigt Bild 5.2
- (2) Gerade Stabverankerungen oder Winkelhaken (siehe Bild 5.2 a) oder c)) sollten nicht für glatte Stäbe mit Nenndurchmessern über 8 mm verwendet werden.
- (3) Bei Druckbewehrungen, die bei bestimmten Lastfällen im Verankerungsbereich auch auf Zug beansprucht werden können, wird von Haken, Winkelhaken oder Schlaufen abgeraten. Dies gilt nicht für glatte Stäbe.



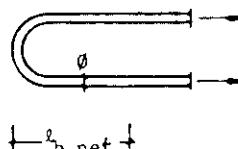
a) gerade Stabenden



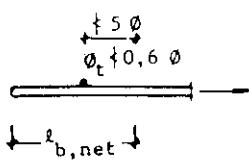
b) Haken



c) Winkelhaken



d) Schlaufe



e) angeschweißter Querstab

### Bild 5.2 Erforderliche Verankerungslänge

- (4) Einem Abplatzen des Betons oder einer Zerstörung des Betongefüges kann vorgebeugt werden, indem die Festlegungen nach Tabelle 5.1 berücksichtigt werden und das Anhäufen von Verankerungen vermieden wird.

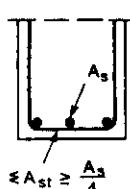
### 5.2.3.3 Querbewehrung parallel zur Betonoberfläche

- (1) In Balken sollte eine Querbewehrung angeordnet werden:
  - bei Verankerungen im Zugbereich ohne Querdruck aus Auflagerkräften (wie z. B. im Fall von indirekten Auflagerungen).
  - bei allen Verankerungen im Druckbereich.
- (2) Die Mindestfläche der Querbewehrung (Schenkel parallel zur Ebene in der die Längsbewehrung liegt) beträgt 25 % der Fläche eines verankerten Stabes (siehe Bild 5.3)

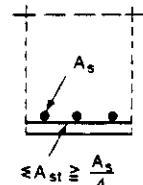
$$\sum A_{st} = n \cdot A_{st}$$

Hierin sind:

$n$  = Anzahl der Querstäbe innerhalb der Verankerungslänge  
 $A_{st}$  = Querschnittsfläche eines Stabes der Querbewehrung



a) Balken



b) Platte

### Bild 5.3 Querbewehrung im Verankerungsbereich von Stäben

## DIN V 18 932 Teil 1

- (3) Die Querbewehrung sollte gleichmäßig über die Verankerungslänge verteilt sein. Im Bereich von Haken, Winkelhaken oder Schlaufen sollte mindestens ein Querstab liegen.
- (4) Bei Druckstäben sollte die Querbewehrung die Stäbe umfassen und am Ende der Verankerungslänge konzentriert angeordnet werden; die Querbewehrung sollte darüber hinaus in einem Bereich von mindestens 4 ø über den Stoßbereich hinaus angeordnet werden. (siehe Bild 5.5 b).

## 5.2.3.4 Erforderliche Verankerungslänge

## 5.2.3.4.1 Stäbe und Drähte

- (1) Die erforderliche Verankerungslänge darf berechnet werden aus:

$$l_{b,net} = \alpha_a l_b (A_{s,req}/A_{s,prov}) \geq l_{b,min} \quad (5.4)$$

wobei (siehe Bild 5.2):

$l_b$  nach Abschnitt 5.2.2.3 (2), Gleichung (5.3),  
 $A_{s,req}$  und  $A_{s,prov}$  bezeichnen die erforderliche bzw. vorhandene Querschnittsfläche der Bewehrung

$l_{b,min}$  Mindestwert der Verankerungslänge:

- für Verankerungen in der Zugzone

$$l_{b,min} = [0,3] \cdot l_b \geq \left[ \frac{10}{100} \right] \text{ ø mm} \quad (5.5)$$

- für Verankerungen in der Druckzone

$$l_{b,min} = [0,6] \cdot l_b \geq \left[ \frac{10}{100} \right] \text{ ø mm} \quad (5.6)$$

$\alpha_a$  Beiwert zur Berücksichtigung der Wirksamkeit der Verankerung:

$\alpha_a = 1$  für gerade Stäbe

$\alpha_a = 0,7$  für gekrümmte, auf Zug beanspruchte Stäbe (siehe Bild 5.2), wenn die Betondeckung rechtwinklig zur Krümmungsebene im Bereich des Hakens, des Winkelhakens oder der Schlaufe zumindest  $[3]$  ø beträgt.

## 5.2.3.4.2 Betonstahlmatten aus Rippenstäben

- (1) Gleichung (5.4) darf verwendet werden.
- (2) Wenn mindestens ein Querstab im Verankerungsbereich vorhanden ist, dürfen die Werte nach Gleichung (5.4) auf das  $[0,7]$  fache abgemindert werden.

## 5.2.3.4.3 Betonstahlmatten aus glatten Stäben

- (1) Sie dürfen auf der Grundlage einschlägiger Normen verwendet werden.

## 5.2.3.5 Verankerung mit Ankerkörpern

P (1) Die Eignung von Ankerkörpern muß durch eine Zulassung nachgewiesen werden.

P (2) Zur Einleitung konzentrierter Verankerungskräfte in den Beton siehe Abschnitt 5.4.8.1.

## 5.2.4 Stöße

P (1) Die Ausbildung der Stabstöße muß so ausgeführt werden, daß:

- die Kraftübertragung von einem Stab zum nächsten sichergestellt ist,
- im Bereich der Stöße keine Betonabplatzungen auftreten,
- die Rißbreite am Stoßende die in Abschnitt 4.4.2.1 angegebenen Werte nicht wesentlich übersteigt.

## 5.2.4.1 Übergreifungsstöße von Stäben oder Drähten

## 5.2.4.1.1 Anordnung der Übergreifungsstöße

- (1) Wenn möglich sollten:

- Übergreifungsstöße versetzt angeordnet werden; sie sollten nicht im Bereich mit hohen Spannungen liegen (siehe auch Abschnitt 2.5.3, Schnittgrößenermittlung).

- Übergreifungsstöße in jedem Querschnitt symmetrisch und parallel zur Außenfläche des Bauteils angeordnet werden.

(2) Für Übergreifungsstöße gilt ebenfalls Abschnitt 5.2.3.2 (1) bis (4).

(3) Für die lichten Stababstände im Bereich des Übergreifungsstoßes gelten die Werte nach Bild 5.4

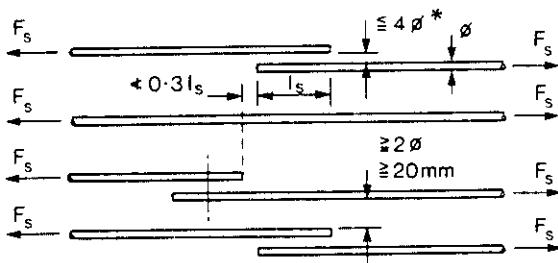


Bild 5.4 Benachbarte Stoße

\* anderenfalls muß die Übergreifungslänge um den Betrag erhöht werden, um den der lichte Abstand von  $\lfloor 4 \rfloor \phi_s$  überschritten wird.

#### 5.2.4.1.2 Querbewehrung

(1) Wenn der Durchmesser  $\phi$  der gestoßenen Stäbe geringer als  $\lfloor 16 \rfloor$  mm ist oder wenn der Anteil gestoßener Stäbe in einem beliebigen Querschnitt weniger als 20 % beträgt, dann ist die aus anderen Gründen vorhandene Querbewehrung (z. B. Schubbewehrung, Verteilerstäbe) als ausreichend anzusehen.

(2) Wenn  $\phi \geq \lfloor 16 \rfloor$  mm ist, dann sollte die Querbewehrung

- eine Gesamtfläche (Summe aller Schenkel parallel zur Ebene der gestoßenen Bewehrungsstäbe, siehe Bild 5.5) haben, die nicht geringer ist als die Fläche  $A_s$  eines gestoßenen Stabes ( $\sum A_{st} \geq 1,0 A_s$ ),
- als Bügel ausgebildet werden, falls  $a \leq \lfloor 10 \rfloor \phi$  (siehe Bild 5.6), oder anderenfalls gerade sein,
- zwischen der Längsbewehrung und der Betonoberfläche angeordnet sein.

(3) Für die Verteilung der Querbewehrung gilt Abschnitt 5.2.3.3 (3) und 5.2.3.3 (4).

#### 5.2.4.1.3 Übergreifungslänge

P (1) Die notwendige Übergreifungslänge ist gegeben durch:

$$l_0 = l_{b,net} \cdot \alpha_1 \geq l_{s,min} \quad (5.7)$$

mit:

$l_{b,net}$  nach Gleichung (5.4)

$$l_{s,min} \geq 0.3 \cdot \alpha_a \cdot \alpha_1 \cdot l_b \geq 15 \phi \geq 20 \text{ mm} \quad (5.8)$$

Werte für  $\alpha_a$  sind in Abschnitt 5.2.3.4.1 angegeben.

## DIN V 18 932 Teil 1

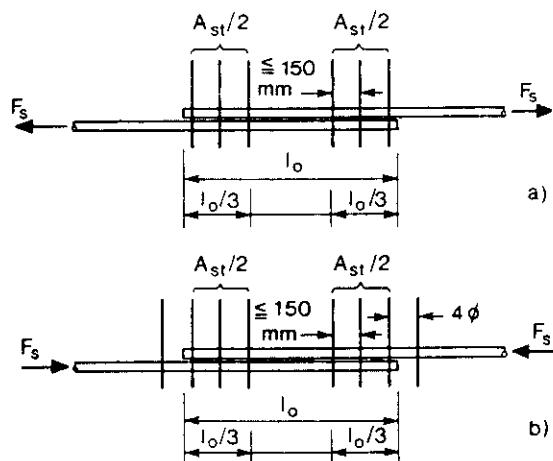
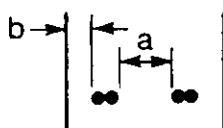


Bild 5.5 Querbewehrung für Übergreifungsstöße

Für die Werte von  $\alpha_1$  gilt:

$\alpha_1 = 1$  für Übergreifungslängen von Stäben in der Druckzone und in der Zugzone, wenn weniger als 30 % der Stäbe in einem Querschnitt gestoßen sind und  $a \geq [10] \varnothing$  sowie  $b \geq [5] \varnothing$  sind, entsprechend Bild 5.6.

Bild 5.6 Ermittlung von  $\alpha_1$  [siehe Abschnitt 5.2.4.1.3 (1)]

$\alpha_1 = 1,4$  für Übergreifungslängen von auf Zug beanspruchten Stäben, wenn entweder

(i) 30 % der Stäbe oder mehr in einem Querschnitt gestoßen sind

oder

(ii) einer der beiden Abstände entsprechend Bild 5.6 kleiner ist als  $a = [10] \varnothing$  oder  $b = [5] \varnothing$ .

$\alpha_1 = 2$  für Übergreifungslängen von auf Zug beanspruchten Stäben, wenn die Bedingung (i) erfüllt ist sowie beide der in Bedingung (ii) genannten Abstände  $a$  und  $b$  kleiner sind als die angegebenen Werte.

## 5.2.4.2 Stöße bei geschweißten Betonstahlmatten aus Rippenstäben

## 5.2.4.2.1 Stöße der Hauptbewehrung

- (1) Die folgenden Festlegungen beziehen sich nur auf den häufigsten Fall des Übergreifungsstoßes in zwei Ebenen. Festlegungen für Einebenenstöße sind in dieser Vorschrift nicht angegeben.
- (2) Die Stöße sollten grundsätzlich in Bereichen liegen, in denen die Beanspruchungen unter sehr seltenen Lastkombinationen nicht höher als [80 %] des Bemessungswertes der Tragfähigkeit des Querschnitts sind.
- (3) Ist die Bedingung nach Absatz (2) nicht erfüllt, so wird bei den Nachweisen nach Abschnitt 4.3.1 die Nutzhöhe der Bewehrung in Rechnung gestellt, die am weitesten von der äußeren Zugfaser des Bauteils entfernt liegt.

(4) Der zulässige Prozentsatz der gestoßenen Hauptbewehrung in einem beliebigen Schnitt ist, bezogen auf den gesamten Stahlquerschnitt:

- 100 %, wenn der auf den Stababstand bezogene Mattenquerschnitt ( $A_s/s$ ) den Wert  $A_s/s \leq 1200 \text{ mm}^2/\text{m}$  aufweist,
  - 60 %, wenn  $A_s/s > 1200 \text{ mm}^2/\text{m}$  ist und wenn diese Matte (bei mehrlagiger Bewehrung) innen liegt.
- Die Stöße von mehreren Bewehrungslagen sollten um  $1,3 l_s$  [ $l_s$  aus der Gleichung (5.9)] in Längsrichtung versetzt werden.

(5) Die Übergreifungslänge ist wie folgt festgelegt:

$$l_s = d_2 l_b \frac{A_{s,\text{req}}}{A_{s,\text{pro}}} \geq l_{s,\text{min}} \quad (5.9)$$

mit

$$d_2 = 0,4 + \frac{A_s/s}{800} \quad \left. \begin{array}{l} \geq 1,0 \\ \leq 2,0 \end{array} \right\}$$

$l_b$  aus Gleichung (5.3) unter Verwendung von  $f_{bd}$  für Rippenstäbe

$A_{s,\text{req}}$  } wie in Abschnitt 5.2.3.4.1 (1) angegeben  
 $A_{s,\text{prov}}$

$A_s/s$  in  $\text{mm}^2/\text{m}$

$$l_{s,\text{min}} = 0,3 d_2 \cdot l_b \quad \left. \begin{array}{l} \geq 200 \text{ mm} \\ \geq s_t \end{array} \right\}$$

$s_t$  Abstand der geschweißten Querstäbe

(6) Zusätzliche Querbewehrung ist im Übergreifungsbereich nicht erforderlich.

#### 5.2.4.2.2 Stöße der Querbewehrung

(1) Die gesamte Querbewehrung darf an einer Stelle gestoßen werden. Die Mindestwerte der Übergreifungslängen  $l_s$  sind in Tabelle 5.4 angegeben. Wenigstens 2 Querstäbe sollten innerhalb des Übergreifungsstoßes liegen (1 Masche).

Tabelle 5.4 Empfohlene Übergreifungslängen in Querrichtung

	Stabdurchmesser (mm)		
	$\phi \leq 6$	$6 < \phi \leq 8,5$	$8,5 < \phi \leq 12$
Rippenstäbe	$\geq s_1$	$\geq s_1$	$\geq s_1$
	$\geq \boxed{150} \text{ mm}$	$\geq \boxed{250} \text{ mm}$	$\geq \boxed{350} \text{ mm}$

$s_1$  = Abstand der Längsstäbe

#### 5.2.5 Verankerung von Bügeln und Schubbewehrung

- P (1) Bügel und Schubbewehrungen müssen im allgemeinen mit Hilfe von Haken oder durch angeschweißte Querbewehrung verankert werden. Gerippte Stäbe oder Drähte dürfen auch mit Winkelhaken verankert werden. Ein Querstab sollte innerhalb des Hakens oder Winkelhakens vorgesehen sein.
- (2) Für den zulässigen Mindestwert der Biegerollendurchmesser von Haken und Winkelhaken gilt Abschnitt 5.2.1.2 (2).

## DIN V 18 932 Teil 1

(3) Die Verankerung wird insgesamt als ausreichend angesehen:

- wenn sich an die Krümmung eines Hakens oder Winkelhakens ein gerades Stück anschließt, dessen Länge nicht geringer ist als
  - $\lfloor 5 \rfloor \varnothing$  oder 50 mm, wenn es an einen Winkel von  $135^\circ$  oder mehr anschließt (siehe Bild 5.7 a));
  - $\lfloor 10 \rfloor \varnothing$  oder 70 mm, wenn es an einen Winkel von  $90^\circ$  anschließt (siehe Bild 5.7 b));
- wenn nahe dem Ende eines geraden Stabes
  - entweder zwei angeschweißte Querstäbe (siehe Bild 5.7 c)) liegen
  - oder ein einzelner angeschweißter Querstab liegt, dessen Durchmesser nicht kleiner als das  $\lfloor 1,4 \rfloor$  fache des Bügeldurchmessers ist (siehe Bild 5.7 d)).

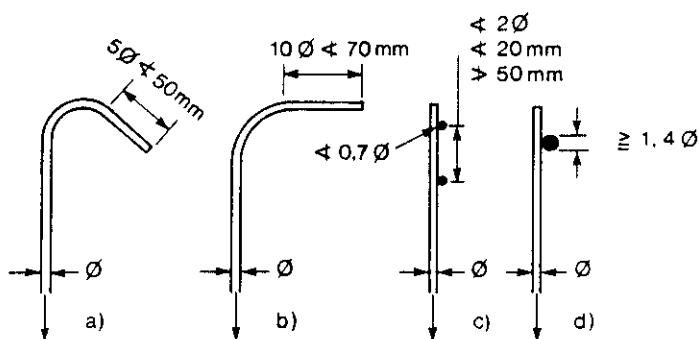


Bild 5.7 Verankerung von Bügeln

#### 5.2.6 Zusätzliche Regeln für Rippenstäbe mit Nenndurchmessern größer als $\lfloor 32 \rfloor$ mm

##### 5.2.6.1 Bauliche Durchbildung

- P (1) Stäbe mit  $\varnothing > \lfloor 32 \rfloor$  mm dürfen nur in Bauteilen mit einer Mindestdicke von  $\lfloor 15 \rfloor \varnothing$  verwendet werden.
- P (2) Bei Verwendung großer Stabdurchmesser sollte eine angemessene Rissebeschränkung durch Anordnen einer Hautbewehrung (siehe Abschnitt 5.4.2.4) oder durch entsprechende Nachweise (siehe Abschnitt 4.4.2) erfolgen.
- (3) Die Mindestbetondeckung sollte  $c \geq \varnothing$  sein.
- (4) Der lichte Abstand (waagerecht und senkrecht) zwischen einzelnen parallelen Stäben oder waagerechten Lagen von parallelen Stäben sollte nicht kleiner sein als der maximale Durchmesser der Stäbe oder  $d_g + 5$  mm, wobei  $d_g$  der Nennwert des Größtkorndurchmessers des Zuschlags ist.

##### 5.2.6.2 Verbund

- P (1) Bei Stabdurchmessern  $\varnothing > \lfloor 32 \rfloor$  mm sollten die Werte fbd der Tabelle 5.3 (siehe Abschnitt 5.2.2.2) mit dem Beiwert  $(\lfloor 132 \rfloor - \varnothing)/100$  multipliziert werden ( $\varnothing$  in mm).

##### 5.2.6.3 Verankerungen und Stöße

- P (1) Stäbe mit großen Durchmessern müssen als gerade Stäbe oder mit Ankerkörpern verankert werden. Sie dürfen nicht in Zugbereichen verankert werden.

- P (2) Übergreifungsstöße in Bauteilen, die auf Zug oder Druck beansprucht werden, sind nicht zulässig.
- (3) Die nachfolgenden Festlegungen ergänzen die Angaben nach Abschnitt 5.2.3. Sie sind jedoch auf bestimmte Arten von Leichtbeton (siehe Anhang 1 C)\* nicht anwendbar.
- (4) Bei Balken und Platten ist im Verankerungsbereich ohne Querdruck eine Querbewehrung zusätzlich zur Schubbewehrung erforderlich.
- (5) Bei geraden Verankerungen (Bezeichnungen siehe Bild 5.8) sollte die Zusatzbewehrung nach Absatz (4) nicht geringer sein als nachstehend festgelegt:
- in Richtung parallel zur Bauteilunterseite  $A_{st} = n_1 [0,25] A_s$  (5.10)
  - in der Richtung rechtwinklig zur Bauteilunterseite  $A_{sv} = n_2 [0,25] A_s$  (5.11)

Hierin sind:

$A_s$  Querschnittsfläche eines verankerten Stabes

$n_1$  Anzahl der Bewehrungslagen, die im gleichen Schnitt verankert werden

$n_2$  Anzahl der Bewehrungsstäbe, die in jeder Lage verankert werden

- (6) Die Zusatzquerbewehrung sollte in Abständen, die näherungsweise dem 5fachen Stabdurchmesser der Längsbewehrung entsprechen, gleichmäßig über den Verankerungsbereich verteilt sein.

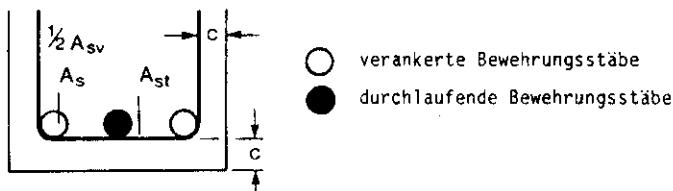


Bild 5.8 Zusatzbewehrung im Verankerungsbereich ohne Querdruck bei Stabdurchmessern > 32 mm]

- (7) Für Hautbewehrung gilt Abschnitt 5.4.2.4. Der Querschnitt der Hautbewehrung sollte jedoch nicht kleiner als  $0,01 A_{ct,ext}$  in senkrechter Richtung und nicht kleiner als  $0,02 A_{ct,ext}$  parallel zu den Stäben mit größerem Durchmesser sein (Bezeichnungen siehe Bild 5.15).

## 5.2.7 Stabbündel aus Rippenstäben

### 5.2.7.1 Allgemeines

- P (1) Wenn nicht anderes festgelegt, gelten die Regeln für Einzelstäbe auch für Stabbündel. In einem Bündel müssen alle Stäbe den gleichen Durchmesser und die gleichen Eigenschaften haben (Sorte und Festigkeitsklasse).

- (2) Für die Bemessung wird das Stabbündel durch einen Ersatzstab mit gleicher Querschnittsfläche und gleichem Schwerpunkt ersetzt.

Der Vergleichsdurchmesser  $\phi_n$  ergibt sich zu

$$\phi_n = \phi \sqrt{n_b} \leq 55 \text{ mm} \quad (5.12)$$

Hierin sind:

$n_b$  Anzahl der Bewehrungsstäbe eines Stabbündels, mit folgenden Grenzwerten:

$n_b \leq 4$  für lotrechte, auf Druck beanspruchte Stäbe und für Stäbe in einem Übergreifungsstoß

$n_b \leq 3$  für alle anderen Fälle.

- (3) Für Stabbündel gilt Abschnitt 5.2.1.1 (2) unter Verwendung des Vergleichsdurchmessers  $\phi_n$ , wobei jedoch der lichte Abstand vom äußeren Bündelumfang gemessen wird. Die Betondeckung des Stabbündels sollt  $c > \phi_n$  sein.

\* Gegenwärtig in Vorbereitung.

## DIN V 18 932 Teil 1

**5.2.7.2 Verankerungen und Stöße**

- P (1) Verankerungen oder Übergreifungsstöße eines Stabbündels müssen durch Verankerung oder Stoßen jedes Einzelstabs erfolgen. Zulässig sind nur gerade Stabverankerungen; sie müssen versetzt angeordnet sein.
- (2) Für Bündel mit 2, 3 oder 4 Stäben sollte der Längsversatz der Verankerungen das 1,2-, 1,3- oder 1,4- fache der Verankerungslänge der jeweiligen Einzelstäbe sein.
- (3) Die Stäbe sollten sich einzeln übergreifen. In keinem Fall sollten mehr als 4 Stäbe in einem Schnitt liegen. Die Übergreifungslängen sollten nach Absatz (2) versetzt werden.

**5.3 Spannglieder****5.3.1 Anordnung der Spannglieder**

- P (1) Bei Vorspannung mit sofortigem Verbund müssen die Spannglieder mit Abstand liegen.
- P (2) Bei Vorspannung mit nachträglichem Verbund sind Spanngliedbündel im allgemeinen nicht zulässig.
- (3) Lotrecht übereinanderliegende Spanngliedpaare dürfen verwendet werden, wenn angemessene Maßnahmen beim Spannen und Verpressen vorgesehen werden. Bei doppelt gekrümmten Spanngliedern ist besondere Sorgfalt erforderlich.

**5.3.2 Betondeckung**

- P (1) Die Betondeckung zwischen der inneren Schalungsoberfläche und den Spanngliedern bei Vorspannung mit sofortigem Verbund oder den Hüllrohren muß unter Berücksichtigung der Größe der Spannglieder oder der Hüllrohre festgelegt werden. Das Mindestmaß der Betondeckung muß mit dem Wert nach Abschnitt 4.1.3.3 übereinstimmen.

**5.3.3 Waagerechter und lotrechter Abstand**

- P (1) Die Abstände von Hüllrohren oder Spanngliedern müssen so festgelegt werden, daß das Einbringen und Verdichten des Betons ordnungsgemäß erfolgen und ausreichende Verbundwirkung zwischen Beton und Spanngliedern erzielt werden kann.

**5.3.3.1 Vorspannung mit sofortigem Verbund**

- P (1) Der waagerechte und senkrechte lichte Mindestabstand einzelner Spannglieder ist in Bild 5.9 dargestellt.

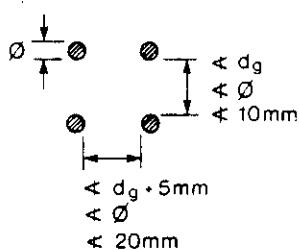


Bild 5.9 Licher Mindestabstand für Spannglieder mit sofortigem Verbund

**5.3.3.2 Nachträgliche Vorspannung**

- (1) Mit Ausnahme von paarweise liegenden Hüllrohren sollte der lichte Abstand zwischen den Hüllrohren betragen:
- waagerecht :  $d_{duct} \geq \underline{40}$  mm
  - senkrecht :  $d_{duct} \geq \underline{50}$  mm
- wobei  $d_{duct}$  den Hüllrohdurchmesser bezeichnet.

### 5.3.4 Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern

- P (1) Ankerkörper, die bei Spanngliedern mit nachträglichem Verbund verwendet werden, und die Verankerungslängen von Spanngliedern mit sofortigem Verbund müssen so bemessen sein, daß der volle Bemessungswert der Spanngliedkraft aufgenommen werden kann, wobei wiederholte schnelle Einwirkungswechsel zu berücksichtigen sind.
- P (2) Spanngliedkopplungen müssen unter Berücksichtigung von möglichen, durch sie hervorgerufenen Störungen so angeordnet werden, daß die Tragfähigkeit des Bauteils nicht beeinträchtigt wird und daß Zwischenverankerungen im Bauzustand ordnungsgemäß vorgenommen werden können.
- (3) Die Berechnung örtlicher Einwirkungen auf Beton und Querbewehrung sollten in Übereinstimmung mit Abschnitt 2.5.3.7.4 durchgeführt werden.
- (4) Im allgemeinen sollten Kopplungen in Bereichen außerhalb von Zwischenauflagern liegen.
- (5) Die Anordnung von Kopplungen von 50 % und mehr Spanngliedkopplungen in einem Querschnitt sollte vermieden werden.

## 5.4 Bauteile

Zur Erfüllung der Anforderungen des Abschnitts 4 sollten die nachfolgenden Festlegungen zur baulichen Durchbildung eingehalten werden.

### 5.4.1 Stützen, Druckglieder

Dieser Abschnitt behandelt Stützen, deren größere Abmessung  $b$  das 4fache der kleineren Abmessung  $h$  nicht übersteigt.

#### 5.4.1.1 Mindestabmessungen

- (1) Die geringste zulässige Seitenlänge eines Stützenquerschnitts ist:
- 200 mm für Stützen mit Vollquerschnitt, die vor Ort (senkrecht) betoniert werden,
  - 140 mm für waagerecht betonierte Fertigteilstützen.

#### 5.4.1.2 Längs- und Querbewehrung

##### 5.4.1.2.1 Längsbewehrung

- (1) Der Durchmesser von Bewehrungsstäben sollte nicht kleiner als 12 mm sein.
- (2) Der Mindestwert der Querschnittsfläche der Zugbewehrung in Längsrichtung  $A_{s,min}$  sollte aus Gleichung (5.13) ermittelt werden:

$$A_{s,min} = 0,15 N_{sd}/f_{yd} \geq [0,003] A_c \quad (5.13)$$

Hierin sind:

$f_{yd}$  Bemessungswert der Festigkeit an der Streckgrenze des Betonstahls

$N_{sd}$  Bemessungswert der aufnehmbaren Längskraft

$A_c$  Gesamtfäche des Betonquerschnitts

- (3) Auch bei Übergreifungsstäben sollte der Bewehrungsquerschnitt den oberen Grenzwert 0,08  $A_c$  nicht überschreiten.
- (4) Die Längsstäbe sollten über den Umfang des Querschnitts verteilt werden. In Stützen mit polygonalem Querschnitt muß mindestens in jeder Ecke ein Stab liegen. In Stützen mit Kreisquerschnitt sind mindestens 6 Stäbe anzuordnen.

##### 5.4.1.2.2 Querbewehrung

- (1) Der Durchmesser der Querbewehrung (Bügel, Schlaufen oder Wendeln) sollte mindestens 6 mm oder ein Viertel des Größtdurchmessers der Längsbewehrung sein; der größere Wert ist maßgebend. Der Stabdurchmesser bei Betonstahlmatte als Bügelbewehrung sollte wenigsten 5 mm sein.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (2) Die Querbewehrung sollte hinreichend verankert sein.
- (3) Die Bügelabstände sollten den kleinsten der folgenden drei Abstände nicht überschreiten:
- das 12fache des kleinsten Durchmessers der Längsstäbe,
  - die kleinste Seitenlänge der Stütze,
  - 300 mm.
- (4) Die Abstände sollten mit einem Faktor  $|0,6|$  vermindert werden:
- (1) in den Bereichen unmittelbar über und unter Balken oder Platten über eine Höhe gleich der größeren Abmessung des Stützenquerschnitts;
  - (11) bei Übergreifungsstäben, wenn der größte Durchmesser der Längsstäbe größer als  $|14|$  mm ist.
- (5) Bei Richtungsänderung der Längsbewehrung (z. B. bei Änderung des Stützendurchmessers) sollte die Ermittlung des Abstands der Querbewehrung unter Berücksichtigung der Umlenkkräfte erfolgen.
- (6) Jeder Längsstab (oder Längstabgruppe) in Ecken sollte durch Querbewehrung gehalten sein.
- (7) Eine Höchstzahl von  $|5|$  Stäben in oder in der Nähe jeder Ecke kann gegen Ausknicken durch einschlägige Querbewehrung gesichert werden.

## 5.4.2 Balken

## 5.4.2.1 Längsbewehrung

## 5.4.2.1.1 Mindest- und Höchstbewehrungsgrad

- (1) Die wirksame Querschnittsfläche der Längszugbewehrung sollte nicht geringer sein als die zur Rißbreitenbeschränkung (nach Abschnitt 4.4.2) erforderliche Querschnittsfläche aber auch nicht kleiner als
- $$|0,6| b_{td} / f_{yk} \geq |0,0015| b_{td} \quad (\text{f}_{yk} \text{ in N/mm}^2) \quad (5.14)$$
- wobei  $b_t$  die mittlere Breite der Zugzone bezeichnet. Bei Plattenbalken mit gedrücktem Gurt ist für die Berechnung von  $b_t$  nur die Stegbreite in Rechnung zu stellen. Bereiche mit geringerer Bewehrung als in Gleichung (5.14) angegeben gelten als unbewehrt.
- (2) Die Querschnittsflächen der Zug- oder Druckbewehrung dürfen in der Regel nicht größer sein als  $|0,04| A_c$ , mit Ausnahme von Stoßbereichen.

## 5.4.2.1.2 Weitere Angaben zur bauliche Durchbildung

- (1) In monolithischen hergestellten Baukörpern sollten auch bei Annahme frei drehbarer Lagerung die Querschnitte an den Einspannstellen für ein Moment infolge teilweiser Einspannung bemessen werden, das mindestens 25 % des großen Feldmomentes entspricht.
- (2) An Zwischenauflagern von durchlaufenden Balken darf die Gesamtbewehrung  $A_s$  eines Plattenbalkenquerschnitts näherungsweise zu gleichen Teilen auf den inneren und äußeren Teil des Gurtquerschnitts verteilt werden (siehe Bild 5.10).

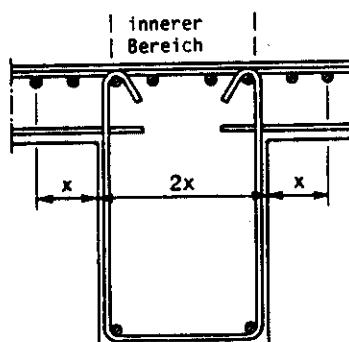


Bild 5.10 Innerer und äußerer Teil eines Plattenbalkens

### 5.4.2.1.3 Länge der Längszugbewehrung

- (1) Die Zugkraftlinie der Längsbewehrung erhält man aus der waagerechten Verschiebung der  $F_s$ -Linie um  $a_1$ , wobei  $F_s$  sich als Zugkraft in der Längsbewehrung aus der Querschnittsbemessung nach Abschnitt 4.3 (siehe Bild 5.11) ergibt. Erfolgt die Bemessung der Schubbewehrung nach der Standardmethode (siehe Abschnitt 4.3.2.4.3) und ist  $\alpha$  der Winkel der Schubbewehrung zur Längsachse, dann ist

$$a_1 = z (1 - \cot \alpha)/2 \geq 0$$

Erfolgt die Bemessung der Schubbewehrung mit veränderlicher Druckstrebenneigung nach Abschnitt 4.3.2.4.4, dann ist

$$a_1 = z (\cot \theta - \cot \alpha)/2 \geq 0, \text{ wobei } \theta \text{ der Winkel zwischen Betondruckstrebe und Bauteillachses ist.}$$

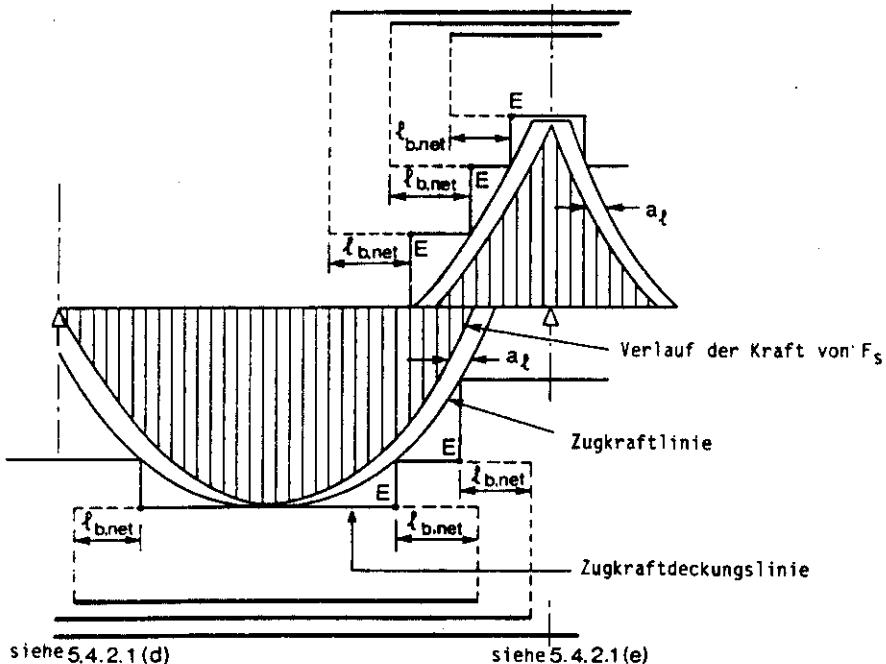
Im allgemeinen darf  $z = 0,9 d$  angenommen werden.

Bei der Bewehrung im Gurt außerhalb des Steges (siehe 5.4.2.1.2 (2)) sollte  $a_1$  um den Abstand des Stabes vom Steg erhöht werden (Abstand  $x$  siehe Bild 5.10).

- (2) Stabenden sollten mit einer Länge  $l_{b,net} \geq d$  ab dem Punkt verankert werden, an dem der Stab statisch nicht mehr erforderlich ist:

( $l_{b,net}$  siehe Gleichung (5.4) in Abschnitt 5.2.3.4.1,  $d$  = Nutzhöhe des Bauteils)

Die Zugkraftdeckungslinie sollte außerhalb der Zugkraftlinie liegen, wobei ihr gegenseitiger Abstand nach Absatz (1) festzulegen ist. (siehe Bild 5.11)



\* Es ist ebenfalls gestattet, ein Diagramm zu verwenden, in dem die aufnehmbare Zugkraft fortlaufend mit der Länge  $l_{b,net}$  abnimmt.

Bild 5.11 Zugkraftdeckungslinie und Verankerungslängen für die Bemessung von Bauteilen bei reiner Biegung

- (3) Die Verankerungslängen von Schrägstäben zur Aufnahme von Schubkräften sollten nicht kleiner als  $1,3 l_{b,net}$  im Zugbereich und  $0,7 l_{b,net}$  im Druckbereich sein.

### 5.4.2.1.4 Verankerung der Feldbewehrung an einem Endauflager

- (1) Über Auflagern mit geringer oder ohne Endeinspannung muß mindestens ein Viertel der Feldbewehrung durchgeführt werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (2) Die Verankerung der Bewehrung sollte die folgende Zugkraft aufnehmen können

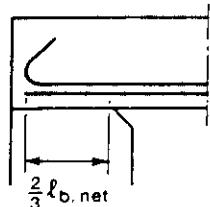
$$F_s = V_{Sd} \cdot a_1/d + N_{Sd} \quad (5.15)$$

wobei  $N_{Sd}$  der Bemessungswert der aufzunehmenden Längskraft ist.

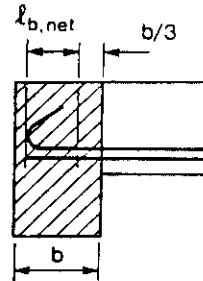
- (3) Die Verankerungslänge wird vom Anschnitt zwischen Balken und seiner Auflagerung gemessen; sie sollte wie folgt gewählt werden:

- bei direkter Auflagerung:  $\lfloor 2/3 \rfloor l_{b,\text{net}}$  (siehe Bild 5.12 a))

- bei indirekter Auflagerung:  $l_{b,\text{net}}$  (siehe Bild 5.12 b))  
mit  $l_{b,\text{net}}$  nach Gleichung (5.4)



a) direkte Auflagerung

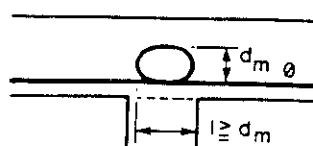


b) indirekte Auflagerung

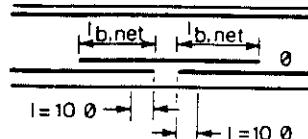
Bild 5.12 Verankerung der Feldbewehrung am Endauflager

#### 5.4.2.1.5 Verankerung unten liegender Bewehrung an Zwischenauflagern

- (1) Der Anteil der zu verankernden Bewehrung richtet sich nach Abschnitt 5.4.2.1.4 (1).
- (2) Die Verankerung sollte eine Länge von mindestens  $10 \varnothing_s$  (für gerade Stäbe) haben; sie sollte nicht kleiner als der Durchmesser der Schlaufe (bei Haken und Winkelhaken) (siehe Bild 5.13 a)) sein.
- (3) Zusätzlich wird empfohlen, daß die Bewehrung durchlaufend ausgeführt wird, damit sie positive Momente infolge außergewöhnlicher Beanspruchungen aufnehmen kann (Auflagersetzungen, Explosion usw. (siehe Bild 5.13 b))



a) ( $d_m$  = Schlaufendurchmesser)



b)

Bild 5.13 Verankerung an Zwischenauflagern

#### 5.4.2.2 Schubbewehrung

- (1) Die Schubbewehrung sollte mit der Mittelebene des Bauteils einen Winkel von  $45^\circ$  bis  $90^\circ$  bilden.

(2) Die Schubbewehrung darf aus einer Kombination folgender Bewehrungen bestehen:

- Bügeln, die die Längszugbewehrung und die Druckzone umfassen,
- Schrägstäbe,
- Schubzulagen in Form von Körben, Leitern usw. aus Rippenstäben, die ohne Umschließung der Längsbewehrung verlegt sind (siehe Bild 5.14);  
sie sollten jedoch ausreichend im Zug- und Druckbereich verankert sein.

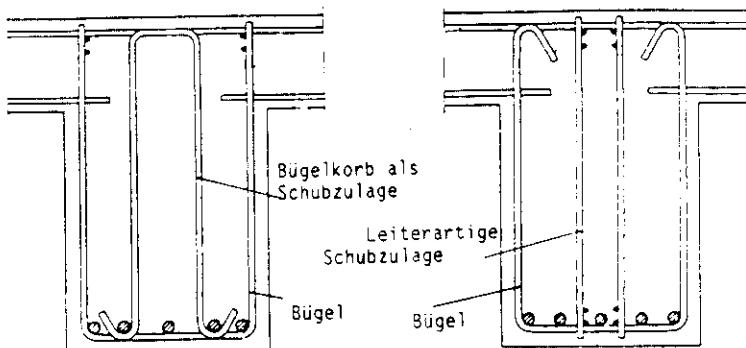


Bild 5.14 Beispiele für Kombinationen von Bügeln und Schubzulagen

- (3) Bügel sollten wirksam verankert werden. Ein Übergreifungsstoß an der Außenseite des Steges ist nur bei Verwendung von Rippenstäben zulässig.
- (4) Mindestens 50 % der notwendigen Schubbewehrung sollte aus Bügeln bestehen.
- (5) Der Schubbewehrungsgrad ergibt sich nach Gleichung (5.16):

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) \quad (5.16)$$

Hierin sind:

$\rho_w$  Bewehrungsgrad der Schubbewehrung

$A_{sw}$  Querschnittsfläche der Schubbewehrung je Länge s

s Abstand der Schubbewehrung (in Längsrichtung)

$b_w$  Stegbreite

$\alpha$  Winkel zwischen Schub- und Hauptbewehrung (d.h. für senkrechte Bügel  $\alpha = 90^\circ$  und  $\sin \alpha = 1$ )

Die Mindestwerte von  $\rho_w$  sind in Tabelle 5.5 angegeben.

Tabelle 5.5 Mindestwerte  $\rho_w$

Betonfestigkeitsklasse *	Festigkeitsklasse des Betonstahles		
	S 220	S 400	S 500
C 12/15 und C 20/25	0,0016	0,0009	0,0007
C 25/30 bis C 35/45	0,0024	0,0013	0,0011
C 40/50 bis C 50/60	0,0030	0,0016	0,0013

\* Wie in der Bemessung angenommen

## DIN V 18 932 Teil 1

- (6) Der Durchmesser der Schubbewehrung aus glatten Rundstäben soll  $\lfloor 12 \rfloor$  mm nicht überschreiten.
- (7) Der größte Längsabstand  $s_{max}$  aufeinanderfolgender Bügel oder anderer Schubbewehrungen ist durch folgende Bedingungen (mit  $V_{sd}$ ,  $V_{Rd1}$  und  $V_{Rd2}$  nach Abschnitt 4.3.2) festgelegt:
- |  |   |                               |        |
|--|---|-------------------------------|--------|
| - wenn   | $V_{sd} \leq 1/5 V_{Rd2}$               | $s_{max} = 0,8 d \leq 300$ mm | (5.17) |
| - wenn   | $1/5 V_{Rd2} < V_{sd} \leq 2/3 V_{Rd2}$ | $s_{max} = 0,6 d \leq 300$ mm | (5.18) |
| - wenn   | $V_{sd} > 2/3 V_{Rd2}$                  | $s_{max} = 0,3 d \leq 200$ mm | (5.19) |
| wegen $V_{Rd2}$ siehe Abschnitt 4.3.2.4, Gleichungen (4.25) und (4.26) |   |                               |        |
- (8) Der Längsabstand von Schrägstäben sollte folgenden Wert nicht überschreiten:  
 $s_{max} \leq \lfloor 0,6 \rfloor d (1 + \cot \alpha)$  (5.20)
- (9) Der Querabstand der Bügelschenkel sollte folgenden Wert nicht überschreiten:  
- wenn  $V_{sd} \leq 1/5 V_{Rd2}$ , den kleineren Wert von  $s_{max} = d$  oder  $\lfloor 800 \rfloor$  mm,  
- bei  $V_{sd} > 1/5 V_{Rd2}$  gilt Gleichung (5.18) oder (5.19)
- (10) Festlegungen für die Beschränkung der Schubribbildung sind in Abschnitt 4.4.2.3 (5) angegeben.

## 5.4.2.3 Torsionsbewehrung

- (1) Die Torsionsbügel sollten geschlossen sein und durch Übergreifen oder nach Bild 5.7 a) verankert werden; Sie sollten einen Winkel von  $90^\circ$  mit der Achse des Bauteils bilden.
- (2) Der Abschnitt 5.4.2.2 (3) bis (6) gilt auch für Längsstäbe und Bügel von Balken mit Torsionsbeanspruchung.
- (3) Der Längsabstand der Torsionsbügel sollte  $\lfloor u_k/8 \rfloor$  nicht überschreiten (Bezeichnung siehe Abschnitt 4.3.3.1, Bild 4.15).
- (4) Der Stababstand nach Absatz (3) sollte auch die Forderungen hinsichtlich des Größtabstands von Bügeln nach Abschnitt 5.4.2.2 (7) erfüllen.
- (5) Die Längsstäbe sollten so angeordnet werden, daß in jeder Ecke mindestens ein Stab vorhanden ist, die anderen sind über den inneren Umfang der Bügel gleichmäßig zu verteilen mit einem Abstand von höchstens  $\lfloor 350 \rfloor$  mm.

## 5.4.2.4 Hautbewehrung

- (1) In bestimmten Fällen kann die Anordnung einer Hautbewehrung erforderlich sein, um entweder Betonabplatzungen zu vermeiden oder um Risse zu beschränken.
- (2) Hautbewehrung zur Rißbeschränkung sollte bei Balken von über 1 m Dicke vorgesehen werden (siehe Abschnitt 4.4.2.3 (4)).
- (3) Hautbewehrung zur Vermeidung von Abplatzungen, z. B. aus Brandeinwirkung oder bei Verwendung von Stabbündeln oder Stäben mit Durchmessern über 32 mm sollte aus Betonstahlmatten oder Rippenstäben mit kleinen Durchmessern bestehen und, wie in Bild 5.15 angegeben, außerhalb der Bügel liegen.
- (4) Die Mindestbetondeckung der Hautbewehrung ist in Abschnitt 4.1.3.3 (6) und (7) angegeben.
- (5) Die Querschnittsfläche der Hautbewehrung  $A_{s,surf}$  in Richtung parallel zur Balkenzugbewehrung sollte nicht geringer als  $\lfloor 0,01 \rfloor A_{ct,ext}$  sein.  
 $A_{ct,ext}$  gibt die Querschnittsfläche des auf Zug beanspruchten Betons außerhalb der Bügel nach Bild 5.15 an.
- (6) Die Längsstäbe der Hautbewehrung können als Längsbiegebewehrung und die Querstäbe als Schubbewehrung angerechnet werden, wenn sie die Regelungen für die Anordnung und Verankerung dieser Bewehrung erfüllen.

- (7) Jede Hautbewehrung in vorgespannten Balken darf nach den Absätzen (5) und (6) angerechnet werden.

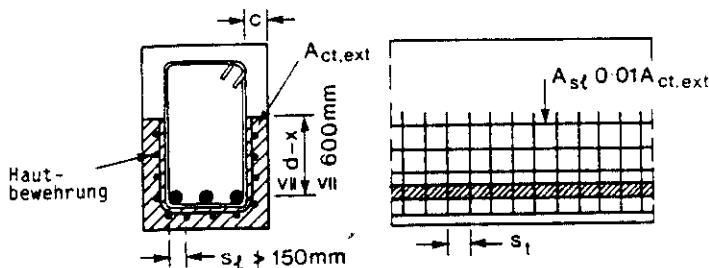


Bild 5.15 Hautbewehrung

#### 5.4.3 Auf der Baustelle betonierte Vollplatten

- (1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf einachsig oder zweichasig gespannte Vollplatten mit  $b \geq 4 h$  (siehe Abschnitt 2.5.2).

##### 5.4.3.1 Mindestdicke

- (1) Die Mindestdicke einer Vollplatte beträgt 50 mm.

##### 5.4.3.2 Biegebewehrung

###### 5.4.3.2.1 Allgemeines

- (1) Für die Ausbildung der Hauptbewehrung gilt Abschnitt 5.4.2.1 mit  $a_1 = d$  nach Abschnitt 5.4.2.1.3.
- (2) In einachsig gespannten Platten sollte eine Querbewehrung vorgesehen werden. Die Querbewehrung sollte nicht kleiner als 20 % der Hauptbewehrung sein.
- (3) Die Abschnitte 5.4.2.1.1 (1) und (2) geben die geringsten und höchsten Bewehrungsgrade in Hauptrichtung an.
- (4) Für den Größtabstand der Stäbe gilt folgendes:
  - für die Hauptbewehrung  $1,5 h \leq 350$  mm mit  $h$  als Gesamtdicke der Platte,
  - für Querbewehrung  $2,5 h \leq 400$  mm.
- (5) Es gelten die Abschnitte 5.4.2.1.3 (1) bis (3), 5.4.2.1.4 (1) bis (3), 5.4.2.1.5 (1) und (2).

###### 5.4.3.2.2 Bewehrung von Platten an Auflagern

- (1) Bei Platten sollte mindestens die Hälfte der erforderlichen Feldbewehrung über das Auflager geführt und dort verankert werden.
- (2) Bei teilweiser Einspannung einer Plattenseite, die bei der Berechnung nicht berücksichtigt wurde, sollte eine obere Bewehrung angeordnet werden, die mindestens ein Viertel des Maximalmoments im angrenzenden Feld aufnehmen kann. Diese Bewehrung sollte nicht kürzer als die 0,2-fache Länge des Feldes, gemessen vom Auflageranschnitt, sein.

###### 5.4.3.2.3 Drillbewehrung in den Ecken

- (1) Wenn durch bauliche Durchbildung das Abheben der Platte an einer Ecke verhindert wird, sollte eine entsprechende Drillbewehrung angeordnet werden.

###### 5.4.3.2.4 Bewehrung von freien Rändern

- (1) Entlang eines freien (ungestützten) Randes sollte eine Platte Längs- und Querbewehrung nach Bild 5.16 erhalten.
- (2) Die vorhandene Bewehrung der Platte darf in der Regel als Randbewehrung angerechnet werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

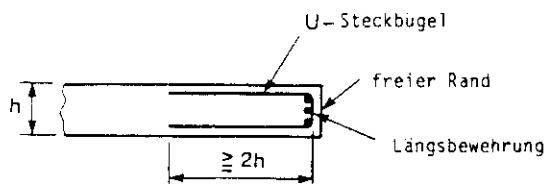


Bild 5.16 Randbewehrung für eine Platte

## 5.4.3.3 Schubbewehrung

- (1) Eine Platte mit Schubbewehrung sollte eine Dicke von mindestens 200 mm haben.
- (2) Für die bauliche Durchbildung der Schubbewehrung gilt Abschnitt 5.4.2.2, sofern nicht im folgenden Abweichungen festgelegt sind. Eine erforderliche Schubbewehrung sollte nicht kleiner sein als 60 % der Werte nach Tabelle 5.5 für Balken.
- (3) In Platten mit  $V_{sd} \geq 1/3 V_{rd2}$  (siehe Abschnitt 4.3.2) darf die Schubbewehrung vollständig aus Schrägstäben oder Schubzulagen bestehen.
- (4) Der größte Längsabstand von Bügeln ist in den Gleichungen (5.17) bis (5.19) angegeben, wobei die Grenzwerte (in mm) vernachlässigt werden dürfen. Der größte Längsabstand von Schrägstäben ist  $s_{max} = h$ .
- (5) Bei Schrägstäben, die bei der Bemessung als Schubbewehrung angerechnet werden, sollte der Abstand zwischen ihnen und dem Auflageranschnitt oder dem Umfang einer Lasteinleitungsfläche den Wert  $d/2$  nicht überschreiten. Dieser Abstand sollte in Höhe der Biegebewehrung gemessen werden. Bei nur einer Lage von Schrägstäben darf deren Neigung auf  $30^\circ$  verringert werden (siehe Bild 5.17).

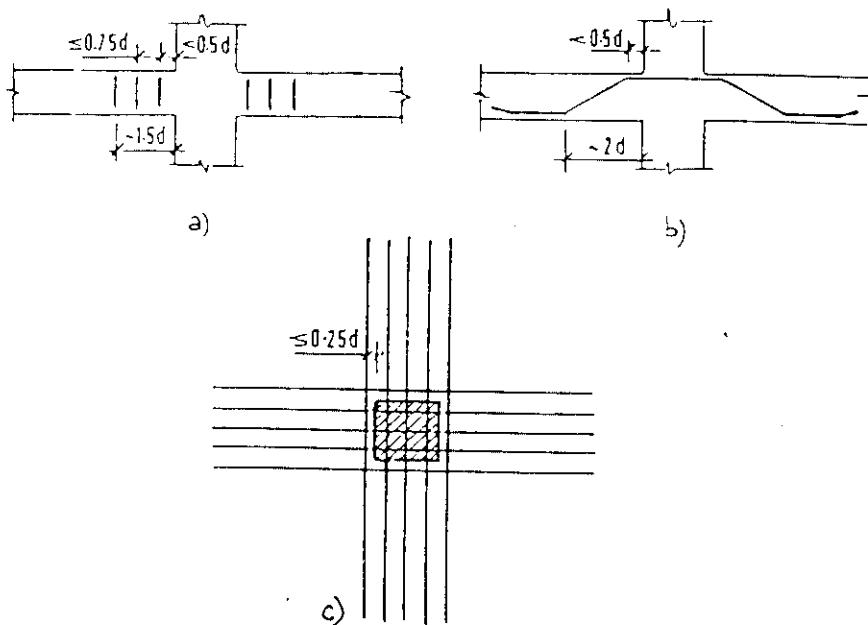


Bild 5.17 Schubbewehrung am Auflager

- (6) Es darf angenommen werden, daß ein Schrägstab die Schubkraft über eine Länge von  $2 d$  aufnimmt.
- (7) Nur die im folgenden genannte Bewehrung darf als Durchstanzbewehrung angerechnet werden:
  - Bewehrung, die am Rande der belasteten Fläche im Abstand von höchstens  $1,5 d$  oder 800 mm entfernt liegt, wobei der kleinere Wert maßgebend ist; diese Regelung gilt für alle Richtungen.
  - Schrägstäbe, die die belastete Fläche kreuzen (siehe Bild 5.17 b)) oder in einem Abstand von weniger als  $d/4$  vom Rand dieser Fläche liegen (siehe Bild 5.17 c)).

#### 5.4.4 Konsolen

- (1) Die Bewehrung, die den Zugstäben im Bemessungsmodell zugeordnet ist (siehe Abschnitt 2.5.3.7), sollte ab Knotenpunkt unter der Auflagerplatte mit Hilfe von U-Bügeln oder Ankerkörpern verankert werden, wenn nicht eine Länge von  $l_{b,\text{net}}$  zwischen Knotenpunkt und der Konsolenstirnseite vorhanden ist.  $l_{b,\text{net}}$  wird in der Regel ab dem Punkt gemessen, an dem die Druckspannungen ihre Richtung wechseln.

- (2) In Konsolen mit  $h_c \geq 300$  mm, wenn die Hauptbezugsbewehrung größer ist als

$$A_s \geq [0,4] A_c f_{cd}/f_{yd} \quad (5.21)$$

sollten geschlossene Bügel mit einer Gesamtfläche nicht unter  $[0,4] A_s$  über die Nutzhöhe  $d$  verteilt werden, um Spaltzugspannungen in der Betondruckstrebe aufzunehmen, wenn die Hauptzugbewehrung größer ist als

( $A_c$  Betonfläche der Konsole am Stützenquerschnitt). Die Bügel dürfen entweder horizontal (Bild 5.18 a)) oder schräg (Bild 5.18 b)) verlegt werden.

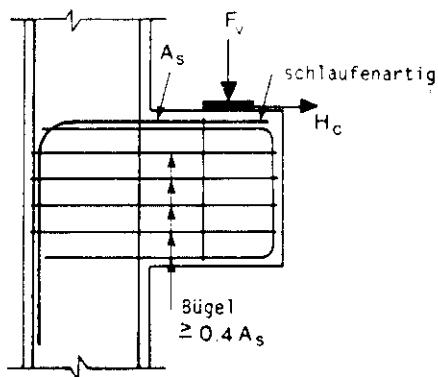


Bild 5.18 a)

Bewehrung einer Konsole mit Horizontalbügeln

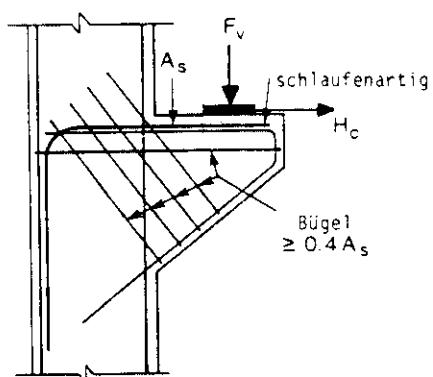


Bild 5.18 b)

Bewehrung einer Konsole mit Schrägbügeln

#### 5.4.5 Wandartige Träger

- (1) Die Bewehrung, die den Zugstäben im Bemessungsmodell zugeordnet ist, sollte vollständig außerhalb der Knotenpunkte durch Aufbiegung der Stäbe, durch Verwendung von U-Bügeln oder mit Ankerkörpern verankert werden, wenn zwischen Knotenpunkt und Trägerende eine ausreichende Verankерungslänge  $l_{b,\text{net}}$  nicht vorhanden ist.
- (2) Wandartige Träger sollten an beiden Außenflächen mit einem rechtwinkligem Bewehrungsnetz versehen werden, dessen Bewehrungsgrad mindestens  $[0,15\%]$  in beiden Richtungen entspricht.

#### 5.4.6 Verankerungsbereiche für Vorspannkräfte bei nachträglichem Verbund

- (1) Verankerungsbereiche sollten immer an allen Oberflächen mit verteilter Bewehrung in Form von rechtwinkligen Bewehrungsnetzen versehen sein.
- (2) Wenn bei Vorspannung mit nachträglichem Verbund Gruppen von Spanngliedern in bestimmten Abständen voneinander verlegt werden, sollten am Ende der Spannglieder geeignete Bügel zur Aufnahme der Spaltzugkräfte angeordnet werden.
- (3) In jedem Teil des Verankerungsbereichs sollte der Bewehrungsgrad auf jeder Seite der Spanngliedgruppe wenigstens  $[0,15\%]$  in beiden (Quer)richtungen betragen.
- (4) Die gesamte Bewehrung sollte voll verankert sein.
- (5) Wenn ein Stabwerkmodell zur Bestimmung der Querzugkräfte verwendet wird, sollten die folgenden Regeln zur baulichen Durchbildung befolgt werden:
- Die mit dem Bemessungswert der Festigkeit ermittelten Betonstahlquerschnitte zur Aufnahme der Zugstrebekräfte sollten entsprechend der Verteilung der Zugspannungen angeordnet werden, d. h., über einen Bereich, der ungefähr gleich der größten Bauteilbreite ist.

## DIN V 18 932 Teil 1

- Für Verankerungszwecke sollten geschlossene Bügel verwendet werden.
  - Jede Verankerungsbewehrung sollte vorzugsweise als räumliches rechtwinkliges Bewehrungssystem ausgebildet werden.
- (6) Besondere Aufmerksamkeit sollte Verankerungsbereichen mit einer vom übrigen Balkenquerschnitt abweichenden Querschnittsform gelten.

## 5.4.7 Stahlbetonwände

## 5.4.7.1 Allgemeines

- (1) Der vorliegende Abschnitt behandelt Stahlbetonwände, bei denen die waagerechte Länge wenigstens gleich der 4fachen Dicke ist und bei denen die Bewehrung im Tragfähigkeitsnachweis berücksichtigt wurde. Die Größe und die zweckmäßige Anordnung der Bewehrung darf dem Stabwerkmodell (siehe Abschnitt 2.5.3.6) ermittelt werden. Für Wände mit überwiegender Plattenbiegung gelten die Regeln für Platten (siehe Abschnitt 5.4.3).

## 5.4.7.2 Lotrechte Bewehrung

- (1) Die Fläche der lotrechten Bewehrung sollte zwischen  $[0,004] A_c$  und  $[0,04] A_c$  liegen.
- (2) Im allgemeinen sollte die Hälfte dieser Bewehrung an jeder Außenseite liegen.
- (3) Der Abstand zwischen zwei benachbarten lotrechten Stäben darf nicht über dem  $[2]$  fachen der Wanddicke oder  $[300]$  mm liegen; der kleinere Wert ist maßgebend.

## 5.4.7.3 Waagerechte Bewehrung

- (1) Waagerechte parallel zu den Wandaußenseiten (und zu den freien Kanten) verlaufenden Bewehrungen sollten vorgesehen und an jeder Außenfläche zwischen der lotrechten Bewehrung und der nächstliegenden Oberfläche verlegt werden. Sie sollten nicht kleiner als 50 % der lotrechten Bewehrung sein.
- (2) Der Abstand zwischen zwei benachbarten waagerechten Stäben sollte nicht größer als 300 mm sein.
- (3) Der Durchmesser der Bewehrung sollte nicht kleiner als ein Viertel des Durchmessers der lotrechten Stäbe sein.

## 5.4.7.4 Querbewehrung

- (1) Wenn die Querschnittsfläche der lastabtragenden lotrechten Bewehrung  $[0,02] A_c$  übersteigt, sollte diese Bewehrung durch Bügel nach Abschnitt 5.4.1.2.2 umschlossen werden.

## 5.4.8 Sonderfälle

## 5.4.8.1 Teilstäbenbelastung

- (1) Wenn eine oder mehrere konzentrierte Kräfte am Ende eines Bauteils oder im Schnittbereich zweier Bauteile wirken, sollte eine örtliche Zusatzbewehrung vorgesehen werden, welche die durch diese Kräfte hervorgerufen Spaltzugkraft aufnimmt.
- (2) Diese Zusatzbewehrung darf aus Bügeln oder aus Bewehrungslagen in Form von Haarnadeln bestehen.
- (3) Für Teilstäbenbelastung auf einer Fläche  $A_{c0}$  (siehe Bild 5.19) kann die aufnehmbare Teilstäbenbelastung wie folgt ermittelt werden:

$$F_{Rd} = A_{c0} f_{cd} \sqrt{A_{c1}/A_{c0}} \leq [3,3] f_{cd} A_{c0} \quad (5.22)$$

mit

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$$

Hierin sind:

$A_{c0}$  Belastungsfläche

$A_{c1}$  Größte Fläche, die geometrisch  $A_{c0}$  bei gleichem Schwerpunkt entspricht, der Fläche  $A_c$  eingeschrieben werden kann und in derselben Ebene wie die Lasteintragungsfläche liegt.

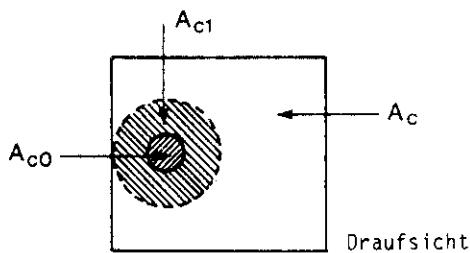


Bild 5.19 Ermittlung der Flächen für Gleichung (5.22)

Wenn  $A_c$  und  $A_{c0}$  geometrisch übereinstimmen und denselben Schwerpunkt haben, ist  $A_{c1} = A_{c0}$

Der Wert von  $F_{RdU}$  nach Gleichung (5.22) sollte verringert werden, wenn die örtlichen Lasten nicht gleichmäßig über die Fläche  $A_{c0}$  verteilt sind oder wenn hohe Schubkräfte vorhanden sind.

Diese Verfahrensweise ist nicht anwendbar für Verankerungen von Spanngliedern (siehe Abschnitt 2.5.3.7.4).

#### 5.4.8.2 Umlenkkräfte

- P (1) In Punkten mit erheblichen Richtungsänderungen von inneren Kräften müssen die zugehörigen Umlenkkräfte durch eine ausreichend verankerte Zusatzbewehrung aufgenommen werden, oder die vorhandene Bewehrung muß entsprechend ausgebildet werden.

#### 5.4.8.3 Indirekte Auflager

- P (1) Im Kreuzungsbereich von Haupt- und Nebenträgern muß eine Aufhängebewehrung vorgesehen werden, die so zu bemessen ist, daß die wechselseitigen Auflagerreaktionen vollständig aufgenommen werden können.
- (2) Die Aufhängebewehrung sollte vorzugsweise aus Bügeln bestehen, die die Hauptbewehrung des unterstützenden Bauteils umfassen. Einige dieser Bügel dürfen außerhalb des Kreuzungsbereichs beider Träger verteilt werden, wie in Bild 5.20 angegeben.

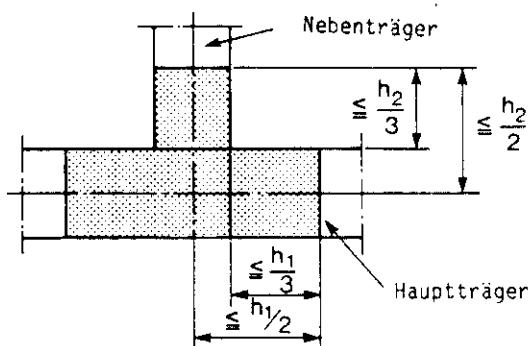


Bild 5.20 Abmessungen im Kreuzungsbereich bei Anschluß von Nebenträgern

$h_1$  Dicke des unterstützenden Trägers (Hauptträgers)

$h_2$  Dicke des unterstützten Trägers ( $h_2 < h_1$ ) (Nebenträgers)

## DIN V 18 932 Teil 1

**5.5 Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen****5.5.1 Ringanker**

Wenn es für notwendig erachtet wird, besondere Vorkehrungen zur Begrenzung möglicher Schäden [Abschnitt 2.1 (2)] zu treffen, können Ringanker verwendet werden.

- (1) Das Zusammenwirken von Bauteilen kann erreicht werden durch
  - (a) äußere Ringanker
  - (b) innere Ringanker
  - (c) senkrechte Zugbänder
- (2) Wenn ein Bauwerk durch Dehnfugen in unabhängige Bauwerkabschnitte aufgeteilt ist, sollte jeder Abschnitt ein unabhängiges Ringankersystem haben.
- (3) Ringanker erfüllen zwei unterschiedliche Aufgaben:
  - (a) Verhinderung örtlicher Schäden, die durch außergewöhnliche Einwirkungen, wie z. B. Anpralllasten oder Explosionen, hervorgerufen werden.
  - (b) Eröffnung der Möglichkeit alternativen Lastabtragung beim Auftreten örtlicher Schäden.

**5.5.2 Bemessung von Ringankern**

- (1) Querschnitte von Ringankern sollten so bemessen werden, daß sie sowohl den Beanspruchungen widerstehen können, die durch maßgebende außergewöhnliche Lasten, gemäß Eurocode für Einwirkungen entstehen, als auch in der Lage sind, einen bestimmten "Lastableitungspfad" um einen beschädigten Bereich herum sicherzustellen.
- (2) Bei der Bemessung der Ringanker darf angenommen werden, daß die Bewehrung mit ihrer charakteristischen Festigkeit wirkt.
- (3) Für andere Zwecke vorhandene Bewehrung darf teilweise oder gänzlich als Bestandteil dieser Ringanker angerechnet werden.
- (4) Zum Zwecke der Ringankerbemessung dürfen alle anderen Kräfte als diejenigen, die unmittelbar aus außergewöhnlichen Einwirkungen entstehen oder als Folge tatsächlicher örtlicher Schäden auftreten, vernachlässigt werden.

**5.5.3 Durchlaufwirkung und Verankerung**

- (1) Ringanker sollten über den Umfang des Tragwerkes durchlaufen.
- (2) Die Durchlaufwirkung wird durch wirksame Übergreifung mit vorgesehenen Stoßlängen  $l_0 = 2 \cdot l_b$ , die von Bügeln oder Spiralen mit  $s \leq 100$  mm umgeben sind, erreicht. In einigen Fällen kann die Durchlaufwirkung durch Verschweißen oder durch Verwenden mechanischer Verbindungsstücke erzielt werden.
- (3) Ringanker am Umfang des Tragwerks sollten mit mechanischen Verankerungen im Randbereich des Tragwerkes versehen sein.

## 6 Bauausführung

### 6.1 Zweck

- P (1) Dieser Abschnitt enthält eine Reihe von Mindestanforderungen an das Niveau der Bauausführung, das auf der Baustelle erreicht werden muß, um sicherzustellen, daß die Entwurfsannahmen dieser Vorschrift verwirklicht und somit das beabsichtigte Sicherheits- und Dauerhaftigkeitsniveau erreicht werden.
- (2) Dieser Abschnitt ist weder dazu bestimmt noch ist er ausführlich genug, um als Vertragsgrundlage herangezogen zu werden.

### 6.2 Maßabweichungen

#### 6.2.1 Maßabweichungen – Allgemeines

- P (1) Um sicherzustellen, daß das Bauwerk die geforderten Eigenschaften aufweist, müssen vor Beginn der Bauarbeiten die Maßabweichungen eindeutig festgelegt werden.
- P (2) Zum Zwecke der Dauerhaftigkeit darf die Betondeckung der Bewehrung unabhängig von den festgelegten Maßabweichungen nicht geringer als die in Abschnitt 4.1.3.3 angegebenen Mindestwerte sein.
- P (3) Die in den Bauzeichnungen angegebenen Maße sind unter Berücksichtigung geeigneter Maßabweichungen einzuhalten.

#### 2.2 Maßabweichungen in bezug auf die Tragsicherheit

- (1) Aufgrund der in den Abschnitten 2.3.3.1 bzw. 2.3.3.2 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f$  und  $\gamma_M$  können mit Ausnahme der Betondeckung (siehe Abschnitt 6.2.3) in Abhängigkeit vom Nennwert  $l$  der Querschnittsabmessungen folgende Maßabweichungen  $\Delta l$  als zulässig angesehen werden:
- (a) In bezug auf die Abmessungen des Betonquerschnitts (Gesamtdicke eines Balkens oder einer Platte, Breite eines Balkens oder Steges, seitliche Abmessung einer Stütze) und in bezug auf die Nutzhöhe:

$$\text{für } l \leq 150 \text{ mm} : \Delta l = \pm 5 \text{ mm} \quad (6.1)$$

$$\text{für } l = 400 \text{ mm} : \Delta l = \pm 15 \text{ mm} \quad (6.2)$$

$$\text{für } l \geq 2500 \text{ mm} : \Delta l = \pm 30 \text{ mm} \quad (6.3)$$

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

- (b) Für die Lage der Spannglieder bezogen auf die planmäßige Lage:

$$\text{für } l < 200 \text{ mm} : \quad (6.4)$$

- für Einzeldrähte als Teil einer Litze, Einzelspannglieder und Litzen:  
 $\Delta l = \pm 0,025 l$

$$\text{für } l > 200 \text{ mm} : \quad (6.5)$$

- für Einzeldrähte als Teil einer Litze und Einzelspannglieder:  
 $\Delta l = \pm 0,025 l$  oder  $\Delta l = \pm 20 \text{ mm}$
- für Litzen:  
 $\Delta l = \pm 0,04 l$  oder  $\Delta l = \pm 30 \text{ mm}$

$l$  bezeichnet die Höhe.

- (2) Es dürfen auch andere als die in Absatz (1) angegebenen Maßabweichungen festgelegt werden, sofern nachgewiesen wird, daß diese das geforderte Sicherheitsniveau nicht verringern.

#### 6.2.3 Maßabweichungen für die Betondeckung

- (1) Bezuglich der Maßabweichungen für die Betondeckung, d. h. der Differenz zwischen dem Nenn- und dem Mindestwert der Betondeckung, gilt Abschnitt 4.1.3.3 (8). Eine zulässige positive Abweichung (Erhöhung) wird nicht angegeben.

## DIN V 18 932 Teil 1

**6.2.4 Maßabweichungen bei der Bauausführung**

- (1) Für andere Zwecke, wie beispielsweise Ausführungstoleranzen- oder Maßabweichungen bei Gebäuden als Ganzes, dürfen engere Toleranzen, als in Abschnitt 6.2.2 definiert, gefordert werden. Diese Werte sollten unabhängig von dieser Vorschrift festgelegt werden. Für die größte Durchbiegung von Decken gelten jedoch die Abschnitte 4.4.3.1 (5) und (6).

**6.3 Ausführungsregeln****6.3.1 Beton**

- P (1) Die Eigenschaften des für die Bauausführung verwendeten Betons müssen während der gesamten Nutzungsdauer des Bauwerks erhalten bleiben.
- (2) Bezuglich der Regeln für die Bauausführung im Bereich Beton und Betontechnik gelten die entsprechenden Abschnitte von ENV 206.

**6.3.2 Schalung und Lehrgerüst****6.3.2.1 Grundlegende Anforderungen**

- P (1) Schalungen und Lehrgerüste für Bauwerke sind so zu bemessen und auszuführen, daß sie alle bei der Bauausführung auftretenden Beanspruchungen aufnehmen können. Sie müssen so lange in ihrer Lage verbleiben, bis der Beton ausreichende Festigkeit erreicht hat, damit dieser beim Ausschalen bzw. beim Ablassen den auftretenden Spannungen unter Berücksichtigung eines hinreichenden Sicherheitsniveaus widerstehen kann.
- P (2) Schalungen und Lehrgerüste müssen so steif sein, daß die zulässigen Maßabweichungen des Bauwerks eingehalten werden und dessen Tragverhalten nicht beeinträchtigt wird.
- P (3) Die Anordnung der Schalungen muß den ordnungsgemäßen Einbau von Bewehrung und Spanngliedern sowie das ordnungsgemäße Verdichten des Betons ermöglichen.
- P (4) Schalung und Lehrgerüst sind (in Übereinstimmung mit nationalen Normen) von hinreichend ausgebildeten Personen zu planen und zu errichten. Überwachung und Kontrolle müssen darauf abgestimmt sein, daß die Errichtung in Übereinstimmung mit Zeichnungen und Festlegungen erfolgt.
- P (5) Die Schalung muß so beschaffen sein, daß der Beton beim Ausschalen weder erschüttert noch beschädigt wird.
- (6) Für etwaig erforderliche Schalungsüberhöhungen gelten die Angaben des Tragwerkplaners für Bauwerk und Lehrgerüst.
- (7) Die Lager des Lehrgerüsts sollten ebenfalls von sachkundigem Personal in Übereinstimmung mit den Zeichnungen und Festlegungen errichtet werden. Bei der Bemessung des Lehrgerüsts sollen durch Vorspannen bewirkte Verformungen und Verschiebungen berücksichtigt werden.
- (8) Die Fugen zwischen einzelnen Schaltafeln müssen ausreichend dicht sein.
- (9) Die Innenfläche der Schalung muß sauber sein. Trennmittel sollten in gleichmäßigen und zusammenhängenden Schichten auf die Innenfläche aufgetragen werden, und das Betonieren soll erfolgen, solange diese Mittel noch wirksam sind. Jede mögliche nachteilige Beeinflussung der Betonoberfläche durch diese Mittel ist zu berücksichtigen.
- (10) Im Beton verbleibende Abstandhalter sollten dessen Dauerhaftigkeit oder Aussehen nicht beeinträchtigen.

**6.3.2.2 Oberflächenbeschaffenheit**

- P (1) Die Schalung ist so zu bemessen und auszuführen, daß die Betonoberfläche keinen Feinstoffverlust oder Fehlstellen aufweist.
- P (2) Wenn aus praktischen oder ästhetischen Gründen eine besondere Güte oder eine besondere Bearbeitung der Oberfläche verlangt werden, müssen entsprechende Anforderungen unmittelbar oder durch Verweis auf geeignete nationale oder internationale Normen oder anhand von Probeflächen vereinbart werden.

**6.3.2.3 Vorübergehende Hilfsvorrichtungen für die Bauausführung**

- P (1) Vorübergehende Hilfsvorrichtungen können erforderlich sein, um die Lage der Schalung, des Betonstahls, der Hüllrohre oder vergleichbarer Einbauteile sicherzustellen, bis der Beton erhärtet ist.
- P (2) Derartige Hilfsvorrichtungen dürfen zu keinen unzulässigen Beanspruchungen des Bauwerks führen, die Bestandteile des Betons, die Bewehrung oder den Spannstahl nicht nachteilig beeinflussen und keine unzulässigen Fehlstellen an der Oberfläche hervorrufen.
- (3) Die Verwendung von Einbauteilen aus Leichtmetall (Aluminium usw.) ist unzulässig.

#### 6.3.2.4 Ausschalen und Ausrüsten

- P (1) Der Zeitpunkt des Ausschalens ist anhand folgender Kriterien festzulegen:
- auftretende Spannungen im Beton nach dem Ausschalen,
  - Betonfestigkeit zum Zeitpunkt des Ausschalens,
  - klimatische Bedingungen und nach dem Ausschalen zum Schutz des Betons ergriffene Maßnahmen,
  - Schalung mit einspringenden Flächen sollte sobald wie möglich entfernt werden, wobei die anderen Kriterien für das Ausschalen zu berücksichtigen sind.
- (2) Allgemeine Angaben über die Nachbehandlung und das Ausschalen sind in ENV 206, Abschnitte 10.6, 10.7 und 10.8 enthalten.
- (3) Die Zeitspanne zwischen Betonieren und Ausschalen hängt hauptsächlich von der Festigkeitsentwicklung des Betons (siehe ENV 206, Tabelle 13) und der Wirkungsweise der Schalung ab. Wenn genauere Werte fehlen, werden nachstehende Mindestausschalfristen empfohlen:
- 2 Tage für Teile der Schalung, die keine Last abtragen (z. B. lotrechte Schalung der Balken, Stützen und Wandschalungen);
  - 5 Tage für die Schalung von Ortbetondecken;
  - 10 Tage für eine unmittelbar belastete Schalung, z. B. Unterflächen von Balken oder Platten.
- Werden Gleit- oder Kletterschalungen eingesetzt, können kürzere als die zuvor empfohlenen Zeiten zugelassen werden.

#### 6.3.3 Betonstahl

##### 6.3.3.1 Grundlegende Anforderungen

- P (1) Betonstahl muß die Anforderungen des Abschnitts 3.2 dieser Vorschrift, entsprechender Euronormen oder, wenn diese nicht vorhanden sind, von CEN-, ISO- oder anderen nationalen Normen erfüllen oder durch die nationale Bauaufsichtsbehörden zugelassen sein.
- (2) Nur der in den Planungsunterlagen festgelegte Stahl darf als Bewehrung verwendet werden.

##### 6.3.3.2 Transport, Lagerung und Herstellung der Bewehrung

- P (1) Betonstabstahl, Betonstahlmatten und vorgefertigte Bewehrungskörbe sind so zu transportieren, zu lagern, zu biegen und einzubauen, daß sie keine Schäden erleiden.
- P (2) Die Oberfläche der Bewehrung ist vor deren Verwendung zu überprüfen, um sicherzustellen, daß sie frei von schädlichen Stoffen ist, die den Stahl oder Beton oder deren Verbund beeinträchtigen könnten.
- P (3) Betonstahl muß in Übereinstimmung mit einschlägigen internationalen oder nationalen Normen abgelängt und gebogen werden.
- (4) Folgendes sollte vermieden werden:
- mechanische Schäden (z. B. Einkerbungen oder Dellen),
  - Brüche von Schweißverbindungen an vorgefertigten Bewehrungskörpern und Bewehrungsmatten,
  - Oberflächenablagerungen, die den Verbund beeinträchtigen,
  - Fehlen der Kennzeichnung der Bewehrung,
  - Verminderung des Querschnitts durch Korrosion über die zulässigen Grenzwerte hinaus.

##### 6.3.3.3 Schweißen

- P (1) Es darf nur Betonstahl geschweißt werden, der dafür geeignet ist.
- P (2) Schweißverbindungen dürfen nur von geschultem Personal hergestellt und überprüft werden.
- P (3) Schweißen ist in Übereinstimmung mit internationalen oder nationalen Normen durchzuführen.
- P (4) Wenn die Gefahr einer Ermüdung besteht, muß die Schweißung mit den besonderen Anforderungen der betreffenden Normen übereinstimmen.

## DIN V 18 932 Teil 1

P (5) Herstellung und Prüfung geschweißter Verbindungen muß mit den einschlägigen Anforderungen in internationalen oder nationalen Normen übereinstimmen.

(6) Folgende Schweißverfahren sind zulässig:

- Abbrennstumpfschweißen,
- Widerstandsschweißen,
- Lichtbogenschweißen (mit umhüllten Elektroden oder unter Schutzgas),
- Gaspreßschweißen.

#### 6.3.3.4 Stöße

- P (1) Die Länge und Lage von Übergreifungsstößen muß der Bemessung und den Bewehrungszeichnungen entsprechen. Wenn die auf die Baustelle gelieferten Stahlängen den Zeichnungen nicht entsprechen, dürfen Änderungen nur mit Genehmigung des Tragwerkplaners oder der überwachenden Stelle vorgenommen werden.
- P (2) Im allgemeinen dürfen Bewehrungsstäbe nicht in Krümmungen oder im Bereich von Krümmungen geschweißt werden.
- (3) Stöße mit mechanischen Verbindungsmitteln sollten nach Abschnitt 5.2.3.5 oder nach einschlägigen Normen oder Zulassungsbescheiden ausgeführt werden.

#### 6.3.3.5 Herstellung, Zusammenbau und Einbau der Bewehrung

- P (1) Das Bewehrungsgeflecht muß so steif sein, daß sich die Stäbe beim Transport, Einbau und Betonieren nicht verschieben. Die erforderliche Betondeckung ist durch Verwendung zugelassener punkt- oder linienvörmiger Abstandhalter zu sichern.
- P (2) Zulässige Maßabweichungen für das Verlegen der Bewehrung sind in Abschnitt 6.2 festgelegt. Davon abweichende Werte sind in den Vertragsunterlagen anzugeben.
- P (3) Das Biegen ist mechanisch mit konstanter Geschwindigkeit und stoßfrei mit Hilfe von Biegerollen so durchzuführen, daß sich ein konstanter Krümmungshalbmesser ergibt. Wenn die Umgebungstemperatur niedriger als ein festgelegter Wert ist, können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein.
- P (4) Die Bewehrung ist gegen Verschieben zu sichern, und die Lage der Bewehrung ist vor dem Betonieren zu überprüfen.
- P (5) Bei Bewehrungsanhäufungen sind ausreichende Stababstände vorzusehen, um das sachgemäße Verdichten des Betons zu ermöglichen.

#### 6.3.4 Spannstahl

##### 6.3.4.1 Grundlegende Anforderungen

- P (1) Spannstahl muß die Anforderungen nach Abschnitt 3.3 der entsprechenden Euronormen oder, wenn diese nicht vorhanden sind, die Anforderungen von CEN-, ISO- oder nationalen Normen erfüllen oder durch die nationale Bauaufsichtsbehörden zugelassen sein.
- P (2) Spanngliedbestandteile (Anker, Kopplungen, Hüllrohre) müssen die Anforderungen nach Abschnitt 3.4 der entsprechenden Euronormen oder, wenn diese nicht vorhanden sind, die Anforderungen von CEN-, ISO- oder nationalen Normen erfüllen oder durch die nationalen Bauaufsichtsbehörden zugelassen sein.
- (3) Es dürfen nur die bei der Tragwerksplanung festgelegten Spannglieder (Drähte, Stäbe, Litzen), Ankerkörper, Kopplungen und Hüllrohre verwendet werden. Es muß möglich sein, sie eindeutig als diese zu erkennen.

##### 6.3.4.2 Transport und Lagerung der Spannglieder

- P (1) Spannglieder, Hüllrohre, Ankerkörper und Kopplungen müssen während des Transports und der Lagerung sowie beim Einbau vor schädlichen Einflüssen bis zum Betonieren geschützt werden.

- (2) Während des Transports und der Lagerung der Spannglieder sollte folgendes zu vermeiden:
- korrosionsfördernde chemische, elektrochemische oder biologische Einflüsse jeder Art,
  - jegliche Beschädigung der Spannglieder,
  - jegliche Dauerhaftigkeit oder dem Verbund abträgliche Verschmutzung,
  - jegliche unplanmäßige Verformung der Spannglieder,
  - jegliche ungeschützte Lagerung im Regen und auf Erdreich,
  - Befördern von Spanngliedern auf dem Wasserweg ohne angemessene Verpackung,
  - Schweißen in der Nähe von Spanngliedern ohne deren besonderen Schutz (Schutz vor abtropfendem Schweißgut).
- (3) Bei Hüllrohren sollte folgendes berücksichtigt werden:
- stellenweise Beschädigung und Korrosion im Innern sollen vermieden werden,
  - Wasserdichtheit sollte sichergestellt sein,
  - Widerstandsfähigkeit gegen mechanischen und chemischen Angriff.

#### 6.3.4.3 Herstellung der Spannglieder

- P (1) Vorrichtungen, die zur Verbindung der Spannglieder sowie deren Verankerung und Kopplung verwendet werden, müssen einschlägigen Normen oder Zulassungsbescheiden entsprechen. Die Bestandteile des Spannglieds müssen in Übereinstimmung mit den Normen oder Zulassungsbescheiden zusammengefügt und eingebaut werden. Hüllrohre und ihre Verbindungen müssen den Planungsunterlagen entsprechen.
- (2) Folgendes sollte besonders berücksichtigt werden:
- Erhaltung der Kennzeichnungen auf allen Teilen,
  - zweckmäßiges Schneideverfahren,
  - geradlinige Einführung in den Anker und die Kopplungen, wie vom Hersteller gefordert,
  - sachgemäßer Zusammenbau,
  - Transport; beim Anheben mittels Kran sollte Knicken oder Verbiegen der Spannglieder vermieden werden.

#### 6.3.4.4 Einbau der Spannglieder

- P (1) Beim Einbau der Spannglieder sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:
- Betondeckung und Abstände der Spannglieder,
  - zulässige Lageabweichungen der Spannglieder, Kopplungen und Anker,
  - leichtes Einbringen des Betons.
- P (2) Zulässige Maßabweichungen für den Einbau der Spannglieder sind in Abschnitt 6.2 angegeben. Hier von abweichende Werte sind in den Vertragsdokumenten anzugeben.
- (3) Hüllrohre sollten bezüglich der Maße, Abstandhalter und Unterstützungen nach Abgaben des Tragwerkplaners sorgfältig befestigt werden.
- (4) An den Enden und in Scheitelpunkten sowie an allen Stellen der verlegten Hüllrohre, an denen sich vermehrt Luft oder Wasser ansammeln kann, sollten Entlüftungen angeordnet werden, bei langen Hüllrohren auch an Zwischenstellen.
- (5) Bis zum Verpressen des Einpreßmörtels sollten die Hüllrohre gegen Eindringen von Fremdstoffen geschützt werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

**6.3.4.5 Spannvorgang**

- P (1) Das Aufbringen der Vorspannung muß nach einem vorher festgelegten Spannprogramm erfolgen.
- P (2) Auf der Baustelle oder in im Werk müssen schriftliche Anweisungen für den Spannvorgang vorliegen.
- P (3) Das mit dem Vorspannen betraute Personal muß sachkundig und entsprechend ausgebildet sein.
- P (4) Während des Vorspannens sind geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen und von einem Ingenieur aufzuzeichnen.

**6.3.4.5.1 Spannen mit sofortigem Verbund**

- (1) Die Anweisungen für das Spannen mit sofortigem Verbund müssen folgende Angaben enthalten:
- Spannglieder und Spanngeräte,
  - Reihenfolge, in der die einzelnen Spannglieder gespannt werden müssen,
  - Pressendruck oder Pressenkraft, die nicht überschritten werden darf,
  - am Ende des Spannvorgangs zu erwartenden Pressendrücke oder -kräfte,
  - größte zulässige Spannung der Spannglieder und Schlupf in den Verankerungen,
  - Art und Reihenfolge, in der die einzelnen Spannglieder abzulassen sind,
  - die zum Zeitpunkt des Ablassens erforderliche Betonfestigkeit, die überprüft werden sollte,
  - Gebrauchstauglichkeit von wiederverwendbaren Ankerteilen.
- (2) Die Notwendigkeit eines vorläufigen Schutzes der Spannglieder nach dem Spannen und vor dem Betonieren sollte geprüft werden. Ist dieser Schutz erforderlich, darf das Schutzmittel den Verbund nicht beeinträchtigen und keine schädlichen Einflüsse auf den Stahl oder den Beton ausüben.

**6.3.4.5.2 Spannen mit nachträglichem Verbund**

- (1) Folgendes ist
- (a) vom Tragwerkplaner vorzugeben:
- Spannvorgang,
  - Art und Güte des Spannstahls,
  - Anzahl der Stäbe oder Drähte in den einzelnen Spanngliedern,
  - Betonfestigkeit, die vor dem Aufbringen der Vorspannung erreicht sein muß,
  - Reihenfolge, in der die Spannglieder gespannt werden müssen, und die Stellen, von denen aus gespannt werden sollte,
  - gegebenenfalls der Zeitpunkt des Ablassens des Lehrgerüstes während des Spannens,
  - an der Presse zu erreichende Spannkraft,
  - Spannweg gemäß Planungsunterlagen,
  - Höchstwert des Schlupfes,
  - Anzahl, Art und Lage der Kopplungen.
- (b) vom überwachenden Ingenieur beim Spannvorgang aufzuzeichnen:
- Art der verwendeten Spanngeräte, die kalibriert werden sollten,
  - auf der Baustelle gemessener Spannweg,
  - gemessener Pressendruck,
  - gemessener Schlupf,
  - Abweichung der gemessenen von in den Planungsunterlagen festgelegten Werten,
  - erreichte Betonfestigkeit,
  - Reihenfolge, in der die Spannglieder gespannt wurden,
  - gegebenenfalls Zeitpunkt des Ausschalens.

**6.3.4.6 Verpressen und Schutzmaßnahmen****6.3.4.6.1 Allgemeines**

- P (1) Spannglieder in Hüllrohren oder in Spannkanälen im Beton, Kopplungen und Ankerkörper müssen gegen Korrosion geschützt werden.
- P (2) Wenn die zulässige Dauer zwischen Spannen und Verpressen überschritten wird, müssen die Spannglieder bis zum Verpressen geschützt werden.
- P (3) Wenn vorübergehender Schutz vorgesehen ist, muß für den verwendeten Stoff ein Zulassungsbescheid vorliegen; er darf keine schädliche Wirkung auf den Spannstahl oder den Einpreßmörtel haben.
- P (4) Für die Vorbereitung und Durchführung des Verpressens müssen auf der Baustelle oder im Werk schriftliche Anweisungen vorliegen.

P (5) Falls Frost auftritt, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die ein Gefrieren von Wasser in den noch nicht verpreßten Hüllrohren verhindern. Nach einer Frostperiode müssen die Hüllrohre vor dem Verpressen frei von Eis sein.

(6) Korrosionsschutz der Spannglieder wird durch Füllen aller Hohlräume mit einem geeigneten Einpreßmaterial (gewöhnlich Zementmörtel) sichergestellt; in der Regel sollte die Verankerung von Beton oder Mörtel umhüllt sein.

Dies wird erreicht durch:

- Verwendung zugelassener Einpreßmaterialien (sie müssen alkalisch bleiben und dürfen keine schädlichen Bestandteile enthalten) und vollständiges Ummachen der Spannglieder,
- vollständiges Ausfüllen der Spannkanäle (einschließlich der Hohlräume zwischen den einzelnen Spanngliedern) mit einem Einpreßmaterial, das nach dem Erhärten den konstruktiven Anforderungen entspricht (Festigkeit, Verbund, Elastizitätsmodul, Schwinden).

#### 6.3.4.6.2 Zementmörtel

P (1) Der Zementmörtel muß die entsprechenden Eigenschaften aufweisen, z. B.:

- hohes Fließvermögen und Kohäsion im plastischen Zustand,
- geringe Schwindverformung beim Erhärten,
- Festigkeit und Frostbeständigkeit im erhärteten Zustand,
- kein Verlust von Feinanteilen ("Bluten").

P (2) Es müssen geeignete Stoffe (Zementart, Zusatzmittel) verwendet werden, und der Mischvorgang (Dosierung, Wasserzementwert, Verfahren, Zeit) muß die geforderten Eigenschaften sicherstellen.

P (3) Der Gehalt an Chloriden (in Massen-% des Zements) jeglicher Herkunft darf nicht die in den nationalen Normen angegebenen Werte überschreiten.

P (4) Zum Verpressen zulässige Zementarten siehe ENV .... (noch auszuarbeiten).

#### 6.3.4.6.3 Anweisungen für die Baustelle

P (1) Vor dem Verpressen müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- betriebsbereites Gerät (einschließlich Bereitstellung einer Einpreßpumpe "auf Abruf", um bei Betriebsstörung Unterbrechungen zu vermeiden),
- ständige Verfügung von Druckwasser und Druckluft,
- Vorrat der erforderlichen Stoffe (etwas mehr als erforderlich, um Überlauf zu berücksichtigen),
- von schädlichen Stoffen (z. B. Wasser, Eis) freie Spannkanäle,
- vorbereitete und markierte Entlüftungsöffnungen,
- Vorbereitung von Kontrollprüfungen für das Einpreßmaterial,
- in Zweifelsfällen Verpreßversuch an repräsentativen Spannkanälen,
- unbehindeter Mörtelfluß.

P (2) Das Verpreßprogramm muß folgende Festlegungen enthalten:

- Eigenschaften der Geräte und des Einpreßmaterials,
- Reihenfolge der Ausblas- und Waschvorgänge,
- Reihenfolge der Verpreßvorgänge und Prüfungen am Einpreßmörtel (Fließvermögen, Entmischung),
- für jede Verpressung vorzubereitende Menge an Einpreßmörtel,
- Vorkehrung zur Reinhaltung der Spannkanäle,
- Anweisungen für Störfälle und schädliche klimatische Bedingungen,
- erforderlichenfalls zusätzliches Verpressen.

#### 6.3.4.6.4 Verpreßvorgänge

(1) Vor dem Verpressen sollte überprüft werden, ob das Verpreßprogramm erfüllt werden kann.

(2) Der Verpreßvorgang sollte ununterbrochen und gleichmäßig durchgeführt werden. In bestimmten Fällen (großer Durchmesser, vertikale oder geneigte Kanäle) kann ein Nachpressen erforderlich sein, um abgesondertes Wasser durch Einpreßmörtel zu ersetzen.

(3) Nach Beendigung des Verpreßvorgangs sollte ein Austreten des Einpreßmörtels aus dem Kanal verhindert werden. Um das Ausdehnen des Einpreßmörtels während des Erhärten zu ermöglichen und abgesondertes Wasser abzuleiten, dürfen entsprechende Entlüftungen geöffnet werden.

(4) Nach dem Verpressen sollte bei Verdacht auf vorhandene größere Hohlräume die Wirksamkeit des Verpressens mit entsprechenden Geräten überprüft werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

**6.3.4.6.5 Abdichten**

P (1) Falls erforderlich müssen alle Öffnungen, Einpreßkanäle und Entlüftungen vollständig abgedichtet werden, um das Eindringen von Wasser oder schädlichen Stoffen zu verhindern (z. B. Frostschutz- oder Taumittel).

**6.3.4.6.6 Andere Schutzmaßnahmen**

(1) Spannglieder dürfen durch bitumenhaltige, epoxidharzhaltige, gummihaltige usw. Stoffe geschützt werden, sofern diese den Verbund, den Feuerwiderstand oder andere wesentliche Eigenschaften nicht beeinträchtigen.

**7 Güteüberwachung****7.1 Geltungsbereich und Ziel**

P (1) Dieser Abschnitt enthält ein Mindestmaß an notwendigen Überwachungsmaßnahmen für die Planung und die Ausführung von Betonbauwerken. Sie umfassen die wesentlichen Maßnahmen und Entscheidungen sowie die notwendigen Prüfungen im Zusammenhang mit den Ausführungsbestimmungen, Normen und allgemein anerkannten Regeln der Baukunst, die für die Einhaltung der vorgegebenen Anforderungen wichtig sind.

**7.2 Einteilung der Überwachungsmaßnahmen****7.2.1 Allgemeines**

P (1) Im Hinblick auf die Güteüberwachung nach Abschnitt 2.1 sind grundsätzlich drei unterschiedliche Überwachungssysteme zu unterscheiden, je nachdem, von welcher Seite die Güteüberwachung ausgeübt wird. Für jedes System sind andere Ziele definiert:

- Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle)
- Fremdüberwachung
- Konformitätskontrolle.

**7.2.2 Eigenüberwachung**

(1) Die Eigenüberwachung wird vom Tragwerksplaner, Unternehmer, Nachunternehmer oder vom Lieferanten im Rahmen seiner spezifischen Aufgaben bei der Planung und Ausführung des Bauwerks durchgeführt. Sie wird ausgeübt aufgrund

- eigener Veranlassung,
- betriebsexterner Festlegungen, getroffen vom Auftraggeber oder einer unabhängigen Stelle.

**7.2.3 Fremdüberwachung**

(1) Die Fremdüberwachung einschließlich aller Überwachungsmaßnahmen für den Auftraggeber wird von einer unabhängigen Stelle, die vom Auftraggeber oder einer zuständigen Behörde beauftragt wird, ausgeführt.

Eine Fremdüberwachung kann umfassen:

- die Kontrolle der Eigenüberwachung (sofern diese aufgrund von betriebsexternen Festlegungen ausgeführt wird) oder
- Zusatzprüfungen, die von der Eigenüberwachung unabhängig sind.

**7.2.4 Konformitätskontrolle**

(1) Die Konformitätskontrolle wird durchgeführt um zu überprüfen, ob eine bestimmte Leistung oder Herstellung nach den vereinbarten Festlegungen ausgeführt wurde.

(2) Im allgemeinen ist sie Teil der Fremdüberwachung.

**7.3 Nachweissysteme**

P (1) Häufigkeit und Umfang der Kontrollen hängen von den Folgen möglicher Fehler und Irrtümer in den verschiedenen Phasen von Planung und Ausführung des Bauwerks ab. Zur Erhöhung der Wirksamkeit werden verschiedene Überwachungsmaßnahmen zu einem Nachweissystem zusammengefaßt.

## 7.4 Überwachung von Planung und Ausführung

- (1) Im Hinblick auf Zweck und Zeitpunkt der Überwachung in den einzelnen Phasen von Planung und Ausführung werden folgende Schritte unterschieden:
- Überwachung der (Tragwerks)planung,
  - Überwachung von Herstellung- und Ausführung,
  - Kontrolle des fertigen Bauwerks (Abnahmeprüfung).

## 7.5 Überwachung der Tragwerksplanung

- P (1) Die Überwachung der Tragwerksplanung muß den geltenden europäischen oder nationalen Verfahren entsprechen.

## 7.6 Überwachung von Herstellung und Ausführung

### 7.6.1 Überwachungsziel

- P (1) Die Überwachung der Herstellung und Ausführung umfaßt alle Maßnahmen zur Einhaltung und Steuerung der geforderten Festlegungen zur Güte der Baustoffe und der Bauausführung. Sie besteht aus Kontrollen nach Augenschein und Prüfungen und umfaßt auch die Auswertung der Prüfergebnisse.

### 7.6.2 Ziel der Kontrollen während der Herstellung und Ausführung

- (1) Die erforderlichen Kontrollen einschließlich der Querverweise auf die einschlägigen Abschnitte dieser Vorschrift oder auf ENV 206 sind in Tabelle 7.1 zusammengefaßt.

### 7.6.3 Überwachungsschritte bei Herstellung und Ausführung

- P (1) Die Überwachung von Herstellung und Ausführung umfaßt:

- Eignungsprüfungen und Kontrollmethoden,
- Prüfung und Kontrolle während der Ausführung,
- Abschlußprüfungen und Endkontrolle.

- (2) Zweckmäßig sind unterschiedliche Nachweissysteme für:

- laufende Herstellung; Ziel ist, langfristig eine gleichbleibende Qualität der Erzeugnisse sicherzustellen;
- Einzelerzeugnisse; Ziel ist hauptsächlich, die Grundanforderungen der Planungsunterlagen zu erfüllen.

- (3) Für ein Einzelerzeugnis kann es zweckmäßig sein, sich auf vorbeugende Maßnahmen zu konzentrieren, insbesondere auf Eignungsprüfungen und Kontrollen während der Ausführung.

### 7.6.4 Eignungsprüfungen

- ^ (1) Wenn notwendig, müssen Eignungsprüfungen vor dem Baubeginn stattfinden um sicherzustellen, daß das geplante Bauwerk zufriedenstellend mit den festgelegten Baustoffen, Ausrüstungen und Herstellungsverfahren errichtet werden kann.
- (2) Die Qualität und Verträglichkeit der Materialien und der Ausgangsstoffe von Beton, Mörtel usw. sollte durch früher gesammelte Erfahrungen oder durchgeführte Versuche sichergestellt sein.  
Es sollten nur genormte Baustoffe verwendet werden.
- (3) Für Eignungsprüfungen von Beton siehe ENV 206, Abschnitte 3.25 und 11.

### 7.6.5 Prüfungen während der Bauausführung

#### 7.6.5.1 Allgemeine Forderungen

- P (1) Abmessungen, Eigenschaften und Eignung der Baustoffe, Einbauteile im Bauwerk und die eingesetzten Geräte müssen ständig überwacht werden.
- P (2) Die Übereinstimmung von bestellten und auf die Baustelle gelieferten Baustoffen und Bauteilen ist zu überprüfen.
- P (3) Wichtige Feststellungen müssen in schriftlichen Berichten (z. B. im Bautagebuch) registriert werden und allen Beteiligten zugänglich sein müssen.
- (4) In Abhängigkeit vom geforderten Zuverlässigkeitsgrad können zusätzlich besondere Kontrollmaßnahmen vereinbart werden.

## DIN V 18 232 Teil 1

Tabelle 7.1 Gegenstand der Kontrollen während der Herstellung und Ausführung

Gegenstand	Kontrolle von Baustoffen und Baustoffherstellung	Querverweis	Kontrolle während der Bauausführung	Querverweis
Beton	Ausgangsstoffe	ENV 206, 11	Transport, Einbringungen	ENV 206, 11
	Zusammensetzung		Verdichtung	
	Herstellung Frischbeton Festbeton		Nachbehandlung Oberflächenbehandlung	ENV 206, 11.2.4 ENV 206, 11
Schalung und Lehrgerüst	Werkstoffeigenschaften	entsprechend einschlägiger Werkstoffvorschriften	Robustheit Zusammenbau, Abbau Überhöhung Durchbiegungen Gründungen Dichtigkeit betonseitige (innen) Oberflächenbeschaffenheit	ENV 206, 10.8 11.2.3 11.2.4 6.3.2 6.3.2 ENV 206, 11.2.3 11.2.4
Bewehrung	Festgelegte Baustoffeigenschaften	3.2 6.3.3 7.6.5.2	Behandlung und Lagerung, Ablängung	6.3.3.2
	Oberflächenbeschaffenheit	6.3.3.2	Zusammenbau, Befestigung Übergreifungsstöße und andere Stöße Schweißungen Verlegung	6.3.3.5 6.3.3.4 6.3.3.3 6.3.3.5 ENV 206, 11.2.3
			Betondeckung	6.3.3.5
	Festgelegte Baustoffeigenschaften	3.3, 3.4	Behandlung und Lagerung	6.3.4.2
	Oberflächenbeschaffenheit	6.3.4.2 ENV 206, 11.2.3	Ablängung Verlegung	6.3.4.3 6.3.4.4 ENV 206, 11.2.3
	Spanngeräte	3.4	Spanngeräte	6.3.4
	Geradheit der Spannglieder	6.3.4.3	Spannen	6.3.4.5 7.6.5.3
Spannstahl und Spanngeräte	Einpreßmörtel	6.3.4.6.2	Verpressen	6.3.4.6
	---	---	Maßabweichungen Überhöhungen und Durchbiegungen	6.2 6.2
			Übereinstimmung mit den Auftragsunterlagen	7.6.5.2
Bauteile, Fertigteile	---	---		

- (5) Für die Güterüberwachung von Beton gilt ENV 206, Abschnitt 11.
- (6) Für alle anderen Baustoffe/Werkstoffe sollte auf geltende technische Unterlagen (z. B. CEN-Normen) verwiesen werden.
- (7) Das Bautagebuch sollte die in ENV 206, Abschnitte 10.3 oder 11.2.1 angeführten Angaben zum Beton enthalten, weiter mindestens folgende Vermerke:
  - Zeitaufwand für einzelne Arbeitsgänge (z. B. Einbringen von Beton, Ausschalen),
  - zur Lieferung von Baustoffen und Bauteilen,
  - Ergebnisse von Prüfungen und Messungen,
  - Beobachtungen und Messungen der Lage von Bewehrung und Spanngliedern,
  - Beschreibung besonderer Vorkommnisse.

#### 7.6.5.2 Abnahmekontrollen für Baustellenzulieferungen

- (1) Für den Lieferschein von Transportbeton gilt ENV 206, Abschnitt 10.3.2.
- (2) Für Fertigteile sollte auf dem Lieferschein bescheinigt werden, daß sie gemäß Auftragsunterlagen gefertigt, gekennzeichnet und behandelt wurden.
- (3) Zusätzlich zu Absatz (2) sollte der Lieferschein folgende Angaben enthalten:
  - Herstelldatum und Lieferdatum,
  - Kennzeichnung und, falls verlangt, die Positionsnummer jedes Positionsteils in Übereinstimmung mit den Forderungen des Auftraggebers,
  - Unterlagen zum Baustoff, z. B. Betonfestigkeitsklasse, Stahlsorte für Bewehrung, Betondeckung usw.
- (4) Die Lieferscheine für Betonstahl sollten folgende Angaben enthalten:
  - Stahl in Bündeln, in Ringen oder unter stahlbaumäßigen Bedingungen,
  - Stabmaterial oder geschweißte Betonstahlmatten,
  - zugeschnittener und gebogener Stahl,
  - vorgefertigte Bewehrung.
- (5) Es ist notwendig, für die gesamte Bewehrung die Herkunft und Kenndaten des gelieferten Stahls zu kennen. Dies kann sichergestellt werden durch:
  - Kennzeichnung auf dem Zertifikat des gelieferten Stahls,
  - Anhänger,
  - Walzzeichen.
- (6) Für Spannstahl und Spanngeräte gilt Abschnitt 6.3.4 dieser Vorschrift.

#### 7.6.5.3 Kontrollen vor dem Betonieren und während des Spannens

- (1) Kontrollen vor dem Betonieren siehe ENV 206, Abschnitt 11.2.3.
- (2) Vor Einbau der Spannglieder sollte geprüft werden, ob Schäden nach dem Eintreffen auf der Baustelle oder im Werk aufgetreten sind.
- (3) Es wird empfohlen, vor Beginn der Spannarbeiten festzustellen, ob der gesamte Spannvorgang unbehindert ablaufen kann. Es sollte geprüft werden, ob zum Zeitpunkt der Einleitung der Spannkräfte die Anforderungen des Abschnitts 6.3.4.5 erfüllt sind.
- (4) Über die Messungen in den einzelnen Spannvorgängen sollte ein Spannprotokoll aufgestellt werden (Pressenkraft, Dehnungen, Ankerschlupf usw.).
- (5) Die Zeit zwischen dem Vorspannen und dem Abschluß der Schutzmaßnahmen für den Spannstahl (Verpressen) sollte kontrolliert und dokumentiert werden.  
Vor dem Verpressen sollte die Einhaltung der Festlegungen der Abschnitte 6.3.4.6.3 und 6.3.4.6.4 kontrolliert werden.
- (6) Während des Verpressens ist es notwendig, den Einpreßdruck, den ungehinderten Fluß des Einpreßmörtels von den Entlüftungsöffnungen her, den Mörtelaustritt an Leckstellen und die Menge des eingepreßten Mörtels zu kontrollieren sowie Proben zur Prüfung der Konsistenz und des Wasserverlusts zu entnehmen. Wenn notwendig, sollte die Festigkeit des Mörtels geprüft werden.

#### 7.6.6 Konformitätskontrolle

- P (1) Unter Konformitätskontrolle wird die Summe von Maßnahmen und Entscheidungen verstanden, deren Beachtung sichert, daß alle festgelegten Forderungen, Kriterien und Bedingungen vollständig erfüllt werden. Dies schließt die Vervollständigung der entsprechenden Dokumentation ein.
- (2) Konformitätskontrolle für Beton siehe ENV 206, Abschnitt 11.

**DIN V 18 232 Teil 1**

- (3) Der Konformitätskontrolle für andere Baustoffe sollten internationale Normen oder, wenn solche nicht bestehen, nationale Normen oder Zulassungen zugrunde gelegt werden.

**7.7 Überwachung und Unterhaltung des fertiggestellten Bauwerks**

- (1) In einem Überwachungsprogramm sind während der Nutzung durchzuführende Kontrollmaßnahmen festzulegen (Inspektionen), wenn langfristig nicht sichergestellt ist, daß die Nutzungsbedingungen mit den grundlegenden Planungsannahmen übereinstimmen.
- (2) Alle Informationen, die für die Nutzung und Unterhaltung notwendig sind, sollten dem für das Gesamtbauwerk Verantwortlichen zur Verfügung stehen.

## Anhang 1

## Zusätzliche Hinweise zur Ermittlung der Auswirkungen zeitabhängiger Betonverformungen

## A 1.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$h_0$	wirksame Bauteildicke in mm ( $h_0 = 2A_c/u$ ), wobei $A_c$ die Querschnittsfläche und $u$ den der Luft ausgesetzten Querschnittsumfang bezeichnet
$T(\Delta t_i)$	Temperatur in °C während des Zeitraums $\Delta t_i$
$t$	Betonalter in Tagen zum betrachteten Zeitpunkt
$t_0$	Betonalter bei Belastungsbeginn in Tagen
$t_{0,T}$	wirkstes Betonalter bei Belastungsbeginn unter Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur, in Tagen
$t_s$	Betonalter in Tagen bei Beginn des Schwinden (oder Quellens)
$t_T$	wirkstes Betonalter unter Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur, in Tagen
$\alpha$	von der Zementart abhängiger Exponent
$\beta_c(t-t_0)$	Beiwert zur Beschreibung des zeitlichen Verlaufs des Kriechens nach Lastaufbringung (Gleichung A 1.7)
$\beta_{fcm}$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Betonfestigkeit auf die Grundkriechzahl
$\beta_H$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der relativen Luftfeuchte RH und der wirksamen Bauteildicke $h_0$ auf das Kriechen
$\beta_{RH}, \beta_{SRH}$	Beiwerte zur Berücksichtigung des Einflusses der relativen Luftfeuchte RH auf das Endschwindmaß (Gleichungen A 1.12 und A 1.15)
$\beta_s$	Beiwert zur Beschreibung des zeitlichen Verlaufs des Schwindens
$\beta_{sc}$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Zementart auf das Schwinden
$\beta(t_0)$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses des Betonalters bei Belastungsbetrag auf die Grundkriechzahl
$\Delta t_i$	Anzahl der Tage mit der Temperatur $T$
$\epsilon_{cs0}$	Grundschrindmaß
$\epsilon_{cs}(t,t_s)$	Schwinden während des Zeitraums $t-t_s$
$\epsilon_s(fcm)$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Betonfestigkeit auf das Schwinden
$\phi_0$	Grundkriechzahl (Gleichung A 1.2)
$\phi_{RH}$	Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der relativen Luftfeuchte RH auf die Grundkriechzahl
$\phi(t,t_0)$	Grundkriechzahl, die das Kriechen im Zeitraum zwischen $t_0$ und $t$ angibt

## A 1.1 Angaben zu zeitabhängigen Auswirkungen

## A 1.1.1 Allgemeines

- (1) Die folgenden Darlegungen ergänzen die Angaben des Abschnitts 3.1.2.5.5 und basieren auf den Annahmen des Abschnitts 2.5.5 (5). Sie sind Arbeiten der CEB-Kommission VIII und GTG 9 entnommen. Es werden die gleichen Bezeichnungen wie in Abschnitt 2.5.5 (7) verwendet.
- (2) Die folgenden Angaben gelten für das durchschnittliche Verhalten eines Betonbauteils. Sie berücksichtigen nicht örtliche rheologische Eigenschaften innerhalb eines Bauteils, die von inneren Spannungen, dem Feuchtezustand und örtlicher Mikrorißbildung abhängen. Die Angaben gelten für üblichen Normalbeton der Klassen C 12/15 bis C 50/60, der Druck- oder Zugspannungen ausgesetzt ist, die das 0,45fache der entsprechenden Festigkeiten nicht überschreiten, sowie für eine relative Luftfeuchte zwischen 40 und 100 % und für mittlere Temperaturen zwischen 10 und 20 °C.

## DIN V 18 932 Teil 1

## A 1.1.2 Kriechen

(1) Nach Gleichung (2.21) des Abschnitts 2.5.5 kann die Kriechzahl wie folgt berechnet werden:

$$\Phi(t, t_0) = \Phi_0 \cdot \beta_c (t-t_0) \quad (\text{A 1.1})$$

Hierin sind:

$\Phi_0$  Grundkriechzahl nach Gleichung (A 1.2)

$\beta_c$  Beiwert zur Beschreibung des zeitlichen Verlaufs des Kriechens unter Last  
Gleichung (A 1.7)

$t$  Betonalter in Tagen zum betrachteten Zeitpunkt

$t_0$  Betonalter bei Belastungsbeginn in Tagen

Die Grundkriechzahl kann wie folgt abgeschätzt werden:

$$\Phi_0 = \Phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad (\text{A 1.2})$$

wobei

$$\Phi_{RH} = 1 + \frac{1-RH/100}{0.10 \sqrt[3]{h_0}} \quad (\text{A 1.3})$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} \quad (\text{A 1.4})$$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,20 \cdot 0,1 + t_0} \quad (\text{A 1.5})$$

$$h_0 = \frac{2A_c}{u} \quad (\text{A 1.6})$$

Hierin sind:

$f_{cm}$  mittlere Betondruckfestigkeit im Alter von 28 Tagen in N/mm<sup>2</sup>

RH relative Feuchte der umgebenden Luft in %

$h_0$  wirksame Bauteildicke in mm, wobei  $A_c$  die Querschnittsfläche und  $u$  den der Luft ausgesetzten Querschnittsumfang bezeichnen

$\Phi_{RH}$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der relativen Luftfeuchte auf die Grundkriechzahl

$\beta(f_{cm})$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Betonfestigkeit auf die Grundkriechzahl

$\beta(t_0)$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses des Betonalters bei Belastungsbeginn auf die Grundkriechzahl

Der Beiwert, der den zeitlichen Verlauf des Kriechens beschreibt, kann wie folgt berechnet werden:

$$\beta_c(t-t_0) = \left( \frac{t-t_0}{\beta_H + t-t_0} \right)^{0,3} \quad (\text{A 1.7})$$

Hierin sind:

$t-t_0$  tatsächliche Belastungsdauer in Tagen

$\beta_H$  Beiwert, der von der relativen Luftfeuchte (RH in %) und von der wirksamen Bauteildicke ( $h_0$  in mm) abhängt.

$\beta_H$  kann wie folgt abgeschätzt werden:

$$\beta_H = 1,5 [1 + (0,012 RH)^{18}] h_0 + 250 \leq 1500 \quad (\text{A 1.8})$$

- (2) Der Einfluß der Zementart auf die Kriechzahl des Betons kann dadurch berücksichtigt werden, daß das Belastungsalter  $t_0$  in Gleichung (A 1.5) entsprechend Gleichung (A 1.9) modifiziert wird:

$$t_0 = t_{0,T} \cdot (9/[2 + (t_{0,T})^{1,2}] + 1)^{\alpha} \geq 0,5 \quad (\text{A 1.9})$$

Hierin sind:

$t_{0,T}$  wirksames Betonalter bei Belastungsbeginn unter Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur nach Gleichung (A 1.10)

$\alpha$  von der Zementart abhängiger Exponent:

$$\alpha = \begin{cases} -1 & \text{für langsam erhärtende Zemente (S)} \\ 0 & \text{für normal oder schnell erhärtende Zemente (N, R)} \\ 1 & \text{für schnell erhärtende hochfeste Zemente (RS)} \end{cases}$$

- (3) Der Einfluß hoher oder niedriger Temperaturen im Bereich von 0 °C bis 80 °C auf den Reife-grad des Betons kann durch Korrektur des Betonalters nach Gleichung (A 1.10) berücksichtigt werden:

$$t_T = \sum_{i=1}^n e^{- (4000/[273 + T(\Delta t_i)] - 13,65)} \cdot \Delta t_i \quad (\text{A 1.10})$$

Hierin sind:

$t_T$  Wirksames Betonalter unter Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur, wodurch die Größe  $t$  in den entsprechenden Gleichungen ersetzt wird:

$T(\Delta t_i)$  Temperatur in °C während des Zeitraums  $\Delta t_i$

$\Delta t_i$  Anzahl der Tage mit der Temperatur  $T$

Der mittlere Variationskoeffizient einer Kriechvorhersage nach den vorgenannten Gleichungen, der mit Hilfe einer Datenbank über Laborversuche bestimmt wurde, beträgt ca. 20 %.

- (4) Die oben angegebenen Werte  $\phi(t, t_0)$  sollten in Verbindung mit dem Tangentenmodul verwendet werden, wobei  $E_c(28) = 1,05 E_{cm}$ . Soweit eine weniger genaue Abschätzung als ausreichend angesehen wird, dürfen die Werte der Tabelle 3.3 des Abschnitts 3.1.2.5.5 als Kriechzahl nach einer Belastungsdauer von 70 Jahren verwendet werden.

### A 1.1.3 Schwinden

- (1) Schwind- und Quellverformungen können wie folgt berechnet werden:

$$\epsilon_{cs}(t, t_s) = \epsilon_{cs0} \cdot \beta_s(t - t_s) \quad (\text{A 1.11})$$

Hierin sind:

$\epsilon_{cs0}$  Grundschrwindmaß (Gleichung A 1.12)

$\beta_s$  Beiwert zur Beschreibung des zeitlichen Verlaufs des Schwindens (Gleichung A 1.16)

$t$  Betonalter in Tagen zum betrachteten Zeitpunkt

$t_s$  Betonalter in Tagen zu Beginn des Schwindens oder Quellens

Das Grundschrwindmaß kann wie folgt bestimmt werden:

$$\epsilon_{cs0} = \epsilon_s(f_{cm}) \cdot \beta_{RH} \quad (\text{A 1.12})$$

wobei

$$\epsilon_s(f_{cm}) = [160 + \beta_{sc} (90 - f_{cm})] \cdot 10^{-6} \quad (\text{A 1.13})$$

## DIN V 18 932 Teil 1

Hierin sind:

$\beta_{RH}$  nach Gleichung (A 1.14)

$\epsilon_s(f_{cm})$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Betonfestigkeit auf das Schwinden

$f_{cm}$  mittlere Betondruckfestigkeit im Alter von 28 Tagen in N/mm<sup>2</sup>

$\beta_{sc}$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der Zementart auf das Schwinden

$\beta_{sc} = \begin{cases} 4 & \text{für langsam erhärtende Zemente (S)} \\ 5 & \text{für normal oder schnell erhärtende Zemente (N, R)} \\ 8 & \text{für schnell erhärtende hochfeste Zemente (RS)} \end{cases}$

$$\beta_{RH} = \begin{cases} -1,55 \cdot \beta_{sRH} & \text{für } 40\% \leq RH < 99\% \text{ (Luftlagerung)} \\ +0,25 & \text{für } RH \geq 99\% \text{ (Wasserlagerung)} \end{cases} \quad (\text{A 1.14})$$

$\beta_{sRH}$  Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses der relativen Luftfeuchte auf das Grundschrwindmaß nach Gleichung (A 1.15)

$$\beta_{sRH} = 1 - (RH/100)^3 \quad (\text{A 1.15})$$

wobei RH die relative Feuchte der umgebenden Luft in % angibt.

Der Beiwert zur Beschreibung des zeitlichen Verlaufs des Schwindens kann wie folgt abgeschätzt werden:

$$\beta_s(t-t_s) = \left( \frac{t-t_s}{2} \right) \frac{0,5}{0,035h_0 + t-t_s} \quad (\text{A 1. 16})$$

Hierin sind:

$h_0$  wirksame Dicke in mm (Gleichung A 1.6)

$t-t_0$  tatsächliche, nicht korrigierte Dauer des Schwindens oder Quellens in Tagen

Der mittlere Variationskoeffizient einer Schwindvorhersage nach den vorgenannten Gleichungen, der mit Hilfe einer Datenbank über Laborversuche bestimmt wurde, beträgt ca. 35 %.

- (2) Wird eine weniger genaue Abschätzung als ausreichend angesehen, dann dürfen die Werte in Tabelle 3.4 des Abschnitts 3.1.2.5.5 verwendet werden.

### A 1.2 Zusätzliche Bemessungsmethoden

- (1) In Fällen, in denen der Einfluß der zeitabhängigen Verformung von Beton als besonders wichtig angesehen wird, so daß seine Abschätzung den Einsatz besonderer Rechenmethoden erfordert (z. B. für den Fall elastischer Einspannung oder veränderlichen Zwangs, bei der Berücksichtigung des Einflusses symmetrischer oder unsymmetrischer Bewehrung, für Beton- oder Stahlverbundkonstruktionen usw.) sollte auf geeignete Spezialliteratur Bezug genommen werden, wobei die Anforderungen P (1), P (2) und (5) des Abschnitts 2.5.5 zu erfüllen sind.

Wenn solche Berechnungen durchgeführt werden, sollte die die zu erwartende Genauigkeit der Vorhersagen nach Abschnitt A 1.1.2 (5) und A 1.1.3 (3) im Auge behalten werden. Die Kenntnis der zeitlichen Veränderungen der Umgebungsbedingungen sowie der Betonzusammensetzung und der Betoneigenschaften ist für eine genaue Vorhersage wichtig.

**Anhang 2****Nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung****A 2.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)**

$(1/r)_m$	mittlere Krümmung im betrachteten Querschnitt
$(1/r)_{cr}$	Krümmung bei Annahme eines gerissenen Querschnitts (Zustand II)
$Myd$	Moment, das die Spannung $f_yd$ in der Bewehrung erzeugt
$Myk$	Moment, das die Spannung $f_yk$ in der Bewehrung erzeugt
$\beta_1$	Beiwert zur Berücksichtigung der Verbundeneigenschaften der Bewehrung
$\beta_2$	Beiwert zur Berücksichtigung der Art und Dauer der Belastung
$\epsilon_c$	Dehnung der am stärksten gedrückten Faser (negativ für Druck) bei Vernachlässigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
$\epsilon_{sm}$	mittlere Stahldehnung bei Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
$\epsilon_{smr}$	mittlere Stahldehnung im ungerissenen Querschnitt bei Erreichen der Rißlast
$\epsilon_{sy}$	Dehnung der Bewehrung an der Streckgrenze
$\epsilon_{sym}$	mittlere Stahldehnung bei der Spannung $\sigma_s = f_yk$ ( $f_yk \approx f_{ym}$ ) bei Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen
$\sigma_s$	Stahlspannung im gerissenen Querschnitt für die betrachtete Belastung
$\sigma_{sr}$	Stahlspannung im gerissenen Querschnitt für die Rißlast

**A 2.1 Allgemeines**

- P (1) Die nichtlinearen Verfahren der Schnittgrößenermittlung dürfen sowohl für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit als auch der Tragfähigkeit angewendet werden, wobei die Gleichgewichts- und Verträglichkeitsbedingungen zu erfüllen sind.
- P (2) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit muß in örtlich kritischen Schnitten die Aufnahme nichtelastischer Formänderungen, soweit sie in der Berechnung berücksichtigt werden, überprüft werden, wobei Unsicherheiten in geeigneter Form Rechnung zu tragen ist.
- P (3) Die Formänderungen und demzufolge die Verteilung der inneren Kräfte und Momente im Tragwerk sollten mit den Mittelwerten der Baustoffkennwerte berechnet werden (z. B. mit  $E_{cm}$ ,  $f_{ctm}$  usw.). Für die Ermittlung der Grenztragfähigkeit in den kritischen Bereichen nach Abschnitt 4.3.1 müssen jedoch die Bemessungswerte der Baustoffkenngrößen angenommen werden.
- P (4) Für vorwiegend ruhend belastete Tragwerke dürfen die Einflüsse vorausgegangener Lasteinwirkungen im allgemeinen vernachlässigt und eine monotone Zunahme der Größe der Einwirkungen angenommen werden.

**A 2.2 Verfeinerter Berechnungsansatz für stabförmige Bauteile bei Biegung mit oder ohne Längskraft**

- (1) Die Schnittgrößen stabförmiger Bauteile dürfen mit numerischen Verfahren der Baustatik berechnet werden, denen eine rechnerische Momenten-Krümmungsbeziehung und im Mittel das Ebenbleiben der Querschnitte zugrunde liegen.

Vereinfachend darf die Krümmung nach der Beziehung

$$(1/r)_m = (\epsilon_{sm} - \epsilon_c)/d \quad (A 2.1)$$

hergeleitet werden.

Hierin sind:

$(1/r)_m$  mittlere Krümmung im betrachteten Querschnitt

$\epsilon_{sm}$  mittlere Stahldehnung bei Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen

$\epsilon_c$  Dehnung der am stärksten gedrückten Faser (negativ für Druck) bei Vernachlässigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen

- (2) Die Spannungsdehnungslinien für Beton und Stahl sollten unter Beachtung der Abschnitte 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3 festgelegt werden.

## DIN V 18 932 Teil 1

- (3) Die Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen darf mit Hilfe einer wirksamen mittleren Spannungsdehnungslinie für den Betonstahl bei Annahme einer gerissenen Betonzugzone ermittelt werden. Diese kann auf der Grundlage folgender Gleichung hergeleitet werden:

$$\epsilon_{sm} = \epsilon_{smr} + \frac{\sigma_s}{E_s} \left[ 1 - \beta_1 \beta_2 \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \quad (A 2.2)$$

Hierin sind:

$\epsilon_{sm}$  mittlere Stahldehnung bei Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen

$\epsilon_{smr}$  mittlere Stahldehnung im ungerissenen Querschnitt bei Erreichen der Rißlast

$\sigma_{sr}$  Stahlspannung im gerissenen Querschnitt für die Rißlast

$\sigma_s$  Stahlspannung im gerissenen Querschnitt für die betrachtete Belastung

$\beta_1$  Beiwert zur Berücksichtigung der Verbundeneigenschaften der Bewehrung ( $\beta_1 = 1,0$  für Rippenstahl und 0,5 für glatte Stähle)

$\beta_2$  Beiwert zur Berücksichtigung der Art und Dauer der Belastung ( $\beta_2 = 1,0$  für Kurzzeitlast und 0,5 für langzeitig wirkende oder häufig wiederholte Belastung)

Die Beziehung gilt für den Bereich zwischen der Rißlast, bei der der Höchstwert der Betonzugspannung den Wert von  $f_{ctm}$  annimmt (siehe Abschnitt 3.1.2.3), und der Last, bei der die Streckgrenze der Bewehrung erreicht wird. Bild A 2.1 verdeutlicht diesen Sachverhalt.

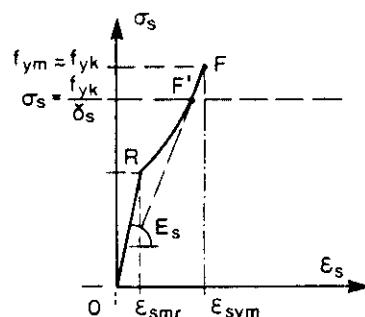


Bild A 2.1 Gültigkeitsbereich der Gleichung (A 2.2)

- (4) Oberhalb des Punktes F' im Bild A 2.1, der dem Erreichen des Bemessungswerts der Streckgrenze in der Bewehrung entspricht, darf angenommen werden, daß der Querschnitt als plastisches Gelenk wirkt, das ein konstantes von der Krümmung oder Rotation unabhängiges Moment aufnimmt, bis eine im Bild A 2.2 angegebene zulässige plastische Rotation erreicht ist. Diese Näherung gilt, wenn der Momentenzuwachs oberhalb von F' vernachlässigbar ist. Die Einflüsse der Querbewehrung wurden vernachlässigt. Die im Bild A 2.2 angegebenen zulässigen Werte der plastischen Rotation berücksichtigen Modellunsicherheiten.

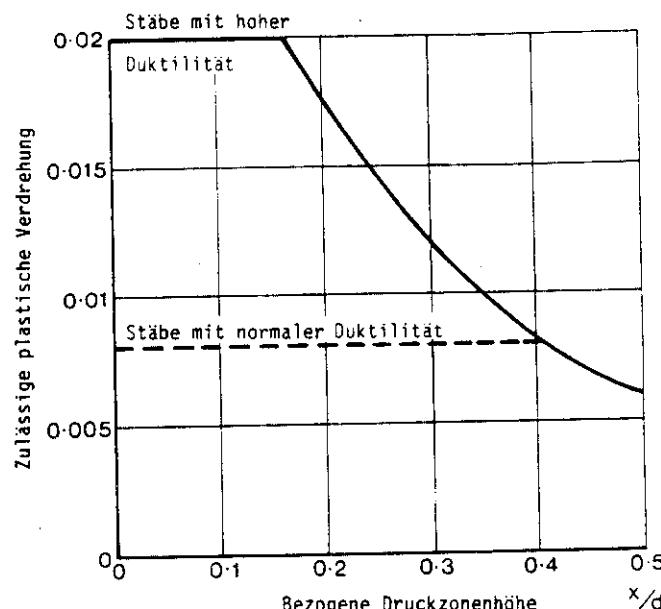


Bild A 2.2 Zulässige plastische Rotation von bewehrten Querschnitten

### A 2.3 Näherungsverfahren für stabförmige Bauteile

- (1) Wird die Rotation plastischer Gelenke durch Integration der Krümmungen zwischen den Gelenken berechnet, ist im allgemeinen die Anwendung einer vereinfachten linearen Momenten-Krümmungsbeziehung ausreichend. Diese darf geradlinig vom Ursprung bis zu einem Punkt  $((1/r)_m, M_{yk})$  angenommen werden. Dabei ist  $M_{yk}$  das Moment, das bei Annahme einer gerissenen Zugzone in der Bewehrung die Spannung  $f_{yk}$  erzeugt und  $(1/r)_m$  die zum Moment  $M_{yk}$  gehörende Krümmung bei Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen.  $(1/r)_m$  darf aus der folgenden Beziehung berechnet werden:

$$(1/r)_m = (1/r)_{cr} \cdot \epsilon_{sym}/\epsilon_{sy} \quad (\text{A 2.3})$$

Hierin sind:

$(1/r)_{cr}$  Krümmung bei Annahme eines gerissenen Querschnitts (Zustand II)

$\epsilon_{sy}$  Dehnung der Bewehrung an der Streckgrenze ( $\epsilon_{sy} = f_{yk}/E_s$ )

$\epsilon_{sym}$  mittlere Stahldehnung zur Spannung  $\sigma_s = f_{yk}$  ( $f_{yk} \approx f_{ym}$ ) bei Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen

- (2) Die im Bild A 2.2 angegebene zulässige Rotation darf als zum Moment  $M_{yd}$  gehörig angenommen werden, das dem Erreichen von  $f_{yd}$  im betrachteten Gelenk entspricht.

### A 2.4 Berechnungsverfahren nach der Plastizitätstheorie für stabförmige Bauteile

- P (1) Verfahren der Schnittgrößenermittlung, die plastische Gelenke ohne eine direkte Kontrolle ihrer Rotationsfähigkeit einschließen, dürfen angewendet werden, wenn eine hinreichende Duktilität sichergestellt werden kann und andere Einflüsse, z. B. die Modellunsicherheiten, berücksichtigt werden.
- (2) Die in Abschnitt 2.5.3.5.5 aufgeführten Regeln dürfen angewendet werden.
- (3) Stähle mit normaler Duktilität sollten nicht verwendet werden, es sei denn, ihre Eignung kann nachgewiesen werden.

### A 2.5 Nichtlineare Berechnungsansätze und Berechnungsansätze nach der Plastizitätstheorie für vorgespannte stabförmige Bauteile

#### A 2.5.1 Nichtlineare Berechnung

- P (1) Die inneren Schnittgrößen sowie die Tragfähigkeit sind unter Berücksichtigung des nichtlinearen Verformungsverhaltens des Betons sowie des Beton- und Spannstahls zu berechnen.
- (2) Da das Verhalten im Grenzzustand der Tragfähigkeit verhältnismäßig unempfindlich gegenüber den Auswirkungen einer Vorspannung ist, darf die Schnittgrößenermittlung mit  $\gamma_p = 1,0$  durchgeführt werden.

#### A 2.5.2 Berechnung nach der Plastizitätstheorie

- (1) Es gelten die Festlegungen von Abschnitt A 2.4 P (1) und (2); Die statisch unbestimmten Wirkungen der Vorspannung dürfen bei der Querschnittsbemessung vernachlässigt werden.

### A 2.6 Numerische Berechnungsverfahren für Platten

- (1) Im allgemeinen dürfen die in Abschnitt A 2.2 genannten Verfahren angewendet werden.
- (2) Werden nichtlineare numerische Berechnungsverfahren angewendet, z. B. die Finite-Elemente-Methode oder das Differenzenverfahren, dürfen die Risse entweder verschmiert oder konzentriert innerhalb der orthotropen Elemente angenommen werden.
- (3) Die Bewehrung in einer mit Hilfe numerischer Methoden berechneten Platte darf unter Anwendung der in Abschnitt A 2.8 gegebenen Verfahren bestimmt werden.

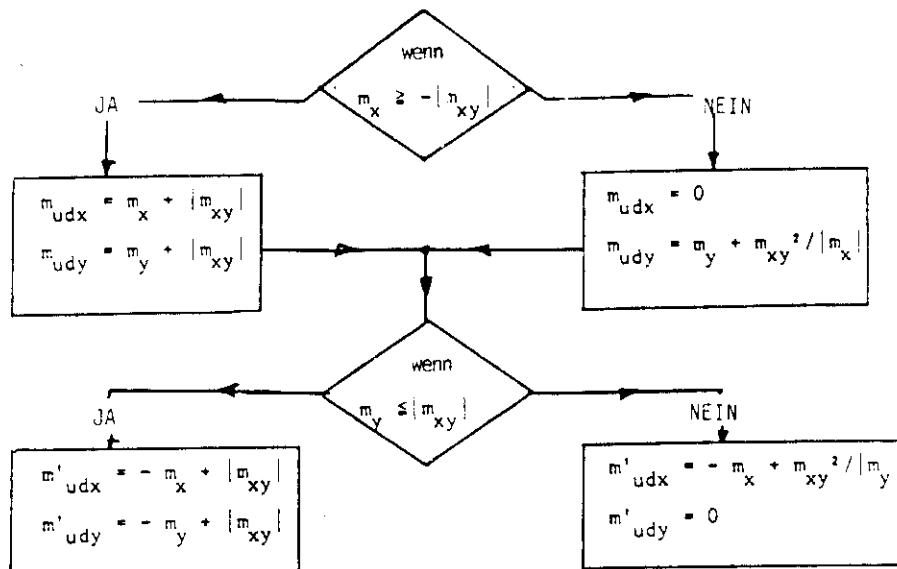
### A 2.7 Nichtlineare Berechnung von Wänden und Scheiben

- (1) Nichtlineare Berechnungsverfahren dürfen für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit angewendet werden, wobei die Verformungsbeziehungen auf der Grundlage der Baustoff-eigenschaften zugrundegelegt werden, die für den betrachteten Grenzzustand geeignet sind. Die Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen sollte berücksichtigt werden.
- (2) Vor der Berechnung ist eine erste Abschätzung für die geeignete Anordnung und Menge der Bewehrung vorzunehmen. Das darf mit Hilfe der Verfahren in Abschnitt 2.5.3.6.3 erfolgen.
- (3) Die Ergebnisse der Schnittgrößenermittlung dürfen verwendet werden, um zweckmäßige Bewehrungsquerschnitte nach den Regeln des Abschnitts A 2.8 festzulegen.

## DIN V 18 932 Teil 1

## A 2.8 Bewehrung in Platten

- (1) In jedem Plattenquerschnitt darf die Bewehrung für jedes beliebige Momentenfeld mit Hilfe der folgenden Verfahren ermittelt werden.
- (2) Es wird ein rechtwinkliges Koordinatensystem gewählt, und die Momente werden in Richtung der Koordinatenachsen so aufgeteilt, daß sich die Momente  $m_x$ ,  $m_y$  und  $m_{xy}$  je Längeneinheit ergeben, so daß  $|m_y| \geq |m_x|$  ist. In x- und y-Richtung wird eine Bewehrung zur Aufnahme der Momente  $m_{udx}$ ,  $m'_{udx}$ ,  $m_{udy}$  und  $m'_{udy}$  im Grenzzustand der Tragfähigkeit bestimmt.  $m_{udx}$  und  $m_{udy}$  bewirken Zug an der Plattenunter- und  $m'_{udx}$  und  $m'_{udy}$  an der Plattenoberseite.
- (3) Das nachstehende Flußdiagramm wird zur Bestimmung der Bemessungsmomente in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit aus den Werten von  $m_x$ ,  $m_y$  und  $m_{xy}$  verwendet.



- (4) Alternativ zu (3) dürfen die erforderlichen Bemessungsmomente aus den nachstehenden Gleichungen A 2.4 bis A 2.7 ermittelt werden:

$$m_{udx} = m_x + Y |m_{xy}| \quad (A 2.4)$$

$$m_{udy} = m_y + 1/Y \cdot |m_{xy}| \quad (A 2.5)$$

$$m'_{udx} = -m_x + Y' |m_{xy}| \quad (A 2.6)$$

$$m'_{udy} = -m_y + 1/Y' \cdot |m_{xy}| \quad (A 2.7)$$

Die Beiwerte  $Y$  und  $Y'$  sollen so festgelegt werden, daß die Gleichungen Ergebnisse liefern, die zwischen der halben und der zweifachen Größe der nach (3) ermittelten Werte liegen.

- (5) Die Tragfähigkeit eines Querschnitts gegenüber einer gegebenen Momentenkombination gilt als nachgewiesen, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$- (m_{udx} - m_x) (m_{udx} - m_y) + m_{xy}^2 \leq 0 \quad (A 2.8)$$

$$- (m'_{udx} + m_x) (m'_{udy} + m_y) + m_{xy}^2 \leq 0 \quad (A 2.9)$$

$$m_x \leq m_{udx} \quad (A 2.10)$$

$$m_y \leq m_{udy} \quad (A 2.11)$$

$$m_x \geq -m'_{udx} \quad (A 2.12)$$

$$m_y \geq -m'_{udy} \quad (A 2.13)$$

## A 2.9 Bewehrung in Scheiben und Wänden

- (1) Die Bewehrung für ein Scheibenelement unter Einwirkung eines Spannungsfelds mit den Spannungen  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  und  $\tau_{xy}$  im orthogonalen Koordinatensystem, das so gewählt wird, daß  $\sigma_x \leq \sigma_y$  ist, darf mit dem nachfolgend erläuterten Verfahren berechnet werden.

- (2) Im folgenden Flußdiagramm sind  $f_{tdx}$  und  $f_{tdy}$  angenommene rechnerische Zugspannungen, für die der Beton in x- und y-Richtung zu bewehren ist. Wird die Zugfestigkeit des Betons vernachlässigt, ergeben sich die Bewehrungsgrade in x- und y-Richtung zu

$$\rho_x = f_{tdx}/f_y ; \rho_y = f_{tdy}/f_y$$

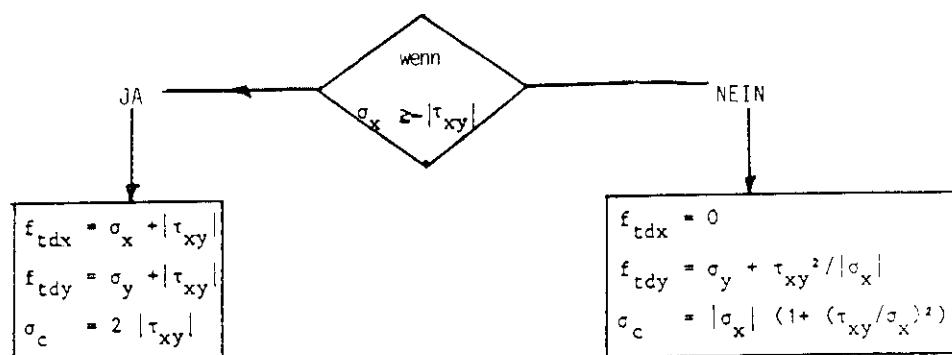
wobei negative Werte zu Null gesetzt werden sollten.

- (3) In beidseitig bewehrten Wänden, deren Bewehrung ausreichend verankert ist, z. B. durch U-Bügel nach Bild 4.25, sollte die Betonspannung auf  $\sigma_c = v f_{cd}$  und gleichzeitig die Schubspannung auf  $|\tau_{xy}| \leq 1/2 v f_{cd}$  begrenzt werden, wobei  $v$  nach Gleichung (4.21) berechnet wird.

Andere Werte für  $v$  dürfen verwendet werden, wenn sie hinreichend durch Versuche abgesichert sind. Bei Fehlen geeigneter Versuchsergebnisse sollten die Schubspannungen nach der folgenden Beziehung begrenzt werden

$$|\tau_{xy}| \leq f_{cd} / \sqrt{f_{ck}} \quad (\text{A 2.14a})$$

mit  $f_{ck}$  in N/mm<sup>2</sup>



- (4) Alternativ zum Verfahren nach (2) darf die Bewehrung auch nach den Gleichungen (A 2.15) und (A 2.16) abgeschätzt werden

$$f_{tdx} = \sigma_x + \gamma |\tau_{xy}| \quad (\text{A 2.15})$$

$$f_{tdy} = \sigma_y + 1/\gamma \cdot |\tau_{xy}| \quad (\text{A 2.16})$$

Der Beiwert  $\gamma$  sollte so gewählt werden, daß die Ergebnisse aus den Gleichungen (A 2.15) und (A 2.16) zwischen den halben bis zweifachen Werten der unter (2) ermittelten Werte liegen.

Die Betondruckspannung ergibt sich zu

$$\sigma_c = |\tau_{xy}| (\gamma + 1/\gamma) \quad (\text{A 2.17})$$

- (5) Die Tragfähigkeit eines Querschnitts gegen eine gegebene Spannungskombination gilt als nachgewiesen, wenn nachfolgende Beziehungen erfüllt sind:

$$-(f_{tdx} - \sigma_x) (f_{tdy} - \sigma_y) + \tau_{xy}^2 \leq 0 \quad (\text{A 2.18})$$

$$-(f_{cd} - \sigma_x) (f_{cd} - \sigma_y) + \tau_{xy}^2 \leq 0 \quad (\text{A 2.19})$$

$$|\tau_{xy}| \leq - \frac{1}{2} v f_{cd} \quad (\text{A 2.20})$$

$$\sigma_x \leq f_{tdx} \quad \sigma_y \leq f_{tdy} \quad (\text{A 2.21})$$

$$\sigma_x \geq - f_{cd} \quad \sigma_y \geq - f_{cd} \quad (\text{A 2.22})$$

## Anhang 3

## Zusätzliche Hinweise zu den durch Tragwerksverformungen hervorgerufenen Grenzzuständen der Tragfähigkeit

## A 3.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)

$F_v$	Summe aller vertikalen Lasten im Gebrauchszustand
$f_{ctk;0,05}$	Unterer charakteristischer Wert der Betonzugfestigkeit
$h_{tot}$	Gesamthöhe des Tragwerkes von der Fundamentoberkante oder einer nicht verformbaren Bezugs-ebene (in m)
$M_{sd1}$	Bemessungsmoment nach Theorie I. Ordnung
$n$	Anzahl der Geschosse
$N_{sd,m}$	Mittlere Bemessungslängskraft in den Stützen eines Geschosses
$\lambda_m$	Mittlere Schlankheit der Stützen in einem Geschöß
$\gamma_u$	Längskraftbeiwert für ein Bauteil

## A 3.1 Nachweisverfahren

- P (1) Im Normalfall müssen die in Abschnitt 2.3 angegebenen Einwirkungskombinationen und Sicherheitsbeiwerte verwendet werden. Bei vielgeschossigen Gebäuden \*) dürfen jedoch zur Berechnung von Tragwerksverformungen, die zu Wirkungen II. Ordnung führen, niedrigere Sicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  als die in Abschnitt 2.3 angegebenen verwendet werden. Dies gilt besonders für die Berechnung von Kriechverformungen.
- P (2) Für einige Anwendungsfälle darf das in Abschnitt 2.2.2.5 beschriebene Bemessungsformat verwendet werden.
- P (3) Bei vielgeschossigen Gebäuden \*) dürfen die Formänderungen des Tragwerks unter Anwendung eines abgeminderten Sicherheitsbeiwerts  $\gamma_c$  für Beton berechnet werden.
- (4) Für vielgeschossige Gebäude dürfen die in Abschnitt 2.3 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  um etwa [10 %] verringert werden.
- (5) Bei vielgeschossigen Gebäuden, für die eine genauere Berechnung der Kriechverformung erforderlich ist (siehe Abschnitt A 3.4 P (3) und (8)), werden für eine quasi-ständige Belastung die folgenden Sicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  empfohlen:
- |  $\gamma_F = 1,1$  | für statisch unbestimmte Tragwerke
- |  $\gamma_F = 1,2$  | für statisch bestimmte Tragwerke und Bauteile
- (6) Bei der Berechnung von Rahmentragwerken nach allgemeingültigen Verfahren (siehe Abschnitt 4.3.5.2) darf ein abgeminderter Sicherheitsbeiwert  $\gamma_c = [1,35]$  verwendet werden.
- (7) Wenn Abschnitt 4.3.5 angewendet wird, darf ein genaues allgemeingültiges Verfahren oder ein geeignetes Näherungsverfahren verwendet werden.

Diese Verfahren können wie folgt klassifiziert werden:

- allgemeingültige Verfahren: Nichtlineare Berechnung unter Verwendung geeigneter Bemessungsmodelle des Tragwerks
- vereinfachte Verfahren können sein:
  - entweder
    - a) nichtlineare Näherungsberechnungen nach Theorie II. Ordnung, vereinfacht durch Annahme einer Verteilung der inneren Kräfte und Momente und/oder einer Verformungsfigur des Tragwerks;
  - oder
  - b) Berechnungen der Querschnitte nach Theorie I. Ordnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung und Längskraft durch Vergrößerung der inneren Kräfte und Momente nach Theorie I. Ordnung  $N_{sd}$  oder  $M_{sd1}$  mit Beiwerten, die das Anwachsen von  $M_{sd1}$  infolge von Stabauslenkungen abdecken.

\*) Sind keine nationalen Regelungen vorhanden, können Gebäude als vielgeschossig angesehen werden, wenn ihre Gesamthöhe über dem Baugrund [22] m übersteigt.

Vereinfachte Verfahren dürfen auf dem tatsächlich vorhandenen Tragwerk (z. B. Stützenhöhe zwischen den Einspannpunkten) oder auf fiktiven Berechnungsmodellen (z. B. Ersatzstab, siehe Abschnitt 4.3.5.6.3) beruhen.

Geeignete Bemessungshilfen dürfen verwendet werden.

- (8) Es ist im allgemeinen erforderlich, den kritischen Querschnitt über jede der beiden Hauptachsen nachzuweisen. Für diese beiden Richtungen können an den Enden des Bauteils unterschiedliche Einspannbedingungen vorliegen. Diese Bedingungen sollten in einer geeigneten Weise dargestellt werden.
- P (9) Der Einfluß des Baugrundverhaltens auf die Stabilität eines Tragwerks muß beachtet und, wenn er signifikant ist, bei der Bemessung berücksichtigt werden.
- (10) Das in Abschnitt 4.3.5 dargestellte Bemessungsverfahren wird nachfolgend in den Flußdiagrammen der Bilder A 3.1, A 3.2 und A 3.3 wiedergegeben.

## DIN V 18 932 Teil 1

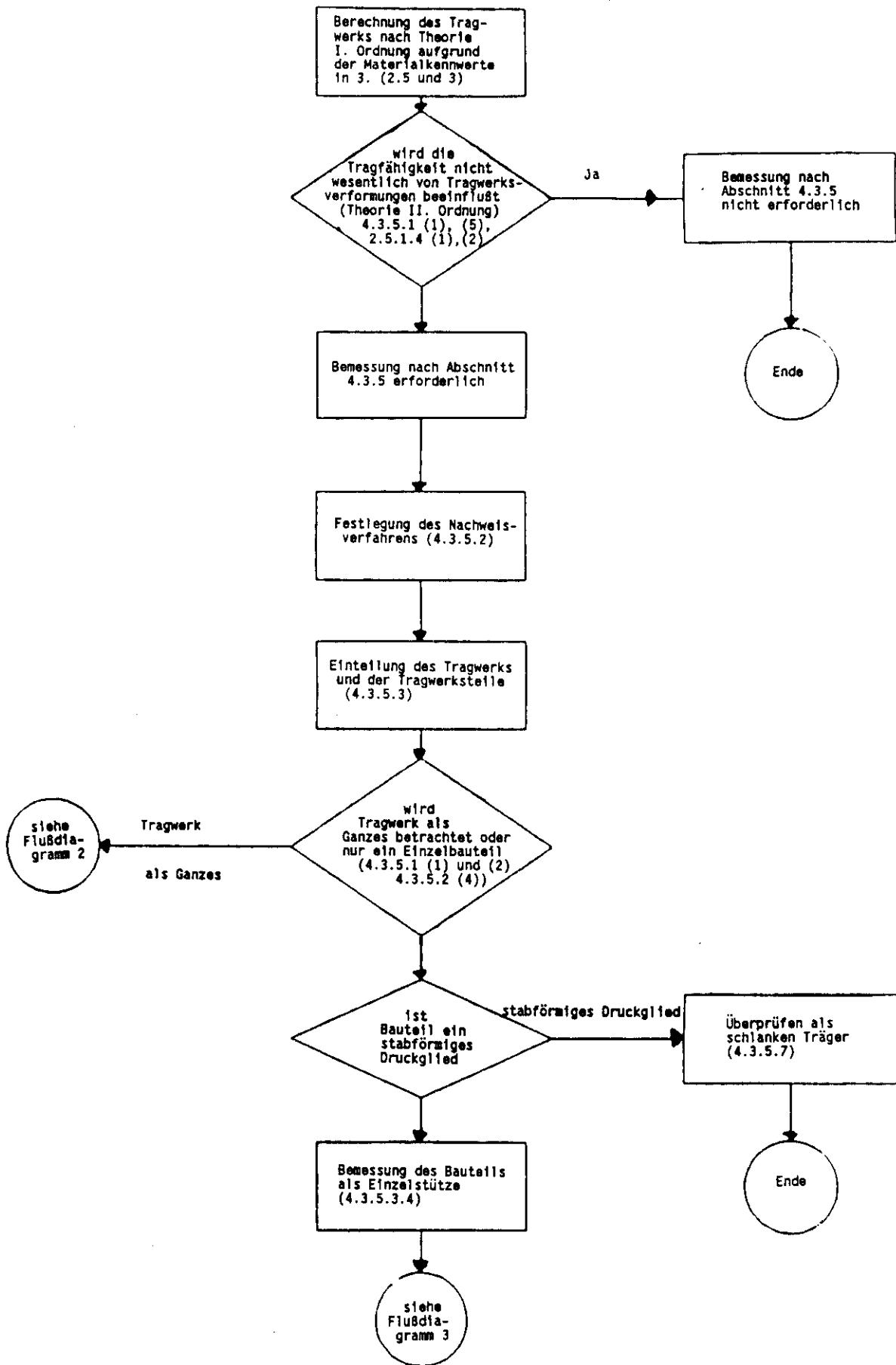


Bild A3.1 : Fließdiagramm 1: Allgemeine Hinweise zur Anwendung von Abschnitt 4.3.5

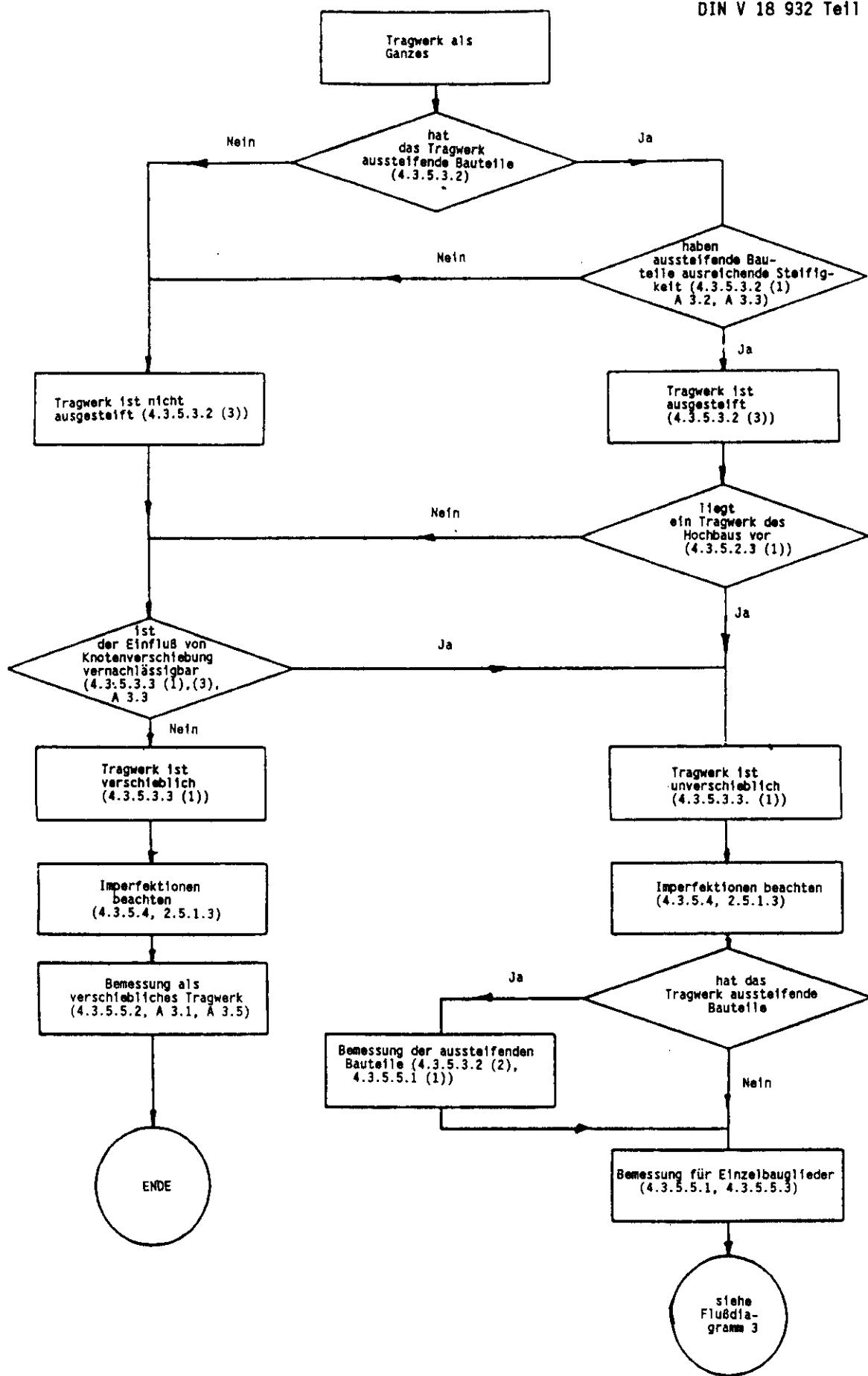


Bild A3.2 : Flussdiagramm 2: Anwendung der Vorschriften von Abschnitt 4.3.5 und A 3 im Grenzzustand der Tragfähigkeit aus Verformungen des Gesamttragwerks

## DIN V 18 932 Teil 1

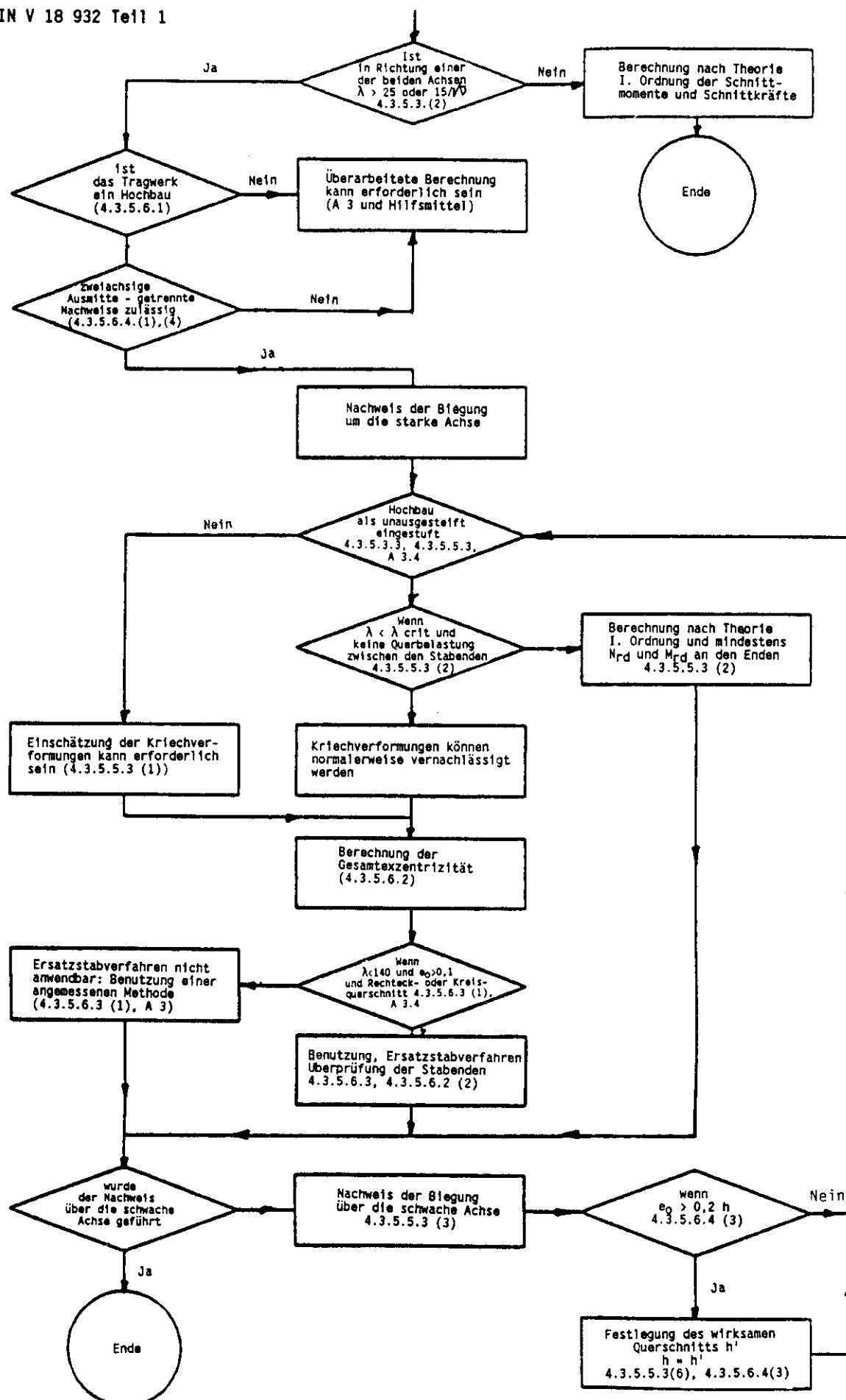


Bild A3.3 : Flußdiagramm 3: Berechnungsmethoden für Einzelstützen

### A 3.2 Unverschiebbliche Tragwerke

- (1) Unter der Voraussetzung, daß die aussteifenden Bauteile etwa symmetrisch im Bauwerk verteilt sind, können ausgesteifte Rahmen als unverschieblich eingestuft werden, wenn die Seitensteifigkeit der aussteifenden Bauteile das nachstehende Kriterium erfüllt:

$$\text{für } n \leq 3 : h_{\text{tot}} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E_{cm} I_c}} \leq 0.2 + 0.1 n \quad (\text{A3.1})$$

$$\text{für } n \geq 4 : h_{\text{tot}} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E_{cm} I_c}} \leq 0.6 \quad (\text{A3.2})$$

Hierin sind:

$n$  Anzahl der Geschosse

$h_{\text{tot}}$  Gesamthöhe des Tragwerkes von der Fundamenteroberkante oder einer nicht verformbaren Bezugsebene

$E_{cm} I_c$  Summe der Nennbiegesteifigkeit aller vertikalen aussteifenden Bauteile, definiert nach Abschnitt 4.3.5.3.2 (1), die in der betrachteten Richtung wirken. In den aussteifenden Bauteilen sollte die Betonzuspannung unter der maßgebenden Lastkombination unter Gebrauchsbedingungen nicht den Wert  $f_{ck,0,05}$  nach Abschnitt 3.1.2.3 überschreiten. Wenn die Steifigkeit der aussteifenden Bauteile über ihre Höhe veränderlich ist, sollte eine Ersatzsteifigkeit eingeführt werden.

$F_y$  Summe aller Vertikallasten (d. h. die sowohl auf die aussteifenden als auch auf die auszusteifenden Bauteile wirken) im Gebrauchszustand (z. B.  $\gamma_F = 1$ ).

Es wird darauf hingewiesen, daß vorstehende Gleichungen in einigen Fällen erheblich auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse liefern.

- (2) Wenn die Gleichungen (A 3.1) oder (A 3.2) nicht erfüllt werden, ist das Tragwerk als verschieblich einzustufen und sollte entsprechend bemessen werden.
- (3) Rahmen ohne aussteifende Bauteile dürfen als unverschieblich betrachtet werden, wenn jedes lotrechte Druckglied des Rahmens, das mehr als [70 %] der mittleren Längskraft  $N_{sd,m} = \gamma_F \cdot F_y / n$  aufnimmt, einen Schrankheitsgrad kleiner oder gleich 25 oder  $15/\sqrt{v_u}$  hat ( $n$  bezeichnet die Anzahl der lotrechten Druckglieder in einem Geschoss).

### A 3.3 Aussteifende Bauteile in ausgesteiften Tragwerken

- (1) Zusätzlich zu Abschnitt 4.3.5.3.2 (1) und zur Vermeidung von Horizontalkräften in den aussteifenden Bauteilen (z. B. Stützen), sollten aussteifende Bauteile so bemessen werden, daß sie alle Horizontallasten aufnehmen, die auf das Tragwerk einwirken (d. h. 100 %).

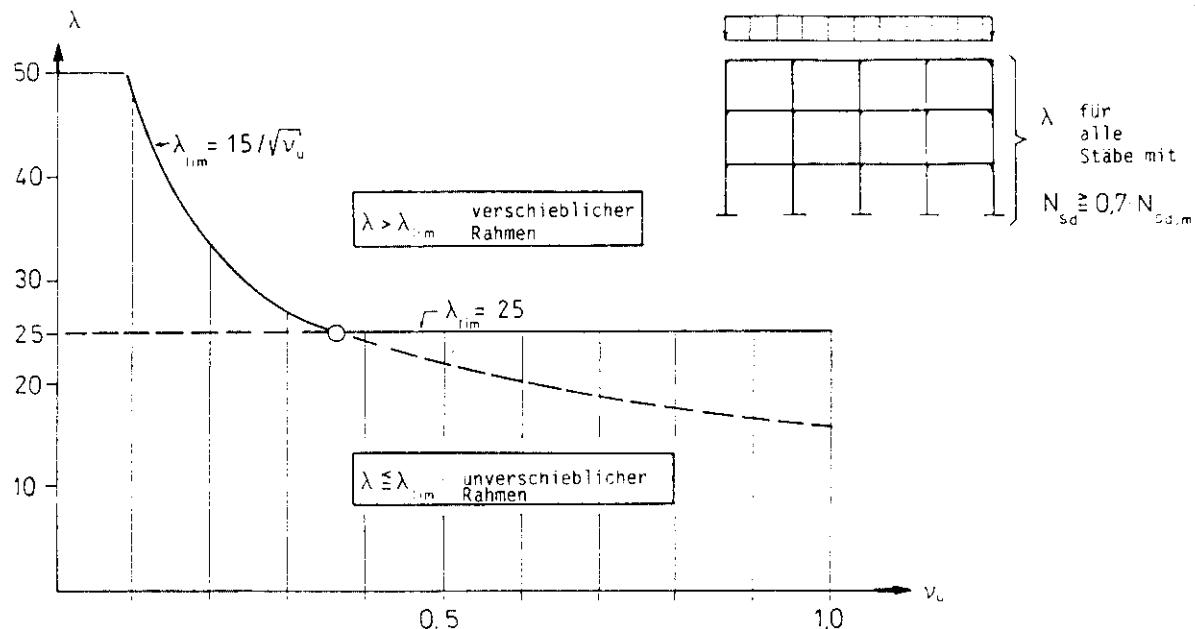


Bild A 3.4 Schrankheitsgrenzen von Rahmen (A 3.2)

## DIN V 18 932 Teil 1

**A 3.4 Besondere Hinweise**

- P (1) Für Beton ist eine Spannungsdehnungslinie zu verwenden, die das wirkliche Verhalten annähernd wiedergibt.
- P (2) Die Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen (Versteifung) ist zu berücksichtigen, sofern nichts anderes festgelegt ist.
- P (3) Kriechauswirkungen sind zu beachten, wenn sie die Tragwerksstabilität wesentlich vermindern können.
- P (4) Für Stahl ist die gleiche Spannungsdehnungslinie, die für die Querschnittsbemessung verwendet wird, zugrunde zu legen (siehe Abschnitt 4.2.2.3.2).
- P (5) Das Ebenbleiben der Querschnitte ist nach Abschnitt 4.3.1.2 anzunehmen werden.

(6) Für Beton sollte die Spannungsdehnungslinie nach Abschnitt 4.2.1.3.3a verwendet werden, wobei:

$$f_c = f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c \quad (\text{A 3.3})$$

$$E_c = E_{cd} = E_{cm}/\gamma_c;$$

Für den Sicherheitsbeiwert  $\gamma_c$  ist Abschnitt A 3.1 P (3) und (6) maßgebend.

- (7) Man liegt immer auf der sicheren Seite, wenn die Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen vernachlässigt wird. Bei Anwendung des Ersatzstabverfahrens (siehe Abschnitt 4.3.5.6.3) sollte jedoch dies Mitwirkung nicht angesetzt werden.
- (8) Zur Vereinfachung dürfen die Kriechauswirkungen vernachlässigt werden, wenn das Anwachsen der Biegemomente nach Theorie I. Ordnung infolge Kriechverformungen und Längskraft [10 %] nicht übersteigt. Wenn es notwendig ist, können Kriechauswirkungen durch Näherungsmethoden abgeschätzt werden, die auf Abschnitt 2.5.5 basieren oder, davon abweichend, durch Modifikation der Spannungsdehnungsbeziehungen des Betons oder durch Korrektur der Zusatzausmitte oder der ungewollten Schiefstellung nach Abschnitt 2.5.1.
- Die Sicherheitsbeiwerte nach Abschnitt A 3.1 sollten für die Berechnung der Kriechverformungen verwendet werden, wenn nichts anderes festgelegt ist.
- (9) In unverschiebblichen Gebäuden können Kriechverformungen schlanker Druckglieder, die an ihren beiden Enden monolithisch mit Platten oder Trägern verbunden sind, normalerweise vernachlässigt werden, weil ihre Auswirkungen im allgemeinen durch andere Einflüsse, die bei der Berechnung vernachlässigt werden, aufgehoben werden.  
An Innenstützen reduzieren die Einspannungen an den Stützenenden die Kriechverformungen bedeutend, so daß sie vernachlässigt werden können. An Randstützen mit unterschiedlichen Lastauslasten an jedem Ende vergrößert das Kriechen zwar die Verformungen, setzt aber die Tragfähigkeit nicht herab, weil diese Verformungen sich nicht mit den kritischen Stützenverformungen im rechnerischen Bruchzustand überlagern.

**A 3.5 Verschiebbliche Rahmen**

- P (1) Verschiebbliche Rahmen sind unter Verwendung der Rechenwerte nach den Abschnitten 4.3.5.4 und A 3.4 zu bemessen. Geometrische Ersatzimperfektionen und Kriechverformungen sind zu berücksichtigen, sofern dies aus Gründen der Tragwerksstabilität notwendig ist.
- (2) Die vereinfachten Verfahren nach Abschnitt 4.3.5 dürfen anstelle einer verfeinerten Berechnung angewendet werden, sofern der geforderte Sicherheitsgrad eingehalten wird.
- (3) Für regelmäßige Rahmen dürfen vereinfachte Verfahren angewendet werden, die die zur Erfassung von Auswirkungen II. Ordnung neben den geometrischen Ersatzimperfektionen vergrößerte Bemessungswerte der horizontalen Lasten oder Biegemomente einführen. Regelmäßige Rahmen sind z. B. solche, die aus Trägern und Stützen mit annähernd gleicher Nennsteifigkeit bestehen und einen Schlankheitsgrad  $\lambda_m$  in jedem Geschoß aufweisen, der kleiner oder gleich
- $$50 \text{ oder } 20 \sqrt{\frac{V_u}{V_u}} \text{ ist.} \quad (\text{A 3.4})$$
- Der größere Wert ist maßgebend.
- Hierin sind:
- $\lambda_m$  mittlere Schlankheit der Stützen in einem Geschoß (siehe Abschnitt 4.3.5.3.5)
- $$V_u = N_{sd}/A_c \cdot f_{cd}$$
- (4) Wenn die mittlere Schlankheit  $\lambda_m$  größer ist als der Wert nach Gleichung (A 3.4) sollte die einschlägige Literatur herangezogen werden, um die Festlegungen nach P (1) und P (2) erfüllen.

**Anhang 4****Rechnerische Ermittlung von Tragwerksverformungen****A 4.0 Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7)**

$E_{c,eff}$	Wirksamer Elastizitätsmodul von Beton
$M_{cr}$	Rißmoment
$N_{cr}$	Rißnormalkraft
$(1/r)_{cs}$	Krümmung infolge Schwindens
$S$	Flächenmoment 1. Grades (statisches Moment) der Bewehrung, bezogen auf die Schwerachse des Querschnitts
$\alpha$	Verformungsbeiwert (kann eine Dehnung, Durchbiegung, Krümmung oder Verdrehung sein)
$\alpha_I$	Wert für $\alpha$ bei ungerissenem Querschnitt
$\alpha_{II}$	Wert für $\alpha$ bei voll gerissenem Querschnitt
$\alpha_e$	Verhältnis der Elastizitätsmodulen ( $\alpha_e = E_s/E_{c,eff}$ )
$\beta_1$	Beiwert zur Berücksichtigung der Verbundegenschaften des Betonstahls
$\beta_2$	Beiwert zur Berücksichtigung der Belastungsdauer oder wiederholter Belastung
$\epsilon_{cs}$	freie Schwinddehnung (Schwindmaß)
$\zeta$	Verteilungsbeiwert
$\sigma_s$	Spannung in der Zugbewehrung bei gerissenem Querschnitt
$\sigma_{sr}$	Spannung in der Zugbewehrung bei gerissenem Querschnitt unter Erstbelastung
$\phi$	Kriechzahl

**A 4.1 Allgemeines**

- P (1) Dieser Anhang enthält Verfahren zur Berechnung von Verformungen sowie ein vereinfachtes Berechnungsverfahren, das sich zur Bemessung von Bauteilen wie Rahmen, Balken und Platten eignet.
- P (2) Die Verformungen von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen werden durch viele Faktoren beeinflußt, von denen keiner genau bekannt ist.  
Das Rechenergebnis sollte folglich nicht als genaue Voraussage der zu erwartenden Durchbiegung angesehen werden. Aus diesem Grund wird die Anwendung übertrieben aufwendiger Berechnungssverfahren nicht empfohlen.

**A 4.2 Anforderungen an die Verformungsberechnung**

- P (1) Das gewählte Berechnungsverfahren muß das tatsächliche Bauwerksverhalten mit einer Genauigkeit wiedergeben, die dem Berechnungszweck entspricht. Im besonderen sollte dort, wo Risse in den Bauteilen erwartet werden, deren Einfluß auf die Verformungen des Zug- und Druckgurts berücksichtigt werden.
- P (2) Wenn erforderlich, muß folgendes beachtet werden:
- Auswirkungen von Kriechen und Schwinden,
  - Mitwirkung des Betons auf Zug zwischen den Rissen,
  - Risse infolge vorheriger Belastungen,
  - Einfluß von Zwangbeanspruchungen wie Temperatur,
  - Belastungsart: statisch oder dynamisch,
  - Zutreffender Elastizitätsmodul des Betons unter Beachtung der Art des Betonzuschlags und des Reifegrads zum Zeitpunkt der Belastung.

## DIN V 18 932 Teil 1

- P (3) Es ist zu beachten, daß das Superpositionsprinzip für Verformungsberechnungen ungültig ist, wenn unter den jeweiligen Beanspruchungen Risse zu erwarten sind.
- (4) Vereinfachte Verfahren dürfen unter der Voraussetzung angewendet werden, daß der Näherungsgrad im jeweiligen Fall annehmbar ist.
- (5) In Gebäuden ist es normalerweise ausreichend, die Durchbiegung infolge der häufigen Lastkombinationen zu betrachten und diese Last über einen langen Zeitraum wirkend anzunehmen.
- (6) Fallweise kann es erforderlich sein, auch andere als Biegeverformungen zu betrachten, z. B. Schubverformung, Verdrehungen und Teilverkürzungen von vertikalen Bauteilen in schlanken Gebäuden. Diese Möglichkeiten werden aber in dieser Vorschrift nicht weiter behandelt.

## A 4.3 Berechnungsverfahren

- (1) Zwei Randbedingungen werden für die Verformung von Betonbauteilen vorausgesetzt:
- ungerissener Zustand.  
In diesem Fall wirken Stahl und Beton sowohl unter Zug als auch auf Druck elastisch zusammen,
  - vollständig gerissener Zustand.  
In diesem Fall ist der zugbeanspruchte Beton zu vernachlässigen.
- (2) Bauteile, die nicht über die zulässige Zugfestigkeit des Betons hinaus an einer beliebigen Stelle beansprucht werden, sind als ungerissen zu betrachten. Bauteile, bei denen Risse zu erwarten sind, verhalten sich so, als ob sie zwischen dem ungerissenen und dem vollständig gerissenen Zustand liegen. Für überwiegend auf Biegung beanspruchte Bauteile wird ein entsprechendes Verhalten durch Gleichung (A 4.1) abzuschätzen:

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I \quad (A4.1)$$

Hierin sind:

$\alpha$  Verformungsbeiwert (kann eine Dehnung, Durchbiegung, Krümmung oder Verdrehung sein)  
(vereinfacht kann  $\alpha$  auch als Durchbiegung angenommen werden (siehe (3))).

$\alpha_I$  und  $\alpha_{II}$  sind entsprechende Werte des Verformungsbeiwerts für den ungerissenen bzw. voll gerissenen Zustand

$\zeta$  Verteilungsbeiwert nach Gleichung (A4.2)

$$\zeta = 1 - \beta_1 \beta_2 \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \quad (A4.2)$$

$\beta_1$  Beiwert zur Berücksichtigung der Verbundeneigenschaften des Betonstahls

= 1 für Rippenstahl

= 0,5 für glatten Betonstahl

$\beta_2$  Beiwert zur Berücksichtigung der Belastungsdauer oder wiederholter Belastung

= 1 für eine einzelne kurzzeitige Belastung

= 0,5 für Dauerbelastung oder zahlreiche Lastwiederholungen

$\sigma_s$  Spannung in der Zugbewehrung bei gerissenem Querschnitt

$\sigma_{sr}$  Spannung in der Zugbewehrung bei gerissenem Querschnitt unter der Erstrißbelastung

(Hinweis:  $\sigma_s/\sigma_{sr}$  kann durch  $M/M_{cr}$  für Biegung und  $N/N_{cr}$  für reinen Zug ersetzt werden)

$\zeta = 0$  für ungerissene Querschnitte

Die maßgebenden Betoneigenschaften zur Berechnung von Verformungen infolge Belastung sind die Zugfestigkeit und der Elastizitätsmodul des Betons.

Tabelle 3.1 gibt den Bereich wahrscheinlicher Zugfestigkeitswerte an. Im allgemeinen wird eine Verhaltensvorhersage am ehesten über  $f_{ctm}$  erreicht.

Eine Abschätzung des Elastizitätsmoduls des Betons kann aus Tabelle 3.2 entnommen werden. Das Kriechen kann unter Verwendung eines wirksamen Elastizitätsmoduls nach Gleichung (A 4.3) abgeschätzt werden:

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1 + \Phi) \quad (A4.3)$$

Hierin ist:

$\Phi$  Kriechzahl (siehe Tabelle 3.3)

Schwindkrümmungen können nach Gleichung (A 4.4) abgeschätzt werden:

$$(1/r)_{cs} = \epsilon_{cs} \alpha_e S/I \quad (A4.4)$$

Hierin sind:

$(1/r)_{cs}$  Krümmung infolge Schwindens

$\epsilon_{cs}$  freie Schwinddehnung (siehe Tabelle 3.4)

$S$  Flächenmoment 1. Grades (statisches Moment) der Bewehrung, bezogen auf die Schwerachse des Querschnitts (statisches Moment)

$I$  Flächenmoment 2. Grades des Querschnitts (Trägheitsmoment)

$\alpha_e$  Verhältnis der Elastizitätsmoduln ( $\alpha_e = E_s/E_{c,eff}$ )

$S$  und  $I$  sollten für den ungerissenen und den voll gerissenen Zustand berechnet werden, die endgültige Krümmung ist mit der Gleichung (A 4.1) abzuschätzen.

- (3) Das strengste Verfahren zur Bestimmung von Verformungen unter Verwendung der in (2) angegebenen Methode ist die Berechnung der Krümmung in mehreren Querschnitten über das Bauteil mit anschließender Verformungsberechnung durch numerische Integration. Der Aufwand ist normalerweise nicht gerechtfertigt, und es ist sinnvoll, die Verformung zweimal zu berechnen, indem das gesamte Bauteil im ungerissenen und im voll gerissenen Zustand berechnet und danach die Gleichung (A 4.1) angewendet wird. Die Näherung nach (a) ist nicht unmittelbar auf gerissene Querschnitte anwendbar, die bedeuten den Normalkräften ausgesetzt sind.

**DK 666.97/98 : 691.32 : 693.5**  
**: 620.1 : 658.562**

Anlage 2

**Oktober 1990**

	<b>Beton</b> <b>Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung</b> <b>und Gütenachweis</b>	Vornorm <b>DIN V</b> <b>ENV 206</b>
--	--	---

Concrete; Performance, production, placing and compliance criteria

Béton; Performances, production, mise en oeuvre et critères de conformité

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahren vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

### Nationales Vorwort

Die vorliegende Vornorm DIN ENV 206 wurde in dem gemeinsamen Ausschuß von CEN/TC 94 „Transportbeton – Herstellung und Lieferung“ und CEN/TC 104 „Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis“ erstellt.

Spiegelausschuß zur Formulierung der deutschen Meinung für die Arbeit in dem CEN-Gremium und verantwortlich für die deutsche Delegation in dem CEN-Gremium war der Arbeitsausschuß „Betontechnik“ des Normenausschusses Bauwesen im DIN.

Die Europäische Vornorm ENV 206 enthält die betontechnischen Regeln, die für die Anwendung der europäischen Bemessungsvorschrift Eurocode 2 „Bemessung von Betonkonstruktionen“<sup>1)</sup> erforderlich sind und ist auf sie abgestimmt. Sie überschneidet sich in ihrem Regelungsbereich mit den betontechnischen Bestimmungen der Norm DIN 1045 und Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, die mit ihr in Zusammenhang stehen.

Um mögliche Unverträglichkeiten der europäischen Vornorm ENV 206 mit den Bemessungs- und Ausführungsnormen im bisherigen deutschen Regelwerk auszuschließen, soll die ENV 206 nicht zusammen mit diesem angewendet werden. Sie ersetzt somit nicht die betontechnischen Regelungen der DIN 1045.

Die probeweise Anwendung der ENV 206 als gleichwertige technische Vorschrift zu entsprechenden deutschen Normen ist jedoch in Verbindung mit Eurocode 2 „Bemessung von Betonkonstruktionen“<sup>1)</sup> und Eurocode 4 „Gemeinsame einheitliche Regeln für Verbundkonstruktionen aus Stahl und Beton“<sup>1)</sup> nach deren Veröffentlichung als Europäische Vornormen (ENV) in der Zeit bis zu deren Umwandlung in Europäische Normen (EN) und der damit verbundenen Übernahme in das deutsche Normenwerk vorgesehen.

Um die ENV 206 in dem oben angegebenen Rahmen anwendbar zu machen, bedarf es jedoch Zusatzregelungen, z.B. in solchen Fällen, in denen ENV 206 auf nationale Regelungen verweist. Diese werden z.Z. vom Arbeitsausschuß „Betontechnik“ des Normenausschusses Bauwesen im DIN erarbeitet. Sie sollen in Form einer Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton veröffentlicht werden.

### Internationale Patentklassifikation

B 28 C 5/00  
 B 28 C 7/00  
 C 04 B 28/00  
 E 04 B 1/11  
 E 04 C 1/00  
 G 01 G 13/24  
 G 01 N 33/38

<sup>1)</sup> Da diese Papiere z.Z. in ihrer endgültigen deutschen Fassung noch nicht vorliegen, sind die angegebenen Titel vorläufig.

# EUROPÄISCHE NORM EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE

ENV 206

März 1990

DK 666.97/98 : 691.32 : 693.5 : 620.1 : 658.562

Deskriptoren: Beton, Komposition, Klassifikation, Eigenschaft, Haltbarkeit, technische Spezifikation, Lieferung, Herstellung, Verarbeitung, Güte, Prüfung, Gütenachweis

## Deutsche Fassung

### Beton Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

Concrete – Performance, production, placing and compliance criteria

Béton – Performances, production, mise en oeuvre et critères de conformité

Diese Europäische Vornorm wurde von CEN am 1989-09-19 angenommen.

Die CEN-Mitglieder müssen die ENV auf nationaler Ebene unverzüglich in geeigneter Weise verfügbar machen und ihr Vorhandensein in gleicher Weise wie bei EN und HD ankündigen. Bis zur Entscheidung über eine mögliche Umwandlung der ENV in eine EN dürfen vorhandene entgegenstehende nationale Normen (parallel zur ENV) beibehalten werden.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die Forderungen der Gemeinsamen CEN/CENELEC-Regeln zu erfüllen, in denen die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäische Vornorm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Vornorm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Vornorm besteht in den drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem CEN-Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normenorganisationen von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

**CEN**

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: Rue Bréderode 2, B-1000 Brüssel

## Entstehungsgeschichte

Diese Europäische Vornorm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 94 „Transportbeton – Herstellung und Lieferung“ und vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis“, deren aktive Mitglieder Belgien, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Irland, Italien, die Niederlande, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweden und das Vereinigte Königreich sind und mit deren Sekretariaten DIN betraut ist, ausgearbeitet.

Diese Europäische Vornorm wurde auf der Grundlage des Europäischen Normentwurfs prEN 199 „Transportbeton – Herstellung und Lieferung“ und des Europäischen Normentwurfs prEN 206 „Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis“ erarbeitet. Die Arbeiten zum Europäischen Normentwurf prEN 199 wurden im Jahre 1979 aufgenommen und im Jahre 1981 vorläufig beendet.

Nach Ansicht des CEN/TC 94 sollte der Europäische Normentwurf prEN 199 nur Festlegungen, die die Herstellung, die Lieferung und den Gütenachweis von Transportbeton betreffen, enthalten. Die den Baustoff Beton betreffenden Angaben sollten in einer weiteren Europäischen Norm von CEN/TC 104 ausgearbeitet werden. CEN/TC 104 begann im Jahre 1981 mit der Ausarbeitung des Europäischen Normentwurfs prEN 206, der im Jahre 1984 fertiggestellt und im Jahre 1985 zur Vorabstimmung vorgelegt wurde.

Bei der Vorabstimmung zu den Europäischen Normentwürfen prEN 199 und prEN 206 erhielt sowohl aus technischen Gründen als auch bezüglich der unmittelbaren Übernahme dieser Dokumente als nationale Normen entsprechend den CEN-Regeln keiner der beiden Entwürfe die erforderliche Mehrheit. Nach sorgfältiger Beratung der eingegangenen Stellungnahmen beschlossen die beiden Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104 auf einer gemeinsamen Sitzung im Jahre 1986, die Europäischen Normentwürfe prEN 199 und prEN 206 als ein gemeinsames Dokument in Form einer Europäischen Vornorm (siehe Abschnitt „Status des Dokumentes“) zu veröffentlichen, um den von mehreren CEN-Mitgliedern geäußerten Vorbehalten bezüglich der unmittelbaren Übernahme der Norm gerecht zu werden.

Dieses als ENV 206 vorgelegte Dokument ist das Ergebnis der Beratungen der vier gemeinsamen Sitzungen der Technischen Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104, sowie der seit 1986 erfolgten Sitzungen einer gemeinsamen Arbeitsgruppe und beruht auf den Dokumenten prEN 199 und prEN 206, sowie den im Zuge der Vorabstimmung und der laufenden Arbeiten und insbesondere den auf der letzten gemeinsamen Sitzung der Technischen Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104 in Mailand im Juni 1988 eingegangenen Stellungnahmen.

## Status des Dokumentes

Nach Meinung der Komitees CEN/TC 94 und CEN/TC 104 hat das vorliegende Dokument den Status einer Europäischen Vornorm (ENV). Nach den gemeinsamen CEN/CENELEC-Regeln bedeutet dies, daß das Dokument für die CEN-Mitgliedsstaaten keinen verbindlichen Charakter besitzt und nicht automatisch in das jeweilige nationale Normenwerk übernommen werden muß.

Eines der Hauptziele dieser Europäischen Vornorm besteht darin, Regeln für den Baustoff Beton festzulegen, die mit den in Eurocode 2 enthaltenen Regeln für die Bemessung und Ausführung von Betonbauten abgestimmt sind und diese vervollständigen. Daher wird in den Eurocodes 2 und 4 auf ENV 206 hinsichtlich der Betontechnologie verwiesen. In den Fällen, in denen die Eurocodes zur Bemessung von Bauwerken angewendet werden, bekommt die Europäische Vornorm ENV 206 automatisch verbindlichen Charakter.

Die in diesem Dokument enthaltenen Festlegungen werden durch „shall: muß“ und „should: soll“ ausgedrückt. Die Verwendung von „shall:muß“ bedeutet, daß die Festlegungen verbindliche Anforderungen darstellen. Die Verwendung von „should: soll“ bedeutet, daß die Festlegungen im normalen Anwendungsfall einzuhalten und eventuelle Abweichungen von diesen Festlegungen zu begründen sind; diese Abweichungen dürfen jedoch nicht im Widerspruch zu den verbindlichen Festlegungen stehen.

## Weitere Vorgehensweise

Nach den gemeinsamen CEN/CENELEC-Regeln ist dieses Dokument bei Annahme drei Jahre nach seiner Veröffentlichung als Europäische Vornorm hinsichtlich seines technischen Inhalts und einer möglichen Umwandlung seines Status in den einer Europäischen Norm (EN) zu überprüfen.

Ein weiterer Grund für die Entscheidung, den Status einer Europäischen Vornorm zu wählen, bestand im Vorhandensein einer Reihe ungeklärter technischer Fragen. In einigen Bereichen konnte noch keine einheitliche europäische Regelung gefunden werden und es mußte auf nationale Regelungen verwiesen werden. Für andere Bereiche standen noch keine endgültigen Bezugsdokumente zur Verfügung (z. B. die Europäische Normenreihe EN 197 über Zement und weitere Prüfnormen). Eventuelle Änderungen dieser Dokumente könnten auch Auswirkungen auf die ENV 206 haben.

Die Vereinbarungen in folgenden Bereichen beruhen nur auf vorläufigen Festlegungen und bedürfen noch weiterer Erfahrungen auf europäischer Ebene, z. B.:

- Anforderungen bezüglich der Dauerhaftigkeit,
- Festlegungen der Güteüberwachung (z. B. statistische Grundlagen, Konformitätskriterien, Anzahl der Proben),
- Erweiterung der Tabelle 8 auf höhere Festigkeitsklassen,
- Festigkeitsklassen für Leichtbeton,
- Berücksichtigung der Zusatzmittel bei der Bestimmung des Wasserzementwertes und des Zementgehalts,
- Anforderungen hinsichtlich der Qualifikation des Personals,
- unterschiedliche und zusätzliche Festlegungen für die Herstellung von Fertigteilen.

- Überprüfung aller ISO Bezugsnormen,
- Festlegung des jeweiligen Verantwortungsbereichs des Abnehmers und Lieferers,
- Überprüfung der Fehlergrenzen der Wägevorrichtungen,
- Überprüfung der Anforderungen an die Nachbehandlung.

Die Technischen Komitees haben beschlossen, die diesbezüglichen Arbeiten zu diesen Bereichen unmittelbar nach Veröffentlichung der Europäischen Vornorm ENV 206 aufzunehmen, d. h. innerhalb der o. g. Gültigkeitsdauer von drei Jahren.

## Inhalt

### 1 Allgemeines

- 1.1 Zweck
- 1.2 Anwendungsbereich

### 2 Verweisungen auf andere Normen

- 2.1 Allgemeines
- 2.2 Verbindliche Verweisungen
- 2.3 Unverbindliche Verweisungen
- 2.4 Weitere Verweisungen

### 3 Begriffe

### 4 Ausgangsstoffe

- 4.1 Zemente
- 4.2 Zuschläge
- 4.3 Zugabewasser
- 4.4 Zusatzmittel
- 4.5 Zusatzstoffe

### 5 Grundlegende Anforderungen an die Betonzusammensetzung

- 5.1 Allgemeines
- 5.2 Gefüge des Betons
- 5.3 Zementarten, Zementgehalt und Wasserzementwert
- 5.4 Korngröße der Zuschläge
- 5.5 Chloridgehalt des Betons
- 5.6 Konsistenz beim Betonieren
- 5.7 Alkali-Kieselsäure-Reaktion
- 5.8 Zusatzmittel
- 5.9 Zusatzstoffe
- 5.10 Betontemperatur

### 6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit

- 6.1 Allgemeines
- 6.2 Widerstand gegen Umwelteinwirkungen

### 7 Betoneigenschaften und Nachweisverfahren

- 7.1 Allgemeines
- 7.2 Frischbeton
- 7.3 Festbeton

### 8 Festlegung des Betons

- 8.1 Allgemeines
- 8.2 Angaben bei der Festlegung von Entwurfsmischungen
- 8.3 Angaben für eine vorgeschriebene Mischung

### 9 Herstellung des Betons

- 9.1 Personal, Anlagen und Einrichtungen
- 9.2 Dosieren der Ausgangsstoffe
- 9.3 Mischen des Betons

### 10 Transport, Bearbeitung und Nachbehandlung von Frischbeton auf der Baustelle

- 10.1 Personal
- 10.2 Transport
- 10.3 Lieferung
- 10.4 Konsistenz bei der Lieferung
- 10.5 Einbringen und Verdichten
- 10.6 Nachbehandlung und Schutz des Betons
- 10.7 Wärmebehandlung
- 10.8 Ausschalen

### 11 Güteüberwachung

- 11.1 Allgemeines
- 11.2 Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle)
- 11.3 Gütenachweis

### Anhang A Änderungen in Bezugsdokumenten

## 1 Allgemeines

### 1.1 Zweck

Diese Europäische Vornorm enthält technische Anforderungen in bezug auf die Ausgangsstoffe des Betons, die Betonzusammensetzung, die Eigenschaften von Frisch- und Festbeton und deren Nachweis, sowie über die Herstellung, den Transport, Lieferung, Verarbeitung und Nachbehandlung von Beton und dessen Güteüberwachung.

Ebenfalls ist es Zweck dieser Europäischen Vornorm, Angaben über den Baustoff Beton zur Verfügung zu stellen, die für die Anwendung der entsprechenden Eurocodes notwendig sind.

### 1.2 Anwendungsbereich

Die Festlegungen dieser Vornorm gelten für Baustellenbeton, für Transportbeton oder für werkmäßig hergestellten Beton. Diese Vornorm gilt für Ort beton und vorgefertigte

Bauteile im Hoch- und Ingenieurbau, soweit unbewehrter Beton, Stahlbeton oder Spannbeton benutzt wird. Diese Vornorm gilt nicht für bestimmte Betonprodukte, wie z.B. Mauersteine, Pflastersteine, Rohre oder für Einpreßmörtel, usw.

Zusätzliche und manchmal sogar abweichende Anforderungen können erforderlich sein

- bei komplexen Bauwerken, z.B. speziellen Wegebrücken, großen Dämmen, Druckbehältern für Kernkraftwerke, Meeresbauten, Straßen;
- bei der Verwendung neuer Ausgangsstoffe, spezieller oder neuartiger Technologien bei der Bauausführung (z.B. Herstellungsverfahren).

In jedem Fall müssen die gewählten Maßnahmen geeignet sein und den Anforderungen an die Sicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerkes gerecht werden.

Diese Vornorm gilt nur für Beton mit geschlossenem Gefüge unter Verwendung von Normalzuschlag mit dichtem

Gefüge. Der Beton muß so hergestellt und verdichtet werden, daß er abgesehen von künstlich eingeführten Luftporen nach 6.2.2 keinen nennenswerten Anteil an eingeschlossener Luft enthält.

Die in dieser Vornorm enthaltenen Festlegungen können – soweit angemessen – grundsätzlich auch für Schwerbeton (siehe 3.8) mit natürlichem Zuschlag und für Leichtbeton (siehe 3.7) mit künstlichem oder natürlichem Zuschlag angewendet werden; in diesem Fall können jedoch zusätzlich besondere Überlegungen erforderlich sein.

Unabhängig von den Festlegungen dieser Vornorm dürfen bei einfachen Bauwerken von untergeordneter Bedeutung andere Regeln angewendet werden, wenn sie in nationalen Bestimmungen erfaßt sind.

## 2 Verweisungen auf andere Normen

### 2.1 Allgemeines

Die Bezeichnung „verbindlich“ bedeutet, daß diejenigen Anforderungen zu erfüllen sind, die in denjenigen Normen oder Teilen davon enthalten sind, auf die in den entsprechenden Abschnitten der Europäischen Vornorm ENV 206 verwiesen wird.

Die Bezeichnung „unverbindlich“ in 2.3 bedeutet, daß die Anwendung anderer gleichwertiger Normen oder Regelungen vereinbart werden darf.

Solange die ENV 206 gültig ist, können in Ausnahmefällen auch national anerkannte Prüfverfahren angewandt werden, sofern das jeweilige nationale Institut für Normung bestätigt, daß die in Anwendung der nationalen Normen erzielten Ergebnisse denjenigen, mit den jeweiligen ISO Normen erzielen, entsprechen.

### 2.2 Verbindliche Verweisungen

EN 196-7	Prüfverfahren für Zement; Teil 7: Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement
EN 197-1	Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Teil 1: Definitionen und Zusammensetzung <sup>1)</sup>
EN 197-2	Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Teil 2: Anforderungen <sup>1)</sup>
EN 197-3	Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Teil 3: Konformitätskriterien <sup>1)</sup>
ISO 1920 <sup>2)</sup> :1976	Concrete tests – Dimensions, tolerances and applicability of test specimens (Betonprüfungen; Maße, Toleranzen und Anwendbarkeit der Probekörper)
ISO 2736/1:1986	Concrete tests – Making of test specimens – Part 1: Sampling of fresh concrete (Betonprüfungen; Herstellung von Probekörpern; Teil 1: Probenahme bei Frischbeton)
ISO 2736/2 <sup>2)</sup> :1986	Concrete tests – Making of test specimens – Part 2: Making and curing of test specimens for strength tests (Betonprüfungen; Herstellung von Probekörpern; Teil 2: Herstellung und Nachbehandlung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen)
ISO 4012 <sup>2)</sup> :1978	Concrete – Determination of compressive strength of test specimens

ISO 4013 <sup>2)</sup> :1978	(Beton; Bestimmung der Druckfestigkeit von Probekörpern) Concrete – Determination of flexural strength of test specimens (Beton; Bestimmung der Biegefestigkeit von Probekörpern)
ISO 4103:1979	Concrete – Classification of consistency (Beton; Klassifizierung der Konsistenz)
ISO 4108:1980	Concrete – Determination of tensile splitting strength of test specimens (Beton; Bestimmung der Spaltzugfestigkeit von Probekörpern)
ISO 4848:1980	Concrete – Determination of air content of freshly mixed concrete – Pressure method (Beton; Bestimmung des Luftgehalts von Frischbeton; Druckverfahren)
ISO 7031 <sup>2)</sup>	Concrete, hardened – Determination of the depth of penetration of water under pressure (Festbeton; Bestimmung der Eindringtiefe von Wasser unter Druck) <sup>1)</sup>
ISO 9690 <sup>3)</sup>	Production and control of concrete. Classification of chemically aggressive environmental conditions affecting concrete (Herstellung und Überwachung von Beton; Klassifizierung von chemisch aggressiven Umweltbedingungen)

### 2.3 Unverbindliche Verweisungen

ISO 4109:1980	Fresh concrete – Determination of the consistency – Slump test (Frischbeton; Bestimmung der Konsistenz; Slump-Prüfung)
ISO 4110:1979	Fresh concrete – Determination of the consistency – Vebe test (Frischbeton; Bestimmung der Konsistenz; Vebe-Prüfung)
ISO 4111:1979	Fresh concrete – Determination of the consistency – Degree of compactivity (Compaction index) (Frischbeton; Bestimmung der Konsistenz; Verdichtungsgrad)
ISO 6275:1982	Concrete, hardened – Determination of density (Festbeton; Bestimmung der Dichte)
ISO 6276:1982	Concrete, compacted fresh – Determination of density (Verdichteter Frischbeton; Bestimmung der Dichte)
ISO 6782:1982	Aggregates for concrete – Determination of bulk density (Betonzuschlag; Bestimmung der Schüttdichte)
ISO 6783:1982	Coarse aggregates for concrete – Determination of particle density and water absorption – Hydrostatic balance method

<sup>1)</sup> Z.Z. Entwurf

<sup>2)</sup> Wie in Anhang A ergänzt

<sup>3)</sup> Die Verweisung gilt für den Normenvorschlag ISO DP 9690:1987 und muß bis zur Überführung von ENV 206 in eine Europäische Norm nochmals beraten werden.

	(Grobkörniger Betonzuschlag; Ermittlung der Kornrohdichte und Wasseraufnahme; Hydrostatisches Wägeverfahren)	Anmerkung: Wenn der Nennwert des Größtkorns für den Zuschlag nicht mehr als 4 mm beträgt, so spricht man nicht von Beton sondern von Mörtel.
ISO 7033 :1987	Fine and coarse aggregates for concrete – Determination of the particle mass-per-volume and water absorption – Pycnometer method (Fein- und grobkörnige Betonzuschläge; Bestimmung der Kornrohdichte und Wasseraufnahme; Pycnometerverfahren)	<b>3.2 Frischbeton:</b> Beton, der noch im verarbeitbaren Zustand ist und durch die üblichen Verfahren verdichtet werden kann.
ISO 7034	Cores of hardened concrete – Taking, examination and testing in compression (Bohrkerne aus Festbeton; Entnahme, Begutachtung und Prüfung der Druckfestigkeit) <sup>1)</sup>	<b>3.3 Festbeton:</b> Beton, der erhärtet ist und eine bestimmte Festigkeit entwickelt hat.
ISO 8045	Concrete, hardened – Determination of rebound number using the rebound hammer (Festbeton; Bestimmung der Rückprallzahl mit dem Rückprallhammer) <sup>1)</sup>	<b>3.4 Baustellenbeton:</b> Beton, der vom Bauausführenden auf oder in der Nähe der Baustelle zusammengesetzt und gemischt wird.
ISO 8046	Concrete, hardened – Determination of pull-out strength (Festbeton; Bestimmung der Ausziehfestigkeit) <sup>1)</sup>	<b>3.5 Transportbeton:</b> Beton, dessen Bestandteile in einem Werk außerhalb der Baustelle oder auf der Baustelle selbst abgemessen und in einem stationären Mischer oder Mischfahrzeug gemischt werden und der dem Abnehmer in frischem Zustand mit den geforderten Eigenschaften auf die Baustelle geliefert oder in eines seiner Fahrzeuge übergeben wird.
ISO 8047	Concrete, hardened – Determination of ultrasonic pulse velocity (Festbeton; Bestimmung der Ultraschall-Ausbreitgeschwindigkeit) <sup>1)</sup>	<b>3.6 Normalbeton:</b> Beton mit einer Trockenrohdichte (105 °C) über 2000 kg/m <sup>3</sup> , höchstens aber 2800 kg/m <sup>3</sup> .
ISO 9812	Fresh concrete – Determination of consistency – Flow test (Frischbeton – Bestimmung der Konsistenz – Ausbreitversuch) <sup>1)</sup>	<b>3.7 Leichtbeton:</b> Beton mit einer Trockenrohdichte von höchstens 2000 kg/m <sup>3</sup> . Er wird ganz oder teilweise unter Verwendung von Zuschlag mit porigem Gefüge (Leichtzuschlag; siehe Definition 3.18) hergestellt.
RILEM CPC7	Direct tension (Final recommendation, 1975) (Direkte Zugfestigkeitsprüfung (Letzte Empfehlung, 1975))	<b>3.8 Schwerbeton:</b> Beton mit einer Trockenrohdichte über 2800 kg/m <sup>3</sup> .
EN 45 011	General criteria for certification bodies operating product certification (Allgemeine Kriterien über Zertifizierungsstellen für Produktzertifizierung) <sup>1)</sup>	<b>3.9 Mischfahrzeug:</b> Betonmischer-Einheit, die im allgemeinen auf einem selbstfahrenden Fahrgestell aufgebaut und für die Herstellung und Lieferung eines gleichmäßig gemischten Betons geeignet ist. Ein Mischfahrzeug kann ebenfalls als Fahrzeug mit Rührwerk eingesetzt werden.
EN 45 014	General criteria for declaration of conformity (Allgemeine Kriterien für Konformitätserklärungen) <sup>1)</sup>	<b>3.10 Fahrzeug mit Rührwerk:</b> Gerät, das auf einem selbstfahrenden Fahrgestell aufgebaut und geeignet ist, während des Transports einen bereits gemischten Beton in einem gleichmäßigen Zustand zu erhalten.

## 2.4 Weitere Verweisungen

Eurocode 2	Common unified rules for concrete structures (Gemeinsame einheitliche Regeln für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauten) <sup>1)</sup>
Eurocode 4	Common unified rules for composite steel and concrete structures (Gemeinsame einheitliche Regeln für Verbundkonstruktionen aus Stahl und Beton) <sup>1)</sup>

## 3 Begriffe

**3.1 Beton:** Baustoff aus Zement, grob- und feinkörnigem Zuschlag und Wasser, der durch Erhärten des Zementleims (Zement und Wasser) entsteht. Neben den genannten Grundbestandteilen kann er auch noch Zusatzmittel und/oder Zusatzstoffe enthalten.

Anmerkung: Wenn der Nennwert des Größtkorns für den Zuschlag nicht mehr als 4 mm beträgt, so spricht man nicht von Beton sondern von Mörtel.

**3.2 Frischbeton:** Beton, der noch im verarbeitbaren Zustand ist und durch die üblichen Verfahren verdichtet werden kann.

**3.3 Festbeton:** Beton, der erhärtet ist und eine bestimmte Festigkeit entwickelt hat.

**3.4 Baustellenbeton:** Beton, der vom Bauausführenden auf oder in der Nähe der Baustelle zusammengesetzt und gemischt wird.

**3.5 Transportbeton:** Beton, dessen Bestandteile in einem Werk außerhalb der Baustelle oder auf der Baustelle selbst abgemessen und in einem stationären Mischer oder Mischfahrzeug gemischt werden und der dem Abnehmer in frischem Zustand mit den geforderten Eigenschaften auf die Baustelle geliefert oder in eines seiner Fahrzeuge übergeben wird.

**3.6 Normalbeton:** Beton mit einer Trockenrohdichte (105 °C) über 2000 kg/m<sup>3</sup>, höchstens aber 2800 kg/m<sup>3</sup>.

**3.7 Leichtbeton:** Beton mit einer Trockenrohdichte von höchstens 2000 kg/m<sup>3</sup>. Er wird ganz oder teilweise unter Verwendung von Zuschlag mit porigem Gefüge (Leichtzuschlag; siehe Definition 3.18) hergestellt.

**3.8 Schwerbeton:** Beton mit einer Trockenrohdichte über 2800 kg/m<sup>3</sup>.

**3.9 Mischfahrzeug:** Betonmischer-Einheit, die im allgemeinen auf einem selbstfahrenden Fahrgestell aufgebaut und für die Herstellung und Lieferung eines gleichmäßig gemischten Betons geeignet ist. Ein Mischfahrzeug kann ebenfalls als Fahrzeug mit Rührwerk eingesetzt werden.

**3.10 Fahrzeug mit Rührwerk:** Gerät, das auf einem selbstfahrenden Fahrgestell aufgebaut und geeignet ist, während des Transports einen bereits gemischten Beton in einem gleichmäßigen Zustand zu erhalten.

**3.11 Gerät ohne Rührwerk:** Muldenfahrzeug, Transportbehälter oder anderes Gerät, das zum Transport von Beton verwendet wird, ohne ihn zu rühren.

**3.12 Mischerfüllung:** Diejenige Menge Beton, die in einem vollen Arbeitsablauf eines Chargenmixers gemischt wird, oder diejenige Menge Beton, die von einem Fahrzeug als eine Ladung in bereits gemischem Zustand befördert wird, oder diejenige Menge Beton, die ein Durchlaufmischer in einer Minute ausschüttet.

**3.13 Lieferung:** Der Vorgang der Übergabe des Betons an den Abnehmer, üblicherweise durch das Entleeren des Transportfahrzeuges.

**3.14 Zusatzmittel:** Produkt, das in geringer Menge vor oder während des Mischens oder während eines zusätzlichen Mischvorgangs zugegeben wird und die Eigenschaften des Betons in der geforderten Weise ändert.

**3.15 Zusatzstoff:** Fein verteilte anorganische Stoffe, die dem Beton zugegeben werden können, um bestimmte Eigenschaften zu verbessern oder um besondere Eigenschaften zu erzielen. Es gibt zwei Arten von Zusatzstoffen: nahezu inerte Zusatzstoffe (Typ I) und puzzolanische oder latent hydraulische Zusatzstoffe (Typ II).

<sup>1)</sup> Siehe Seite 4

**3.16 Zuschlag:** Stoff, der aus ungebrochenen und/oder gebrochenen Körnern aus natürlichen und/oder künstlichen Mineralstoffen mit Korngrößen und Kornformen, die für die Betonherstellung geeignet sind, besteht.

**3.17 Normalzuschlag:** Zuschlag mit einer Kornrohdichte zwischen 2000 und 3000 kg/m<sup>3</sup>, bestimmt nach ISO 6783 oder ISO 7033.

**3.18 Leichtzuschlag:** Zuschlag aus Körnern mit porigem Gefüge und mit einer Kornrohdichte von weniger als 2000 kg/m<sup>3</sup>, bestimmt nach ISO 6783 oder ISO 7033.

**3.19 Schwerzuschlag:** Zuschlag mit einer Kornrohdichte von wesentlich über 3000 kg/m<sup>3</sup>, bestimmt nach ISO 6783 oder ISO 7033.

**3.20 Zement (hydraulisches Bindemittel):** Anorganischer, fein aufbereiteter Stoff, der zu seiner Verwendung mit Wasser zu einem Zementeim angerührt wird, der durch chemisch-mineralogische Reaktionen mit dem Anmachwasser selbstständig erhärtet und nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig bleibt.

**3.21 Wirksamer Wassergehalt:** Zugabewasser und Wasser, das auf der Oberfläche der Zuschläge oder in Zusatzmitteln und Zusatzstoffen bereits vorhanden ist (oder eventuell von zusätzlichem Eis oder erhitzen Dampf).

**3.22 Wasserzementwert:** Verhältnis von wirksamem Wassergehalt zu Zementgehalt im Beton.

**3.23 Entwurfsmischung:** Mischung, bei der die Verantwortung für die Festlegung der erforderlichen Betoneigenschaften und zusätzlichen Anforderungen beim Bauausführenden (Verwender des Betons) liegt und bei der der Betonhersteller dafür verantwortlich ist, daß die gelieferte Mischung die festgelegten Eigenschaften und zusätzlichen Anforderungen erfüllt.

**3.24 Vorgeschriebene Mischung:** Mischung, bei der die Ausgangsstoffe und deren Zusammensetzung vom Bauausführenden (Verwender des Betons) festgelegt werden. Der Betonhersteller ist dafür verantwortlich, daß die gelieferte Mischung diesen Angaben entspricht, übernimmt aber keine Verantwortung für die Eigenschaften des Betons.

**3.25 Eignungsprüfung:** Prüfung oder Prüfungen, um vor der Verwendung festzustellen, wie der Beton zusammengesetzt sein muß, um im frischen und erhärteten Zustand unter Berücksichtigung der zu verwendenden Ausgangsstoffe und der besonderen Bedingungen auf der Baustelle alle geforderten Eigenschaften zu erfüllen.

**3.26 Künstlich erzeugte Luftporen:** Mikroskopisch kleine Luftblasen, die während des Mischvorganges normalerweise unter Verwendung eines oberflächenaktiven Stoffes im Beton künstlich erzeugt werden. In der Regel haben die Luftblasen jeweils einen Durchmesser zwischen 10 µm und 100 µm; sie sind kugelförmig bzw. nahezu kugelförmig.

**3.27 Eingeschlossene Luft:** Luftporen, die unbeabsichtigt in den Beton gelangen und die – mit einem Durchmesser von 1 mm oder höher – bedeutend größer und von geringerem Nutzen sind als die künstlich eingeführten Luftporen.

## 4 Ausgangsstoffe

### 4.1 Zemente

Die beschriebenen Zementarten Portlandzement (CEI)<sup>4</sup>, Portlandkompositzement (CEII)<sup>4</sup>, Hochofenzement (CEIII)<sup>4</sup> und Puzzolanzzement (CEIV)<sup>4</sup> müssen EN 197 Teile 1 bis 3<sup>5)</sup><sup>6)</sup> entsprechen. Andere Zementarten müssen den jeweiligen nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen entsprechen.

### 4.2 Zuschläge

Die Zuschläge müssen den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen in den Zuschlägen nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird.

### 4.3 Zugabewasser

Das Zugabewasser muß den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen im Wasser nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß das Abbinden, Erhärten und die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird. In Europa ist das Trinkwasser aus öffentlichen Versorgungsleitungen in der Regel für Beton geeignet.

### 4.4 Zusatzmittel

Zusatzmittel müssen den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen in den Zusatzmitteln nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird.

### 4.5 Zusatzstoffe

Zusatzstoffe müssen den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen genügen. Schädliche Bestandteile dürfen in den Zusatzstoffen nicht in derartigen Mengen vorhanden sein, daß die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigt bzw. die Korrosion der Bewehrung herbeigeführt wird.

## 5 Grundlegende Anforderungen an die Betonzusammensetzung

### 5.1 Allgemeines

Die Betonzusammensetzung, bestehend aus Zement, Zuschlag und Wasser (und gegebenenfalls Zusatzmittel und -stoffe), ist so zu wählen, daß alle Anforderungen an die Eigenschaften des Frisch- und Festbetons einschließlich Konsistenz, Rohdichte, Festigkeit und Dauerhaftigkeit sowie Schutz von Stahleinlagen vor Korrosion erfüllt werden. Die Betonzusammensetzung ist auf die Verarbeitbarkeit abzustimmen, die für das angewandte Bauverfahren benötigt wird.

Die Mischung ist so zusammenzusetzen, daß das Entmischen und Bluten des Frischbetons auf ein Mindestmaß beschränkt wird.

In allen Fällen muß der Beton die grundlegenden Anforderungen nach 5.2 bis 5.10 und Abschnitt 6 erfüllen. Zusätzliche Anforderungen an die Betoneigenschaften siehe Abschnitt 7.

### 5.2 Gefüge des Betons

Beton muß so zusammengesetzt sein, daß er nach dem Verdichten ein geschlossenes Gefüge aufweist. Das bedeutet,

- 4) Zementarten und -klassen sind in prEN 197 Teile 1 und 2 (Juni 1988) definiert.
- 5) Bis EN 197 vorliegt, können vergleichbare Zemente nach den am Verwendungsort des Zements geltenden nationalen Normen oder Regelungen verwendet werden.
- 6) Die in ENV 206 erfolgenden Verweise auf bestimmte Zementarten oder -klassen beruhen auf den in prEN 197 Teile 1 und 2 (Juni 1988) angegebenen Definitionen.

daß der Luftgehalt bei normgerechtem Verdichten<sup>7)</sup> bei einem Nennwert des Zuschlaggrößtkorns  $\geq 16$  mm nicht mehr als 3 Vol.-% und bei einem Nennwert des Größtkorns  $< 16$  mm nicht mehr als 4 Vol.-% beträgt, wobei künstlich eingeführte Luftporen und die Poren der Zuschläge nicht zu berücksichtigen sind.

### 5.3 Zementarten, Zementgehalt und Wasserzementwert

Bei der Wahl der Zementart sind die Verwendungsart des Betons (unbewehrter Beton, Stahlbeton oder Spannbeton), die Wärmeentwicklung des Betons im Bauwerk, die Abmessungen von Bauteilen sowie die Umweltbedingungen, denen das Bauwerk ausgesetzt wird, zu berücksichtigen.

Bei Beton, der mit Zuschlägen mit einem Nennwert des Zuschlaggrößtkorns  $\leq 32$  mm hergestellt wird, sind der Mindestzementgehalt und der höchstzulässige Wasserzementwert von den Umweltbedingungen sowie von den geforderten Eigenschaften der Betondeckung<sup>8)</sup> abhängig. Sie sind nach Tabelle 3 zu wählen.

Bei der Wahl des Zementgehaltes sind besondere Anforderungen an die Eigenschaften des Betons, wie z. B. Wasserundurchlässigkeit, ebenfalls zu berücksichtigen.

Bei Beton mit Nennwerten des Zuschlaggrößtkorns, die erheblich höher als 32 mm liegen, z. B. Massenbeton, können niedrigere Werte für den Mindestzementgehalt als die in Tabelle 3 angegebenen Werte zulässig sein.

Für den in dieser Vornorm festgelegten Mindestzementgehalt und den maximalen Wasserzementwert sind nur Zemente nach 4.1 zu berücksichtigen. In besonderen Fällen, in denen puzzolanische oder latent hydraulische Zusatzstoffe der Betonmischung zugegeben werden, können am Verwendungsort des Betons geltende nationale Normen oder Regelungen angeben, ob und in welchem Maße die Mindest- bzw. Höchstwerte geändert werden dürfen.

### 5.4 Korngröße der Zuschläge

Das Zuschlaggrößtkorn ist so zu wählen, daß beim Einbringen und Verdichten des Betons an der Bewehrung kein Entmischen stattfindet.

Die Anordnung der Bewehrungsstäbe ist so zu wählen, daß beim Einbringen und Verdichten des Betons kein Entmischen stattfindet.

Der Nennwert des Zuschlaggrößtkorns darf

- ein Viertel der kleinsten Bauteilabmessung,
- den lichten Abstand der Bewehrungsstäbe untereinander abzüglich 5 mm, sofern keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, z. B. durch Zusammenfassung von Bewehrungsstäben
- 1,3mal die Dicke der Betondeckung der Bewehrung (nicht erforderlich bei der in Tabelle 2 angegebenen Umweltklasse 1)

nicht überschreiten.

Anmerkung: Um einen guten Verbund des Betons zu erreichen, kann für den Nennwert des Zuschlaggrößtkorns und den Nennwert der Mindestdicke der Betondeckung ein bestimmtes Verhältnis gefordert werden (siehe z. B. Eurocode 2).

### 5.5 Chloridgehalt des Betons

Der Chloridionengehalt des Betons darf die in den nationalen Normen oder den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen festgelegten Werte nicht überschreiten. Falls derartige Werte nicht zur Verfügung stehen, sind die in Tabelle 1 angegebenen Werte zu übernehmen.

Kalziumchlorid und Zusatzmittel auf der Basis von Chloriden dürfen Stahlbeton, Spannbeton und Beton mit Metall-

Tabelle 1. Höchstzulässiger Chloridgehalt von Beton

Beton	Cl <sup>-</sup> je kg Zement Massenanteil in %
Unbewehrter Beton	1
Stahlbeton	0,4
Spannbeton	0,2

einlagen nicht beigegeben werden, es sei denn, ihre Verwendung ist in nationalen Normen oder in den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen erlaubt.

### 5.6 Konsistenz beim Betonieren

Der Konsistenzbereich muß so gewählt werden, daß der Frischbeton ohne sich zu entmischen verarbeitet und unter den auf der Baustelle herrschenden Bedingungen vollständig verdichtet werden kann.

Um die sachgemäße Verdichtung von Ort beton sicherzustellen, wird empfohlen, daß die Konsistenz des Betons zum Zeitpunkt der Verarbeitung der Slump-Klasse S3<sup>9)</sup> bzw. der Ausbreitklasse F3<sup>9)</sup> entspricht, es sei denn, es werden andere Maßnahmen getroffen.

### 5.7 Alkali-Kieselsäure-Reaktion

Einige Zuschläge, die bestimmte Arten von Silikaten enthalten, können von Alkalien (Na<sub>2</sub>O und K<sub>2</sub>O), die aus dem Zement stammen oder anderer Herkunft sind, angegriffen werden. In Anwesenheit von Feuchte kommt es zu Treiberscheinungen, die zu Rißbildung und Zerstörung des Betons führen können. Unter derartigen Bedingungen sind eine oder mehrere der folgenden Vorkehrungen zu treffen:

- Einschränkung des Gesamtalkaligehaltes der Betonmischung,
- Verwendung eines Zementes mit einem geringen Gehalt an reaktionsfähigem Alkali,
- Verwendung anderer Zuschläge,
- Einschränkung des Sättigungsgrades des Betons, z. B. durch undurchlässige Sperrsichten.

Bei weiteren Einzelheiten ist nach den Anforderungen der nationalen Normen bzw. den am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen zu verfahren, wobei etwaige bisherige langzeitige Erfahrungen mit einer betreffenden Verbindung aus Zement und Zuschlagstoff zu berücksichtigen sind.

### 5.8 Zusatzmittel

In der Betonmischung darf der Gesamtanteil an Zusatzmitteln, sofern diese verwendet werden, 50 g/kg Zement nicht überschreiten und soll 2 g/kg Zement nicht unterschreiten. Geringere Mengen an Zusatzmitteln sind nur zulässig, wenn sie in einem Teil des Zugabewassers gelöst werden.

Flüssige Zusatzmittel in Mengen über 3 l/m<sup>3</sup> Beton sind bei der Berechnung des Wasserzementwertes zu berücksichtigen.

<sup>7)</sup> D. h. nach den in ISO 2736 Teil 2 festgelegten Grundsätzen für die Verdichtung von Probekörpern.

<sup>8)</sup> Für Angaben zur Dicke der Betondeckung, siehe die Festlegungen nach Eurocode 2.

<sup>9)</sup> Konsistenzklassen sind in ISO 4103 definiert (siehe auch 7.2.1).

### 5.9 Zusatzstoffe

Zusatzstoffe dürfen der Betonmischung nur in solchen Mengen zugefügt werden, daß sie die Dauerhaftigkeit des Betons nicht beeinträchtigen und nicht zur Korrosion der Bewehrung führen.

Die nationalen Normen oder die am Verwendungsort des Betons geltenden Bestimmungen sind anzuwenden.

### 5.10 Betontemperatur

Wenn nicht anders festgelegt, darf die Temperatur des Frischbetons 30°C nicht überschreiten. Während des Zeitraums zwischen Mischen und Einbringen darf die Temperatur des Betons 5°C nicht unterschreiten (hinsichtlich der Wärmebehandlung, siehe 10.7).

## 6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit

### 6.1 Allgemeines

Um einen Beton mit einer ausreichenden Dauerhaftigkeit herzustellen, der den Bewehrungsstahl vor Korrosion

schützt und den Umwelt- und Arbeitsbedingungen, denen er während der vorgesehenen Lebensdauer des Bauwerks ausgesetzt wird, zufriedenstellend standhält, sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- a) Wahl geeigneter Ausgangsstoffe, die keine schädlichen Bestandteile enthalten, welche die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigen und die Korrosion der Bewehrung verursachen könnten (siehe z. B. Abschnitt 4 und 5.5).
- b) Wahl einer geeigneten Betonzusammensetzung, so daß der Beton
  - alle festgelegten Kriterien für die Eigenschaften von Frisch- und Festbeton erfüllt (siehe z. B. Abschnitt 7);
  - so eingebracht und verdichtet werden kann, daß sich eine dichte Betondeckung ergibt (siehe z. B. Abschnitt 5);
  - inneren Einwirkungen standhält (siehe z. B. 5.7);
  - äußeren Einwirkungen standhält – z. B. Umwelteinflüssen wie z.B. Witterung, Gasen, Flüssigkeiten und Böden (siehe 6.2);

Tabelle 2. Umweltklassen in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen

Umweltklassen		Beispiele für Umweltbedingungen
1 Trockene Umgebung		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Innenräume von Wohn- oder Bürogebäuden<sup>1)</sup></li> </ul>
2 Feuchte Umgebung	a ohne Frost	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebäudeinnenräume mit hoher Feuchte (z. B. Wäschereien)</li> <li>– Außenbauteile</li> <li>– Bauteile in nichttangreichendem Boden und/oder Wasser</li> </ul>
	b mit Frost	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Außenbauteile, die Frost ausgesetzt sind.</li> <li>– Bauteile in nichttangreichendem Boden und/oder Wasser, die Frost ausgesetzt sind.</li> <li>– Innenbauteile bei hoher Luftfeuchte, die Frost ausgesetzt sind.</li> </ul>
3 Feuchte Umgebung mit Frost und Taumittelinwirkung		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Außenbauteile, die Frost und Taumitteln ausgesetzt sind.</li> </ul>
4 Meerwasserumgebung	a ohne Frost	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauteile im Spritzwasserbereich oder die ganz oder nur teilweise in Meerwasser eingetaucht sind.</li> <li>– Bauteile in salzgesättigter Luft (unmittelbarer Küstenbereich)</li> </ul>
	b mit Frost	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauteile im Spritzwasserbereich oder die nur teilweise in Meerwasser eingetaucht sind und Frost ausgesetzt sind.</li> <li>– Bauteile, die salzgesättigter Luft und Frost ausgesetzt sind.</li> </ul>
Die folgenden Klassen können einzeln oder in Kombination mit den oben genannten Klassen vorliegen:		
5 Chemisch angreifende Umgebung <sup>2)</sup>	a	Schwach chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest) Aggressiv industrielle Atmosphäre
	b	Mäßig chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest)
	c	Stark chemisch angreifende Umgebung (gasförmig, flüssig oder fest)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Diese Umweltklasse gilt nur dann, wenn das Bauwerk oder einige dessen Bauteile während der Bauausführung über einen längeren Zeitraum hinweg keinen schlechteren Bedingungen ausgesetzt wird.</li> <li>2) Chemisch angreifende Umgebungen werden in ISO 96909 klassifiziert. Folgende gleichwertige Umweltklassen dürfen ebenfalls angegeben werden:            Umweltklasse 5a: ISO-Klassifizierung A1G, A1L, A1S            Umweltklasse 5b: ISO-Klassifizierung A2G, A2L, A2S            Umweltklasse 5c: ISO-Klassifizierung A3G, A3L, A3S         </li> </ol>		

- c) Angriffe mechanischer Art – z. B. Abrieb (siehe 7.3.1.4);
- d) Mischen, Einbringen und Verdichten des Frischbetons so, daß die Ausgangsstoffe in der Mischung gleichmäßig verteilt werden, sich nicht entmischen und der Beton ein geschlossenes Gefüge erhält – (siehe z. B. Abschnitt 9 und Abschnitt 10);
- e) Nachbehandlung des Betons so, daß insbesondere der Oberflächenbereich (Betondeckung), die aufgrund seiner Zusammensetzung erwarteten Eigenschaften erreicht (siehe 10.5).

Alle diese Faktoren sind im Rahmen einer Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) vom Bauausführenden, Subunternehmer oder Zulieferer innerhalb deren entsprechendem Verantwortungsbereich zu kontrollieren und nachzuweisen (siehe 11.2).

## 6.2 Widerstand gegenüber Umwelteinwirkungen

### 6.2.1 Klassifizierung der Umweltbedingungen

Unter Umwelt werden in diesem Zusammenhang die chemischen und physikalischen Einwirkungen verstanden, denen Beton ausgesetzt ist und die durch jene Umwelteinflüsse

verursacht werden, die bei der statischen Berechnung des Bauwerks nicht als Lasten in Ansatz gebracht werden. Diese Umweltbedingungen werden nach Tabelle 2 klassifiziert.

### 6.2.2 Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit in Abhängigkeit von den Umwelteinwirkungen

Die Grenzwerte für die Zusammensetzung und die Eigenschaften von unbewehrtem Beton sowie von Stahlbeton und Spannbeton werden in Tabelle 3 angegeben.

Die Mindestanforderungen an unbewehrten Beton gelten nur unter der Voraussetzung, daß der Beton keine eingebetteten Stahlteile (Bewehrung und andere dauernde Einbauteile), die vor Korrosion geschützt werden müssen, enthält. Wenn die am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen dies erfordern, können zusätzlich Mindestfestigkeitsklassen festgelegt werden. Sofern die in Tabelle 3 angegebenen Anforderungen hinsichtlich des Wasserzementwertes und des Mindestzementgehaltes erfüllt werden, werden die in Tabelle 20 angegebenen Festigkeitsklassen des Betons normalerweise erreicht.

**Tabelle 3. Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit in Abhangigkeit von den Umwelteinwirkungen**

## 7 Betoneigenschaften und Nachweisverfahren

### 7.1 Allgemeines

Die Eigenschaften von Frisch- und Festbeton, die festgelegt werden können, sowie die entsprechenden Nachweisverfahren, die, wenn gefordert, anzuwenden sind, werden in 7.2 und 7.3 festgelegt.

### 7.2 Frischbeton

#### 7.2.1 Konsistenz

Die Konsistenz des Betons ist entweder anhand der Slump-Prüfung nach ISO 4109 oder der Vebe-Prüfung nach ISO 4110 oder der Verdichtungsprüfung nach ISO 4111 oder anhand des Ausbreitversuches nach ISO 9812 oder einem weiteren zu vereinbarenden Prüfverfahren zu bestimmen.

Anmerkung: Die in den Tabellen 4 bis 7 angegebenen verschiedenen Konsistenzbereiche sind nicht direkt aufeinander bezogen.

Die Klassifizierung von Beton nach seiner Konsistenz erfolgt nach ISO 4103 entsprechend den Tabellen 4, 5 6 und 7.

Tabelle 4. Slump-Klassen

Klasse	Slump in mm
S1	10 bis 40
S2	50 bis 90
S3	100 bis 150
S4	$\geq 160$

Die Slump-Maße sind auf 10 mm gerundet anzugeben.

Tabelle 5. Vebe-Klassen

Klasse	Vebe in Sekunden
V0	$\geq 31$
V1	30 bis 21
V2	20 bis 11
V3	10 bis 5
V4	$\leq 4$

Tabelle 6. Verdichtungsmaß-Klassen

Klasse	Verdichtungsmaße
C0	$\geq 1,46$
C1	1,45 bis 1,26
C2	1,25 bis 1,11
C3	1,10 bis 1,04

Tabelle 7. Ausbreitklassen

Klasse	Ausbreitmaß (Durchmesser) in mm
F1	$\leq 340$
F2	350 bis 410
F3	420 bis 480
F4	490 bis 600

Bei Beton mit hoher Verarbeitbarkeit, z. B. beim Einsatz von Fließmitteln, ist der Ausbreitversuch anzuwenden.

#### 7.2.2 Luftgehalt

Der Luftgehalt von Frischbeton ist nach ISO 4848 zu bestimmen.

#### 7.2.3 Rohdichte des verdichteten Frischbetons

Die Rohdichte des verdichteten Frischbetons ist nach ISO 6276 oder nach einem anderen zu vereinbarenden Verfahren zu bestimmen.

#### 7.2.4 Wasserzementwert und Zementgehalt

Der Wasserzementwert ist aufgrund von Meßergebnissen des Gewichtes des Zementes, des Zugabewassers und der Zuschläge zusammen mit dem vorhandenen Wasserhalt der Zuschläge (für flüssige Zusatzmittel siehe 5.8) zu berechnen und zu überprüfen.

Ist die Bestimmung des Wasserzementwertes des Frischbetons durch Analyse erforderlich, ist das Prüfverfahren zu vereinbaren<sup>10)</sup>.

### 7.3 Festbeton

#### 7.3.1 Widerstand gegenüber mechanischen Einwirkungen

##### 7.3.1.1 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit des Betons wird als charakteristische Festigkeit ausgedrückt und als der Festigkeitswert definiert, unter dem erwartungsgemäß 5 % der Grundgesamtheit aller möglichen Festigkeitsmessungen des angegebenen Betons liegen werden. Die Festigkeit wird hierbei nach ISO 4012 an Probekörpern, die nach ISO 1920 in Formen – entweder als Würfel mit den Abmessungen 150 mm oder als Zylinder mit den Maßen  $d = 150$  mm und  $h = 300$  mm – hergestellt sind und nach ISO 2736 nachbehandelt wurden, im Alter von 28 Tagen bestimmt. Die am Würfel bestimmte Festigkeit wird mit  $f_{ck, \text{cube}}$ , die am Zylinder bestimmte Festigkeit mit  $f_{ck, \text{cyl}}$  angegeben.

Vor Beginn der Bauarbeiten ist anzugeben oder zu vereinbaren, ob die Druckfestigkeit anhand von Würfeln oder Zylindern zu bestimmen ist.

Der Beton wird entsprechend seiner in Tabelle 8 angegebenen Druckfestigkeit klassifiziert. Die Tabelle basiert auf der Klassifikation der Zylinderfestigkeit nach dem Eurocode 2 für Bemessung.

<sup>10)</sup> In Fällen, in denen das Zement-Zuschlag-Verhältnis – auf die Masse bezogen – bekannt ist, darf der Wasserzementwert anhand des Verfahrens nach Thaulow (S. Thaulow: „Field testing of concrete, New and Simplified Methods for Testing Concrete and its Aggregates“ (Feldversuche an Beton, Neue und vereinfachte Prüfverfahren für Beton und dessen Zuschläge), Norsk Cementforening, Oslo, Norwegen, 1952) ermittelt werden.

Tabelle 8. Festigkeitsklassen für Beton

Festigkeitsklasse	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
$f_{ck,cyl}^1)$ N/mm <sup>2</sup>	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>	15	20	25	30	37	45	50	55	60
1) $f_{ck,cyl}$ ist mit der in den Eurocodes verwendeten Festigkeitsklasse $f_{ck}$ identisch.									

Aus Gründen der Produktions- und Qualitätskontrolle werden die in Tabelle 8 unterstrichenen Werte für die Bestimmung des Betons empfohlen.

Für Leichtbeton gelten die gleichen Festigkeitsklassen; sie werden durch das Symbol LC gekennzeichnet, das vor der Angabe der Festigkeitsklasse steht.

In bestimmten Anwendungsfällen kann es notwendig sein, die Mindestdruckfestigkeit von in Formen hergestellten Probekörpern für einen früheren oder späteren Zeitpunkt oder für eine besondere Lagerungsart (z.B. Wärmebehandlung nach 10.7) festzulegen.

### 7.3.1.2 Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit von Beton ist entweder durch die Spaltzugfestigkeit nach ISO 4108 oder durch die Biegezugfestigkeit nach ISO 4013 zu bestimmen und auszudrücken.

Die Zugfestigkeit von Beton darf auch als axiale Zugfestigkeit ausgedrückt werden, die nach RILEM CPC 7 ermittelt werden kann.

Anmerkung: Die mit diesen verschiedenen Prüfverfahren erzielten Ergebnisse sind nicht austauschbar; zum Zwecke der Bemessung dürfen jedoch Umrechnungsfaktoren aufgestellt werden (siehe z.B. die entsprechenden Abschnitte für Zugfestigkeit in Eurocode 2).

### 7.3.1.3 Festigkeitsentwicklung

Die Festigkeitsentwicklung ist anhand von Druckfestigkeitsprüfungen zu bestimmen, die in zu vereinbarenden Zeitabständen an dem Beton durchgeführt werden. Falls der Einfluß der Baustellenbedingungen auf die Festigkeitsentwicklung berücksichtigt werden soll, müssen für die Nachbehandlung der Probekörper besondere Bedingungen eigens vereinbart werden.

### 7.3.1.4 Verschleißwiderstand

Der Verschleißwiderstand ist nach den nationalen Normen oder den am Verwendungsort des Betons geltenden Regelungen zu bestimmen und zu prüfen.

Zur Herstellung eines Betons mit einem hohen Verschleißwiderstand werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Festigkeitsklasse des Betons mindestens C30/35,
- die Verwendung von gut abgestuften, harten Zuschlägen mit einer rauen Oberflächenbeschaffenheit und einem hohen Anteil an groben Körnern,
- Verdoppelung der in 10.5.3 angegebenen Dauer der Nachbehandlung,
- bei besonders starkem Verschleiß, das Auftragen eines speziellen Oberflächenschutzes auf den Beton.

### 7.3.1.5 Wasserundurchlässigkeit

Die Betonzusammensetzung gilt für die Herstellung von wasserundurchlässigen Beton als geeignet, wenn die maximale Wassereindringtiefe in den Beton nach ISO 7031 weniger als 50 mm und die mittlere Wassereindringtiefe weniger als 20 mm beträgt. Der Wasserezementwert darf 0,55 nicht überschreiten.

### 7.3.2 Rohdichte

Hinsichtlich der Trockenrohdichte des Betons wird zwischen Normalbeton (Symbol C), Leichtbeton (Symbol LC) und Schwerbeton (Symbol HC) unterschieden. Siehe Definitionen 3.6, 3.7 und 3.8.

Die Klassifizierung von Leichtbeton hinsichtlich dessen Rohdichte wird in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9. Klassifizierung von Leichtbeton

Rohdichte-Klasse	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
kg/m <sup>3</sup>	901 bis 1000	1001 bis 1200	1201 bis 1400	1401 bis 1600	1601 bis 1800	1801 bis 2000

Die tatsächlich vorhandene Rohdichte ist nach ISO 6275 zu bestimmen. Ist das Verhältnis zwischen der Trockenrohdichte und der tatsächlich vorhandenen Rohdichte des Festbetons bekannt, kann die tatsächlich vorhandene Rohdichte nach ISO 4012 bestimmt werden.

## 8 Festlegung des Betons

### 8.1 Allgemeines

Beton darf als Entwurfsmischung (siehe Definition 3.23) mit Angabe der geforderten Eigenschaften nach Abschnitt 7 oder als vorgeschriebene Mischung (siehe Definition 3.24) unter Vorgabe der Zusammensetzung auf der Grundlage von Eignungsprüfungsergebnissen (siehe Definition 3.25) oder langzeitigen Erfahrungen mit vergleichbarem Beton beschrieben werden.

Vom Entwerfenden oder vom Bauausführenden bereitzustellende Angaben sind

- für die Entwurfsmischungen in 8.2 und
- für die vorgeschriebenen Mischungen in 8.3 aufgeführt.

### 8.2 Angaben bei der Festlegung von Entwurfsmischungen

#### 8.2.1 Allgemeines

Bei der Spezifizierung von Entwurfsmischungen sind in sämtlichen Fällen die Mindestangaben nach 8.2.2 zu machen und, wenn besondere Bedingungen dies erfordern, zusätzliche Angaben nach 8.2.3.

#### 8.2.2 Mindestangaben

- a) Festigkeitsklasse
- b) Nennwert des Zuschlaggrößtkorns
- c) Mindestanforderungen an die Zusammensetzung je nach Verwendungszweck des Betons (z.B. Umweltklassen, unbewehrter Beton, Stahlbeton oder Spannbeton). Siehe Abschnitte 5 und 6.

Bei Transportbeton (vom Bauausführenden geliefert):

- d) Konsistenz-Klasse

### 8.2.3 Zusätzliche Angaben bei besonderen Bedingungen

Wenn möglich, sind für a) und b) festgelegte Eigenschaften und Prüfverfahren anzugeben:

- a) Eigenschaften des Festbetons, z.B.
  - Betonrohdichte, z.B. bei Leicht- oder Schwerbeton
  - Widerstand gegen eindringendes Wasser
  - Frost-Tauwechselwiderstand
  - Frost-Taumittelwiderstand
  - Widerstand gegen chemischen Angriff
  - Verschleißwiderstand
  - Widerstand gegen hohe Temperaturen
  - andere zusätzliche technische Anforderungen
- b) Eigenschaften der Mischung, z.B.
  - Zementart
  - Konsistenzklasse
  - Luftgehalt
  - beschleunigte Festigkeitsentwicklung
  - Wärmeentwicklung während der Hydratation
  - verzögerte Hydratation
  - besondere Anforderungen an die Zuschläge
  - besondere Anforderungen bezüglich Alkali-Kiesel-säure-Reaktion
  - besondere Anforderungen an die Temperatur des Frischbetons
  - andere zusätzliche technische Anforderungen.
- c) Bei Transportbeton folgende zusätzliche Bedingungen hinsichtlich des Transports sowie der Förder- und Einbauverfahren auf der Baustelle (vom Bauausführenden vorgegeben):
  - Lieferzeit und -menge
  - Förderung auf der Baustelle
    - Pumpen
    - Förderband
  - Beschränkung der Fahrzeugart (Fahrzeug mit oder ohne Rührwerk), Größe, Höhe oder Gewicht des Fahrzeugs.

### 8.3 Angaben für eine vorgeschriebene Mischung

#### 8.3.1 Allgemeines

Bei der Festlegung von vorgeschriebenen Mischungen sind in jedem Fall die Mindestangaben nach 8.3.2 und, wenn besondere Bedingungen dies erfordern, zusätzliche Angaben nach 8.3.3 zu machen.

#### 8.3.2 Mindestangaben

- a) Zementgehalt je Kubikmeter verdichteten Betons
- b) Art und Festigkeitsklasse des Zements
- c) Konsistenzbereich des Frischbetons oder Wasserzementwert
- d) Art der Zuschläge
- e) Größtkorn und Sieblinie des Zuschlags
- f) gegebenenfalls Art und Menge von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen
- g) Herkunft der Ausgangsstoffe des Betons, wenn Zusatzmittel oder Zusatzstoffe verwendet werden.

#### 8.3.3 Zusätzliche Angaben

- a) Eigenschaften der Betonzusammensetzung, z.B.
  - Herkunft der Ausgangsstoffe
  - zusätzliche Anforderungen an Zuschläge, gegebenenfalls einschließlich besonderer Sieblinien
  - besondere Anforderungen hinsichtlich der Temperatur des Frischbetons bei der Lieferung
  - andere zusätzliche technische Anforderungen

- b) Bei Transportbeton zusätzliche Bedingungen hinsichtlich des Transports sowie der Förderverfahren und der Verarbeitung auf der Baustelle, z.B.
  - Lieferzeit und -menge
  - Beschränkung der Fahrzeugart (Fahrzeug mit oder ohne Rührwerk), Größe oder Höhe des Fahrzeugs.

## 9 Herstellung des Betons

### 9.1 Personal, Anlagen und Einrichtungen

#### 9.1.1 Personal

Die mit der Herstellung und Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) beauftragte Person muß über entsprechende Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung verfügen.

Am Herstellungsort muß eine Person mit entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen anwesend sein, die für die Herstellung und bei Transportbeton auch für die Lieferung verantwortlich ist. Sie oder ihr entsprechend ausgebildeter Vertreter muß während der Herstellung anwesend sein.

Die mit der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) beauftragte Person muß über entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Betontechnologie, Herstellung, Prüfung und Güteüberwachungssysteme verfügen.

Anmerkung: In einigen Ländern gelten für die Erfüllung der verschiedenen Aufgaben unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung.

#### 9.1.2 Anlagen und Einrichtungen

##### 9.1.2.1 Lager für Ausgangsstoffe

Die Ausgangsstoffe – Zement, Zuschläge, Zusatzstoffe und/oder Zusatzmittel – müssen in solcher Menge vorhanden sein, daß die geplante Produktionsrate und Lieferung eingehalten werden können.

Unterschiedliche Ausgangsstoffe sind so zu transportieren und zu lagern, daß eine Vermischung, Verschmutzung oder Beeinträchtigung der Eigenschaften vermieden wird.

Insbesondere ist folgendes zu beachten:

- Zement und Zusatzstoffe sind bei Transport und Lagerung vor Feuchtigkeit und Verunreinigung zu schützen. Die verschiedenen Zementarten und Zusatzstoffe sind eindeutig zu kennzeichnen und so zu lagern, daß Verwechslungen ausgeschlossen sind. Zement in Säcken sollte so gelagert werden, daß er in der Reihenfolge der Anlieferungen verwendet werden kann.
- Getrennt angelieferte Zuschläge unterschiedlicher Korngrößen oder Arten dürfen nicht unabsichtlich vermischt werden. Eine Entmischung von Körnern unterschiedlicher Größe ist zu vermeiden.
- Zusatzmittel sind so zu transportieren und zu lagern, daß ihre Qualität nicht durch physikalische oder chemische Einflüsse (Frost, hohe Temperaturen, usw.) beeinträchtigt wird. Sie sind eindeutig zu kennzeichnen und so zu lagern, daß Verwechslungen ausgeschlossen sind.

Es sind Vorrichtungen vorzusehen, die ermöglichen, daß Proben z.B. aus Lagern, Silos und Behältern entnommen werden können.

##### 9.1.2.2 Dosierzvorrichtungen

Die Dosierzvorrichtungen müssen so zuverlässig arbeiten, daß unter Betriebsbedingungen die Dosiergenauigkeiten nach 9.2 erreicht werden können.

Die Genauigkeit der Dosierzvorrichtungen muß den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Anforderungen oder Regelungen entsprechen. Existieren solche nicht, so gelten die Mindestwerte nach Tabelle 10.

**Tabelle 10. Fehlertoleranzen von Dosiervorrichtungen**

Zeigerausschlag oder Bereich der Digitalanzeige	Fehlertoleranz	
	unmittelbar nach Aufstellung	im Betrieb
0 bis 1/4 des vollen Zeigerausschlags oder Anzeigebereichs	0,5 % des Viertelwertes	1,0 %
1/4 bis 1/1 des vollen Zeigerausschlags oder Anzeigebereichs	0,5 % des abgelesenen Wertes	1,0 %

Jeder Teilstrich der Meßanzeigeskala bzw. jede Einheit der Digitalanzeige sollte einer Masse von nicht mehr als 1/500 des Höchstwertes der Skala bzw. des Anzeigebereichs der digitalen Meßvorrichtung entsprechen

#### 9.1.2.3 Mischer

Die Mischer müssen eine gleichmäßige Verteilung der Ausgangsstoffe und eine einheitliche Verarbeitbarkeit des Betons in der Mischzeit und durch ihre Mischleistung bewirken.

Mischfahrzeuge müssen so ausgerüstet sein, daß die Übergabe eines gleichmäßig gemischten Betons möglich ist. Ferner müssen sie, wenn eine Zugabe von Wasser oder Zusatzmitteln auf der Baustelle vorgesehen ist, mit Meß- und Dosiervorrichtungen ausgestattet sein.

#### 9.2 Dosieren der Ausgangsstoffe

Für die herzustellende(n) Betonmischung(en) muß eine aufgezeichnete Mischanweisung vorliegen, die genaue Angaben über die Art und Menge der Ausgangsstoffe enthält.

Beim Dosieren der Ausgangsstoffe sind die Meßunsicherheiten (Meßunsicherheit sowohl der Meßvorrichtungen als auch des Dosierverfahrens) nach Tabelle 11 einzuhalten.

**Tabelle 11. Meßunsicherheit beim Dosieren der Ausgangsstoffe**

Ausgangsstoff	Meßunsicherheit
Zement	
Wasser	
Zuschläge insgesamt	± 3 % der erforderlichen Menge
Zusatzstoffe	
Zusatzmittel	± 5 % der erforderlichen Menge

Zement, Zuschläge und pulverförmige Zusatzstoffe sind nach Gewicht zu dosieren; andere Dosierverfahren sind zulässig, wenn damit die zulässigen Meßunsicherheiten beim Dosieren nicht überschritten werden.

Das Wasser darf entweder nach Gewicht oder nach Volumen dosiert werden.

Zusatzmittel und flüssige Zusatzstoffe dürfen entweder abgewogen oder nach Volumen abgemessen werden.

#### 9.3 Mischen des Betons

Die Ausgangsstoffe sind in einem mechanischen Mischer solange zu mischen, bis eine gleichmäßige Mischung entstanden ist. Die Mischzeit beginnt mit dem Zeitpunkt, an dem sich alle Mischungsbestandteile im Mischer befinden. Mischer dürfen nicht über ihre Nennkapazität hinaus beladen werden.

Bei der Zugabe von kleinen Mengen von Zusatzstoffen (siehe 5.8) sind diese vor der Zugabe in einem Teil des Zugabewassers aufzulösen.

Falls Fließmittel, wegen ihrer kurzzeitigen Wirkung erst auf der Baustelle zugegeben werden dürfen, ist der Beton vor ihrer Zugabe gleichmäßig zu mischen. Nach Zugabe der Zusatzmittel ist der Beton nochmals so lange zu mischen, bis das Zusatzmittel völlig verteilt und wirksam ist.

Die Zusammensetzung des Frischbetons darf nach Verlassen des Mischers nicht mehr verändert werden.

### 10 Transport, Verarbeitung und Nachbehandlung von Frischbeton auf der Baustelle

#### 10.1 Personal

Die mit dem Transport, der Verarbeitung und Nachbehandlung von Beton beauftragte Person muß über entsprechende Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung verfügen.

Am Herstellungsort muß eine Person mit entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen anwesend sein, die für die Abnahme des Betons und auch für den Transport auf der Baustelle sowie für Verarbeitung und Nachbehandlung verantwortlich ist. Sie oder ihr entsprechend ausgebildeter Vertreter muß während der Verarbeitung anwesend sein.

Anmerkung: In einigen Ländern gelten für die Erfüllung der verschiedenen Aufgaben unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Kenntnisse, Ausbildung und Erfahrung.

#### 10.2 Transport

Es sind geeignete Maßnahmen zu treffen, so daß sich der Beton während des Transports und Entladens nicht entmischt, er keine Bestandteile verliert und nicht verunreinigt wird.

Die höchstzulässige Transportdauer hängt im wesentlichen von der Zusammensetzung des Betons und den Witterungsbedingungen ab.

#### 10.3 Lieferung

##### 10.3.1 Herstellerangaben bei Transportbeton

Um eine sachgemäße Verarbeitung und Nachbehandlung des Frischbetons sowie den Nachweis der Festigkeitsentwicklung im Bauwerk zu ermöglichen, benötigt der Verwender des Betons u. U. Angaben bezüglich der Zusammensetzung des Betons. Derartige Angaben sind vom Hersteller auf Wunsch – je nach Bedarf – vor oder während der Lieferung, zu machen. Auf Wunsch des Verwenders ist folgendes anzugeben:

- Art und Festigkeitsklasse des Zements und Art der Zuschläge
- Art der Zusatzmittel und gegebenenfalls näherungsweise Angabe des Gehalts an Zusatzstoffen
- angestrebter Wasserkonzentrationswert
- Ergebnisse maßgebender früherer Prüfungen der Mischung, z. B. Ergebnisse der Fertigungskontrolle oder der Eignungsprüfungen.

Die Angabe dieser Informationen kann ebenfalls durch einen Hinweis auf das Betonsortenverzeichnis des Herstellers, in dem Einzelheiten über Festigkeitsklasse,

Konsistenzbereich, Dosieren (Gewicht) der Ausgangsstoffe und weitere maßgebende Einzelheiten angegeben werden, erfolgen.

### 10.3.2 Lieferschein bei Transportbeton

Der mit der Lieferung des Betons Beauftragte hat dem Abnehmer für jede Lieferung vor dem Entladen einen Lieferschein auszuhändigen, der gedruckt, gestempelt oder geschrieben die folgenden Mindestangaben enthalten muß.

- Name des Transportbetonwerks
- Ifd. Nummer des Lieferscheins
- Datum und Uhrzeit des Beladens, d.h. Zeitpunkt der ersten Kontakts zwischen Zement und Wasser
- Fahrzeugnummer
- Name des Abnehmers
- Bezeichnung und Lage der Baustelle
- Angabe, Einzelheiten oder Verweis auf die Angaben bei der Bestellung, z. B. Nummer des Betonsortenverzeichnisses, Bestellnummer
- Betonmenge in Kubikmetern<sup>11)</sup>
- Name oder Kennzeichen des Zertifizierungsinstituts, sofern erforderlich.

Zusätzlich sind auf dem Lieferschein folgende Einzelheiten anzugeben:

Bei einer Entwurfsmischung:

- Betonfestigkeitsklasse
- Umweltklasse oder die entsprechende Einschränkung bezüglich der Zusammensetzung des Betons
- Konsistenzbereich
- Art und Festigkeitsklasse des Zements
- gegebenenfalls Art der Zusatzmittel und Zusatzstoffe
- besondere Eigenschaften

Bei einer vorgeschriebenen Mischung:

- Einzelheiten der Zusammensetzung, z. B. Zementgehalt, gegebenenfalls Art des Zusatzmittels
- Konsistenzbereich

### 10.3.3 Lieferung bei vom Bauausführenden auf der Baustelle gemischten Beton

Die Anforderungen für einen Lieferschein nach 10.3.2 können auch für auf der Baustelle vom Bauausführenden gemischten Beton gelten, wenn die Baustelle groß ist oder verschiedene Arten von Beton verwendet werden (siehe auch 11.2.1).

## 10.4 Konsistenz bei der Lieferung

Wenn die Konsistenz des Betons zum Zeitpunkt der Übergabe der festgelegten Konsistenz nicht entspricht, ist der Beton zurückzuweisen. Ist jedoch die Konsistenz des Betons steifer als festgelegt und befindet sich der Beton noch in einem Mischfahrzeug, so dürfen zur Einstellung der festgelegten Konsistenz Wasser und Zusatzmittel zugegeben werden, jedoch nur in dem Maße, wie die Zugabe von Zusatzmitteln lt. Mischanweisung zulässig ist und der vorgegebene höchstzulässige Wasserkementwert nicht überschritten wird.<sup>12)</sup>

## 10.5 Einbringen und Verdichten

Beton ist baldmöglichst nach dem Mischen einzubringen, um eine Abnahme der Verarbeitbarkeit möglichst gering zu halten.

Während des Einbringens sind entsprechende Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, daß sich der Beton nicht entmischt, wenn er beim Betonieren über eine bestimmte Höhe frei fallen kann.

Der Beton ist beim Einbringen sorgfältig zu verdichten und um die Bewehrung, Spannglieder oder Hüllrohre und Einbauteile sowie in den Ecken der Schalungen zu verteilen, so daß eine zusammenhängende Masse ohne Hohlräume, vor allem in der Betondeckung, entsteht.

Besondere Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit sind zusätzlich festzulegen.

Während des Einbringens und Verdichtens ist darauf zu achten, daß die Bewehrung, Spannglieder, Hüllrohre, Verankerungen und Schalungen weder verschoben noch beschädigt werden.

Werden Rüttler eingesetzt, so sollte während des Einbringens jeder Charge so lange fortlaufend gerüttelt werden, bis praktisch keine Luftblasen mehr aus dem Beton austreten. Das Rütteln muß so erfolgen, daß sich der Beton nicht entmischt.

## 10.6 Nachbehandlung und Schutz des Betons

### 10.6.1 Allgemeines

Um die vom Beton erwarteten Eigenschaften insbesondere in den Oberflächenbereichen zu erhalten, sind eine sorgfältige Nachbehandlung und Schutzmaßnahmen für den Beton über einen angemessenen Zeitraum erforderlich.

Nachbehandlung und Schutz sollten so bald wie möglich nach dem Verdichten des Betons beginnen.

Die Nachbehandlung verhindert:

- vorzeitiges Austrocknen, vor allem durch Sonneneinstrahlung und Wind;

Der Schutz verhindert:

- Auswaschen durch Regen und fließendes Wasser;
- rasches Abkühlen in den ersten Tagen nach dem Betonieren;
- hohes inneres Temperaturgefälle;
- niedrige Temperaturen oder Frost;
- Erschütterungen oder Stöße, die zur Rißbildung des Betons führen und die Verbundwirkung zwischen Bewehrung und Beton beeinträchtigen können.

### 10.6.2 Maßnahmen zur Nachbehandlung

Die Maßnahme zur Nachbehandlung ist vor Beginn der Arbeiten auf der Baustelle festzulegen.

Die bevorzugten Maßnahmen zur Nachbehandlung von Beton sind:

- Belassen der Schalung,
- Abdecken mit Kunststoff-Folien,
- Aufbringen feuchter Abdeckungen,
- Besprühen mit Wasser,
- Auftragen von schutzfilmbildenden Nachbehandlungsmitteln.

Diese Maßnahmen können einzeln oder zusammen angewendet werden.

<sup>11)</sup> 1 Kubikmeter Transportbeton ist die Menge des Frischbetons, der nach dem Verdichten nach den in ISO 2736 festgelegten Verfahren für das Verdichten von Probekörpern ein Volumen von 1 Kubikmeter aufweist.

<sup>12)</sup> Für den Fall, daß bei der Lieferung mit einem Mischfahrzeug auf der Baustelle mehr Wasser zugegeben wird als für die festgelegte Konsistenz bzw. den höchstzulässigen Wasserkementwert vorgesehen, trägt die Verantwortung für die Änderung der Mischanweisung und etwaige bautechnische Folgen derjenige, auf dessen Entscheidung hin das zusätzliche Wasser zugegeben wird.

### 10.6.3 Dauer der Nachbehandlung

Die erforderliche Dauer der Nachbehandlung hängt von der Geschwindigkeit, mit der eine bestimmte Undurchlässigkeit (Widerstand gegen das Eindringen von Gasen oder Flüssigkeiten) des Oberflächenbereiches (Betondeckung) erreicht wird. Die Dauer der Nachbehandlung ist daher anhand folgender Kriterien festzulegen:

- nach Kriterien, die auf den Reifegrad des Betons aufbauen, d.h., die auf dem Hydratationsgrad der betreffenden Betonmischung und den Umgebungsbedingungen basieren;
- nach den örtlichen Anforderungen;
- nach der in Tabelle 12 angegebenen Mindestdauer.

**Tabelle 12. Mindestdauer der Nachbehandlung für Umweltklassen 2 und 5a, in Tagen**

Festigkeitsentwicklung des Betons	schnell	mittel	langsam						
Betontemperaturen über 0°C während der Nachbehandlung	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Umgebungsbedingungen während der Nachbehandlung									
I Keine direkte Sonneneinstrahlung und Wind, relative Feuchte der Umgebungsluft nicht unter 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II Mittlere Sonneneinstrahlung oder mittlere Windgeschwindigkeit oder relative Luftfeuchte nicht unter 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III Starke Sonneneinstrahlung oder hohe Windgeschwindigkeit oder relative Luftfeuchte unter 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

In Fällen, in denen der Beton starkem Verschleiß (siehe 7.2.1.4) oder stark angreifenden Umweltbedingungen (Umweltklassen 3, 4, 5b und 5c nach Tabelle 2) ausgesetzt wird, ist die in Tabelle 12 angegebene Dauer der Nachbehandlung erheblich zu verlängern.

**Tabelle 13. Festigkeitsentwicklung des Betons**

Festigkeitsentwicklung des Betons	Wasserzementwert	Festigkeitsklassen von Zement
schnell	< 0,5	42,5 R
mittel	0,5 bis 0,6	42,5 R
	< 0,5	32,5 R und 42,5
langsam	alle anderen Fälle	

Je nach Art und Nutzung des Bauteils (z.B. vorgesehene Oberflächenbeschaffenheit) ist die in Tabelle 12 angegebene Mindestdauer der Nachbehandlung auch auf Umweltklasse 1 anzuwenden.

Die Festigkeitsentwicklung des Betons kann anhand der in Tabelle 13 angegebenen Informationen abgeschätzt werden. Für die Zementarten CEII, CEIII und CEIV kann dabei eine längere Dauer der Nachbehandlung angemessen sein.

### 10.6.4 Schutz vor Temperaturrissen an der Oberfläche

Während der Erhärtung ist der Beton vor schädigenden Einflüssen aufgrund von inneren und äußeren Zwängen, die durch die im Beton erzeugte Wärme entstehen, zu bewahren.

Ist eine Rißbildung nicht zulässig, so ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, daß die durch die Temperaturunterschiede hervorgerufene Zugspannung geringer bleibt als die momentane Zugfestigkeit des Betons.

Um unter normalen Bedingungen eine durch die Erwärmung im Beton verursachte Oberflächenrißbildung zu verhindern, muß der Temperaturunterschied zwischen der Mitte des Betons und dessen Oberfläche weniger als 20°C betragen.

### 10.6.5 Schutz vor Frost

Die Dauer des Schutzes kann anhand von Konzepten, die auf dem Reifegrad des Betons aufbauen, ermittelt werden. Andernfalls ist der Schutz vor Frost solange erforderlich, bis der Beton eine Druckfestigkeit von 5 N/mm<sup>2</sup> erreicht hat.

## 10.7 Wärmebehandlung

Bei der Nachbehandlung von Betonbauteilen, die beim Gebrauch Umweltbedingungen nach den Umweltklassen 2 bis 5 (Tabelle 2) ausgesetzt werden, sind folgende Einschränkungen hinsichtlich der Wärmebehandlung (Dampfbehandlung) zu beachten:

- Die Temperatur des Betons darf während der ersten 3 Stunden nach dem Mischen 30°C bzw. während der ersten 4 Stunden 40°C nicht überschreiten.
- Der Temperaturanstieg darf 20 K/Stunde nicht überschreiten.
- Die mittlere Höchsttemperatur des Betons darf 60°C nicht überschreiten (einzelne Werte < 65°C).
- Die Abkühlung des Betons darf 10 K/Stunde nicht überschreiten.
- Während Nachbehandlung und Abkühlung ist der Beton vor Feuchtigkeitsverlust zu schützen.

Diese Anforderungen gelten nicht, wenn Dampfmischen angewendet wird, oder wenn für andere Verfahren der Wärmebehandlung bei Verwendung von genau festgelegten Ausgangsstoffen, insbesondere Zement, bereits eine ausreichende positive Erfahrung dokumentiert wurde.

## 10.8 Ausschalen

Das Ausschalen darf erst erfolgen, wenn eine ausreichende Betonfestigkeit hinsichtlich der Tragfähigkeit und der Verformungen des Bauteils erreicht wurde und wenn die Schalung zur Nachbehandlung nicht mehr benötigt wird.

## 11 Güteüberwachung

### 11.1 Allgemeines

Die Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons sind den in 11.2 und 11.3 angegebenen Güteüberwachungsverfahren zu unterwerfen.

Die Güteüberwachung umfaßt Maßnahmen und Entscheidungen, die in Übereinstimmung mit den Festlegungen für

den Beton getroffen werden, und Prüfungen mit dem Ziel, sicherzustellen, daß die gestellten Anforderungen erfüllt werden.

Die Güteüberwachung umfaßt zwei getrennte, jedoch miteinander verknüpfte Teile, nämlich die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) nach 11.2 und den Gütenachweis nach 11.3.

## 11.2 Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle)

### 11.2.1 Allgemeines

Die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) umfaßt alle Maßnahmen, die notwendig sind, um eine Betonqualität zu erzielen, die in Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen steht. Sie umfaßt Kontrollen und Prüfungen und bezieht die Auswertung von Prüfergebnissen hinsichtlich der Geräte und Einrichtungen, der Ausgangsstoffe, des Frischbetons und des Festbetons mit ein. Sie umfaßt auch eine Kontrolle vor dem Betonieren und eine Kontrolle des Transports, Einbringens, Verdichtens und der Nachbehandlung des Frischbetons.

Die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) ist durch den Bauausführenden, die Subunternehmer und Zulieferer durchzuführen, von jedem innerhalb seines speziellen Aufgabenbereichs im Rahmen der Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons.

Es müssen alle erforderlichen Einrichtungen und Geräte zur Durchführung der Prüfungen an Anlagen, Ausgangsstoffen und Beton zur Verfügung stehen.

Alle Ergebnisse der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) – auf der Baustelle, im Transportbetonwerk oder im Betonfertigteilwerk – sind in ein Tagebuch oder ein anderes Dokument einzutragen, z. B.:

- Name der Zulieferer von Zement, Zuschlägen, Zusatzmitteln und Zusatzstoffen
- Nummer der jeweiligen Lieferscheine für Zement, Zuschläge, Zusatzmittel und Zusatzstoffe
- Herkunft des Zugabewassers
- Konsistenz des Betons
- Rohdichte des Frischbetons
- Wasserzementwert des Frischbetons
- Gehalt des Zugabewassers im Frischbeton
- Zementgehalt
- Datum und Uhrzeit der Probenahme
- Anzahl der Proben
- zeitlicher Ablauf der einzelnen Arbeitsvorgänge während der Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons
- Temperatur und Witterung während der Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons
- Bauteil, für das die jeweilige Charge verwendet wurde.

Zusätzliche Informationen bei Transportbeton:

- Name des Zulieferers
- Nummer des Lieferscheins

Alle Abweichungen vom festgelegten Überwachungsverfahren hinsichtlich Transport, Lieferung, Einbringen, Verdichten und Nachbehandlung sind aufzuzeichnen und dem Verantwortlichen zu melden.

Die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) nach den Festlegungen dieser Norm kann von einer anerkannten zertifizierenden Stelle als Teil des Gütenachweises überprüft werden (siehe 11.3.4).

Die im Rahmen der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) durchgeföhrten Prüfungen dürfen, wenn dies zuvor vereinbart wurde oder entsprechend den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen, auch für den Gütenachweis angerechnet werden, sofern ein solcher Nachweis erforderlich ist.

### 11.2.2 Prüfung des Betons

#### 11.2.2.1 Prüfung der Ausgangsstoffe, der Einrichtungen und Geräte, des Herstellungsverfahrens sowie des Betons

Es ist nachzuweisen, daß die Ausgangsstoffe, die Einrichtungen und Geräte sowie das Herstellungsverfahren und der Beton selbst den Festlegungen und Anforderungen entsprechen.

Die Art und Häufigkeit der Prüfungen für Ausgangsstoffe ist nach Tabelle 14 durchzuführen.

Dieser Tabelle liegt die Annahme zugrunde, daß die Hersteller an der Produktionsstätte der Ausgangsstoffe angemessene Qualitätskontrollen vornehmen. Ist dies nicht der Fall, so muß der Bauausführende die Konformität der Ausgangsstoffe mit den einschlägigen Stoffnormen prüfen.

Die Prüfungen der Einrichtungen und Geräte müssen sicherstellen, daß die Einrichtungen für die Lagerung, die Wäge- und Meßeinrichtungen, der Mischer und das Prüfgerät (z. B. die Messung des Wassergehalts der Zuschläge) einwandfrei funktionieren und den in dieser Norm angegebenen Anforderungen entsprechen. Die Häufigkeit der Prüfungen wird in Tabelle 15 angegeben.

Die Prüfungen zur Feststellung eines geeigneten und ordentlich durchgeföhrten Herstellungsvorganges und der Übereinstimmung des Betons mit den in dieser Norm und den weiteren in Abschnitt 8 angegebenen Anforderungen sind nach Tabelle 16 durchzuführen.

#### 11.2.2.2 Prüfung des Betons durch den Bauausführenden bei Verwendung von Transportbeton

Bei Transportbeton muß der Bauausführende den Beton nach Tabelle 17 prüfen. Außerdem muß er sich vom Hersteller des Transportbetons die in 8.2 bzw. 8.3 festgelegten einschlägigen Informationen für Entwurfsmischungen bzw. vorgeschriebene Mischungen beschaffen.

#### 11.2.2.3 Prüfung des Betons während eines fortlaufenden Herstellungsvorganges durch den Hersteller des Transportbetons oder der Betonfertigteile

Der Hersteller des Transportbetons bzw. der Betonfertigteile ist verpflichtet, die in den Tabellen 14, 15 und 16 festgelegten Überwachungsmaßnahmen und Prüfungen durchzuführen.

Wenn mehr als eine Betonsorte innerhalb eines fortlaufenden Herstellungsvorganges hergestellt wird, ist die Mindesthäufigkeit der Prüfung der Druckfestigkeit auf der Grundlage sogenannter Familien von Betonmischungen zu bestimmen.

Betonsorten gelten der gleichen Familie zugehörig, wenn sie aus Zement der gleichen Art, der gleichen Festigkeitsklasse und mit der gleichen Herkunft sowie aus Zuschlägen mit der gleichen geologischen Herkunft und Art (z. B. gebrochen oder ungebrochen) hergestellt werden. Bei der Zugabe von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen können Betonsorten verschiedene Familien bilden.

Zusammenhänge zwischen den maßgebenden Eigenschaften der Betonmischung innerhalb einer Familie sind festzulegen und zu beschreiben.

Die Probenahme muß den gesamten Bereich hergestellter Betonzusammensetzungen innerhalb einer Familie berücksichtigen.

#### 11.2.3 Überprüfen vor dem Betonieren

Vor Beginn des Betonierens sind wenigstens die folgenden Punkte durch Inspektion zu überprüfen:

- Geometrie der Schalung und Lage der Bewehrung
- Entfernung von Staub, Sägemehl, Schnee und Eis sowie Resten des an der Schalung oder am Untergrund haftenden Bindedrahts

- Behandlung der erhärteten Oberflächen der Arbeitsfugen
- Benetzen der Schalung und/oder des Untergrunds
- Festigkeit und Steifigkeit der Schalung
- Inspektionsöffnungen
- Dichtigkeit der Fugen zwischen den einzelnen Schalungsteilen, um ein Auslaufen des Zementleims zu verhindern
- Vorbereitung der Oberfläche der Schalung
- Sauberkeit der Bewehrung, die frei von Oberflächenablagerungen (z.B. Öl, Eis, Farbe, loser Rost), welche die Verbundeneigenschaften beeinträchtigen können, sein soll
- Befestigungen (Anordnung, Festigkeit und Steifigkeit, Sauberkeit)
- Verfügbarkeit leistungsfähiger Transportmittel, sowie Geräte und Einrichtungen zum Verdichten und zur Nachbehandlung entsprechend der festgelegten Konsistenz des Betons
- Verfügbarkeit fachkundigen Personals.

#### **11.2.4 Kontrollen während des Transports, Einbringens sowie während der Verdichtung und Nachbehandlung des Frischbetons**

Während des Betonierens sind durch Inspektion zu überprüfen:

- Gleichmäßigkeit des Betons während Transport und Verarbeitung

- Gleichmäßigkeit der Verteilung des Betons in der Schalung
- Gleichmäßigkeit der Verdichtung und Vermeiden des Entmischens während der Verdichtung
- maximale Freifallhöhe des Betons
- Tiefe der Schichten
- Geschwindigkeit des Betonierens und des Anstiegs des Betons in der Schalung im Verhältnis zum festgelegten Schalungsdruck
- Zeitraum zwischen dem Mischen bzw. der Lieferung des Betons und dem Betonieren im Verhältnis zum festgelegten Zeitraum
- besondere Vorkehrungen, falls bei Frost oder bei warmem Wetter betoniert werden muß.
- besondere Vorkehrungen im Falle von extremer Witterung, z. B. schweren Regenfällen
- Arbeitsfugen
- Behandlung der Arbeitsfugen vor dem Erhärten
- Oberflächenbehandlung im Hinblick auf die festgelegte Oberflächenbeschaffenheit
- Betonierverfahren und Dauer der Nachbehandlung hinsichtlich der Umgebungsbedingungen und der Festigkeitsentwicklung
- Vermeiden von Schwingungen oder Erschütterungen, die Schäden des gerade eingebrachten Betons verursachen können.

Tabelle 14. Prüfungen an Ausgangsstoffen

	Ausgangsstoff	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
1	Zemente <sup>1)</sup>	Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht <sup>2)</sup> und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
2		Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
3		Prüfung der Ladung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen hinsichtlich Kornverteilung, Kornform und Verunreinigungen zu vergleichen	Jede Lieferung
4	Zuschläge <sup>3)</sup>	Siebversuch	Um Übereinstimmung mit der normalen oder einer anderen vereinbarten Kornverteilung zu beurteilen	i) Erste Lieferung neuer Herkunft ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung iii) In regelmäßigen Abständen, abhängig von örtlichen Bedingungen oder Lieferbedingungen

<sup>1)</sup> Es wird empfohlen, je Zementart einmal wöchentlich eine Probe für Prüfungen in Zweifelsfällen zu entnehmen. Für die Probenahme siehe EN 196 Teil 7.

<sup>2)</sup> Bei der Lieferung sind mindestens die Zementart, Herkunft und Festigkeitsklasse auf dem Lieferschein anzugeben.

<sup>3)</sup> Der Lieferschein sollte ebenfalls Angaben über den Höchstgehalt an löslichem Chlorid enthalten, sofern der Chloridgehalt nicht in Normen oder Regelungen, auf die verwiesen wird, begrenzt ist. Falls erforderlich, sollte der Lieferschein Angaben zu möglichen Alkali-Kieselsäure Reaktionen enthalten.

Tabelle 14. (Fortsetzung)

	Ausgangsstoff	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
5	Zuschläge <sup>3)</sup>	Prüfung auf Verunreinigungen	Um zu beurteilen, ob und in welcher Menge Verunreinigungen vorhanden sind	i) Erste Lieferung neuer Herkunft ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung iii) In regelmäßigen Abständen, abhängig von örtlichen Bedingungen oder Lieferbedingungen
6	Zusätzliche Prüfung der Zuschläge <sup>3)</sup> für Leicht- oder Schwerbeton	Prüfung nach ISO 6782	Um die Schüttdichte zu messen	i) Erste Lieferung neuer Herkunft ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung iii) In regelmäßigen Abständen, abhängig von örtlichen Bedingungen oder Lieferbedingungen
7	Zusatzmittel <sup>4)</sup>	Prüfung des Lieferscheins und der Beschriftung des Behälters	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und ordnungsgemäß bezeichnet ist	Jede Lieferung
8		Prüfung des Zusatzmittels	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	i) Jede Lieferung ii) Während der Verwendung
9		Dichtebestimmung	Um Dichte mit üblicher Dichte zu vergleichen	In Zweifelsfällen
10	Zusatzstoffe (lose Pulver) <sup>4)</sup>	Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
11	Aufgeschlämme Zusatzstoffe	Prüfung des Lieferscheins	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht und die richtige Herkunft hat	Jede Lieferung
12		Dichtebestimmung	Um die Gleichmäßigkeit sicherzustellen	Jede Lieferung
13	Wasser	Prüfung anhand chemischer Analyse	Um sicherzustellen, daß das Wasser keine betonschädigenden Bestandteile aufweist	Nur wenn das Wasser nicht aus öffentlicher Versorgungsleitung stammt, beim erstmaligen Gebrauch; in Zweifelsfällen
14		Prüfung anhand von Beton- oder Mörtelprüfkörpern nach ISO 2736	Um die Ansteif- und Festigkeitseigenschaften der hergestellten Probekörper mit den entsprechenden Eigenschaften von Referenzprobekörpern, die mit Wasser bekannter Brauchbarkeit hergestellt wurden, zu vergleichen	Nur wenn das Wasser nicht aus öffentlicher Versorgungsleitung stammt; beim erstmaligen Gebrauch; in Zweifelsfällen

<sup>3)</sup> Siehe Seite 18<sup>4)</sup> Es wird empfohlen, bei jeder Lieferung Proben zu entnehmen und diese zu lagern.

Tabelle 15. Prüfungen an Einrichtungen und Geräten

	Einrichtung, Gerät	Prüfung	Zweck	Häufigkeit
1	Lager, Silos usw.	Augenscheinprüfung	Um Übereinstimmung mit den Anforderungen nachzuweisen	Einmal wöchentlich
2	Wägeeinrichtungen	Augenscheinprüfung der Funktionen	Um sicherzustellen, daß die Wägeeinrichtungen einwandfrei funktionieren	Täglich
3		Prüfung der Wägegenauigkeit	Um die Fehlergrenzen nach Tabelle 10 festzustellen	i) Nach Aufstellung ii) In regelmäßigen Abständen abhängig von nationalen Regelungen
4	Dosiergerät für Zusatzmittel	Augenscheinprüfung der Funktionen	Um sicherzustellen, daß das Gerät in sauberem Zustand ist und einwandfrei funktioniert	Für jedes Zusatzmittel bei der ersten Dosierung des Tages
5		Genauigkeitsprüfung	Um ungenaue Zugabe zu vermeiden	i) Nach Aufstellung ii) Monatlich nach Aufstellung iii) In Zweifelsfällen
6	Wasserzähler	Vergleich der tatsächlichen mit der vom Meßgerät angezeigten Wassermenge	Um Fehlergrenzen nach Tabelle 10 sicherzustellen	i) Nach Aufstellung ii) Monatlich nach Aufstellung iii) In Zweifelsfällen
7	Gerät zur kontinuierlichen Messung des Wassergehaltes der feinkörnigen Zuschläge	Vergleich des tatsächlichen mit dem vom Meßgerät angezeigten Wassergehalt	Um Geräte zu justieren	i) Nach Aufstellung ii) Monatlich nach Aufstellung iii) In Zweifelsfällen
8	Dosieranlage	Vergleich der tatsächlichen Menge der Mischungsbestandteile mit den Zielwerten mit Hilfe eines für die jeweilige Dosieranlage geeigneten Verfahrens	Um Fehlergrenzen nach Tabelle 10 sicherzustellen	i) Nach erstmaliger Aufstellung ii) In Zweifelsfällen nach weiteren Aufstellungen iii) Monatlich nach Aufstellung
9		Augenscheinprüfung	Um sicherzustellen, daß die Dosieranlage einwandfrei funktioniert	Täglich
10	Prüfgeräte	Prüfungen nach Normen oder anderen Bestimmungen	Um Übereinstimmung zu überprüfen	In regelmäßigen Abständen, abhängig vom Gerät, mindestens jedoch alle 2 Jahre
11	Mischer (einschließlich Mischfahrzeuge)	Augenscheinprüfung	Um den Abnutzungsgrad der Mischwerkzeuge zu überprüfen	Monatlich

Tabelle 16. Prüfungen während der Herstellung des Betons und der Betoneigenschaften

	Prüfgegenstand	Prüfung	Zweck	Häufigkeit
1	Mischungszusammensetzung für Entwurfmischung	Eignungsprüfung	Um nachzuweisen, daß die festgelegten Betoneigenschaften mit dem erforderlichen Vorhaltemaß erreicht werden	Vor der Verwendung einer neuen Mischung, wenn keine Angaben aufgrund langjähriger Erfahrung zur Verfügung stehen
2	Chloridgehalt der Mischung	Eignungsprüfung (Bestimmung siehe 11.3.12)	Um sicherzustellen, daß der Höchstgehalt an Chlorid nicht überschritten wird	Eignungsprüfung und bei Änderung des Chloridgehalts der Ausgangsstoffe
3	Wassergehalt des Grobzuschlags	Darrprüfung oder Gleichwertiges	Um das noch erforderliche Zugabewasser zu bestimmen	Wenn nicht kontinuierlich: täglich oder öfter, abhängig von örtlichen und Wetterbedingungen
4	Wassergehalt von feinkörnigen Zuschlägen	Kontinuierliches Meßverfahren, Darrprüfung oder Gleichwertiges	Um das Zugabewasser zu bestimmen	Wenn nicht kontinuierlich: täglich oder öfter, abhängig von örtlichen und Wetterbedingungen
5	Konsistenz des Betons	Augenscheinprüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	Jede Mischerfüllung oder Ladung
6		Konsistenzprüfung nach ISO 4109 oder ISO 4110 oder ISO 4111 oder ISO 9812	Um Übereinstimmung mit der geforderten Konsistenzklasse nachzuweisen und mögliche Änderung des Wassergehalts zu überprüfen	i) Bei der Herstellung von Probekörpern für die Prüfung von Festbeton ii) Bei der Prüfung des Luftgehalts iii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung
7	Rohdichte des Frischbetons	Rohdichteprüfung nach ISO 6276	Um die Dosieranlage zu überwachen und die Rohdichte von Leicht- oder Schwerbeton zu überprüfen	So häufig wie für die Druckfestigkeitsprüfung
8	Druckfestigkeitsprüfung an in Formen hergestellten Betonprobekörpern	Prüfung nach ISO 4012	Um die Betonfestigkeit der Betonmischung festzustellen	So häufig wie für den Gütenachweis erforderlich (siehe 11.3) jedoch nicht weniger als in Tabelle 18 angegeben
9	Rohdichte von erhärtetem Leichtbeton oder Schwerbeton	Prüfung nach ISO 4012	Um Übereinstimmung mit der festgelegten Rohdichte zu beurteilen	So häufig wie für die Druckfestigkeitsprüfung
10	Zugabewasser zum Frischbeton	Aufzeichnung des Zugabewassers <sup>1)</sup>	Um Angaben zur Bestimmung des Wasserzementwertes zu erhalten.	Jede Mischerfüllung
11	Zementgehalt des Frischbetons	Aufzeichnung der beigegebenen Zementmenge <sup>1)</sup>	Um den Zementgehalt zu überprüfen und Angaben für die Bestimmung des Wasserzementwertes zu erhalten.	Jede Mischerfüllung
12	Gehalt an Zusatzstoffen in Frischbeton	Aufzeichnung der beigegebenen Zusatzstoffmenge <sup>1)</sup>	Um den Zusatzstoffgehalt zu überprüfen	Jede Mischerfüllung
13	Wasserzementwert des Frischbetons <sup>2)</sup>	Wird durch die Teilung von (3)+(4)+10 durch (11) berechnet oder vereinbarte Prüfverfahren	Um Übereinstimmung mit dem festgelegten Wasserzementwert nachzuweisen.	Täglich oder häufiger, je nach Bedarf

<sup>1)</sup> Diese Angabe kann durch Verweisung auf das Betonsortenverzeichnis nach 10.3.1, oder bei aufgezeichneter Mischungsangabe nach 9.2 erfolgen.

<sup>2)</sup> Siehe jedoch Tabelle 3, Fußnote 2

Tabelle 16. (Fortsetzung)

	Prüfgegenstand	Prüfung	Zweck	Häufigkeit
14	Luftgehalt von Frischbeton sorten mit festgelegtem Luftgehalt	Prüfung nach ISO 4848	Um Übereinstimmung mit dem festgelegten Gehalt an künstlich eingeführten Luftporen nachzuweisen.	Für Mischungen mit künstlich eingeführten Luftporen: i) erste Mischerfüllung mindestens täglich ii) öfter, abhängig von den Herstellungsbedingungen und Umwelteinflüssen
15	Homogenität	Vergleichende Prüfungen der Eigen-schaften von Teil-proben von unter-schiedlichen Stellen einer Mischerfüllung	Um die Homogenität einer Mischerfüllung nachzuweisen	In Zweifelsfällen
16	Wassereindringung	Prüfung nach ISO 7031	Um die Wasserundurchläs-sigkeit nachzuweisen	Bei der Eignungsprüfung, weitere Häufigkeit nach Vereinbarung
17	Weitere Eigen-schaften	Nach den einschlä-gigen Normen oder nach Vereinbarung	Um die Übereinstimmung mit den geforderten Eigen-schaften nachzuweisen.	Nach Vereinbarung

Tabelle 17. Prüfung des Betons durch den Bauausführenden bei Verwendung von Transportbeton

	Gegenstand	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
1	Lieferschein	Augenscheinprüfung	Um sicherzustellen, daß die Lieferung der Bestellung entspricht <sup>1)</sup>	Jede Lieferung
2	Konsistenz des Betons	Augenschein-prüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	Jede Lieferung
3		Konsistenzprüfung nach ISO 4109 oder ISO 4110 oder ISO 4111 oder ISO 9812	Um Übereinstimmung mit der geforderten Konsistenzklasse zu beurteilen	i) Bei der Herstellung von Probekörpern zur Prüfung von Festbeton ii) In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung
4	Homogenität des Betons	Augenschein-prüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen	Jede Lieferung
5		Vergleichende Prüfungen der Eigen-schaften von Teil-proben von unter-schiedlichen Stellen einer Mischerfüllung	Um die Homogenität einer Mischung nachzuweisen	In Zweifelsfällen nach der Augenscheinprüfung
6	Aussehen des Betons im allgemeinen	Augenschein-prüfung	Um Aussehen mit üblichem Aussehen zu vergleichen, z.B. Farbe	Jede Lieferung
7	Eigenüber-wachung (Ferti-gungskontrolle) des Betonher-stellers	Kontrolle der Zertifi-kationsbescheini-gung oder Inspektion des Transportbeton-werkes	Um sich zu vergewissern, daß eine Fertigungs-kontrolle durchgeführt wird	i) Bei erstem Vertrag mit neuem Lieferanten ii) In Zweifelsfällen
8	Druckfestigkeit der auf der Bau-stelle entnomme-nen Betonprobe	Prüfung nach ISO 4012	Um die Festigkeits-eigenschaften der Mischung nachzuweisen	So häufig wie für den Güte-nachweis erforderlich, siehe Abschnitt 11.3

<sup>1)</sup> Siehe Abschnitt 8

Tabelle 17. (Fortsetzung)

	Gegenstand	Prüfung	Zweck	Mindesthäufigkeit
9	Luftgehalt von Frischbetonmischungen mit festgelegtem Luftgehalt	Prüfung nach ISO 4848 auf der Baustelle	Um die Übereinstimmung mit dem geforderten Luftgehalt zu beurteilen	i) So häufig wie für den Gütenachweis erforderlich, ii) Mindestens täglich und je nach den Umwelteinflüssen häufiger iii) In Zweifelsfällen
10	Weitere Eigenschaften	Nach den einschlägigen Normen oder nach Vereinbarung	Um die Übereinstimmung mit den geforderten Eigenschaften nachzuweisen.	Nach Vereinbarung

### 11.3 Gütenachweis

#### 11.3.1 Allgemeines

Unter Gütenachweis ist eine Kombination von Maßnahmen und Entscheidungen anhand von im voraus festgelegten Konformitätsregeln zu verstehen, die dazu dienen, die Konformität eines im voraus definierten Loses mit den festgelegten Anforderungen zu überprüfen.

#### 11.3.2 Konformitätskriterien

Über Konformität oder Nichtkonformität wird auf der Grundlage der Konformitätskriterien entschieden. Die Konformität führt zur Abnahme, die Nichtkonformität kann weitere Maßnahmen erforderlich machen.

Kontrolle, Probenahme, Losgröße und Abnahmekriterien müssen den in den Abschnitten 11.3.5 bis 11.3.12 angegebenen Festlegungen entsprechen. Für Betoneigenschaften, die in diesen Abschnitten nicht behandelt werden, sind Konformitätskriterien unter Berücksichtigung des Gütenachweissystems und des beabsichtigten Zuverlässigkeitseivaleus des betreffenden Betonbauwerks oder -bauteils zu vereinbaren.

Werden die Konformitätsanforderungen durch die Ergebnisse von Prüfungen an Probekörpern, die in Formen hergestellt sind, nicht erfüllt, oder wenn derartige Ergebnisse nicht vorliegen bzw. wenn Mängel bei Ausführung oder extreme klimatische Bedingungen (z.B. Frost) Zweifel an der Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Sicherheit des Bauwerkes auftreten lassen, können zusätzliche Prüfungen nach ISO 7034 an Bohrkernen, die aus dem fertigen Bauwerk entnommen werden, erforderlich sein bzw. kann eine Kombination aus Bohrkernprüfungen und zerstörungsfreien Prüfungen am fertigen Bauwerk – z.B. nach ISO 8045, ISO 8046 oder ISO 8047 – durchgeführt werden.

#### 11.3.3 Gütenachweissysteme

Der Gütenachweis für Transportbetonwerke, Betonfertigteilwerke und Baustellen wird nach einem der folgenden Systeme durchgeführt.

##### 11.3.3.1 Fall 1 – Nachweis durch Zertifizierungsstelle

Der Gütenachweis wird von einer zugelassenen Zertifizierungsstelle – wie z.B. in EN 45 011 definiert – durchgeführt, um nachzuweisen, daß die Fertigung einer Fertigungskontrolle nach 11.2 unterliegt und daß die Ergebnisse der Fertigungskontrolle mit den geforderten Eigenschaften des Betons übereinstimmen (siehe 11.3.5 bis 11.3.11).

Als Teil dieses Nachweisverfahrens darf die zertifizierende Stelle Prüfungen an Proben, die sie selbst aus der laufenden Produktion entnommen hat, durchführen, um die Ergebnisse der Fertigungskontrolle zu überprüfen.

##### 11.3.3.2 Fall 2 – Nachweis durch den Auftraggeber

In den Fällen, in denen kein zugelassenes Zertifizierungssystem existiert, ist der Nachweis im Auftrag vom Auftraggeber oder von seinem Vertreter durch qualifiziertes Personal durchzuführen. Es ist nachzuweisen, daß die Ergebnisse der Fertigungskontrolle mit den geforderten Eigenschaften des Betons übereinstimmen (siehe 11.3.5 bis 11.3.11). Als Teil dieses Nachweisverfahrens darf der Auftraggeber Prüfungen an Proben, die er selbst aus der Produktion entnommen hat, durchführen, um die Ergebnisse der Fertigungskontrolle zu überprüfen.

Dieser Fall kann auch für Baustellenbeton bei Bauten mit geringen oder vernachlässigbaren sicherheitsbezogenen und wirtschaftlichen Risiken und für Beton mit einer Festigkeitsklasse bis C20/25 gelten – obwohl ein zugelassenes Zertifizierungssystem existiert, das jedoch nicht auf den in Frage kommenden Beton angewandt wird.

##### 11.3.3.3 Abnahmeprüfung

Selbst bei einem Nachweis durch eine Zertifizierungsstelle (Fall 1) kann vom Auftraggeber eine Abnahmeprüfung gewünscht werden. In diesem Fall ist die Probenahme für die Abnahmeprüfung zu vereinbaren.

#### 11.3.4 Verantwortung für die Probenahme

Die Verantwortung für die Probenahme (d.h., ob diese beim Hersteller, beim Bauausführenden, beim Auftraggeber oder bei einer Zertifizierungsstelle liegt) hängt von den nationalen Normen oder den am Verwendungsort des Betons geltenden Regelungen ab.

#### 11.3.5 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Druckfestigkeit von Beton

##### 11.3.5.1 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine einzelne Baustelle

###### 11.3.5.1.1 Allgemeines

Entsprechend diesem Abschnitt sollte die Beurteilung der Konformität die Grundlage für den Vertrag zwischen dem Bauausführenden und dem Auftraggeber (bzw. Autorität) bilden.

Zur Beurteilung der Konformität der Betondruckfestigkeit wird die für ein Gebäude, Bauwerk, Bauteil usw. verwendete Betonmenge in Lose unterteilt, deren Konformität beurteilt wird. Das Gesamtvolumen eines Loses muß unter den Bedingungen, die als gleich angesehen werden (gleiche Familie wie in Abschnitt 11.2.2.3 definiert) hergestellt worden sein. Als Los gilt:

- die gelieferte Betonmenge für jedes Geschoß eines Gebäudes oder Gruppen von Balken/Platten oder Stützen/Wänden eines Geschosses eines Gebäudes oder vergleichbare Teile anderer Bauwerke;

- jedoch in keinem Fall mehr als 450 m<sup>3</sup> bzw. mehr als die Menge, die in 1 Woche verarbeitet werden kann, wobei die geringere Menge maßgebend ist.

Im Falle der Abnahmeprüfung durch den Auftraggeber (11.3.3.3) muß das Los durch diesen festgelegt werden.

#### 11.3.5.1.2 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für Baustellenbeton

Für jedes Los sind mindestens 6 unabhängige (getrennt entnommene) Proben zu entnehmen. Sollen mehr als 6 Proben für jedes Los entnommen werden, so ist dies vor Beginn der Betonherstellung zu vereinbaren.

In Fällen, in denen Beton geringer Festigkeit bis zu einer Betonfestigkeitsklasse von C20/25 und Lose bis 150 m<sup>3</sup> zu beurteilen sind, können 3 unabhängige (getrennt entnommene) Proben entnommen werden.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn die Prüfergebnisse eines der folgenden Kriterien erfüllen:

- Kriterium 1 (nach 11.3.5.4) bei 6 oder mehr Proben
- Kriterium 2 (nach 11.3.5.4) bei 3 Proben.

Wenn die am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen dies zulassen, kann eine Konformitätsbestätigung des Herstellers nach EN 45014 ausreichen, vorausgesetzt, daß

- die Fertigungskontrolle den Anforderungen entspricht,
- vorausgegangene Prüfungen zu befriedigenden Ergebnissen führten,
- die geforderte Festigkeitsklasse nicht größer als C20/25 ist,
- die Lose kleiner als 150 m<sup>3</sup> sind oder die Betonbauteile für die Sicherheit des Bauwerks von geringer Bedeutung sind.

#### 11.3.5.1.3 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für auf der Baustelle verwendeten Transportbeton

Für die Verwendung von Transportbeton (auf der Baustelle) bestehen für den Probenahmeplan und die Konformitätskriterien zwei Wahlmöglichkeiten. Die Wahl der jeweiligen Möglichkeit hängt von den am Verwendungsort des Betons geltenden nationalen Normen oder Regelungen ab oder wird vereinbart, wenn keine entsprechenden Regelungen vorliegen.

Möglichkeit 1: Konformität aufgrund einer Probenahme durch Lose

Es gelten der Probenahmeplan und die Konformitätskriterien, die in Abschnitt 11.3.5.1.2 angegeben wurden. Die Probenahme ist stets auf der Baustelle durchzuführen.

Wurde die Konformität des gelieferten Transportbetons bereits durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen (Fall 1, Abschnitt 11.3.3.1) – sofern der Nachweis auf der Grundlage von mindestens 15 Prüfergebnissen erfolgte – so gilt für den Konformitätsnachweis auf der Baustelle

- im Falle einer beliebigen Anzahl von Proben  $n \geq 6$  bei Anwendung des Kriteriums 1 nach 11.3.5.4, der Wert  $\lambda = 1,48$ ;
- im Falle von drei Proben das Kriterium 2, wobei für die Festigkeit folgende Bedingungen gelten:

$$\bar{x}_3 \geq f_{ck} + 3^{13})$$

$$x_{\min} \geq f_{ck} - 1^{13})$$

Möglichkeit 2: Konformität aufgrund einer anerkannten Zertifizierung des Betons

Auf einer Baustelle ist eine Probenahme und Prüfung der Konformität nicht erforderlich, unter der Voraussetzung, daß

- die Konformität des gelieferten Transportbetons von einer zugelassenen zertifizierenden Stelle nach 11.3.5.2 nachgewiesen wurde,

- der Lieferer des Transportbetons zufriedenstellende Ergebnisse von Prüfungen zur Verfügung stellt, die an Proben, die aus der laufenden Produktion stammen und Proben auf der Baustelle durchgeführt wurden, wobei diese Prüfungen an der gleichen Betonfamilie innerhalb der letzten 7 Tage der Herstellung erfolgen muß.

#### 11.3.5.2 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine fortlaufende Betonherstellung in Transportbetonwerken

Entsprechend diesem Abschnitt sollte die Beurteilung der Konformität die Grundlage für den Vertrag zwischen dem Transportbetonhersteller und dem Bauausführenden bilden.

Die Probenahme ist nach Tabelle 18 an jeder Betonfamilie (siehe 11.2.3) auf der Grundlage des Gesamtvolumens des hergestellten Betons oder der Gesamtdauer für dessen Herstellung unter als gleich angesehenen Bedingungen durchzuführen.

Tabelle 18. Mindestanzahl der Proben für den Gütenachweis

Festigkeitsklasse	Mindestanzahl der Proben	
$\leq C 20/25$	1/150 m <sup>3</sup> , jedoch nicht mehr als 6 Proben/Tag, sofern nicht anders angegeben	1/Tag
$> C 20/25$	1/75 m <sup>3</sup> , jedoch nicht mehr als 15 Proben/Tag, sofern nicht anders angegeben	

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn die Prüfergebnisse die Anforderungen von Kriterium 1 erfüllen.

Wenn mehr als 15 Prüfergebnisse während der Herstellung von einer Betonart oder Betonfamilie die Anforderungen erfüllen, sind nur die letzten 15 Prüfergebnisse zu berücksichtigen.

#### 11.3.5.3 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine fortlaufende Betonherstellung in Betonfertigteilwerken

Entsprechend diesem Abschnitt sollte die Beurteilung der Konformität die Grundlage für den Vertrag zwischen dem Fertigteilhersteller und dem Bauausführenden bzw. dem Auftraggeber bilden.

Es gelten der Probenahmeplan und die Konformitätskriterien nach 11.3.5.2, vorausgesetzt, daß das Fertigteilwerk dem Zertifizierungssystem einer zugelassenen zertifizierenden Stelle unterliegt; andernfalls gilt 11.3.5.1.

#### 11.3.5.4 Konformitätskriterien für die Betonfestigkeit

##### Kriterium 1

Dieses Kriterium gilt in Fällen, bei denen die Konformität anhand der Ergebnisse von 6 oder mehr aufeinanderfolgenden Proben mit den Festigkeiten  $x_1, x_2, \dots, x_n$  überprüft wird.

Als Festigkeit einer Probe gilt das Prüfergebnis, wenn die Prüfung an nur einem Probekörper durchgeführt wird, oder der Mittelwert der Prüfergebnisse, wenn die Prüfung an mindestens zwei aus einer einzelnen Probe hergestellten Probekörpern durchgeführt wird.

<sup>13)</sup> Erklärung der Formelzeichen siehe 11.3.5.4

Die Druckfestigkeit muß folgende Bedingungen erfüllen:

$$\begin{aligned}\bar{x}_n &\geq f_{ck} + \lambda \cdot s_n \\ x_{\min} &\geq f_{ck} - k\end{aligned}$$

wobei

- $x_{\min}$  niedrigster Einzelwert der Probenreihe
- $\bar{x}_n$  mittlere Festigkeit der Probenreihe
- $s_n$  Standardabweichung der Reihe der Prüfergebnisse für die Festigkeit
- $f_{ck}$  festgelegte charakteristische Betonfestigkeit
- $\lambda$  und  $k$  Koeffizienten, die, entsprechend der Anzahl der Proben, Tabelle 19 entnommen werden.

Tabelle 19

$n$	$\lambda$	$k$
6	1,87	3
7	1,77	3
8	1,72	3
9	1,67	3
10	1,62	4
11	1,58	4
12	1,55	4
13	1,52	4
14	1,50	4
15	1,48	4

#### Kriterium 2

Dieses Kriterium gilt in Fällen, bei denen die Konformität anhand der Ergebnisse von drei aufeinanderfolgenden Proben mit den Festigkeiten  $x_1, x_2$  und  $x_3$  überprüft wird.

Als Festigkeit einer Probe gilt das Prüfergebnis, wenn die Prüfung an nur einem Probekörper durchgeführt wird, oder der Mittelwert der Prüfergebnisse, wenn die Prüfung an mindestens zwei aus einer einzelnen Probe hergestellten Probekörpern durchgeführt wird.

Die Druckfestigkeit muß folgende Bedingungen erfüllen:

$$\begin{aligned}\bar{x}_3 &\geq f_{ck} + 5 \\ x_{\min} &\geq f_{ck} - 1\end{aligned}$$

wobei

$\bar{x}_3$  mittlere Festigkeit der drei Proben.

#### 11.3.6 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Betonkonsistenz

Jede Mischerfüllung oder Ladung oder – im Falle von Transportbeton jede Lieferung – ist nach Augenschein zu prüfen. Scheint der Beton die geforderte Konsistenz zu haben (Augenscheinprüfung), so können die Konformitätskriterien als erfüllt angesehen werden.

Wenn Proben für Konsistenzprüfungen entnommen werden, müssen sie repräsentativ für die Mischerfüllung, Ladung oder Lieferung sein.

Sofern nicht anders angegeben, gilt die Konformität als erwiesen, wenn die Konsistenz innerhalb des festgelegten Konsistenzbereiches liegt.

#### 11.3.7 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Rohdichte von Leichtbeton

Die Häufigkeit der Probenahme muß der für die Probenahme für Druckfestigkeitsprüfungen geforderten Häufigkeit entsprechen.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Mittelwert der Trockenrohdichte innerhalb der festgelegten Grenzwerte der Rohdichteklassen liegt (Tabelle 9).

#### 11.3.8 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Wasserzementwert

Pro Betoniertag ist mindestens eine Bestimmung des Wasserzementwertes durchzuführen. Es können die Ergebnisse der Fertigungskontrollen nach Tabelle 16 übernommen werden. In Zweifelsfällen sind jedoch stets Proben zu entnehmen.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der mittlere Wasserzementwert den festgelegten Wert nicht überschreitet und die einzelnen Werte den festgelegten Wert um maximal 0,02 überschreiten.

Die Anforderungen hinsichtlich des Wasserzementwertes entsprechend den angegebenen Zementklassen gelten als erfüllt, wenn der Beton den in Tabelle 20 angegebenen Festigkeitsklassen entspricht. Tabelle 20 gilt nicht, wenn Zusatzstoffe des Typs II oder Luftporenzusatzstoffe verwendet werden.

Es können auch andere als die in Tabelle 20 angegebenen Umrechnungsfaktoren erforderlich sein, z.B. entsprechend der Verwendung von Zuschlägen. Diese Umrechnungsfaktoren können zugrundegelegt werden, wenn sie durch Prüfung bestätigt und angegeben worden sind.

Tabelle 20. Festigkeitsklassen von Beton in Abhängigkeit vom Wasserzementwert

Festigkeitsklasse von Zement	Wasserzementwert				
	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
CE 32,5	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/45
CE 42,5	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55

#### 11.3.9 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Zementgehalt

Die Häufigkeit der Probenahme oder Bestimmung ist zu vereinbaren.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Mittelwert des Zementgehaltes mit dem festgelegten Wert übereinstimmt oder diesen Wert überschreitet. Einzelne Werte dürfen niedriger sein, den festgelegten Wert jedoch um nicht mehr als 5 Gewichtsprozente unterschreiten.

#### 11.3.10 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Luftgehalt von Frischbeton

Es sind Proben mindestens einmal täglich oder einmal pro 150 m<sup>3</sup> Frischbeton zu entnehmen, wobei die häufigere Entnahme zu bevorzugen ist. Sofern nicht anders angegeben, gilt die Konformität als erwiesen, wenn die einzelnen Prüfergebnisse den festgelegten Wert überschreiten, jedoch nicht mehr als 3 % über diesem liegen.

#### 11.3.11 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Wasserundurchlässigkeit

Die Häufigkeit der Probenahme und Prüfung ist zu vereinbaren.

Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Höchstwert und der Mittelwert der wasserundurchlässigen Seite eines Probekörpers gleich oder kleiner als die in Abschnitt 7.3.1.5 angegebenen Werte ist.

Es können die in Tabelle 14 angegebenen Werte für die Herstellungskontrolle angenommen werden.

ENV 206

**11.3.12 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für den Chloridgehalt**

Die Häufigkeit und das Verfahren zur Bestimmung sind zu vereinbaren.

Geeignete Verfahren beinhalten:

- a) Berechnungen anhand der gemessenen Chloridgehalte der Ausgangsstoffe.
- b) Berechnungen anhand der Nennhöchstwerte der Chloridgehalte der Ausgangsstoffe.
- c) Prüfungen des Frischbetons für den Chloridgehalt.

Die berechneten Werte dürfen die in 5.5 angegebenen Höchstwerte nicht überschreiten.

Die Bestimmung ist für jede Entwurfsmischung durchzuführen und erneut vorzunehmen, wenn sich der Chloridgehalt der Ausgangsstoffe verändert.

**Anhang A****Änderungen in Bezugsdokumenten****A.1 ISO 1920 Probekörper; Maße; Toleranzen****Abschnitt 2:**

Der 2. Absatz ist wie folgt zu ergänzen: „Probekörper werden nicht in allen Ländern in allen Größen und Arten zur Verfügung stehen.“

**A.2 ISO 2736 Teil 2 Herstellung und Nachbehandlung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen****Abschnitt 3.2:**

In der Überschrift ist „unverbindlich“ zu streichen; es ist ein zweiter Absatz mit folgendem Wortlaut hinzuzufügen: „In Zweifelsfällen gelten die Werte, die durch Prüfungen mit einem Aufsatzrahmen erzielt wurden.“

**Abschnitt 5.1:**

Im 2. Absatz ist folgender Wortlaut hinzuzufügen: „Bei Probekörpern, die durch Rütteln (nach 3.3a und 3.3b) verdichtet werden, ist ein Aufsatzrahmen zu verwenden. Die Betonhöhe im Aufsatzrahmen darf nach dem Verdichten nicht mehr als 10% der Probekörperhöhe betragen.“

**Abschnitt 5.2.1:**

Es ist folgendes hinzuzufügen: „Bei Verwendung von sehr flüssigem Beton (Slump-Klasse S4 oder Vebe-Klasse V4) kann es erforderlich sein, das Verdichtungsverfahren an die Betonkonsistenz anzupassen.“

**Abschnitt 6:**

Es ist eine Angabe der Nachbehandlungsdauer hinzuzufügen (Zeitspanne zwischen Betonieren und Prüfung).

**A.3 ISO 4012 Druckfestigkeit****Abschnitt 2:**

Die Angabe ist wie folgt zu präzisieren: „ISO 2736 Teil 1 und Teil 2“.

**Abschnitt 6:**

Nach dem 5. Absatz ist folgendes hinzuzufügen: „Die Lastrate sollte so gewählt werden, daß die gesamte Prüfdauer ungefähr 60 s beträgt.“

Der 6. Absatz ist durch folgenden Wortlaut zu ersetzen: „Die Belastung ist bis zum Bruch des Probekörpers mit der gewählten Lastrate fortzusetzen und die Höchstlast ist zu notieren.“

**Abschnitt 7:**

Folgendes ist hinzuzufügen: „ISO 1920 Abschnitt 5 ist außer acht zu lassen und die Prüfergebnisse sind auf die Istmaße des Probekörpers bezogen in mm auf 1 mm anzugeben.“

**A.4 ISO 4013 Biegefestigkeit****Abschnitt 6, 2. Absatz:**

Anstelle von „Nach dem Angleichen ...“ ist folgendes hinzuzufügen: „Die Lastrate sollte so gewählt werden, daß die gesamte Prüfdauer ungefähr 60 s beträgt. Die Belastung ist bis zum Bruch des Probekörpers mit der gewählten Lastrate fortzusetzen und die Höchstlast ist zu notieren.“

**A.5 ISO 7013 Widerstand gegen das Eindringen von Wasser****Abschnitt 4, 2. Absatz:**

Anstelle der Verweisung auf ISO 2736 Teil 1 muß es lauten: „Der Probekörper ist bis zur Prüfung unter Wasser nachzubehandeln und zu lagern.“

# DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

## Richtlinien für die Anwendung Europäischer Normen im Betonbau

Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206/10.90

- Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

Richtlinie zur Anwendung von Eurocode 2

- Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau

November 1991

Herausgegeben vom  
Deutschen Ausschuß für Stahlbeton · DAfStb  
Fachbereich VII des NABau  
im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
Scharrenstraße 2–3  
D - 1026 Berlin

Der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

## Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206/10.90 – Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

### Vorbemerkung

Die Geltungsdauer der vorliegenden Richtlinie erlischt mit dem früheren der beiden Zeitpunkte, an dem die Geltungsdauer von entweder DIN V ENV 206 oder EC 2 Teil 1 endet<sup>1)</sup>.

### 1 Allgemeines

#### 1.1 Zweck

Die Regelungen der betontechnischen Anforderungen von DIN V ENV 206 gelten nur in Verbindung mit EC 2 Teil 1<sup>2)</sup>.

Die Regelungen von DIN V ENV 206 und EC 2 Teil 1 dürfen nur dann mit Regelungen aus DIN-Normen usw. verknüpft werden, wenn dies im folgenden ausdrücklich gestattet wird.

#### 1.2 Anwendungsbereich

##### 2. Absatz

Bei der Verwendung von Erzeugnissen, die bestimmte Anforderungen zu erfüllen haben, die nicht oder noch nicht genormt sind, ist ein besonderer Brauchbarkeitsnachweis, beispielweise durch bauaufsichtliche Zulassung oder europäische technische Zulassung, erforderlich.

##### 6. Absatz

Es gelten keine Sonderregelungen für „einfache Bauwerke“.

### 2 Verweisungen auf andere Normen

#### 2.1 Allgemeines

DIN-Normen dürfen anstelle von ISO- oder CEN-Normen angewandt werden, wenn dies nachfolgend ausdrücklich gestattet wird.

#### 2.2 Verbindliche Verweisungen

Die in Abschnitt 2.2 angegebenen ISO- und CEN-Normen sind verbindlich mit Ausnahme von:

EN 197 Teil 1 (s. Abschnitt 4.1)

EN 197 Teil 2

EN 197 Teil 3

ISO 2736 Teil 2 (s. Abschnitt 7.3.1.1)

ISO/DP 9690 (s. Abschnitt 6.2.1)

#### 2.3 Unverbindliche Verweisungen

Abweichend von den unter Abschnitt 2.3 genannten Prüfnormen können bei Bedarf DIN-Normen fallweise vereinbart werden.

### 4 Ausgangsstoffe

#### 4.1 Zemente

Bis zum Inkrafttreten von EN 197 Teil 1 bis Teil 3 sind Zemente nach DIN 1164 Teil 1 oder DIN 1164 Teil 100 oder bauaufsichtlich zugelassene Zemente zu verwenden. Festigkeitsklassen und -entwicklung sind nach Tabelle R1 zuzuordnen.

Tabelle R1: Zementfestigkeitsklassen

CEN-Zement	DIN-Zement
CE 32,5	Z 35 L
CE 32,5 R	Z 35 F
CE 42,5	Z 45 L
CE 42,5 R	Z 45 F, Z 55

<sup>1)</sup> CEN beabsichtigt, EC 2 Teil 1 als ENV 1992-1 herauszugeben. Um die Anwendung von EC 2 Teil 1 nicht zu verzögern, veröffentlicht das DIN Deutsches Institut für Normung e. V. eine deutsche Ausgabe als DIN V 18932 Teil 1/10.91; sie ist wortgleich mit der künftigen ENV 1992-1. Im folgenden steht „EC 2 Teil 1“ gleichbedeutend für DIN V 18932 Teil 1/10.91 oder ENV 1992-1.

<sup>2)</sup> Der Anwendungsbereich wird - soweit erforderlich - auf andere Teile von EC 2, andere Eurocodes oder andere Europäische Vornormen erweitert, sobald diese erschienen sind.

		Wenn nach DIN V ENV 206 Zemente mit besonderen Eigenschaften (NW, HS, NA) gefordert oder Zemente der Festigkeitsklassen Z 25 verwendet werden, gelten DIN 1164 Teil 1 und DIN 1164 Teil 100.
4.2	<b>Zuschläge</b>	Für die Korngruppeneinteilung, die Anforderungen, die Prüfung und die Überwachung von Betonzuschlag gelten die Normen der Reihe DIN 4226. Für die Kornzusammensetzung und deren Kennzeichnung gilt DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.2.2. Für den Mehlkorngehalt sowie den Mehlkorn- und Feinstsandgehalt gilt DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.5.4.
4.3	<b>Zugabewasser</b>	Für Zugabewasser für Beton gelten die Anforderungen nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.4, und ggf. die DAFStb-Richtlinie für die Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel.
4.4	<b>Zusatzmittel</b>	Für Betonzusatzmittel gelten die Regelungen nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.3.1.
4.5	<b>Zusatzstoffe</b>	Für Betonzusatzstoffe gelten die Regelungen nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.3.2, Absätze (1) und (2).

## 5 Grundlegende Anforderungen an die Betonzusammensetzung

5.3	<b>Zementarten, Zementgehalt und Wasserzementwert</b>	5. Absatz	Puzzolanische oder latenthalydraulische Betonzusatzstoffe dürfen bei der Festlegung des Mindestzementgehalts und ggf. des höchstzulässigen Wasserzementwerts sinngemäß nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.3.2 (3), berücksichtigt werden. Dabei sind die in DIN V ENV 206, Tabelle 3, angegebenen Werte zugrunde zu legen.
5.5	<b>Chloridgehalt des Betons</b>	1. Absatz	Der Chloridgehalt des Betons wird durch Überprüfung des Chloridgehalts der Ausgangsstoffe begrenzt. Die Anforderungen nach DIN V ENV 206/10.90, Tabelle 1, gelten bei Beachtung von Tabelle R2 als eingehalten.

Tabelle R2: Anforderungen an die Ausgangsstoffe zur Begrenzung des höchstzulässigen Chloridgehalts von Beton

	Zement	Beton-zuschlag	Beton-zusatzmittel	Beton-zusatzstoff	Zugabewasser
Unbewehrter Beton					DIN 1045, Abschnitt 6.4;
Stahlbeton oder Spannbeton mit nachträglichem Verbund	$\leq 0,10$ Masse-% DIN 1164 Teil 1, DIN 1164 Teil 100 oder bauaufsichtliche Zulassung	$\leq 0,04$ Masse-% DIN 4226 Teil 1	DIN 1045, Abschnitt 6.3.1; DIN 4227 Teil 1, Abschnitt 3.1.1 (4)	DIN 1045, Abschnitt 6.3.2	DIN 1045, Abschnitt 6.4; gegebenenfalls DAFStb-Richtlinie
Spannbeton mit sofortigem Verbund		$\leq 0,02$ Masse-% DIN 4227 Teil 1, Abschnitt 3.1.1 (3)	DIN 4227 Teil 1, Abschnitt 3.1.1 (4);	nicht zugelassen	600 mg Cl <sup>-</sup> je 1 DIN 4227 Teil 1, Abschnitt 3.1.1 (3)

### 2. Absatz

Betonzusatzmittel auf der Basis von Chloriden dürfen bei Stahlbeton, Spannbeton und Beton mit Stahleinlagen nicht verwendet werden.

**5.7 Alkali-Kieselsäure-Reaktion**

Es gelten die DAfStb-Richtlinie Alkalireaktion im Beton; Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton und die Bestimmungen des Einführungserlasses.

**5.9 Zusatzstoffe****2. Absatz**

Es gelten die zu Abschnitt 4.5 und Abschnitt 5.3 genannten nationalen Regelungen (DIN 1045; Prüfbescheidé).

**6 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit****6.2 Widerstand gegen Umwelteinwirkungen****6.2.1 Klassifizierung der Umweltbedingungen**

Tabelle 2: Umweltklassen in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen

Für die Zuordnung der Umweltklassen nach DIN V ENV 206/10.90, Tabelle 2, Fußnote 2 zu den Angriffsgraden nach DIN 4030 Teil 1 gilt Tabelle R3.

**Tabelle R3: Umweltklassen nach DIN V ENV 206/10.90, Tabelle 2, und Angriffsgrad von Wässern vorwiegend natürlicher Zusammensetzung sowie von Böden nach DIN 4030 Teil 1**

Angriffsgrad				
ENV 206		DIN 4030 Teil 1		
		Wässer	Böden	Gase
chemisch angreifende Umgebung	5a 5b 5c	schwach stark sehr stark	schwach stark *)	schwach *) *)
*) Keine Regelung in DIN 4030 Teil 1				

**6.2.2 Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit in Abhängigkeit von den Umwelteinwirkungen**

Tabelle 3: Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit in Abhängigkeit von den Umwelteinwirkungen

Für die Verwendung von Zementen in Abhängigkeit von den Umwelteinwirkungen gilt Tabelle R4.

Tabelle R4: Zulässige Zemente in Abhängigkeit von den Umweltklassen und den Anwendungsbereichen

Anwendungsbereiche		Umweltklassen nach DIN V ENV 206/10.90, Tabelle 2											
		1 trocken	2a feucht ohne Frost	2b feucht mit Frost	3 feucht mit Frost und Tausalz	4a Meerwasser ohne Frost	4b mit Frost	5a schwach	5b mäßig	5c chemischer Angriff stark			
1	Für unbewehrten Beton und Stahlbeton-zulässige Zementarten	Alle DIN-Zemente und bauaufsichtlich zugelassenen Zemente*)			Alle Zemente entsprechend DIN 1045, Abschnitt 6.5.7.4 (1) und bauaufsichtlich zugelassene Zemente). Bei sehr starkem Frost- und Tausalzangriff die Zemente nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.5.7.4 (4) und bauaufsichtlich zugelassene Zemente)	wie 1, 2a, 2b.	Alle DIN-Zemente und bauaufsichtlich zugelassenen Zemente), wenn nicht HS-Zement in ENV 206, Abschnitt 6.2.2., Tabelle 3 gefordert wird.						
2	Spannbeton mit nachträglichem Verbund (verpreßtes Hüllrohr) oder Vorspannung ohne Verbund				Alle DIN- und bauaufsichtlich zugelassenen Zemente), soweit nicht Einschränkungen nach Zeile 1 gelten.								
3	Spannbeton mit sofortigem Verbund				Folgende DIN-Zemente dürfen verwendet werden: PZ 35 F; PZ 45; PZ 55; EPZ 35 F; EPZ 45; HOZ 45; PÖZ 45 F; PÖZ 55; bauaufsichtlich zugelassene Zemente)								

\*) Für zugelassene Zemente je nach Zulassungsbescheid.

Fußnote 2 der Tabelle 3

Siehe Abschnitt 5.3

Fußnote 4 der Tabelle 3

Für die Umweltklasse 3 ist stets ein hoher Sättigungsgrad des Betons anzunehmen.

Die Bedingungen der Tabelle 3 sind für die Umweltklassen 2b und 4b im Fall eines hohen Sättigungsgrades einzuhalten. Ein hoher Sättigungsgrad ist zu erwarten, wenn ein Bauteil über mehrere Tage mit Wasser unmittelbar im Kontakt steht, z. B. bei Teilen von Schleusenbauwerken, Kläranlagen, Bauteilen in Wasserwechselzonen und waagerechten Betonflächen (s. DIN 1045/07.88, Abschnitte 6.5.7.3 und 6.5.7.4). Für Außenbauteile nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 2.1.1, ist ein hoher Sättigungsgrad dagegen generell nicht zu erwarten; bei ihnen kann von einem entsprechenden Frostwiderstand in der Regel auch ohne den geforderten Mindestluftporengehalt ausgegangen werden.

Zu Satz 2 der Fußnote gelten keine zusätzlichen nationalen Regelungen.

Für die Definition von HS-Zementen gilt DIN 1164 Teil 1/03.90, Abschnitt 4.6.

Für die Umweltklasse 2b ist bei hohem Sättigungsgrad Betonzuschlag eF, für die Umweltklassen 3 und 4b ist Betonzuschlag eFT nach DIN 4226 Teil 1/04.83, Abschnitt 7.5, zu verwenden.

Fußnote 5 der Tabelle 3

Die nach Absatz 3 erlaubten nationalen Bestimmungen sind mittelbar durch DIN V ENV 206/10.90, Tabelle 20, erfaßt.

Fußnote 6 der Tabelle 3

3. Absatz

<b>7</b>	<b>Betoneigenschaften und Nachweisverfahren</b>	
<b>7.2</b>	<b>Frischbeton</b>	
7.2.1	Konsistenz	Wenn nichts anderes vereinbart ist, ist die Konsistenz nach DIN 1048 Teil 1 zu prüfen.
<b>7.3</b>	<b>Festbeton</b>	
7.3.1	Widerstand gegenüber mechanischen Einwirkungen	
7.3.1.1	Druckfestigkeit	Wenn nichts anderes vereinbart ist, ist die Druckfestigkeit am Probewürfel mit 150 mm Kantenlänge und unter den Lagerungsbedingungen nach DIN 1048 Teil 1 - abweichend von ISO 2736 Teil 2 - nachzuweisen. Die Druckfestigkeit bei Lagerung nach ISO 2736 Teil 2 ( $f_{c(ISO)}$ ) darf aus der Druckfestigkeit bei Lagerung nach DIN 1048 Teil 1 ( $\beta_{WN(150\text{ mm})}$ ) nach folgender Beziehung berechnet werden: $f_{c(ISO)} = 0,92 \cdot \beta_{WN(150\text{ mm})}$ <p>Diese Beziehung gilt nur für die Umrechnung von Würfelfestigkeiten.</p>
7.3.1.4	Verschleißwiderstand 1. und 2. Absatz	Das deutsche Normenwerk enthält keine Prüfnormen zur Ermittlung des Verschleißwiderstands von Konstruktionsbeton mit zugehörigen Beurteilungskriterien; daher sind die Empfehlungen des Abschnitts 7.3.1.4, Absatz 2, zu beachten
<b>9</b>	<b>Herstellung des Betons</b>	
<b>9.1</b>	<b>Personal, Anlagen und Einrichtung</b>	
9.1.1	Personal 1. Absatz	Es gilt DIN 1045/07.88, Abschnitte 5.1, 5.2.2.7 (für Beton der Festigkeitsklassen $\geq C 25/30$ ), 5.3.2 und 5.4.2.
9.1.2	Anlagen und Einrichtungen	
9.1.2.2	Dosierzvorrichtungen 2. Absatz	Die Genauigkeit der Wägevorrichtungen ist in der Eichverordnung Teil 8 vorgeschrieben.
<b>10</b>	<b>Transport, Verarbeitung, Nachbehandlung von Frischbeton auf der Baustelle</b>	
<b>10.1</b>	<b>Personal</b> 1. Absatz	Es gilt DIN 1045/07.88, Abschnitte 5.1 und 5.2.2.7 (für Beton der Festigkeitsklassen $\geq C 25/30$ ).
<b>10.6</b>	<b>Nachbehandlung und Schutz des Betons</b>	
10.6.3	Dauer der Nachbehandlung	In der Regel ist nach DIN V ENV 206/10.90, Tabelle 12, zu verfahren; Abschnitt 10.6.3, Absatz 2, ist zu berücksichtigen.
	Tabelle 13: Festigkeitsentwicklung des Betons	Die Festigkeitsklassen der CEN-Zemente sind den Festigkeitsklassen der DIN-Zemente nach Tabelle R1 zuzuordnen.
<b>11</b>	<b>Güteüberwachung</b>	
<b>11.2</b>	<b>Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle)</b>	
11.2.1	Allgemeines 8. Absatz	Bei der Verwendung von Transportbeton dürfen die Versuchsergebnisse der Eigenüberwachung auf die im Rahmen der Güteprüfung erforderlichen Versuche in Anlehnung an DIN 1045/07.88, Abschnitt 7.4.3.5.1 (3), angerechnet werden.
11.2.2	Prüfung des Betons	Die Angabe des Höchstgehalts an löslichem Chlorid (siehe ENV 206, Tabelle 14, Fußnote 3) ist entbehrlich, wenn
11.2.2.1	Prüfung der Ausgangsstoffe, der Einrichtungen und Geräte, des Herstellungsverfahrens sowie des Betons	- Zement nach DIN 1164 Teil 1, DIN 1164 Teil 100 oder bauaufsichtlich zugelassener Zement;

- Betonzuschlag nach den Normen der Reihe DIN 4226;
- Betonzusatzstoffe und -zusatzmittel mit Prüfzeichen;
- Zugabewasser nach DIN 1045 oder DAfStb-Richtlinie für die Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel verwendet werden (siehe auch Tabelle R2).

### **11.3 Gütenachweis**

11.3.3 Gütenachweissysteme  
11.3.3.1 Fall 1 - Nachweis durch Zertifizierungsstelle

Das gültige Zertifizierungsverfahren ist in den Normen der Reihe DIN 1084, jeweils Abschnitt 3, geregelt.

Für die Überwachung in Transportbetonwerken und in Fertigteilwerken gilt der Gütenachweis nach Fall 1. Dieser Nachweis gilt auch für Baustellenbeton der Festigkeitsklassen  $\geq C 25/30$  und Betonarten für Umweltklassen 3, 4, 5b und 5c nach Tabelle 2.

11.3.3.2 Fall 2 - Nachweis durch den Auftraggeber  
2. Absatz

Für Baustellenbeton der Festigkeitsklassen  $\leq C 20/25$  gilt der Gütenachweis nach Fall 2.

11.3.4 Verantwortung für die Probenahme

Die Verantwortung für die Probenahme trägt der für den Gütenachweis Zuständige.

11.3.5 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für die Druckfestigkeit von Beton

Eine Konformitätsbestätigung durch den Hersteller des Betons nach EN 45 014 wird bei Baustellenbeton in Deutschland als Gütenachweis nicht anerkannt.

11.3.5.1 Probenahmeplan und Konformitätskriterien für eine einzelne Baustelle

Möglichkeit 1 darf stets angewandt werden.

Möglichkeit 2 darf angewandt werden, wenn die Stichprobe aus einer Betonmenge von höchstens  $150 \text{ m}^3$  Beton der Festigkeitsklasse  $\leq C 20/25$  gezogen wird (s. a. Druckfehlerberichtigung).

### **Normen**

DIN 1045	Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1048 Teil 1	Prüfverfahren für Beton; Frischbeton
DIN 1048 Teil 5	Prüfverfahren für Beton; Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper
DIN 1084 Teil 1	Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau; Beton B II auf Baustellen
DIN 1084 Teil 2	Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau; Fertigteile
DIN 1084 Teil 3	Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau; Transportbeton
DIN 1164 Teil 1	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Überwachung (Güteüberwachung)
DIN 1164 Teil 100	Zement; Portlandölschieferzement, Anforderungen, Prüfungen, Überwachung
DIN 4030 Teil 1	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase; Grundlagen und Grenzwerte
DIN 4226 Teil 1	Zuschlag für Beton; Zuschlag mit dichtem Gefüge; Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen
DIN 4226 Teil 2	Zuschlag für Beton; Zuschlag mit porigem Gefüge (Leichtzuschlag); Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen
DIN 4226 Teil 3	Zuschlag für Beton; Prüfung von Zuschlag mit dichtem oder porigem Gefüge
DIN 4226 Teil 4	Zuschlag für Beton; Überwachung (Güteüberwachung)
DIN 4227 Teil 1	Spannbeton; Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung
DIN V 18932 Teil 1	Eurocode 2; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
	Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau
DIN EN 197 Teil 1	(z.Z. Entwurf) Zement; Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Definitionen und Zusammensetzung; Deutsche Fassung prEN 197-1:1986
DIN EN 197 Teil 2	(z.Z. Entwurf) Zement; Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Anforderungen; Deutsche Fassung prEN 197-2:1986

DIN EN 197 Teil 3	(z.Z. Entwurf) Zement; Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien; Konformitätskriterien; Deutsche Fassung prEN 197-3:1987
DIN V ENV 206	Beton, Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis
DIN EN 45014	Allgemeine Kriterien für Konformitätserklärungen von Anbietern; EN 45014:1989
ISO 2736 Teil 2	Betonprüfungen; Herstellung von Probekörpern; Herstellung und Nachbehandlung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen
ISO/DP 9690	Herstellung und Überwachung von Beton; Klassifizierung von chemisch aggressiven Umweltbedingungen

**DAfStb-Richtlinien**

Richtlinie für die Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel  
 Richtlinie Alkalireaktion im Beton; Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton

**Druckfehlerberichtigung DIN V ENV 206**

Weitere Vorgehensweise 3. Absatz, 5. Anstrich	- Berücksichtigung der <u>Zusatzstoffe</u> bei ...
Inhaltsverzeichnis	10 Transport, <u>Verarbeitung</u> , ...
1.2 Anwendungsbereich 2. Absatz	Zusätzliche <u>oder</u> manchmal ...
2.1 Allgemeines	Absätze 2 und 3 vertauschen
2.2 Verbindliche Verweisung ISO 2736/1:1986 ISO 9690 Fußnote 3	Probenahme <u>von</u> Frischbeton ... ... Norm-Vorschlag ...
Tabelle 1. Höchstzulässiger Chloridgehalt Kopfzeile	Cl <sup>-</sup> Massenanteil in %, bezogen auf den Zementgehalt
5.10 Betontemperatur	Falls nicht besondere Vorkehrungen getroffen werden, soll die Temperatur ... Während der Zeitspanne zwischen Mischen und Einbringen soll die Temperatur 5 °C nicht ...
Tabelle 2. Umweltklassen ... Fußnote 2	ISO 9690
7.2.1 Konsistenz Anmerkung	... Konsistenzklassen ...
7.3.1.4 Verschleißwiderstand 2. Absatz, 1. Anstrich letzter Anstrich	- Festigkeitsklasse des Betons mindestens C30/37 - bei besonders starkem Verschleiß das Auftragen einer besonderen <u>Verschleißschicht</u> auf den Beton.
7.3.1.5 Wasserundurchlässigkeit	..., wenn die maximale Wassereindringtiefe in den Beton nach ISO 7031 weniger als 50 mm und der Mittelwert der mittleren Wassereindringtiefe ...
7.3.2 Rohdichte letzter Absatz	Die Rohdichte ...
8.2.2 Mindestangaben vorletzte Zeile	Bei Transportbeton (vom Bauausführenden <u>vorgegeben</u> ):
8.3.3 Zusätzliche Angaben letzte Zeile	... ohne Rührwerk, <u>der Größe, der Höhe oder des Gewichts</u> des Fahrzeugs.
9.1.1 Personal 1. Absatz	<u>Das mit der Herstellung und der Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) befaßte Personal</u> muß ...
3. Absatz	Eine Person muß für die Eigenüberwachung (Fertigungskontrolle) verantwortlich sein, die über ... verfügen muß.

9.1.2.2 Dosievorrichtungen	Die Genauigkeit der <u>Wägevorrichtung</u> muß ...
2. Absatz	
Tabelle 10	<u>Genauigkeit der Wägevorrichtung</u>
9.2 Dosieren der Ausgangsstoffe	Beim Dosieren der Ausgangsstoffe sind die <u>Genauigkeiten (sowohl der Vorrichtungen als auch ihrer Handhabung)</u> ...
2. Absatz	
Tabelle 11.	<u>Genauigkeit beim</u> ...
9.3 Mischen des Betons	Bei der Zugabe von kleinen Mengen von <u>Zusatzmitteln</u> ...
3. Absatz	
10.1 Personal	Das mit dem Transport, der Verarbeitung und <u>der Nachbehandlung von Beton befaßte Personal</u> muß ...
1. Absatz	
10.3.2 Lieferschein bei Transportbeton	- <u>Konsistenzklasse</u>
3. Absatz, 3. Anstrich	
4. Absatz, 2. Anstrich	
10.6.3 Dauer der Nachbehandlung	... ist daher anhand <u>eines der folgenden Kriterien</u> ...
1. Absatz, letzter Satz	
2. Absatz	... <u>soll</u> die in Tabelle 12 angegebene Dauer der Nachbehandlung erheblich <u>verlängert werden</u> .
3. Absatz	... <u>soll</u> die in Tabelle 12 angegebene Mindestdauer der Nachbehandlung auch auf Umweltklasse 1 <u>angewandt werden</u> .
11.2.1 Allgemeines	Alle Abweichungen <u>vom festgelegten Verfahren</u> hinsichtlich Transport, ...
6. Absatz	
7. Absatz	... ( <u>siehe 11.3.3.1</u> )
Tabelle 16.	<u>Wassereindringtiefe</u>
Zeile 16	
11.3.5.1.3 Probenahmeplan ...	- <u>der Lieferer des Transportbetons zufriedenstellende Prüfergebnisse vorlegen kann, die nicht älter als 7 Tage sind; die zugehörigen Proben müssen entweder der laufenden Produktion oder auf einer Baustelle einem Beton der gleichen Familie entnommen sein.</u>
letzter Anstrich	
11.3.5.2 Probenahmeplan ...	Wenn mehr als 15 Prüfergebnisse während der Herstellung einer Betonart oder einer Betonfamilie <u>erzielt wurden</u> , sind nur die letzten ...
letzter Absatz	
Tabelle 20. Festigkeitsklassen ...	C 40/ <u>50</u>
2. Zeile, letzte Spalte	
11.3.6. 3. Absatz	Sofern nicht anders ...
11.3.10 Probenahmeplan ...	..., wobei die häufigere Entnahme <u>maßgebend</u> ist.
11.3.11 Probenahmeplan ...	Die Konformität gilt als erwiesen, wenn der Höchstwert und der Mittelwert der <u>Wassereindringtiefe jedes Probekörpers</u> gleich oder kleiner als die in Abschnitt 7.3.1.5 angegebenen <u>Werte sind</u> .
2. Absatz	
3. Absatz	<u>Ergebnisse der Fertigungskontrolle nach Tabelle 16 können anerkannt werden.</u>
11.3.12 Probenahmeplan ...	Die Bestimmung ist für jeden <u>Mischungsentwurf</u> ...
4. Absatz	
A.5	<u>ISO 7031</u>

## Richtlinie zur Anwendung von Eurocode 2

### - Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

#### Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau

##### Vorbemerkung

CEN beabsichtigt, EC 2 Teil 1 als ENV 1992-1 herauszugeben. Um die Anwendung von EC 2 Teil 1 nicht zu verzögern, veröffentlicht das DIN Deutsches Institut für Normung e. V. eine deutsche Ausgabe als DIN V 18932 Teil 1/10.91; sie ist wortgleich mit der künftigen ENV 1992-1. Im folgenden steht „EC 2 Teil 1“ gleichbedeutend für DIN V 18932 Teil 1/10.91 oder ENV 1992-1.

EC 2 Teil 1 gilt allgemein für Stahlbeton- und Spannbetonbauwerke aus Normalbeton im Sinne von DIN 1045, jedoch nicht für Brücken und deren Unterbauten.

Der Geltungsbereich umfaßt auch die besonderen Bauwerksarten, die in EC 2 Teil 1, Abschnitt 1.1.2 P(5), aufgeführt sind, desweiteren die Bauwerke und Bauteile, für die weitere Teile von EC 2 vorbereitet werden (siehe Abschnitt 1.1.3 P(2)), sowie Bauteile unter nicht vorwiegend ruhender Belastung; für diese sind die Regeln von EC 2 Teil 1 jedoch nicht erschöpfend. In derartigen Fällen bedarf es hinsichtlich notwendiger Zusatzregelungen der Abstimmung zwischen Tragwerksplaner und zuständiger Bauaufsichtsbehörde.

EC 2 Teil 1 und DIN V ENV 206 dürfen nur gemeinsam angewandt werden. Die Regelungen von DIN V ENV 206 und EC 2 Teil 1 dürfen nicht mit Regelungen aus DIN-Normen oder anderen Regelwerken verknüpft werden (Mischungsverbot), - es sei denn, dies wird im folgenden und in der Anwendungsrichtlinie zu DIN V ENV 206 ausdrücklich gestattet.

Die Geltungsdauer der vorliegenden Richtlinie erlischt mit dem früheren der beiden Zeitpunkte, an denen die Laufzeit von entweder DIN V ENV 206 oder EC 2 Teil 1 endet.

## 1 Einleitung

### 1.3 Annahmen

In den EG-Mitgliedsstaaten bestehen unterschiedliche Anforderungen an die wesentlichen Schutzziele. Wenn nachfolgend von EC 2 Teil 1 abweichende Richtwerte, das sind durch  $\square$  gekennzeichnete Zahlenwerte, festgelegt werden, geschieht dies, um das bisherige deutsche Anforderungsniveau zu erhalten und um EC 2 Teil 1 auf deutsche Bedürfnisse abzustellen. Ansonsten sind die in EC 2 Teil 1 angegebenen Richtwerte unverändert zu verwenden.

Für die Ermittlung von Beanspruchungen des Baugrunds oder der Beanspruchungen in Bauteilen, die nicht entsprechend dem Nachweiskonzept des Eurocodes bemessen werden, ist der Übergang auf das dafür jeweils zu Grunde zu legende Bemessungskonzept (z. B. nach DIN-Normen) zu berücksichtigen. Dabei sind die nach den nachstehend genannten Regeln ermittelten Bemessungswerte der Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit durch den jeweils ungünstigsten Teilsicherheitsbeiwert, mindestens jedoch durch  $\gamma_F = 1,35$ , zu dividieren. Dies gilt auch für brandschutztechnische Nachweise von Bauteilen nach DIN 4102 Teil 4, wenn die Feuerwiderstandsdauer lastabhängig ist.

## 2 Grundlagen für die Tragwerksplanung

### 2.2 Begriffe und Klasseneinteilung (der Grenzzustände und Einwirkungen)

#### 2.2.2 Einwirkungen

##### 2.2.2.2 Charakteristische Werte der Einwirkungen

Als charakteristische Werte der Einwirkungen gelten grundsätzlich die Werte der DIN-Normen, insbesondere der Normen der Reihe DIN 1055, und gegebenenfalls der bauaufsichtlichen Ergänzungen und Richtlinien.

Für Einwirkungen, die nicht oder nicht vollständig in Normen oder anderen bauaufsichtlichen Bestimmungen angegeben sind, müssen in Absprache mit der Bauaufsicht entsprechende charakteristische Werte festgelegt werden.

Zu DIN 1055 Teil 4/08.86 (in Verbindung mit der A1-Änderung von 06.87 und der Druckfehlerberichtigung) wird für Berechnungen nach EC 2 Teil 1 folgendes festgelegt:

- Der letzte Satz in Abschnitt 3.3 ist nicht anzuwenden; die Anmerkung zu Abschnitt 3.3 bleibt bestehen.
- Abschnitt 4 ist nicht anzuwenden.

Anmerkung: Sobald die Vornorm DIN V 1055 Teil 40 (Windlast) für Berechnungen nach EC 2 Teil 1 bauaufsichtlich anerkannt wird, wird dies in den „Mitteilungen“ des Instituts für Bautechnik bekanntgegeben.

Abschnitt 5 (Berücksichtigung der gleichzeitigen Wirkung von Windlast und Schneelast) von DIN 1055 Teil 5/06.75 (Schnee- und Eislast) ist nicht anzuwenden.

2.2.3	Baustoffeigenschaften	
2.2.3.2	Bemessungswerte Absatz (3)	Nach bauaufsichtlichen Vorschriften bedarf die Anwendung von Bemessungswerten der Bauteilwiderstände $R_d$ , die durch Versuche ermittelt sind, der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörden. s. Abschnitt 2.2.2
2.2.5	Lastanordnungen und Lastfälle	
2.3	<b>Anforderungen an die Tragwerksplanung</b>	
2.3.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit	
2.3.2.2	Kombinationen von Einwirkungen	

Tabelle R1: Kombinationsbeiwerte  $\psi$ .

Einwirkung	Kombinationsbeiwert		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	2	3	4
Verkehrslast auf Decken			
- Wohnräume; Büoräume; Verkaufsräume bis $50 \text{ m}^2$ ; Flure; Balkone; Räume in Krankenhäusern	0,7	0,5	0,3
- Versammlungsräume; Garagen und Parkhäuser; Turnhallen; Tribünen; Flure in Lehrgebäuden; Büchereien, Archive	0,8	0,8	0,5
- Ausstellungs- und Verkaufsräume; Geschäfts- und Warenhäuser	0,8	0,8	0,8
Windlasten	0,6	0,5	0
Schneelasten	0,7	0,2	0
alle anderen Einwirkungen	0,8	0,7	0,5

## Absatz P (2)

Für die Teilsicherheitsbeiwerte gelten die Werte des Abschnitts 2.3.3.1. Wird der Nachweis nach Gleichung 2.7 (a)) geführt, sind die Kombinationsbeiwerte  $\psi_0$  der Tabelle R1 anzusetzen.

Für Tragsichernachweise nach Gleichung 2.7 (b)) sind die Kombinationsbeiwerte der Spalten 3 und 4 von Tabelle R1 in Verbindung mit  $\gamma_{GA} = 1,0$  anzusetzen.

Für die Brandschutzbemessung gilt DIN 4102 Teil 4. Wenn die Feuerwiderstandsdauer lastabhängig ist, sind die Bemessungswerte der Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit durch den jeweils ungünstigsten Teilsicherheitsbeiwert, mindestens  $\gamma_F = 1,35$  zu dividieren (s. a. Abschnitt 1.3).

## Absatz (8)

2.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände der Tragfähigkeit
2.3.3.1	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen auf Tragwerke
	Absatz (1)

## Absatz (5)

In der rechten Spalte von Tabelle 2.2 ist  $\gamma_p = 1,0$  zu setzen, wobei die charakteristischen Werte der Vorspannkraft dem Abschnitt 2.5.4 zu entnehmen sind.

Bei Kombinationen von Eigenlast und Vorspannung ist der Teilsicherheitsbeiwert für

- die Eigenlast im Falle ungünstiger Wirkung  $\gamma_G = 1,35$ ;
  - die Eigenlast im Falle günstiger Wirkung  $\gamma_G = 1,0$ ;
  - die Vorspannung  $\gamma_p = 1,0$
- zu setzen.

2.3.3.2	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe Absatz (6)	Nach bauaufsichtlichen Vorschriften bedarf die Anwendung von Bemessungswerten $R_u$ , die durch Versuche ermittelt sind, der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörden.
2.3.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit Absatz P (2)	Wenn Nachweise nach Gleichungen (2.9 (a)) bis (2.9 (c)) geführt werden, sind die Werte der Tabelle R1 für die dort angegebenen Einwirkungen anzusetzen. Wenn für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit der Kombinationsbeiwert $\psi_2$ nicht besonders vereinbart wird, sind die Werte $\psi_2$ der Tabelle R1 zu verwenden.
2.5	<b>Schnittgrößenermittlung</b>	
2.5.3	Berechnungsverfahren	
2.5.3.4	Schnittgrößenberechnung bei Balken und Rahmen	
2.5.3.4.2	Lineare Berechnung mit oder ohne Umlagerung Absatz (5)	Als besondere konstruktive Maßnahmen gilt für Bauteile mit Biegung und Normalkraft die Regelung in Abschnitt 5.4.1.2.2 (3). Der Nachweis der Rotation braucht dann nicht geführt zu werden.
2.5.3.7	Konsolen, wandartige Träger und Verankerungsbereiche für Spannkräfte bei nachträglichem Verbund	
2.5.3.7.4	Bereiche mit konzentrierter Krafteinleitung Absatz (2)	Die zur Aufnahme der Spaltzugkräfte aus Teilstufenbelastung hinter den Ankerplatten erforderliche Bewehrung ist den Zulassungsbescheiden zu entnehmen.
<b>3</b>	<b>Baustoffeigenschaften</b>	
<b>3.1</b>	<b>Beton</b>	
3.1.2	Normalbeton	
3.1.2.2	Druckfestigkeit des Betons Absatz (5)	Die Festigkeitsklassen von DIN 1045 sind in die Festigkeitsklassen von EC 2 Teil 1 gemäß „Richtlinie für die Anwendung von DIN V ENV 206/10.90“, Abschnitt 7.3.1.1, am Probewürfel mit 150 mm Kantenlänge umzurechnen: $f_{c(ISO)} = 0,92 \cdot \beta_{WN(DIN)}$ .
<b>3.2</b>	<b>Betonstahl</b>	
3.2.1	Allgemeines Absatz (3)	Für Betonstähle gelten die Normen der Reihe DIN 488 oder bauaufsichtliche Zulassungsbescheide.
	Absatz P (5)	Die Oberflächengestalt, die Nennstreckengrenze ( $f_y$ ) und die Duktilitätseigenschaften sind Tabelle R2 zu entnehmen.

Tabelle R2: Einordnung der gängigen schweißgeeigneten Betonstähle in Deutschland in die Duktilitätsklassen nach EC 2 Teil 1

Betonstahl nach	Kurz-bezeichnung	Lieferform	Durchmesser-bereich [mm]	Oberflächen-gestalt	Nennstreckengrenze $f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Duktilität
1	2	3	4	5	6	7
DIN 488	BSt 420 S BSt 500 S	Stab Stab	6 bis 28 6 bis 28	gerippt gerippt	420 500	hoch hoch
	BSt 500 M	Matte	6 bis 28	gerippt	500	normal
Zulassungs-bescheid	BSt 500 WR BSt 500 KR	Ring Ring	6 bis 14 6 bis 12	gerippt gerippt	500 500	hoch normal

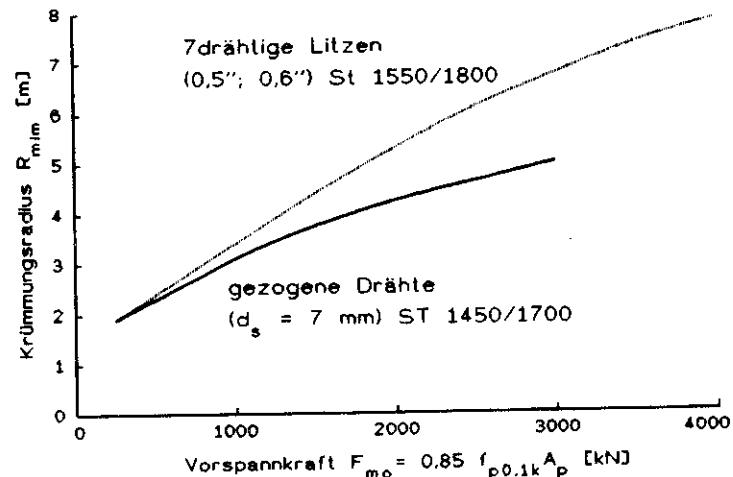
3.2.2	Klasseneinteilung und Geometrie Absatz P (5)	Alle Stähle nach DIN 488 Teil 2 erfüllen die Anforderungen an Betonrippenstahl mit hohem Haftverbund (Betonrippenstahl; s. a. DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.6.1 (1) und Abschnitt 6.6.3 (1) Bewehrungsdräht).
3.2.4	Mechanische Eigenschaften	
3.2.4.1	Festigkeit Absatz P (3)	Die Anforderungen an glatte Stäbe mit geringem Haftverbund sind DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.6.2 und Abschnitt 6.6.3 (1), DIN 1013 Teil 1 und ENV 10 025 zu entnehmen.
3.2.4.2	Duktilitätsmerkmale Absatz (2)	Betonstähle nach DIN 488 Teil 1 sind den Duktilitätsklassen von EC 2 Teil 1 gemäß Tabelle R2 zuzuordnen.
3.2.4.4	Ermüdung Absatz P (1)	Betonstähle nach DIN 488 Teil 1 oder mit bauaufsichtlichem Zulassungsbescheid weisen eine angemessene Ermüdungsfestigkeit auf.
3.3	<b>Spannstahl</b>	
3.3.4	Mechanische Eigenschaften	
3.4.5	Ermüdung Absatz (2)	Nach bauaufsichtlichen Vorschriften dürfen nur solche Spannstähle und Spannverfahren verwendet werden, für die das Institut für Bautechnik bauaufsichtliche Zulassungsbescheide für Anwendungen auch nach EC 2 Teil 1 erteilt hat oder für die eine Zustimmung im Einzelfall erwirkt ist.
3.4	<b>Spannglieder</b>	
3.4.2	Spannkänele und Hüllrohre	
3.4.2.1	Allgemeines Absätze P (3) und P (4)	Für Spannglieder mit nachträglichem Verbund dürfen nur Hüllrohre aus Bandstahl nach E DIN 18 553/03.89 verwendet werden.

## 4 Bemessung von Querschnitten und Bauteilen

4.1.3	Bemessung	
4.1.3.3	Betondeckung Absatz (8)	Für Orbetonbauteile und Betonfertigteile sind Vorhaltemaße $\Pi h < 10 \text{ mm}$ nur dann zulässig, wenn die besonderen Maßnahmen nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 13.2.1 (4), getroffen werden.
	Absatz (10)	Die für den Feuerwiderstand erforderliche Mindestbetondeckung einschließlich der Maßabweichungen richten sich nach DIN 4102 Teil 4. s. a. Abschnitt 2.3.2.2 (8)
	Tabelle 4.2	Aus den Angaben zum chemischen Angriff nach Tab. 4.1 leiten sich nur Anforderungen an Beton ab. Falls stahlaggressive Stoffe (Chloride in hohen Konzentrationen oder andere Halogenide) auf Bauteile einwirken können, sind generell die in Tab. 4.2 angegebenen Werte der Betondeckung nach Klasse Sc (Betonstahl 40 mm; Spannstahl 50 mm) einzuhalten, wenn nicht besondere Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung getroffen werden.
4.2	<b>Bemessungswerte</b>	
4.2.2	Stahlbeton	
4.2.2.1	Betonstahl, allgemein Absatz (2)	Die geforderten Eigenschaften sind in DIN 488 Teil 1 oder in den bauaufsichtlichen Zulassungsbescheiden festgelegt.
4.2.2.3	Mechanische Eigenschaften des Betonstahls	
4.2.2.3.2	Spannungsdehnungslinie Absatz P(5), 1. Spiegelstrich	Für die Querschnittsbemessung ist die Stahldehnung auf $\epsilon_s = 20\%$ zu begrenzen.
4.2.3	Spannbeton	
4.2.3.1	Spannstahl, allgemein Absatz (2)	Für Spannglieder gelten die bauaufsichtlichen Zulassungsbescheide.
4.2.3.3	Mechanische Eigenschaften des Spannstahls	

- 4.2.3.3.3 Spannungsdehnungslinien  
Absatz (6) Für die Querschnittsbemessung ist die Stahldehnung auf  $\epsilon_s = 20\%$  zu begrenzen.
- 4.2.3.3.5 Ermüdung  
Absatz (1) siehe Vorbemerkung!
- 4.2.3.3.6 Mehrachsiger Spannungszustand  
Tabelle 4.4 Die Werte für Krümmungsradien in Tabelle 4.4 dürfen nur für Spannglieder aus gezogenen Drähten und Litzen und nur dann angewandt werden, wenn die Spanndrähte beim Spannen im Bereich der Krümmung keine Bewegung erfahren. Bei Spanngliedern mit nachträglichem Verbund aus gezogenen Drähten oder Spanndrahtlitzen gelten die zulässigen Krümmungsradien nach Bild R1, wenn beim Spannen im Bereich der Krümmungen Bewegungen nicht auszuschließen sind.

Bild R1: Krümmungsradien  $R_{min}$  für Litzen und Drahtbündel  
in Abhängigkeit von der Vorspannkraft



Bei Spanngliedern aus vergüteten Spanndrähten oder aus Spannstäben ist im Bereich einer Krümmung nachzuweisen, daß die Randspannung unmittelbar nach dem Spannen den Wert  $f_{p0,1k}$  nicht überschreitet.

- 4.2.3.4 Technologische Eigenschaften von Spannstahl  
4.2.3.4.1 Relaxation  
Absatz (2) Für die Langzeitwerte der Relaxationsverluste gelten in allen Fällen die Angaben in den bauaufsichtlichen Zulassungsbescheiden.  
Anforderungen an den Feuerwiderstand sind in DIN 4102 Teil 4 geregelt.
- 4.2.3.4.3 Temperaturabhängiges Verhalten  
4.2.3.5 Planung von Bauteilen aus vor- gespanntem Beton  
4.2.3.5.2 Mindestfestigkeitsklasse für vorgespannten Normalbeton  
Absatz (1) Beim Vorspannen von Spanngliedern mit nachträglichem Verbund muß der Beton eine Mindestfestigkeit entsprechend Tabelle R3 aufweisen; dabei richtet sich die Betonfestigkeitsklasse (Spalte 1: Eingangswert) nach dem Zulassungsbe-

scheid des Spannverfahrens.

Beim Teilverspannen sind die Werte der Spalte 2 von Tabelle R3 einzuhalten. In diesem Fall darf die Spannkraft eines einzelnen Spannglieds nur 30 % des zulässigen Wertes betragen; die Betondruckspannung darf  $0,13 f_{ck}$  nicht überschreiten. Liegt die durch Erhärtingsprüfungen nachgewiesene Betondruckfestigkeit zum Zeitpunkt des Vorspannens zwischen den Werten der Spalten 2 oder 3, darf die Spannkraft beim Vorspannen eines einzelnen Spannglieds linear zwischen 30 % und 100 % entsprechend der erreichten Betonfestigkeit interpoliert werden.

Tabelle R3: Mindestbetonfestigkeit  $f_c$  beim Vorspannen

Festigkeitsklasse	Festigkeiten	
	beim Teilverspannen [N/mm <sup>2</sup> ]	beim endgültigen Vorspannen [N/mm <sup>2</sup> ]
1	2	3
C 25/30	14	28
C 30/37	17	34
C 35/45	20	39
C 40/50	22	45
C 45/55	25	50
C 50/60	28	56

Erhärtingsprüfung am Bauwerk mit 150-mm-Würfel nach DIN 1045, Abschnitt 7.4.4  
 $f_{c(150 \text{ mm ISO})} = 0,92 \beta_{WN(150 \text{ mm})}$

#### 4.2.3.5.4 Anfänglich Vorspannkraft Absatz (8)

Die Grenzwerte der Absätze P (2) und P (3) sind allgemein gültig. Je nach Spanngliedführung und anderen Bedingungen kann es erforderlich sein, im Einzelfall niedrigere Grenzwerte, als in Gleichung (4.5) und Gleichung (4.6) angegeben, festzulegen. Das Vorspannen ist unter Aufsicht sorgfältig zu kontrollieren.

Das Überspannen ist unter der Voraussetzung zulässig, daß die Spannpresse mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  arbeitet, bezogen auf den Endwert der Vorspannkraft; unter dieser Voraussetzung darf ausnahmsweise die höchste Pressenkraft  $P_{m0}$  auf  $0,95 f_{p0,k} \cdot A_p$  gesteigert werden.

#### 4.2.3.5.6 Verankerungsbereiche von Spanngliedern mit sofortigem Verbund Absatz (3) Tabelle 4.7

Die Beiwerte  $\beta_b$  (Richtwerte) der Tabelle 4.7 gelten nur mit den in den Zulassungsbescheiden ausgewiesenen Verbundbeiwerten für profilierte oder gerippte Spannstähle und Litzen.

Die Vorspannung von glatten Drähten mit sofortigem Verbund ist nicht erlaubt.

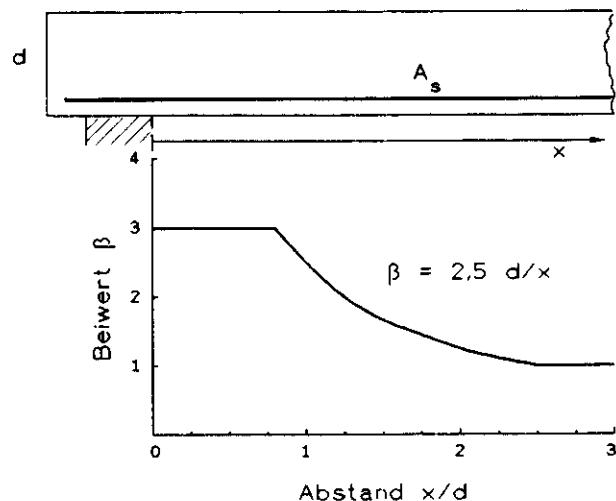
#### 4.2.3.5.7 Verankerungsbereich bei Spanngliedern mit nachträglichem Verbund Absatz (4)

Neben der nach Abschnitt 5.4.8.1 zu bemessenden Zugkraftbewehrung ist die zur Aufnahme der Spaltzugkräfte aus Teilstufenbelastung hinter den Ankerplatten erforderliche Bewehrung den Zulassungsbescheiden zu entnehmen.

#### 4.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit Querkraft Bemessungsverfahren für Querkraft Absatz (5)

Zur Verdeutlichung beachte Bild R2.

Bild R2: Zunahme des Beiwerts  $\beta$  nach Gleichung (4.17) zu Berücksichtigung auflagernaher Einzellasten im Abstand  $x/d \leq 2,5$  von der Auflagervorderkante



#### Absatz (9)

Für den Beiwert  $\beta$  in Gleichung (4.17) gilt  $\beta = 2,5 \cdot d/x$  mit  $1,0 \leq \beta \leq 3,0$ . Im Bereich zwischen Auflager und auflagernaher Last ( $x \leq 2,5 d$ ) ist die größere Schubbewehrung anzutragen, die sich nach Abschnitt 4.3.2.2 (9), 2. Absatz, ergibt.

- 4.3.2.4 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Schubbewehrung
- 4.3.2.4.4 Verfahren mit veränderlicher Druckstrebeneigung
- Absatz (1)

Der Winkel  $\vartheta$  der Betondruckstrebe mit der Längsachse ist sowohl bei Balken und Platten mit durchgehender Längsbewehrung als auch bei Balken und Platten mit gestaffelter Längsbewehrung begrenzt auf:

$$4/7 \leq \cot \vartheta \leq 7/4.$$

- 4.3.3 Torsion
- 4.3.3.1 Reine Torsion
- Absatz (6)

Der Winkel  $\delta$  zwischen Betondruckstreben und Längsachse eines Balkens oder einer Platte soll liegen zwischen:

$$4/7 \leq \cot \delta \leq 7/4.$$

- 4.3.4 Durchstanzen
- 4.3.4.1 Allgemeines
- Absatz (9)

Die Forderung nach dem Mindestbewehrungsgrad von 0,5 % gilt nicht für Fundamentplatten mit einer Dicke von mehr als 0,50 m.

- 4.3.4.5 Querkrafttragfähigkeit
- 4.3.4.5.1 Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung
- Absatz (2)

Bei vorgespannten Bauteilen dürfen nur solche Bewehrungsanteile angesetzt werden, die innerhalb des kritischen Rundschnitts am oberen Rand (Zugseite) im Verbund liegen.

- 4.3.4.5.2 Platten mit Durchstanzbewehrung
- Absatz (4)

Es dürfen nur solche Bewehrungsanteile der Durchstanzbewehrung angesetzt werden, die innerhalb des kritischen Rundschnitts im Verbund liegen.

- 4.3.5 Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge Tragwerksverformung
- 4.3.5.7 Kippschlanker Träger
- Absatz (2)

Wird der Kippsicherheitsnachweis von Stahlbeton- und Spannbetonträgern nach Gleichung (4.77) geführt, so ist diese wie folgt zu verwenden:

$$l_{ot} \leq 35 b \text{ und } h < 2,5 b.$$

- 4.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
- 4.4.2 Grenzzustände der Rißbildung

4.4.2.2	Absatz (4)	Mindestbewehrung Die Abminderung ist für Stahlbetonbauteile erlaubt, wenn die Mindestbewehrung bei nachgewiesener kleiner Zwangbeanspruchung allein für diese Schnittgröße zu bemessen wäre. Bei vorgespannten Bauteilen ist die Mindestbewehrung min $A_s$ stets für $f_{ct,ef}$ auszulegen.
4.4.2.3	Beschränkung der Rißbildung ohne direkte Berechnung Absatz (9) Tabelle 4.12	Die Anforderungen nach Abschnitt 4.4.2.3 (5) können als eingehalten betrachtet werden, wenn die Bügelabstände nach Abschnitt 5.4.2.2 (7) eingehalten sind und der Mindestbügelbewehrungsgrad nach Abschnitt 5.4.2.2 (5) vorhanden ist.

## 5 Bauliche Durchbildung

5.1	Allgemeines Absatz (2) Absatz (3)	siehe Vorbemerkung siehe Vorbemerkung
5.2	<b>Betonstahl</b> Allgemeine Bewehrungsregeln Verbund Verbundbedingungen Absätze (2) und (3)	Beim Hin- und Rückbiegen ist DIN 1045/07.88, Abschnitt 18.3.3, zu beachten.  Diese Absätze gelten sinngemäß auch für Bauteile, die im Gleitbauverfahren hergestellt werden.
5.2.3	Verankerungen	Glatte Betonstahlmatten dürfen verwendet werden (s. Abschnitt 3.2.1 (3)).
5.2.3.4	Erforderliche Verankerungslänge	
5.2.3.4.3	Betonstahlmatten aus glatten Stäben Absatz (1)	
5.2.3.5	Verankerungen mit Ankerkörpern Absatz P (1)	Es dürfen nur solche Anker verwendet werden, die allgemein bauaufsichtlich zugelassen sind.
5.2.4	Stöße	
5.2.4.2	Stöße bei geschweißten Betonstahlmatten aus Rippenstäben	
5.2.4.2.1	Stöße der Hauptbewehrung Absatz (1)	Für Ein-Ebenen-Stöße sowie für Zwei-Ebenen-Stöße mit bügelartiger Umfassung der Tragbewehrung gilt DIN 1045/07.88, Abschnitt 18.6.4.2.
5.4	<b>Bauteile</b>	
5.4.3	Auf der Baustelle betonierte Vollplatten	
5.4.3.2	<b>Biegebewehrung</b> Allgemeines Absatz (2)	Eine Querbewehrung muß vorgesehen werden.
5.4.4	Konsolen Absatz (2)	Die Höhe der Konsole $h_c$ ist (EC 2 Teil 1, Abschnitt 2.5.3.7.2 (5)) nach den Regeln für die Schubbemessung (EC 2 Teil 1, Abschnitt 4.3.2) zu ermitteln. Bei Konsolen mit einem Verhältnis $0,5 < a/h < 1,5$ ist die Zusatzbewehrung nach den Bildern 5.18a und 5.18b stets lotrecht einzulegen. Lediglich im Fall $a/h \leq 0,5$ sind waagrechte Bügel zulässig.
5.5	<b>Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen</b>	
5.5.1	Ringanker Absatz (1)	Zur Begrenzung von Schäden aus außergewöhnlichen Einwirkungen an Bauwerken mit Fertigteilwänden sind die Wandtafeln durch Bewehrung nach DIN 1045/07.88, Abschnitt 19.8.6, anzuschließen.
5.5.2	Bemessung von Ringankern Absatz (1)	Bei der Bemessung von Zuggliedern ist Abschnitt 5.5.1 (1) zu beachten.
5.5.3	Durchlaufwirkung und Verankerung Absatz (3)	Übergreifungsstöße in Zugbändern sind zulässig.

<b>6</b>	<b>Bauausführung</b>	
<b>6.2</b>	<b>Maßabweichungen</b>	
<b>6.2.4</b>	Maßabweichungen bei der Bauausführung Absatz (1)	Die zulässigen Maßabweichungen sind in DIN 18 202 und DIN 18 203 Teil 1 geregelt.
<b>6.3</b>	<b>Ausführungsregeln</b>	
<b>6.3.2</b>	Schalung und Lehrgerüst	
<b>6.3.2.1</b>	Grundlegende Anforderungen Absatz P (4)	Schalung und Lehrgerüst sind nach DIN 4421 zu entwerfen und zu errichten.
<b>6.3.2.2</b>	Oberflächenbearbeitung Absatz P (2)	Wenn ein besonderer Grad oder Typ der Bearbeitung aus praktischen oder ästhetischen Gründen verlangt werden, ist DIN 18217 zu beachten.
<b>6.3.3</b>	Betonstahl	
<b>6.3.3.3</b>	Schweißen Absätze P (3), P (4) und P (5)	Für Herstellung und Prüfung von Schweißverbindungen gilt DIN 1045/07.88, Abschnitt 18.6.6.
<b>6.3.3.4</b>	Stöße Absatz (3)	Nach bauaufsichtlichen Vorschriften dürfen nur solche mechanischen Verbindungsmitte, wie z. B. Muffen, verwendet werden, für die das Institut für Bau-technik bauaufsichtliche Zulassungsbescheide für Anwendungen nach EC 2 Teil 1 erteilt hat oder für die eine Zustimmung im Einzelfall erwirkt ist.
<b>6.3.4</b>	Spannstahl	
<b>6.3.4.4</b>	Einbau der Spannglieder Absatz (3)	Die Anforderungen an Maße, Abstandhalter und Unterstützungen von Hülloren richten sich nach Abschnitt 3.4.2, Absatz P (3).
<b>6.3.4.6</b>	Verpressen und andere Schutzmaßnahmen	
<b>6.3.4.6.1</b>	Allgemeines Absatz P (2)	Bezüglich der Zeitspanne zwischen Spannen und Einpressen ist DIN 4227 Teil 1/07.88, Abschnitt 6.5.2, zu beachten.
	Absatz P (3)	Für den vorübergehenden Schutz gelten die Anforderungen von DIN 4227 Teil 1/07.88, Abschnitt 6.5.2, insbesondere Absätze (3) bis (5).
	Absatz (6)	Korrosionsschutz der Spannglieder ist durch Füllen aller Hohlräume mit einem geeigneten Einpreßmörtel sicherzustellen, dessen Zusammensetzung und Eigenschaften DIN 4227 Teil 5/12.79 entsprechen.
<b>7</b>	<b>Güteüberwachung</b>	
<b>7.6</b>	<b>Überwachung von Herstellung und Ausführung</b>	
<b>7.6.2</b>	Ziel der Kontrollen während der Herstellung und Ausführung Absatz P (1)	Entsprechend den bauaufsichtlichen Bestimmungen gelten für den Nachweis der Brauchbarkeit und der ordnungsgemäßen Herstellung von Bauprodukten (Baustoffen, Bauteilen) die Vorschriften nach 20 bis 24 MBO (Fassung vom 04.05.90) und die hierzu ergangenen Rechtsverordnungen und Erlasse. Wegen der Herstellungs- und Ausführungskontrollen von Schalungs- und Trag-gerüst vgl. Abschnitt 6.3.2.1, P (4).
	Tabelle 7.1	
<b>7.6.5</b>	Prüfungen während der Bauausführung	
<b>7.6.5.1</b>	Allgemeine Forderungen Absatz (6)	Für die Prüfung der Baustoffe/Werkstoffe gilt ENV 206, Abschnitt 11, in Verbindung mit den Angaben in der Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206.
<b>7.6.6</b>	Konformitätskontrolle Absatz (3)	Für Abnahmeprüfungen sind DIN V ENV 206, die einschlägigen nationalen Normen und die bauaufsichtlichen Zulassungsbescheide zu beachten.

Anhang 2	Nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung	
A.2.4	Berechnungsverfahren nach der Plastizitätstheorie für stab- förmige Bauteile Absatz (3)	Wegen der Anwendung duktiler Stähle vgl. Abschnitt 3.2.4.2
Anhang 4	Rechnerische Ermittlung von Tragwerksverformungen	
A.4.2	Anforderungen an die Ver- formungsberechnung Absatz (5)	Durchbiegungen werden für die Kombination ständiger Lasten berechnet; in besonderen Fällen ist für die Verkehrslast der Kombinationsbeiwert $\psi_2 = 1,0$ anzunehmen.

**Zitierte Normen und Richtlinien**

DIN	488 Teil 1	Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
DIN	488 Teil 2	Betonstahl; Betonstabstahl; Maße und Gewichte
DIN	488 Teil 4	Betonstahl; Betonstahlmatten und Bewehrungsdrähte; Aufbau, Maße und Gewichte
DIN	1013 Teil 1	Stabstahl; Warmgewalzter Rundstahl für allgemeine Verwendung, Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN	1045/07.88	Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN	1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile; Eigenlasten und Reibungswinkel einschließlich. Erläuterungen
DIN	1055 Teil 2	Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngrößen; Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN	1055 Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN	1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken
DIN	1055 Teil 4 A1	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken; Änderung 1; Berichtigungen
DIN V	1055 Teil 40	Lastannahmen für Bauten; Windwirkung auf Bauwerke
DIN	1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Schneelast und Eislast
DIN	4102 Teil 4	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
DIN	4227 Teil 1	Spannbeton; Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung
DIN	4227 Teil 5	Spannbeton; Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle
DIN	4421	Traggerüste; Berechnung, Konstruktion, Ausführung
DIN	18202	Toleranzen im Hochbau; Bauwerke
DIN	18203 Teil 1	Toleranzen im Hochbau; Vorgefertigte Teile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
DIN	18217	Betonflächen und Schalungshaut
DIN V	18553	Hüllrohre aus Stahlband für Spannglieder; Anforderungen, Prüfung
DIN E	18553	Hüllrohre aus Bandstahl für Spannglieder; Anforderungen, Prüfung, Güteüberwachung
DIN V	18932 Teil 1	Eurocode 2; Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau
DIN V ENV	206	Beton; Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis
DIN EN	10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen; Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10025:1990

Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 206

**Literatur**

Kordina u.a: Bemessungshilfsmittel zu EC 2 Teil 1. (erscheint demnächst in der Schriftenreihe des DAfStb)

## Anlage 4 zum Einführungserlaß von

**DIN V 18 932 Teil 1**

Ausgabe Oktober 1991

**Eurocode 2 Teil 1, Planung von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen**

(7)

Abschnitt/Absatz neue Formulierung

1.4.2 P(2)

1. und 2. Satz durch Komma verbinden:  
„... Schutzummantelung haben), sollte  
...“

2.5.5.0

2.1 P(4)

„Die genannten Anforderungen müssen  
durch ...“

2.5.5.2 (7)

2.3.2.2 P(2)

letzter Satz: „Sofern Zwangeinwirkun-  
gen von Bedeutung sind, sollten sie  
berücksichtigt werden.“

2.3.3.1 (5)

in der Klammer am Absatzende ergän-  
zen: „..., wenn die Vorspannung günstig  
wirkt“

(9)

3.1.2.5.5 (3)

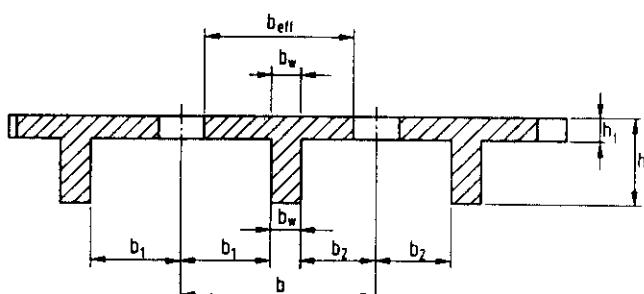
2.5.1.3 (5)

„Wirken n senkrechte Bauglieder  
gemeinsam, ...“ergänzender Hinweis zu Bild 2.1: „in  
Bild 2.1 a) ist n = 2, in Bild 2.1 c) ist n = 3“

2.5.2.2.1 (2)

Kein Prinzip  
„Für eine Schnittgrößenermittlung, bei  
der ...“

(3) Bild 2.2 Bezeichnung der Maße



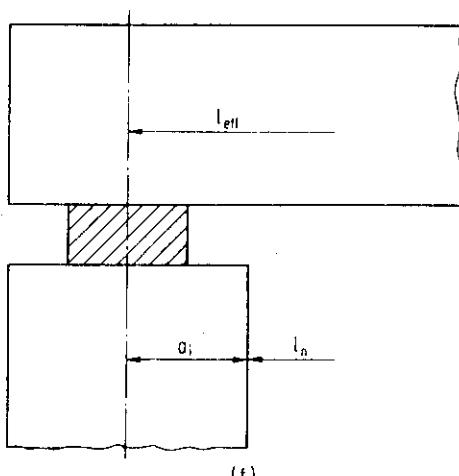
3.3.4.1 P(1)

4.1.3.3 (5)

2.5.2.2.2 (1)

ergänzen:  
Bild 2.4 (f):  
„Anordnung eines Lagers“

(12)



2.5.3.4.2 (5)

in der Klammer muß stehen:

„z. B. Umschnürungen“

„x/d = 0,35 für Betonfestigkeitsklassen  
von C 40/50 und höher“3. Zeile: „... in den Anschnitten elastisch  
eingespannter Auflager von Durchlauf-  
trägern ...“

Hinweis: Gilt auch für Rahmen

Zweite Zeile: „... (z. B. infolge Schwin-  
dens oder Temperatureinflüssen)“Zweiter Absatz, 1. Zeile:  
„... Endkriechzahlen  $\Phi(\infty, t_0)$ “3. Zeile:  
„... abweichen, wo vom Sekantenmodul  
...“Gleichung (2.22): „ $\sigma(t_0)$ “ statt „ $\sigma_0$ “Tabelle 3.3 Endkriechzahl  $\Phi(\infty, t_0)$  für  
Normalbeton

Alter bei Belastung $t_0$ (Tage)	Wirksame Bauteildicke 2 A_d/u (in mm)			50	150	600	
	50	150	600				
Trockene Umgebungs- bedingungen (innen) (RH ≈ 50 %)	1	5.5	4.6	3.7	3.6	3.2	2.9
	7	3.9	3.1	2.6	2.6	2.3	2.0
	28	3.0	2.5	2.0	1.9	1.7	1.5
	90	2.4	2.0	1.6	1.5	1.4	1.2
	365	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0

2. Zeile:

„... aus der 0,1%-Prüflast ...“

1. Anstrich:

Begrenzung für Durchmesser (d. h. die  
Klammer) entfällt

„Hierin sind:

Ø Durchmesser des Betonstahls, des  
Spannglieds oder des Hüllrohrs (...)"Tabelle 4.2: Anmerkungen aktualisiert  
zu 1) „... sollten diese Mindestwerte der  
Betondeckung den maßgebenden  
Güteeigenschaften nach ENV 206  
...“

statt 3 jetzt 4 Anmerkungen:

2) „Für plattenförmige Bauteile kann  
eine Abminderung von 5 mm für die  
Umweltklassen 2 bis 5 erfolgen.“

3) „Eine Abminderung von 5 mm darf bei Betonfestigkeitsklassen ab C 40/50 erfolgen, und zwar ...“ (10)

4) bisherige Anmerkung 3)

4.2.1.3.3 (5)

Beiwert k:

$$k = 1,1 E_{c, \text{nom}} \varepsilon_{ci} / f_c$$

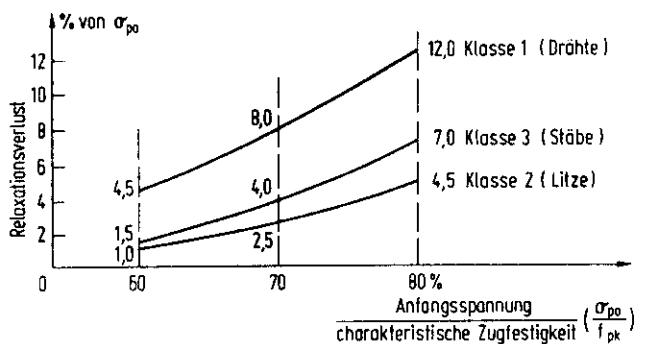
( $\varepsilon_{ci}$  und  $f_c$  sind negativ anzusetzen)

4.2.3.1 (3)

„(siehe Anhang B)“ streichen

4.2.3.4.1(3)

Bild 4.8 Relaxationsverluste nach 1000 h bei 20 °C



4.2.3.5.5 (8)

bei Reibungsbewerten:  
„profilierter Stab ...“ statt verformter Stab

4.2.3.5.6 (9)

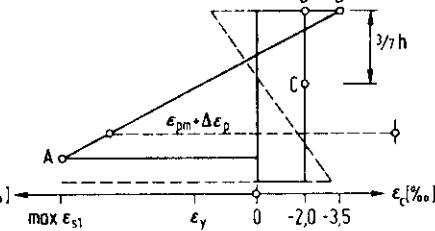
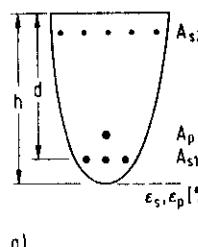
Bild 4.9 (c)  
 $P_{mo}$  an entsprechendem Maßpfeil (statt  $P_0$ )

4.3.1.0

letzte Zeile:  
„ $\Delta \epsilon_p$ “ statt  $\epsilon$  ( $\Delta P_c$ )

4.3.1.2 (7)

Bild 4.11: Dehnungsdiagramme im Grenzzustand der Tragfähigkeit  
a) Querschnitt  
b) Dehnungsverteilung im Grenzzustand der Tragfähigkeit



4.3.1.3 P(2)

„Biegetragfähigkeiten, die über diejenigen ...“, daß solche Tragfähigkeiten vorhanden sind.“

4.3.2.0

$A_{sf}$ : „Querschnittsfläche der Querbewehrung ...“

$\Delta F_d$  (statt  $F_{d, \text{max}}$ ): „Längskraftdifferenz über die Länge  $a_v$  im untersuchten Gurtquerschnitt (siehe Absatz 4.3.2.5 (3))“

$a_v$ : „Abstand zwischen dem Momentennullpunkt und dem Querschnitt mit dem extremalen Biegemoment“

$\Sigma \phi$ : „Summe der Hüllrohrdurchmesser von ...“

4.3.2.2 (4)

Gleichung (4.16):

„ $A_{s2}$ “ statt  $A_{sc}$

„ $y_s$ “ statt  $y_m$

(sinnentsprechend in den folgenden Erläuterungen, Hinweis auf  $A_{s2}$  entfällt)

(7)

nach letzten Satz ergänzen:

„Es ist anzuwenden, wenn ein Bauteil

4.3.2.3 (1)

4.3.2.4.2 (3)

4.3.2.4.4 (8)

4.3.2.4.5 (3)

4.3.2.4.6 (4)

4.3.2.5 (3)

(5)

4.3.3.1 (5)

(6)

4.3.3.2.2 (4)

4.3.4.0

durch eine Kombination aus Querkraft und Torsion beansprucht wird.“

„... bei Balken und Platten mit gleichmäßig ...“

Bild 4.12 links oben:

„ $b_{o, \text{net}}$ “ beginnt am Stabanfang

„Die Spannung in den Betondruckstreben ...“

letzter Anstrich:

„Bauliche Durchbildung ...“

Abschnitt neu von 4.3.2.4.5 (3) und 4.3.2.4.6 (4), dort gestrichen

„Der zweite Ausdruck in Gleichung (4.30) bezeichnet den Anstieg der Zugkraft über den Wert, der bei alleiniger Berücksichtigung des Biegemoments ermittelt wurde.“

gestrichen

gestrichen

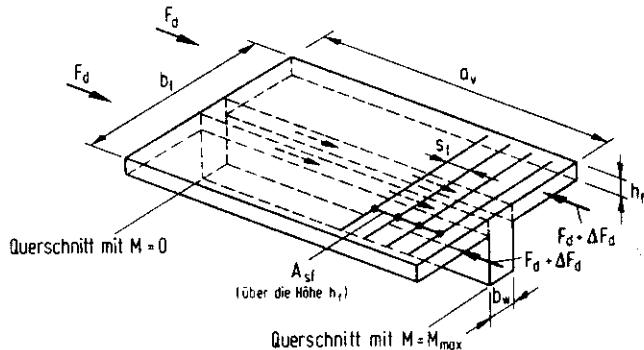
wird jetzt Absatz (4)  
„... Nutzhöhe d ...“

„... Längsschub je Längeneinheit ...“  
„ $\Delta F_d$ “ in Gleichung (4.33) statt  $F_{d, \text{max}}$  (Erläuterung wie in 4.3.2.0)

„... durch eine Zugkraft (senkrecht zum Balkensteg) beansprucht, ...“

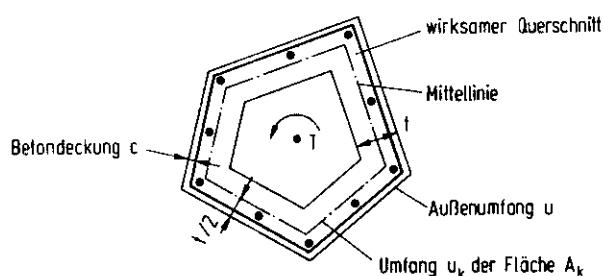
Bild 4.14:

Bezeichnungen für die Verbindungen zwischen Gurt und Steg



(Bilddarstellung verbessert)

Bild 4.15:  
Formelzeichen und Begriffe nach Abschnitt 4.3.3.1



Gleichung (4.41):

Minuszeichen in Klammer fehlt  
„...  $(0,7 - f_{ck}/200)$  ...“

2. Zeile:

„... in Abschnitt 4.3.2.4.4 erfolgen ...“

$l_H$ :

	„Abstand zwischen Stützenrand und Stützenkopfverstärkung (...)“	5.2.1.2 (2)	4. Spalte: „> 100 mm“ statt $\phi > 1000 \text{ mm}$
4.3.4.1 (3)	Bild 4.16: „Lasteinleitungsfläche“ statt belastete Fläche Begrenzung für „a“ links unten streichen „für $a > 2h$ sollte das Fundament...“	5.2.3.2 (3)	„Haken, Winkelhaken oder Schlaufen werden für Druckbewehrungen nicht empfohlen mit Ausnahme bei glatten Stäben, die im Verankerungsbereich bei bestimmten Lastfällen auf Zug beansprucht werden können.“
(5)	„In durchstanzgefährdeten Platten darf eine Erhöhung des Grundwertes der Bemessungsschubfestigkeit nach Gleichung (4.17) nicht erfolgen.“	5.2.3.3 (1)	1. Anstrich: „bei Verankerungen von Zugstäben ohne ...“ 2. Anstrich: „bei allen Verankerungen von Druckstäben“
4.3.4.2.2 (2)	Bild 4.19: Kritischer Rundschnitt ist im Einflußbereich der Öffnung (zwischen den gestrichelten Linien) zu unterbrechen	5.2.3.4.1 (1)	$b_{min}$ : 1. Anstrich: „für Verankerungen von Zugstäben“ 2. Anstrich: „für Verankerungen von Druckstäben“
4.3.4.4 (1)	Gleichung (4.52): $d_{crit} = 1,5 \cdot d + 0,56 \cdot \sqrt{l_1 l_2}$ oder $d_{crit} = 1,5 \cdot d + 0,69 \cdot l_1$		Gleichung (5.7): „ $l_s = \dots$ “ Gleichung (5.8): „ $\geq 200 \text{ mm}$ “ statt 20 mm
4.3.5.0	K <sub>2</sub> : „... der Längskraft (Gleichung 4.73))“	5.2.4.1.3 P(1)	Bild 5.5: a) Zugstäbe b) Druckstäbe Erläuterung zu $a_1$ : $a_1 = 1$ für Übergreifungslängen von Druck- oder Zugstäben, wenn weniger ...“
4.3.5.3.2 (1)	4. Zeile: „... haben, um alle horizontalen Lasten, die ...“		Überschrift: „Vorspannung mit nachträglichem Verbund“ (in Inhaltsverzeichnis entsprechend)
4.3.5.6.2 (1)	Bild 4.29 (a): Ausmitte nur „e <sub>0</sub> “	5.3.3.2	„Der Mindestwert der Querschnittsfläche der gesamten Längsbewehrung $A_{s,min}$ sollte ...“
4.3.5.6.3 (4)	vor Gleichung (4.72): „... kann die Krümmung in Gleichung (4.69) hergeleitet werden aus“		Bild 5.11: Beschriftung rechts korrigieren von oben nach unten: „Umhüllende für $(M_{sd}/z + N_{sd})$ “ „Umhüllende der Zugkraft $F_s$ “ „Zugkraftdeckungslinie“
4.3.5.6.4 (4)	Bild 4.32: Getrennter Nachweis in y-Richtung bei $e_z > 0,2h$	5.4.1.2.1 (2)	Verweise unten korrigieren: links: „siehe 5.4.2.1.4“ rechts: „siehe 5.4.2.1.5“ „... b und $l_{eff} \geq 4h$ “ „In Platten mit $V_{sd} \leq 1/3 V_{Rd2} \dots$ “ „In Konsolen ..., wenn die Hauptzugbewehrung $A_s$ größer ... in der Betondruckstrebe aufzunehmen.“ Satzrest streichen
		5.4.2.1.3 (2)	Gleichung (A 1.11): „ $\varepsilon_{cs} (t - t_s)$ “ vor letztem Satz: „ $t - t_s$ tatsächliche, ...“
4.4.2.2 (3)	$A_s$ : „Querschnittsfläche der Zugbewehrung“	A 1.0 A 1.1.3 (1)	2. Absatz: „..., sollte die zu erwartende Genauigkeit der Vorhersagen nach den Absätzen A 1.1.2 (3) und A 1.1.3 (1) beachtet werden. ...“
4.4.2.4 (3)	k <sub>1</sub> : Text ergänzt: „Bei Zwangbeanspruchung sollte k <sub>1</sub> durch das Produkt k <sub>1</sub> k ersetzt werden, wobei k nach Absatz 4.4.2.2 (3) zu bestimmen ist.“	A 2.8 (5) A 2.9 (2)	Gleichung (A 2.8), 2. Klammer, 1. Wert: „ $m_{ovy}$ “ Flußdiagramm nach Absatz (3) gehört zu (2)
(8)	k <sub>2</sub> : „k <sub>2</sub> = 1,0 für reinen Zug“	(5)	Gleichung (A 2.20): „... $\leq 1/2 \cdot v \cdot f_{ed}$ “
	Bild 4.33: Beschriftung korrigieren „... 2,5 (c + $\phi/2$ )“ bzw. „2,5 (h - d)“	A 3.1	Bild A 3.1: unter 2. Abfrage: „Einzelbauteil“ unter 3. Abfrage: „ja“ neben 3. Abfrage: „nein“
5.0	s <sub>t</sub> : „Abstand der Querstäbe ...“		Bild A 3.2: Kasten Mitte unten: „... 4.3.5.5.1 (2)“

A 3.2 (1)

2. Zeile:  
„..., wenn die Biegesteifigkeit ...“

A 4.3 (3)

kein Prinzip

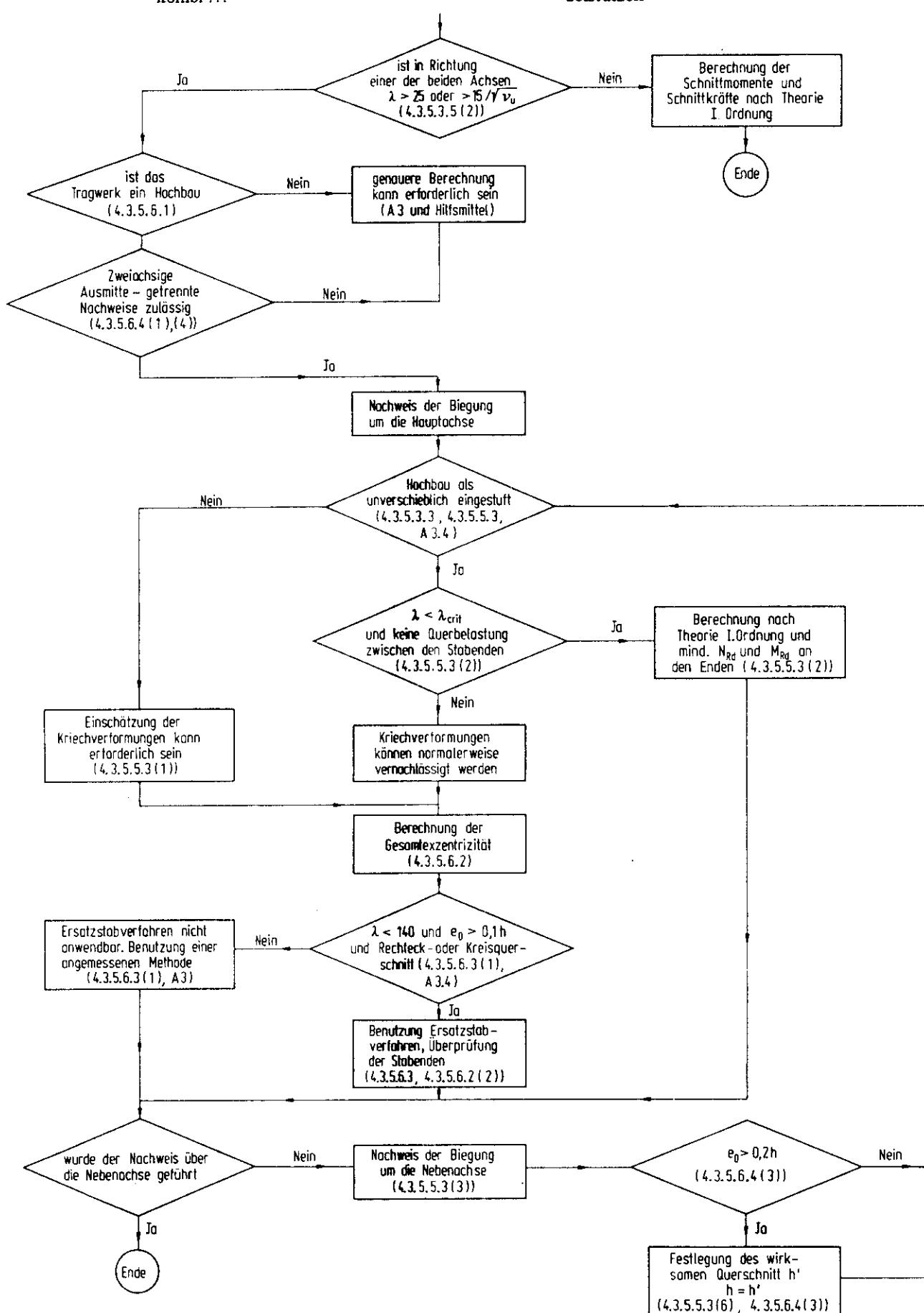
A 3.5 (3)

letzte Zeile:  
„ $A_c \cdot f_{cd}$ “ in Klammern setzen

A 4.2 (5)

„... infolge der quasi-ständigen Last-  
kombi ...“

Bild A 3.3 Flußdiagramm 3: Berechnungsmethoden für Einzelstützen



**Einzelpreis dieser Nummer 49,50 DM**  
zuzügl. Porto- und Versandkosten

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den A. Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

**Abonnementsbestellungen:** Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 96 82/238 (8.00–12.30 Uhr), 4000 Düsseldorf 1

Bezugspreis halbjährlich 81,40 DM (Kalenderhalbjahr). Jahresbezug 162,80 DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim A. Bagel Verlag vorliegen.

Reklamationen über nicht erfolgte Lieferungen aus dem Abonnement werden nur innerhalb einer Frist von drei Monaten nach Erscheinen anerkannt.

**In den Bezugs- und Einzelpreisen ist keine Umsatzsteuer i. S. d. § 14 UStG enthalten.**

**Einzelbestellungen:** Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 96 82/241, 4000 Düsseldorf 1

Von Vorabeinsendungen des Rechnungsbetrages – in welcher Form auch immer – bitten wir abzusehen. Die Lieferungen erfolgen nur aufgrund schriftlicher Bestellung gegen Rechnung. Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim A. Bagel Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgeber: Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 4000 Düsseldorf 1  
Herstellung und Vertrieb im Namen und für Rechnung des Herausgebers: A. Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 4000 Düsseldorf 1  
Druck: TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Düsseldorf und Mönchengladbach

ISSN 0177-3569