

DIN EN 15037-1

ICS 91.100.30

Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Betonfertigteile –
Balkendecken mit Zwischenbauteilen –
Teil 1: Balken;
Deutsche Fassung EN 15037-1:2008**

Precast concrete products –
Beam-and-block floor systems –
Part 1: Beams;
German version EN 15037-1:2008

Produits préfabriqués en béton –
Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous –
Partie 1: Poutrelles;
Version allemande EN 15037-1:2008

Gesamtumfang 95 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese DIN-EN-Norm ist voraussichtlich vom Januar 2009 an anwendbar.

Die CE-Kennzeichnung von Bauprodukten nach dieser DIN-EN-Norm in Deutschland kann erst nach der Veröffentlichung der Fundstelle im Bundesanzeiger von dem dort genannten Termin an erfolgen.

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15037-1:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 229 „Vorgefertigte Betonerzeugnisse“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) ausgearbeitet.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Arbeitsausschuss NA 005-07-08 AA „Betonfertigteile“ — Spiegelausschuss zum CEN/TC 229 des Normenausschusses Bauwesen (NABau) zuständig.

ICS 91.100.30

Deutsche Fassung

**Betonfertigteile —
Balkendecken mit Zwischenbauteilen —
Teil 1: Balken**

Precast concrete products —
Beam-and-block floor systems —
Part 1: Beams

Produits préfabriqués en béton —
Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous —
Partie 1: Poutrelles

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Juni 2007 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Die Nummerierung der Abschnitte bezieht sich, zumindest in Bezug auf die ersten drei Ziffern, streng nach EN 13369: „Allgemeine Regeln für Betonfertigteile“. Ist ein Abschnitt von EN 13369 nicht zutreffend oder in einem allgemeinen Verweis dieser Norm enthalten, entfällt die Nummer.

Vorwort	3
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Anforderungen	9
5 Prüfverfahren	23
6 Bewertung der Konformität	25
7 Kennzeichnung	25
8 Technische Dokumentation	26
Anhang A (normativ) Prüfpläne für Balken	27
Anhang B (informativ) Typologie von Balkendecken mit Zwischenbauteilen	29
Anhang C (informativ) Monolithische Wirkung von Verbunddeckensystemen	33
Anhang D (informativ) Bauliche Durchbildung der Auflager und Verankerung der Bewehrung	38
Anhang E (informativ) Bemessung von Verbunddeckensystemen	47
Anhang F (informativ) Bemessung von selbsttragenden Balken	64
Anhang G (informativ) Wirkung als vorgefertigtes Deckenelement (Elementdecke)	65
Anhang H (normativ) Prüfung zur Bestimmung von Montage-Stützweiten	67
Anhang J (informativ) Betondruckfestigkeit beim Aufbringen der Vorspannkraft	73
Anhang K (informativ) Feuerwiderstand	75
Anhang L (informativ) Schalldämmung	78
Anhang Y (Informativ) Auswahl des Verfahrens zur CE-Kennzeichnung	80
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den wesentlichen Anforderungen der EG-Richtlinie 89/109/EWG (EG-Bauproduktenrichtlinie)	81
Literaturhinweise	93

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15037-1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 229 „Vorgefertigte Betonteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird, und wurde von einer durch die Liaison-Gruppe CEN/TC 229-TC 250 ernannten gemeinsamen Arbeitsgruppe insbesondere auf seine Kompatibilität mit den Eurocodes für den Ingenieurbau geprüft und verabschiedet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2011 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Die Reihe Europäischer Normen für Balkendecken mit Zwischenbauteilen besteht aus fünf Teilen:

- prEN 15037-1, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 1: Balken*
- prEN 15037-2, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 2: Zwischenbauteile aus Beton*
- prEN 15037-3, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 3: Ziegel als Zwischenbauteile*
- prEN 15037-4, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 4: Zwischenbauteile aus Polystyrol¹⁾*
- prEN 15037-5, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 5: Leichte Zwischenbauteile¹⁾*

Diese Norm ist Teil einer Reihe von Produktnormen für Betonfertigteile.

Für allgemeine Aspekte wird auf EN 13369, *Allgemeine Regeln für Betonfertigteile* verwiesen, aus der auch die maßgebenden Anforderungen von EN 206-1 *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität* entnommen sind.

Die Verweisungen in den Produktnormen des CEN/TC 229 auf EN 13369 dienen der Homogenität und verhindern die Wiederholung von ähnlichen Anforderungen.

In Bezug auf die Bemessung wird auf die Eurocodes verwiesen. Der Einbau von einigen Betonfertigteilen für tragende Zwecke wird in der Europäischen Vornorm ENV 13670-1, *Ausführung von Betontragwerken — Teil 1: Allgemeine Regeln* behandelt. In allen Ländern kann die Vornorm durch Alternativen für die nationale Anwendung ergänzt werden; sie sollte nicht als Europäische Norm behandelt werden.

1) In Vorbereitung.

DIN EN 15037-1:2008-07
EN 15037-1:2008 (D)

Das Normenprogramm für tragende Betonfertigteile umfasst die folgenden Normen, die teilweise aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1168, *Betonfertigteile — Hohlplatten*
- EN 12794, *Betonfertigteile — Gründungspfähle*
- EN 12843, *Betonfertigteile — Maste*
- EN 13224, *Betonfertigteile — Deckenplatten mit Stegen*
- EN 13225, *Betonfertigteile — Stabförmige Bauteile*
- EN 13693, *Betonfertigteile — Besondere Fertigteile für Dächer*
- EN 13747, *Betonfertigteile — Fertigteilplatten mit Ortbetongergänzung*
- EN 13978, *Betonfertigteile — Betonfertiggaragen*
- EN 14843, *Betonfertigteile — Treppen*
- EN 14844, *Betonfertigteile — Hohlkastenelemente*
- EN 14991, *Betonfertigteile — Gründungselemente*
- EN 14992, *Betonfertigteile — Wandelemente*
- EN 15050, *Betonfertigteile — Fertigteile für Brücken*
- prEN 15258, *Betonfertigteile — Stützwände*

Im Anhang ZA dieser Norm werden die Verfahren der Anwendung der CE-Kennzeichnung auf Produkte festgelegt, die unter Anwendung der zutreffenden EN-Eurocodes (EN 1992-1-1:2004 und EN 1992-1-2:2004) bemessen wurden. In Fällen, in denen die Bedingungen für die Anwendung der EN-Eurocodes in den Bauwerken am Verwendungsort nicht gegeben sind, finden für Festigkeit und/oder den Feuerwiderstand von den EN-Eurocodes abweichende Vorschriften Anwendung; die Bedingungen zur Anbringung der CE-Kennzeichnung an den Produkten sind in ZA.3.4 beschrieben.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die in dieser Norm aufgeführte Konformitätsbewertung bezieht sich auf die in Verkehr gebrachten Fertigteile und deckt alle im Werk durchgeführten Arbeitsschritte der Fertigung ab.

Hinsichtlich der Bemessungsregeln wird auf EN 1992-1-1:2004 verwiesen. Weitere ergänzende Regeln werden angegeben, sofern dies erforderlich ist.

Empfehlungen für Balkendecken mit Zwischenbauteilen werden in informativen Anhängen zur monolithischen Wirkung von Verbunddeckensystemen (Anhang C), zur baulichen Durchbildung der Auflager und Verankerung der Bewehrung (Anhang D), zur Bemessung von Verbunddeckensystemen (Anhang E), zur Bemessung von selbsttragenden Balken (Anhang F), zur Wirkung als vorgefertigtes Deckenelement (Elementdecke) (Anhang G), zum Feuerwiderstand (Anhang K) und zur Schalldämmung (Anhang L).

In Übereinstimmung mit EN 1992-1-1:2004, 1.2 entsprechen die in den informativen Anhängen dieser Norm angegebenen ergänzenden Regeln den in EN 1992-1-1 festgelegten maßgebenden Grundsätzen.

Da die in Versuchen ermittelten Nachweise hauptsächlich auf Bauteilen mit begrenzter Tiefe und begrenzter Breite beruhen, gilt diese Norm für Bauteile mit diesen begrenzten Maßen. Diese Einschränkung zielt nicht darauf ab, die Anwendung von Bauteilen mit größeren Maßen zu unterbinden; die bisherigen Erfahrungen reichen jedoch nicht aus, um die Bemessungsregeln hierfür zu normen.

In 4.2.3, 4.3.2, 4.3.3 und 4.3.4 der vorliegenden Norm sind besondere Bestimmungen enthalten, die sich aus der Anwendung von EN 1992-1-1:2004 und EN 1992-1-2:2004 ergeben und auf das betreffende Produkt abgestimmt wurden. Die Anwendung dieser Bestimmungen entspricht der Bemessung von Bauwerken nach EN 1992-1-1:2004 und EN 1992-1-2:2004.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm behandelt die Anforderungen an sowie die grundlegenden Leistungskriterien und die Konformitätsbewertung von vorgefertigten Balken aus Stahl- oder Spannbeton (Normalbeton) nach EN 1992-1-1:2004 mit oder ohne Ziegelschale, die zusammen mit Zwischenbauteilen nach prEN 15037-2 oder prEN 15037-3 oder prEN 15037-4 oder prEN 15037-5 und/oder Ortbeton zur Herstellung von Balkendecken mit Zwischenbauteilen sowie von Dachsystemen verwendet werden. Anhang B enthält eine Übersicht über die verschiedenen Typen von Decken- und Dachsystemen.

Die Gesamthöhe der Balken muss stets zwischen 60 mm und 500 mm betragen, und der Mittenabstand der Balken darf nicht mehr als 1,00 m betragen.

Bei größeren Höhen müssen die vorgefertigten Betonbalken stets den Anforderungen nach EN 13225 genügen.

Die durch diese Norm abgedeckten Produkte sind sowohl für den Einsatz als tragende Decken- und Dachsysteme einschließlich Parkflächen für leichte Fahrzeuge entsprechend der Verkehrskategorie F nach EN 1991-1-1:2002, die keinen Dauerschwingbeanspruchungen ausgesetzt sind, vorgesehen.

Die Produkte dürfen auch in Erdbebengebieten eingesetzt werden, vorausgesetzt, sie erfüllen die besonderen Anforderungen an diesen Verwendungszweck.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1990:2002, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1992-1-1:2004, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau*

EN 1992-1-2:2004, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 10080:2005, *Stahl für die Bewehrung von Beton — Schweißgeeigneter Betonstahl — Allgemeines*

EN 12390-4:2000, *Prüfung von Festbeton — Teil 4: Bestimmung der Druckfestigkeit — Anforderungen an Prüfmaschinen*

EN 13369:2004, *Allgemeine Regeln für Betonfertigteile*

prEN 15037-2, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 2: Zwischenbauteile aus Beton*

prEN 15037-3, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 3: Ziegel als Zwischenbauteile*

3 Begriffe

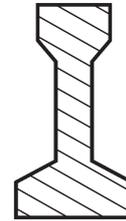
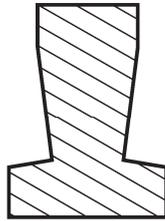
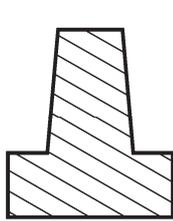
Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 13369:2004 und die folgenden Begriffe.

3.1

Balken

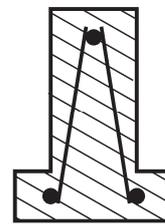
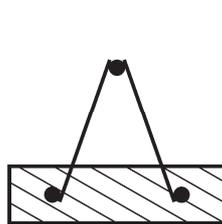
stabförmiges tragendes Bauteil mit kleiner Querschnittsfläche aus Stahl- oder Spannbeton, das vollständig oder teilweise vorgefertigt ist

ANMERKUNG Ein Balken kann, wie in Bild 1 dargestellt, Elemente umfassen, die zu seiner Tragfähigkeit beitragen oder dies nicht tun (z. B. Ziegelunterflansch, Ziegelschalen).

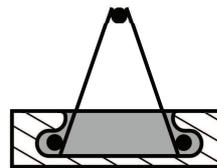
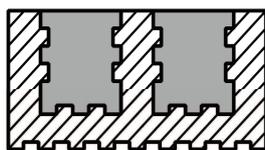
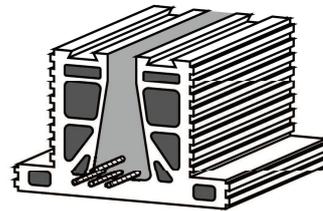
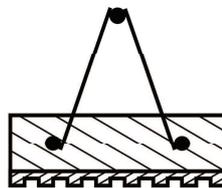
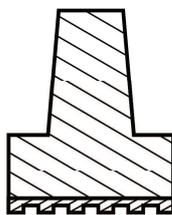


a) umgekehrte T-Träger (Plattenbalken)

b) I-Träger



c) Balken mit Gitterträger



d) Balken mit Ziegelschalen

Bild 1 — Beispiele für Balken

3.2

Spannbetonbalken

Balken mit vorgespannten Spanngliedern, die die Hauptbewehrung des Deckensystems bilden

3.3

Stahlbetonbalken

Balken, dessen Längsbewehrung aus Betonstahl die Hauptbewehrung des Deckensystems darstellt

3.4

selbsttragender Balken

Balken aus Stahl- oder Spannbeton, durch den das Deckensystem, unabhängig von dessen weiteren Bestandteilen, seine endgültige Tragfähigkeit erhält

3.5

nicht selbsttragender Balken

Balken aus Stahl- oder Spannbeton, der zusammen mit Ortbeton – und möglicherweise mit Zwischenbauteilen – der Decke deren endgültige Tragfähigkeit verleiht

3.6

Zwischenbauteil

Bauteil aus Normal- oder Leichtbeton, Ziegel, Polystyrol, Kunststoff oder Holzverbundwerkstoffen, das zwischen den Balken angeordnet wird (siehe auch prEN 15037-2, prEN 15037-3, prEN 15037-4 und prEN 15037-5)

3.7

Verbundbewehrung

Bewehrung, die an beiden Seiten der Grenzfläche zwischen dem Balken und dem Ortbeton verankert ist

ANMERKUNG Die Verbundbewehrung kann aus den Diagonalen eines Gitterträgers, aus einer Einzelbewehrung oder aus einer durchlaufenden Bewehrung in Form von Schlaufen bestehen, wobei möglicherweise an der Ober- und/oder Unterseite ein Längsstab angeschweißt ist (siehe Bild 2)

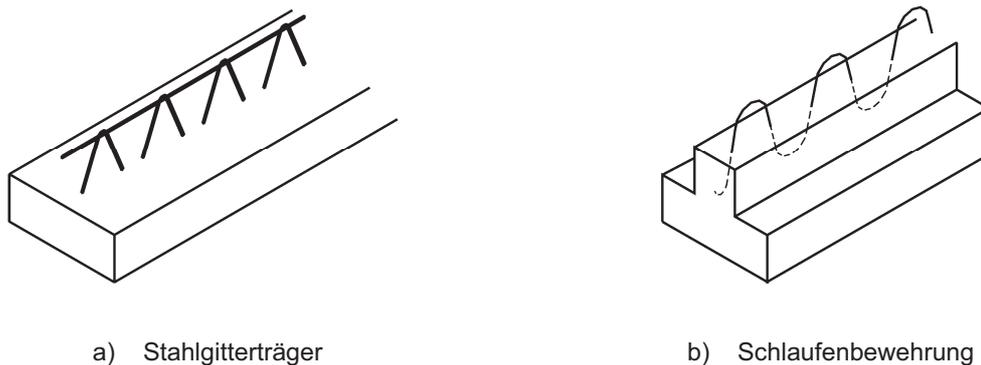


Bild 2 — Beispiele für Verbundbewehrung

3.8

Schubbewehrung

Bewehrung, die mit der Längsachse der Balken im Allgemeinen einen Winkel von 45° bis 90° bildet

ANMERKUNG Sie wird als „Innenbewehrung“ bezeichnet, sofern sie ausschließlich dem Querkraftwiderstand des Balkens dient. In der Praxis besteht sie aus Gitterträgern, einer Schlaufenbewehrung, Bügeln usw.

3.9

Gitterträger

zwei- oder dreidimensionale Metallkonstruktion, die einen Obergurt, einen oder mehrere Untergurt(e) sowie durchlaufende oder unterbrochene Diagonalen umfasst, die mechanisch an den Gurten befestigt oder an diese angeschweißt sind

ANMERKUNG Bild 3 enthält einige Beispiele für Gitterträger

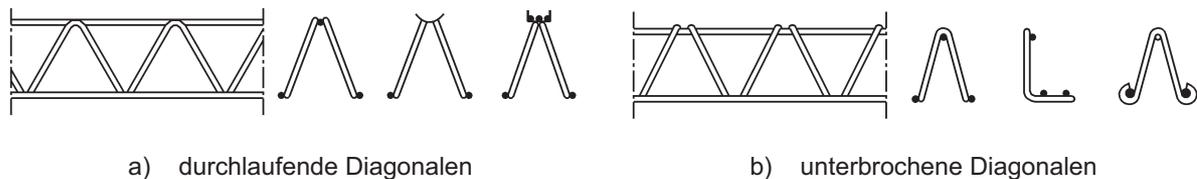


Bild 3 — Beispiele für Gitterträger

3.10

Balkendecke mit Zwischenbauteilen

Decke aus einer Kombination von parallel verlaufenden Balken und zwischen diesen angeordneten Zwischenbauteilen, möglicherweise zusätzlich mit einer Aufbetonschicht, die als Druckplatte wirken kann, dies jedoch nicht notwendigerweise tun muss

3.11

Druckplatte

druckbeanspruchter Obergurt eines Teils der tragenden Decke

ANMERKUNG Die Druckplatte könnte eine mit den Rippen verbundene Lastverteilungsplatte oder eine Aufbetonschicht unter Berücksichtigung des oberen Rippenteils und des oberen Gurts der statisch mitwirkenden Zwischenbauteile sein

3.12

Lastverteilungsplatte

bewehrte monolithische, die gesamte Deckenfläche umfassende Betonplatte aus Ortbeton zur Verteilung von Punktlasten über die Rippen oder zur Sicherstellung der Biegetragfähigkeit der Platte zwischen den Rippen

4 Anforderungen

4.1 Anforderungen an die Baustoffe

4.1.1 Allgemeines

Es gilt EN 13369:2004, 4.1.1.

4.1.2 Ausgangsstoffe für Beton

Es gilt EN 13369:2004, 4.1.2.

4.1.3 Betonstahl

4.1.3.1 Stäbe, Ringe und geschweißte Matten

Es gilt EN 13369:2004, 4.1.3.

4.1.3.2 Gitterträger

Gitterträger müssen EN 10080 entsprechen.

4.1.3.3 Verbundbewehrung

Von Gitterträgern abweichende Verbundbewehrungen müssen aus geripptem, profiliertem oder glattem Stahl entsprechend den jeweiligen Normen bestehen. Auch Spanndraht oder Spannlitzen können verwendet werden, sofern deren Eignung nachgewiesen werden kann.

Der Durchmesser dieser Bewehrungen muss mindestens 4 mm und darf höchstens 8 mm betragen.

4.1.4 Spann Stahl

Es gilt EN 13369:2004, 4.1.4.

Es dürfen nur Spannglieder (Drähte oder Litzen) mit einem Durchmesser unter 13 mm verwendet werden.

ANMERKUNG Bis zur Bereitstellung von Europäischen Spezifikationen dürfen auch andere Spannstähle, welche die nationalen Anforderungen erfüllen, verwendet werden.

4.1.5 Einbauteile und Verbindungsmittel

Es gilt EN 13369:2004, 4.1.5.

4.2 Anforderungen an die Herstellung

4.2.1 Herstellung des Betons

Es gilt EN 13369:2004, 4.2.1.

ANMERKUNG Für Stahlbetonbalken dürfen die in EN 13369:2004, Tabelle 1, angegebenen Werte auf eine Zylinderdruckfestigkeit von mindestens 4 MPa am Ende der Nachbehandlung reduziert werden.

4.2.2 Festbeton

4.2.2.1 Festigkeitsklassen

Es gilt EN 13369:2004, 4.2.2.1.

4.2.2.2 Druckfestigkeit

Es gilt EN 13369:2004, 4.2.2.2. Darüber hinaus darf die Mindestdruckfestigkeit des Betons im Lieferzustand für Stahlbetonbalken nicht weniger als 20 MPa und für Spannbetonbalken nicht weniger als 25 MPa betragen.

ANMERKUNG Bei Spannbetonbalken, für die die Mindestbetondruckfestigkeit beim Aufbringen der Vorspannkraft angegeben wird, ist eine Überprüfung der Betondruckfestigkeit am Tag der Lieferung nicht erforderlich.

Die Betonfestigkeitsklasse darf für Stahlbetonbalken nicht geringer als C25/30 und für Spannbetonbalken nicht geringer als C30/37 sein.

4.2.3 Bewehrung

4.2.3.1 Verarbeitung von Betonstahl

Es gilt EN 13369:2004, 4.2.3.1.

4.2.3.2 Vorspannen

4.2.3.2.1 Anfangszugspannungen

Es gilt EN 13369:2004, 4.2.3.2.1.

4.2.3.2.2 Genauigkeit des Vorspannens

Es gilt EN 13369:2004, 4.2.3.2.2.

4.2.3.2.3 Mindestbetondruckfestigkeit beim Aufbringen der Vorspannkraft

Beim Aufbringen der Vorspannkraft muss die Betondruckfestigkeit, $f_{cmin,p}$, mindestens $(5/3) \sigma_{cp}$ betragen – wobei σ_{cp} die Druckspannung ist, die sich unter der End-Vorspannkraft an der unteren Faser des Balkens entwickelt hat – oder $f_{cmin,p}$ muss 20 MPa betragen, je nachdem, welcher Wert der größere ist.

Die Mindestbetondruckfestigkeit beim Aufbringen der Vorspannkraft ist nach 5.1 nachzuweisen.

4.2.3.2.4 Schlupf von Spanngliedern

In Ergänzung zu EN 13369:2004, 4.2.3.2.4 sollten die Werte für den maximalen Schlupf für überstehende Spannglieder aus Tabelle 1 entnommen werden. Ist die Anfangsvorspannkraft, σ_0 , geringer als die maximale Vorspannkraft, σ_{0max} , nach EN 13369:2004, 4.2.3.2.1, sind die Werte aus Tabelle 1 um das Verhältnis $\sqrt{\sigma_0/\sigma_{0max}}$ zu reduzieren.

Tabelle 1 — Werte für den maximalen Schlupf bei überstehenden Spanngliedern, ΔL_0 , in mm

Drähte			Litzen		
Durchmesser	$f_{cmin,p} = 20$ MPa	$f_{cmin,p} = 30$ MPa	Durchmesser	$f_{cmin,p} = 20$ MPa	$f_{cmin,p} = 30$ MPa
Ø 4	2,0	2,0	Ø 5,2	2,5	2,5
Ø 5	2,2	2,0	Ø 6,85	2,8	2,5
Ø 6	2,4	2,0	Ø 9,3	3,0	2,5
Ø 7	2,6	2,3	Ø 12,5	3,5	3,0

ANMERKUNG „Gute“ Verbundbedingungen werden bei stranggepressten und gleitgeschalteten Bauteilen erreicht. Hinsichtlich der Beschreibung von „guten“ und „schlechten“ Verbundbedingungen gilt EN 1992-1-1:2004, Bild 8.2.

Der Schlupf der Spannglieder ist nach 5.4.2 nachzuweisen.

4.2.3.2.5 Grenzwerte der Vorspannkraft

Der Wert für die Vorspannkraft wird durch die folgenden beiden Bedingungen begrenzt:

a) Mindestvorspannung

Unter Einwirkung der End-Vorspannkraft muss die mittlere Spannung infolge Vorspannung im Querschnitt mindestens 2 MPa bzw. an der unteren Faser mindestens 4 MPa betragen.

b) Maximale Vorspannung

Die maximale Zugspannung an der oberen Faser, die sich aus der Einwirkung der Vorspannkraft und des Eigengewichts des Balkens ergibt, muss begrenzt sein.

ANMERKUNG Der Wert $0,30 f_{cmin,p}^{2/3}$ kann angesetzt werden, wenn $f_{cmin,p}$ die Druckfestigkeit des Betons beim Aufbringen der Vorspannkraft ist.

Die Mindestdruckspannung ist nach 4.2.3.2.3 nachzuweisen.

4.2.3.2.6 Vorspannungsverluste

Die End-Vorspannkraft, $P_{m,\infty}$, ist gleich der Anfangsvorspannkraft, P_0 , abzüglich der Gesamtverluste ΔP nach einer unbestimmten Zeit.

Ist keine genauere Berechnung möglich, sollten für die Bestimmung der Vorspannverluste die Werte aus der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2 — End-Vorspannverluste

Anfangsspannung in den Spanngliedern (σ_{0max})	Endverluste der Anfangsvorspannkraft zu einer unbestimmten Zeit, in Prozent ($\Delta P/P_0$ %)
min ($0,85 f_{pk}$; $0,95 f_{p0,1k}$)	22 %
$0,80 f_{pk}$	21 %
$0,75 f_{pk}$	20 %
$0,70 f_{pk}$	19 %
$0,65 f_{pk}$	17 %

4.2.4 Anordnung der Bewehrung

4.2.4.1 Einleitung der Verbundspannung

Liegen eine Fußplatte oder Schalungsziegel vor, darf der Abstand zwischen der Außenfläche der Längsbewehrung und der nächst gelegenen Innenfläche der Ziegel die unten angegebenen Werte nicht unterschreiten:

- \varnothing mm bzw. 5 mm bei Spannstahlbewehrung (wobei der größere Wert maßgebend ist);
- \varnothing mm bzw. 8 mm bei einer Betonstahlbewehrung (wobei der kleinere Wert maßgebend ist).

Dabei entspricht \varnothing dem Stabdurchmesser.

4.2.4.2 Ordnungsgemäße Betoneinbringung und -verdichtung

Sofern nicht andere Bedingungen begründbar sind, müssen die Nennmaße des lichten Abstandes zwischen Stäben oder Stabbündeln, die die Hauptbewehrung bilden, mindestens den in Bild 4 dargestellten Maßen entsprechen. Dabei entspricht d_g dem Größtkorn der Gesteinskörnung.

Bei Balken mit Ziegelschalen entspricht die äußere Form der Balken der Form der Innenseite der Ziegelschalen.

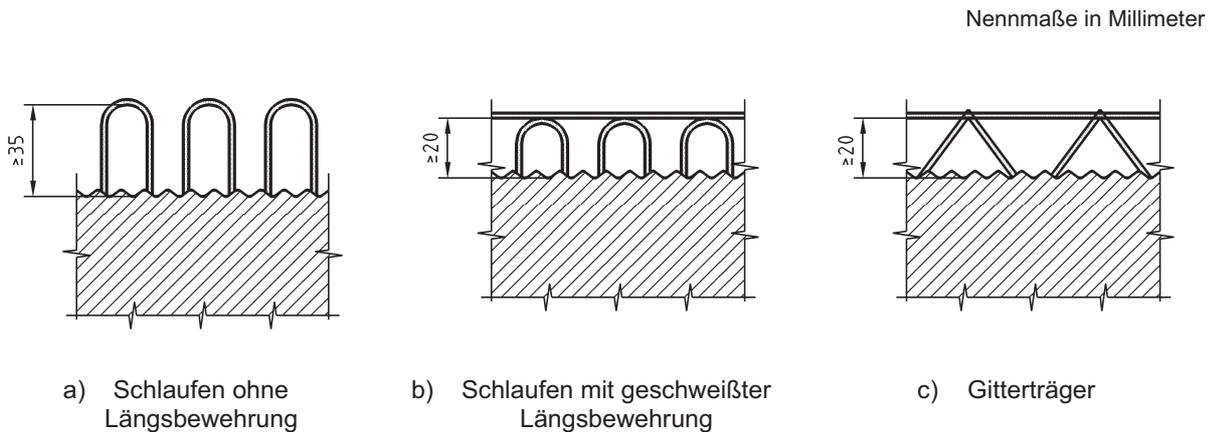


Bild 5 — Anordnung der Verbundbewehrung für eine gute Betoneinbringung und -verdichtung

4.2.4.3 Besondere Anforderungen an Verbund- und Schubbewehrungen

Wird eine Verbund- oder Schubbewehrung verwendet,

- müssen die Schenkel oder Diagonalen der Verbundbewehrung aus glattem, profiliertem oder geripptem Stahl bestehen;
- muss der Nenndurchmesser der Schenkel oder Diagonalen der Verbund- oder Schubbewehrung zwischen 4 mm und 8 mm liegen;
- muss der Hersteller auf der Grundlage einer Berechnung oder durch Prüfung den Ausziehungswiderstand der Verbundbewehrung im Beton des Balkens angeben;
- muss die Festigkeit der Schweißverbindungen nachgewiesen sein;
- sofern dies begründbar ist, darf die Verbund- oder Schubbewehrung auch aus Spanndrähten hergestellt werden, indem die Zugfestigkeit auf 500 MPa begrenzt wird.

4.2.4.4 Besondere Anforderungen an die Anordnung von Spanngliedern

Zwischen dem Außenrand von Spanngliedern und der nächstgelegenen Betonfläche muss ein Mindestabstand c_{\min} beibehalten werden, um dem Risiko der Bildung von Längsrissen in den Balken vorzubeugen.

Sind keine spezifischen Berechnungen oder Prüfungen möglich, muss die Mindestbetondeckung c_{\min} zwischen dem Außenrand des Spanngliedes und der nächstgelegenen Betonfläche mindestens wie folgt sein (siehe Bild 6):

- bei einem Nenn-Mittenabstand der Litzen $\geq 3 \varnothing$: $c_{\min} = 1,5 \varnothing$;
- bei einem Nenn-Mittenabstand der Litzen $< 2,5 \varnothing$: $c_{\min} = 2,5 \varnothing$;

c_{\min} sollte durch lineare Interpolation der zuvor berechneten Werte abgeleitet werden.

ANMERKUNG 1 Werden unterschiedliche Bewehrungsdurchmesser verwendet, ist der mittlere Durchmesser zu berücksichtigen.

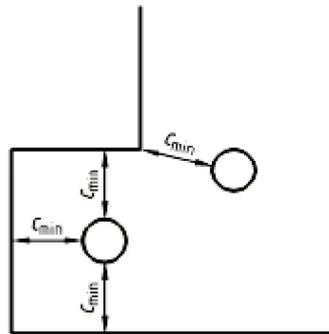


Bild 6 — Erforderliches Mindestmaß, um eine Rissbildung im Beton von Spannbetonbalken zu verhindern

ANMERKUNG 2 Ist ein Ziegelunterflansch oder eine Ziegelschale vorhanden und ist der untere Teil der Fugen zwischen den Ziegelementen vollständig mit Beton gefüllt, darf eine Dicke der Ziegelschale von x mm als gleichwertig mit einer Betondeckung von x mm angesehen werden (für aktive und passive Bewehrung).

4.3 Anforderungen an das Endprodukt

4.3.1 Geometrische Eigenschaften

4.3.1.1 Allgemeines

Es gelten die folgenden Abschnitte in Ergänzung zu EN 13369:2004, 4.3.1.

Für die technische Dokumentation siehe Abschnitt 8.

4.3.1.2 Herstellungstoleranzen

4.3.1.2.1 Allgemeines

Die nach 5.2 gemessenen maximalen Maßabweichungen von den festgelegten Nennmaßen müssen die nachstehenden Anforderungen erfüllen.

4.3.1.2.2 Maßtoleranzen

- a) Nennlänge des Betonbalkens: ± 25 mm
- b) Nennhöhe h :
 - (-5; +10) mm, bei $h \leq 100$ mm
 - (-5 $h/100$; +10) mm, bei $100 \text{ mm} \leq h \leq 200$ mm
 - (-10; +10) mm, bei $200 \text{ mm} \leq h \leq 500$ mm
- c) Breite des Unterflansches: ± 5 mm
- d) die weiteren Quermaße:
 - selbsttragende Balken und nicht selbsttragende Balken ohne Stegvoute: (-5; +10) mm
 - nicht selbsttragende Balken mit Stegvoute (-5; +5) mm.

ANMERKUNG Die Bedingungen zur Berücksichtigung eines Balkens mit Stegvoute sind in Tabelle 3 angegeben (Typ c_{2b}).

e) die Geradheit von Spannbetonbalken in der horizontalen Ebene: $\leq 1/250$ des Betonbalkens

4.3.1.2.3 Toleranzen für die Anordnung der Bewehrung

a) Längsbewehrung aus Betonstahl:

- Anordnung im Querschnitt: in vertikaler Richtung: ± 5 mm auf einzelne Bewehrungen;
- Anordnung in Längsrichtung: ± 15 mm;
- Länge des überstehenden Teils: $[-20$ mm, $+50$ mm].

ANMERKUNG Die Toleranz für die Anordnung in Längsrichtung darf erhöht werden, vorausgesetzt, dass ein äquivalentes Sicherheitsniveau durch besondere Festlegungen sichergestellt wird.

b) Spannbewehrung

- Anordnung im Querschnitt: vertikal: $\pm \text{MIN } [5\% h_c; 10 \text{ mm}]$ bezogen auf Einzelstäbe;
 $\pm \text{MAX } [h_c/40; 3 \text{ mm}]$ bezogen auf den Schwerpunkt der Spannbewehrung

wobei h_c die Höhe des Balkens, ausgenommen den Gitterträger, ist (siehe Bild 7).

- Länge des überstehenden Teils: $[-20$ mm, $+50$ mm].

c) Querbewehrung (Verbundbewehrung und Schubbewehrung)

- Anordnung im Querschnitt: in vertikaler Richtung: ± 10 mm;
In horizontaler Richtung: ± 10 mm bezogen auf Einzelstäbe;
- Anordnung in Längsrichtung: ± 30 mm;

4.3.1.3 Mindestmaße

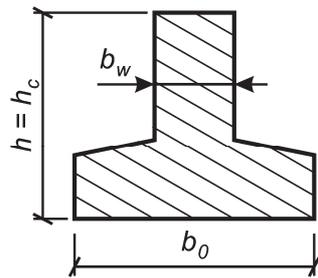
In Ergänzung zu EN 13369:2004, 4.3.1.2 gelten die folgenden Unterabschnitte. Die Maße sind nach 5.2.2 nachzuweisen.

a) Höhe:

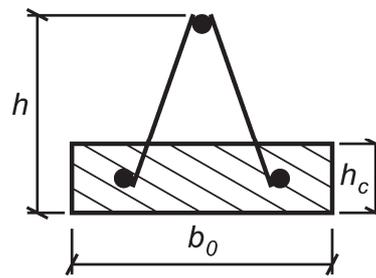
- selbsttragende Balken: $100 \text{ mm} \leq h \leq 500 \text{ mm}$
- nicht selbsttragende Balken: $70 \text{ mm} \leq h \leq 500 \text{ mm}$
- nicht selbsttragende Balken ohne Gitterträger und ohne Steg: $h \geq 60 \text{ mm}$

b) Breiten:

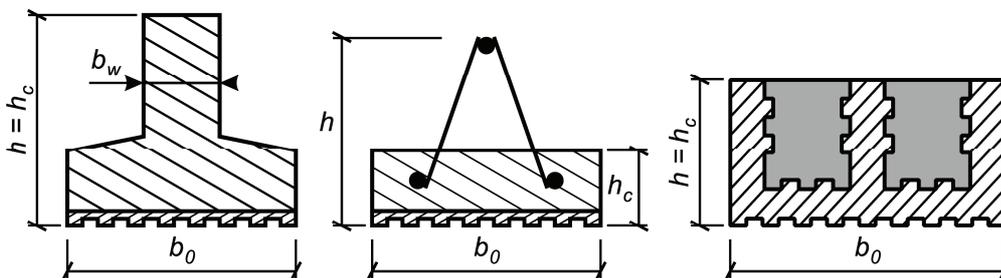
- Breite des Bodens: $b_o \geq 85 \text{ mm}$;
- Breite des Steges: $b_w \geq 40 \text{ mm}$.



a) umgekehrter T-Träger (Plattenbalken)



b) Balken mit Gitterträger



c) Balken mit Ziegelschalen

Bild 7 — Definitionen der Balkenmaße

c) Maße des Unterflansches (siehe Bild 8)

- Auflagefläche: $b_f \geq 20 \text{ mm}$;
- Höhe: $h_f \geq \text{Max}[0,9 b_f ; 30 \text{ mm}]$;
- Winkel: $\alpha_f \leq 35^\circ$;

Nennmaße in Millimeter

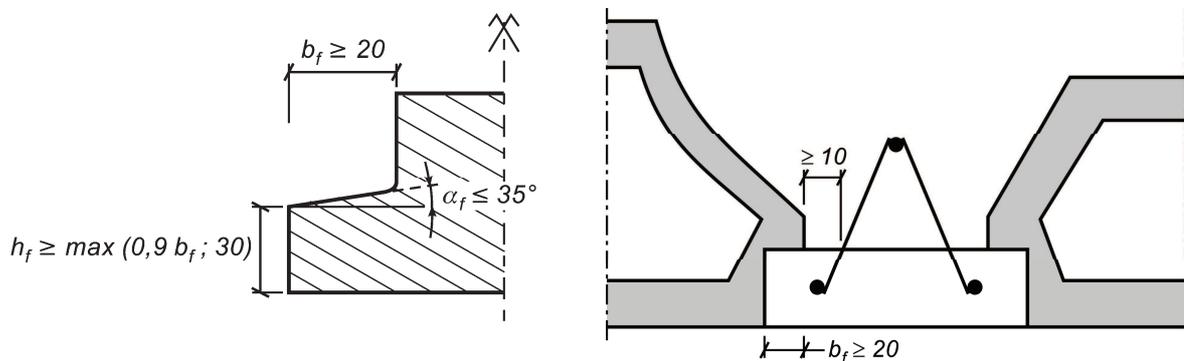


Bild 8 — Maße des Unterflansches

ANMERKUNG Als Mindestwert (der Betondeckung) gilt ein Abstand von 10 mm zwischen der Auflagernase des Zwischenbauteils und der Diagonale des Gitterträgers.

4.3.2 Oberflächenbeschaffenheit

4.3.2.1 Unterflansch

Die tragenden Oberflächen der Balken, die die Zwischenbauteile aufnehmen, müssen eben sein.

ANMERKUNG Sofern bei der Herstellung die Ziegelschalen an der Unterseite des Betons angeordnet werden, dürfen sie mit Rillen versehen werden, um den Verbund zu ermöglichen.

4.3.2.2 Oberseiten und Seiten

Zur Berücksichtigung des Verbundes zwischen Balken und Ortbeton bei der Prüfung von Verbunddecken-systemen aus nicht selbsttragenden Balken auf deren monolithische Wirkung (siehe Anhang C) ist die Oberflächenbeschaffenheit der Grenzfläche zwischen Balken und Ortbeton anzugeben und sicherzustellen.

Die Oberfläche muss sauber und frei von jeglichen Fremdkörpern sein, die sich nachteilig auf den Verbund auswirken könnten. Dies ist nach 5.2.3 nachzuweisen.

Bei Balken mit Ziegelschalen muss der Beton eine raue Oberfläche haben und die Ziegelschalen müssen Rillen aufweisen.

Tabelle 3 enthält — bezogen auf die unterschiedlichen derzeit in der Praxis vorliegenden Oberflächenbedin-gungen bei Spannbetonbalken — den dem Grenzzustand der Tragfähigkeit entsprechenden Bemessungswert der Schubspannung an der Grenzfläche, $k_1 \nu_{R,di}$, und den Wert der Reibungszahl $k_2 \mu$. Dabei werden k_1 und k_2 mit 1,0 angenommen (empfohlene Werte).

Tabelle 3 — Oberflächenbeschaffenheit für vorgespannte Balken (Oberseite und Seiten des Balkens)

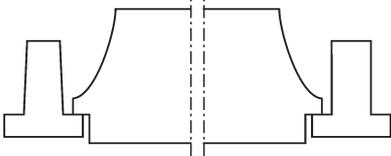
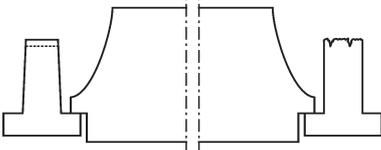
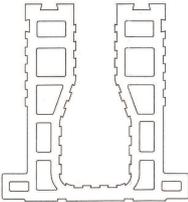
Typ	Oberflächenbeschaffenheit des Balkens	Werte für ν_{Rdi} (MPa)			μ
		Klassen des Ortbetons			
		C20/25	C25/30	\geq C30/37	
c_1	<p>— Oberseite und Seiten des Balkens sind gleitgeschalt oder stranggepresst (ohne Stegvoute)</p> 	0,41	0,48	0,54	0,6
c_{2a}	<p>— Die Oberseite des Balkens ist rau (Oberflächenrauheit mindestens 3 mm bei einem Abstand von nicht mehr als 20 mm) oder quer mit Rillen versehen oder geriffelt. Die Seiten des Balkens sind geformt, gleitgeschalt oder stranggepresst (ohne Stegvoute)</p>  <p>— Bei Ziegelbalken mit Steg sind die Seiten mit Rillen versehen, und die Höhe der Decke entspricht der Höhe des Balkens.</p> 	0,46	0,55	0,63	0,7
c_{2b}	<p>— Oberseite und Seiten des Balkens sind gleitgeschalt oder stranggepresst und in Richtung Gurt mit einer Stegvoute größer als 4 mm und einem Winkel von mindestens 6 % über eine Höhe von mehr als 2/3 der wirksamen Höhe des Verbundes h_u verjüngt.</p>				

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Typ	Oberflächenbeschaffenheit des Balkens	Werte für V_{Rdi} (MPa)			μ
		Klassen des Ortbetons			
		C20/25	C25/30	≥ C30/37	
c_{3a}	<p>— Der Balken entspricht der Beschreibung unter c_{2b} und die Oberseite ist, wie unter c_{2a} definiert, rau.</p> <p>— Bei Ziegelbalken mit Steg ist die Oberseite rau, wie in c_{2a} definiert, die Seiten sind mit Rillen versehen, und die Decke wird durch eine Aufbetonschicht ergänzt.</p> <p>— Bei Ziegelbalken ohne Steg ist die Oberseite rau, wie in c_{2a} definiert.</p>	0,58	0,69	0,79	0,8
c_{3b}	<p>— Der Querschnitt entspricht ungefähr der unter c_{2b} beschriebenen Form. Oberseite und Seiten des Balkens sind unbehandelt, und die Oberflächen der Seiten weisen ein sauber abgeriebenes Erscheinungsbild auf.</p>				
c_4	<p>— Der Balken entspricht der Beschreibung nach c_{3b}, und die Oberseite ist rau, wie unter c_2 definiert.</p>	0,60	0,75	0,83	0,8
c_5	<p>— Oberseite und Seiten des Balkens sind quer geriffelt, wie in EN 1992-1-1:2004, 6.2.5, definiert.</p>	0,60	0,75	0,90	0,9

ANMERKUNG 1 Für den Nachweis in außergewöhnlichen Bemessungssituationen dürfen die Werte für V_{Rdi} um 25 % erhöht werden.

ANMERKUNG 2 Ziegelemente (Balken und Zwischenbauteile) dürfen unmittelbar vor dem Einbringen von Ortbeton angefeuchtet werden.

4.3.3 Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen

4.3.3.1 Allgemeines

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.3.1.

Für die Technische Dokumentation siehe Abschnitt 8.

4.3.3.2 Rechnerischer Nachweis

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.3.2.

4.3.3.3 Versuchsgestützte Berechnung

In Ergänzung zu EN 13369:2004, 4.3.3.3 gelten die folgenden Anforderungen.

Bei vorübergehenden Bemessungssituationen ist das Bemessungsmodell, welches zur Berechnung der Tragfähigkeit von Stahl- oder Spannbetonbalken angewendet wird, zunächst durch Versuche zu kalibrieren.

Ein Prüfverfahren zur Bestätigung eines Bemessungsmodells ist in Anhang H angegeben.

Nach Bestätigung des Bemessungsmodells sind Überwachungsprüfungen an Balken durchzuführen. Dazu ist das gleiche Verfahren wie für die Erstprüfung anzuwenden. Die Balken sind unter Anwendung der in H.2 angegebenen Hypothese zu berechnen.

Für Balken höher als 150 mm kann auf die Überwachungsprüfungen verzichtet werden, wenn das zur Berechnung verwendete Bemessungsmodell die geometrischen Toleranzen einschließt.

4.3.3.4 Nachweis auf der Grundlage von Versuchen

Nicht relevant.

4.3.3.5 Sicherheitsbeiwerte

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.3.5.

4.3.3.6 Vorübergehende Bemessungssituationen

In Ergänzung zu EN 13369:2004, 4.3.3.6 gelten die folgenden Anforderungen.

Die durch diesen Unterabschnitt abgedeckten vorübergehenden Bemessungssituationen beziehen sich auf Lagerung, Handhabung, Transport und Einbau.

Bei der in vorübergehenden Bemessungssituationen zu berücksichtigenden Festigkeit des Betonbalkens und dessen in diesen Situationen zu berücksichtigenden Eigenschaften handelt es sich um die Festigkeit und die Eigenschaften, die vom Hersteller bei der Lieferung festgelegt wurden.

Die effektiven Auflagerlängen, die Abstände zwischen den Auflagern und zwischen den vorübergehenden Auflagern (z. B. Stützen), zusammen mit den bei der Bestimmung berücksichtigten Lasten, sind anzugeben.

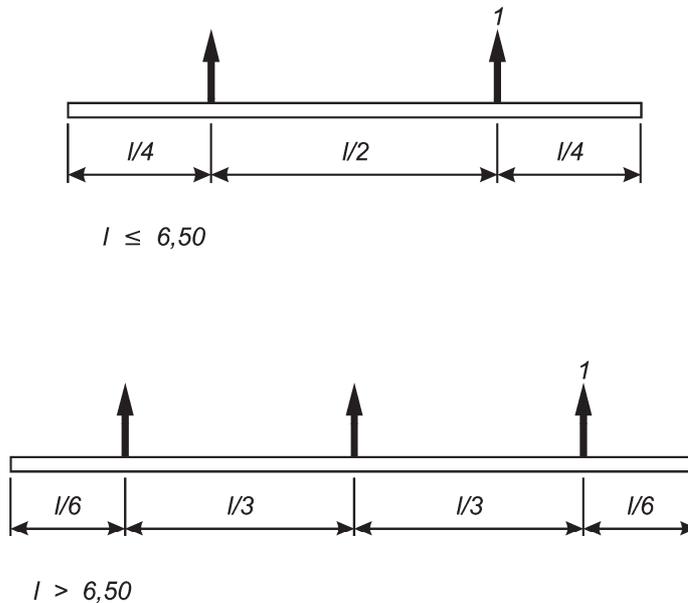
Die technische Dokumentation muss die empfohlenen Einbauzeichnungen umfassen.

Die Lagerungs- und Transportverfahren sowie die Anordnung der Auflagerpunkte sind in der beigefügten Dokumentation anzugeben.

Die Anordnung der Anschlagpunkte ist so zu wählen, dass die Zugspannung im Beton unter der mit einem Schwingbeiwert multiplizierten Einwirkung des Eigengewichts des Balkens auf geeignete Werte begrenzt wird.

Der Hersteller muss die Anordnung der Anschlagpunkte angeben (siehe die in Bild 9 angegebenen Beispiele).

Maße in Meter



Legende

1 Anschlagpunkte

Bild 9 — Beispiele für die Anordnung der Anschlagpunkte

4.3.4 Feuerwiderstand und Brandverhalten

4.3.4.1 Feuerwiderstand

Der Feuerwiderstand, der die Tragfähigkeit von Balken für Deckensysteme aus Balken und Zwischenbauteilen befasst und in Klassen angegeben wird, ist nach EN 13369:2004, 4.3.4.1 bis 4.3.4.3 anzugeben.

ANMERKUNG 1 Für den Nachweis des Feuerwiderstands gegen Normbrand durch Prüfung sollte EN 1365-2 gelten. Das in Anhang K angegebene Verfahren darf zur Bestimmung des Feuerwiderstandes des Deckensystems angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Der Hersteller darf die Bemessung des Deckensystems für den Brandfall in der technischen Dokumentation angeben (siehe Abschnitt 8).

4.3.4.2 Brandverhalten

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.4.4.

4.3.5 Schallschutztechnische Eigenschaften

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.5.

ANMERKUNG Die akustischen Eigenschaften sind vom fertig gestellten Deckensystem (von der Art der Zwischenbauteile, den in der Ober- und/oder Unterseite der Decke verwendeten Bauteilen, usw.) abhängig. Zu Bemessungszwecken darf, sofern keine Prüfergebnisse verfügbar sind, die Luftschall- und die Trittschalldämmung entsprechend Anhang L, abgeschätzt werden.

4.3.6 Wärmeschutztechnische Eigenschaften

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.6.

ANMERKUNG Die wärmeschutztechnische Leistung hängt vom fertig gestellten Deckensystem (von der Art der Zwischenbauteile, den in der Ober- und/oder Unterseite der Decke verwendeten Bauteilen, usw.) ab.

4.3.7 Dauerhaftigkeit

In Ergänzung zu EN 13369:2004, 4.3.7 können die folgenden Anforderungen gelten.

In Bezug auf die Expositionsklassen darf der Mindestabstand zwischen der Oberfläche der Bewehrung und der exponierten Fläche des Balkens im tragenden Teil der Decke (Unterseite) mit den in EN 13369:2004, Tabelle A.2 für Platten angegebenen Werten übereinstimmen.

Der Mindestabstand zwischen der Oberfläche der Bewehrung und der nicht exponierten Fläche kann mit der Expositionsklasse B nach EN 13369:2004, Anhang A übereinstimmen. Wird der Balken zusammen mit Zwischenbauteilen aus Beton oder Ziegeln verwendet, darf die Mindestbetondeckung auf 5 mm verringert werden.

Die in EN 13369:2004, Anhang A beschriebenen alternativen Bedingungen können gelten.

Sofern nicht anders angegeben, dürfen Badezimmer in Einfamilienhäusern oder Wohnungen sowie belüftete Kriechgänge in Gebäuden nach Expositionsklasse B nach EN 13369:2004, Anhang A bemessen werden.

ANMERKUNG Ist ein Ziegelunterflansch oder eine Ziegelschale vorhanden und ist der untere Teil der Fugen zwischen den Ziegelementen vollständig mit Beton gefüllt, darf eine Dicke der Ziegelschale von x mm als gleichwertig mit einer Betondeckung von x mm angesehen werden (für aktive und passive Bewehrung).

4.3.8 Sonstige Anforderungen

Es gilt EN 13369:2004, 4.3.8.

5 Prüfverfahren

5.1 Betonprüfungen

Es gilt EN 13369:2004, 5.1.

ANMERKUNG Wird die Druckfestigkeit des Betons beim Aufbringen der Vorspannkraft durch Prüfung von würfel- oder zylinderförmigen Probekörpern bestimmt, darf das in Anhang J beschriebene Verfahren angewendet werden.

5.2 Bestimmung der Maße und der Oberflächenbeschaffenheit

In Ergänzung zu EN 13369:2004, 5.2, gelten die folgenden Unterabschnitte.

5.2.1 Anordnung der Bewehrung

- a) Durchführung
- b) Die Messungen sind am Ende des Herstellprozesses auf dem Betonierbett oder im Lagerbereich durchzuführen.

Folgende Messungen sind durchzuführen:

- Lage der Längsbewehrung, einschließlich der Betondeckung;
- Länge des Überstandes von überstehenden Stäben;
- Lage der Querbewehrung.

Die Messergebnisse sind aufzuzeichnen.

- b) Auswertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen den Anforderungen nach 4.2.4 und den in 4.3.1.2.3 definierten Toleranzen entsprechen.

5.2.2 Maße der Balken

- a) Durchführung

Die Messungen sind am Ende des Herstellprozesses oder im Lagerbereich durchzuführen. Folgende Messungen sind durchzuführen:

- Länge;
- Geradheit von Spannbetonbalken;
- Querschnittsmaße;

Die Messergebnisse sind aufzuzeichnen.

- a) Auswertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen den Anforderungen nach 4.3.1 und – mit den in 4.3.1.2.2 angegebenen Toleranzen – den vom Hersteller festgelegten Werten entsprechen.

5.2.3 Oberflächenbeschaffenheit

Sind besondere Anordnungen (hinsichtlich der Rauheit, der Balkenformen nach Tabelle 3) erforderlich, um die monolithische Wirkung von Balken und Ortbeton zu erreichen, sind diese Anordnungen den geeigneten Nachweisverfahren zu unterziehen:

- Sichtprüfung der Rauheit in Bezug auf eine Vergleichsprobe;
- Prüfung der Maße des Profils.

5.3 Gewicht der Fertigteile

Das Gewicht der Produkte wird im Allgemeinen auf der Grundlage der rechnerischen Rohdichte und der Nennmaße der Balken bestimmt. Wird im Vertrag die Angabe des Gewichtes gefordert, erfolgt die Bestimmung in Übereinstimmung mit EN 13369.

5.4 Vorspannen

5.4.1 Anfangsvorspannkraft

a) Durchführung

Die Vorspannkraft wird durch Messung der Kraft bzw. der Dehnung bestimmt, wobei die Werte anschließend gegeneinander kalibriert werden.

b) Auswertung der Ergebnisse

Die der gemessenen Dehnung des Spanngliedes entsprechende Zugkraft ist aus dem vom Hersteller des Spanngliedes bereitgestellten „Kraft-Dehnungs-Diagramm“ abzuleiten.

Die Differenz zwischen der mittels direkter Messung der Kraft erhaltenen Anfangsvorspannkraft und der aus der Messung der Dehnung abgeleiteten Kraft muss unter 10 % liegen.

Die Ergebnisse sind aufzuzeichnen.

5.4.2 Schlupf der Spannglieder

a) Durchführung

Unabhängig vom Herstellverfahren ist der Schlupf der Spannglieder mit Hilfe eines geeigneten Messgerätes zu ermitteln, das eine Messgenauigkeit von $\pm 0,1$ mm aufweist.

b) Auswertung der Ergebnisse

Der Schlupf ist auf die in 4.2.3.2.4 angegebenen Werte zu begrenzen.

Bei Litzen, die am Ende der Balken abgesägt werden, sind die einzelnen Werte für den Schlupf der Litze durch Mitteln der Werte von drei (eine Diagonale bildenden) Drähten der Litze zu bestimmen.

6 Bewertung der Konformität

6.1 Allgemeines

Es gilt EN 13369:2004, 6.1.

6.2 Typprüfung

Es gilt EN 13369:2004, 6.2.

6.3 Werkseigene Produktionskontrolle

Es gilt EN 13369:2004, 6.3, mit Ausnahme von 6.3.6.5; zusätzlich gelten die ergänzenden Anforderungen nach Anhang A.

7 Kennzeichnung

Es gilt EN 13369:2004, Abschnitt 7.

Die angelieferten Balken müssen bis zur Montage hinsichtlich des Produktionsstandortes und der -daten eindeutig identifizierbar und rückverfolgbar sein. Zu diesem Zweck muss der Hersteller die Produkte oder die Lieferunterlagen entsprechend kennzeichnen, so dass der Zusammenhang mit den entsprechenden in dieser Norm geforderten Qualitätsaufzeichnungen sichergestellt werden kann. Der Hersteller muss diese Aufzeichnungen für den erforderlichen Archivierungszeitraum aufbewahren und sie auf Anforderung bereitstellen.

ANMERKUNG Für die CE-Kennzeichnung sollte Anhang ZA beachtet werden.

8 Technische Dokumentation

Die bauliche Durchbildung des Bauteiles im Hinblick auf die geometrischen Daten und die ergänzenden Eigenschaften der Baustoffe und Einbauteile ist in der technischen Dokumentation anzugeben, die die konstruktionsrelevanten Daten, wie z. B. die empfohlenen Einbauzeichnungen, die Maße, die Toleranzen, die Anordnung der Bewehrung, die Betondeckung, die erwarteten vorübergehenden Bemessungssituationen, die endgültigen Auflagerbedingungen und die Bedingungen für das Anheben enthält.

Die Balken sind nur mit Zwischenbauteilen, für die die Verträglichkeit mit dem endgültigen Deckensystem nachgewiesen wurde, zu verwenden. Die Verträglichkeitskriterien sind in der technischen Dokumentation anzugeben.

Der Hersteller kann die Angaben, die der Planer für den Tragwerksentwurf der Decke benötigt, in der technischen Dokumentation angeben.

Der Hersteller kann die Bemessung des Deckensystems in der technischen Dokumentation angeben.

Empfehlungen für die Bemessung von Balkendecken mit Zwischenbauteilen werden in informativen Anhängen zur monolithischen Wirkung von Verbunddeckensystemen (Anhang C), zur baulichen Durchbildung der Auflager und Verankerung der Bewehrung (Anhang D), zur Bemessung von Verbunddeckensystemen (Anhang E), zur Bemessung von selbsttragenden Balken (Anhang F), zur Wirkung als vorgefertigtes Deckenelement (Elementdecke) (Anhang G), zum Feuerwiderstand (Anhang K) und zur Schalldämmung (Anhang L) angegeben.

Der Inhalt der technischen Dokumentation ist in EN 13369:2004, Abschnitt 8, dargestellt.

Anhang A (normativ)

Prüfpläne für Balken

A.1 Allgemeines

Es gelten die relevanten Teile von EN 13369:2004, Anhang D. Ergänzend dazu sind die folgenden Pläne anzuwenden.

A.2 Prüfung der Herstellung

Tabelle A.1 ergänzt D.3.2 aus Tabelle D.3 nach EN 13369:2004.

Der Hersteller darf zwischen der potentiellen Festigkeit und der Bauteilfestigkeit wählen. Dabei gilt für die potentielle Festigkeit Punkt 1 von Tabelle A.1 anstelle von Punkt 8 von Tabelle D.3.1 in EN 13369:2004. Für die Bauteilfestigkeit gilt EN 13369:2004, Tabelle D.3.1, Punkt 9.

Tabelle A.1 — Prüfung der Herstellung

	Gegenstand	Verfahren	Ziel ^a	Häufigkeit ^a
Beton				
1	Druckfestigkeit des Betons	Festigkeitsprüfung an gesondert hergestellten Betonprobekörpern oder sonstige Verfahren (siehe 5.1)	Festigkeit des Betons beim Aufbringen der Vorspannkraft (siehe 4.2.3.2.3) Festigkeit bei Anlieferung (siehe 4.2.2.2)	An jedem Produktionstag sind (mindestens) 3 Probekörper herzustellen: — 3 Probekörper für jede Produktionseinheit (Werkhalle) und jede Betonsorte, sofern keine Wärmebehandlung erfolgt ist — 3 Probekörper für jedes Betonierbett und jede Betonsorte, sofern eine Wärmebehandlung erfolgt ist Für Balken mit Gitterträgern darf diese Häufigkeit auf 1 Probekörper je Woche reduziert werden.
Weitere Prüfgegenstände				
2	Anfangsvorspannkraft	Direkte Messung der Spannkraft oder der Dehnung der Spannglieder (siehe 5.4.1)	Nachweis des angegebenen Wertes	Jeder Produktionstag, an einem Vorspannglied je Herstellungseinheit (Werkhalle)
^a Die aufgeführten Prüfungen und Häufigkeiten dürfen angepasst oder sogar gestrichen werden, wenn gleichwertige Informationen direkt oder indirekt durch das Produkt oder die Herstellung gewonnen werden können.				

A.3 Prüfung des Endproduktes

Tabelle A.2 ergänzt D.4.1 aus Tabelle D.4 nach EN 13369:2004.

Tabelle A.2 — Prüfung des Endproduktes

	Gegenstand	Verfahren	Ziel ^a	Häufigkeit ^a
Produktprüfung				
1	Schlupf der Spannglieder	Messung des Schlupfes für nicht gesägte Bauteile (siehe 5.4.2) Sichtprüfung der gesägten Bauteile und Messung	Übereinstimmung mit dem Höchstwert (siehe 4.2.3.2.4)	Jeder Produktionstag, drei Messungen je Betonierbett Sichtprüfung der Bauteile; sofern keine Zweifel bestehen, Messung von drei Litzen je Produktionstag. Im Falle von Zweifeln Messung aller betreffenden Litzen
2	Maße: — Länge — Breite — Querschnitt — Geradheit der Ränder — Betondeckung (Anordnung der Bewehrung) — überstehende Bewehrung	Messung nach 5.2.1 und 5.2.2	Übereinstimmung mit Zeichnung und festgelegten Toleranzen (siehe 4.3.1)	Alle 5 Produktionstage bzw. eine Prüfung je Woche, an (mindestens) einem Balken, der nach dem Zufallsprinzip entnommen wurde; jedes Mal an einem anderem Produktionstyp
3	Enden der Bauteile	Sichtprüfung	Spaltrisse	Jedes gesägte Ende
4	Eigenschaften der Oberfläche: — Rauheit — allgemeines Erscheinungsbild	Sichtprüfung (siehe 5.2.3)	Rauheit im Hinblick auf die monolithische Wirkung (siehe 4.3.2)	Für jede Form
5	Tragfähigkeit von Balken ^c während vorübergehender Bemessungssituationen ^b	Wie in Anhang H beschrieben (siehe auch 4.3.3.3.3)	Übereinstimmung mit den in der Produktnorm festgelegten Anforderungen und den festgelegten oder angegebenen Werten	Für jeden Balkentyp ^c , nach Aufnahme der Produktion oder bei einer wesentlichen Änderung des Typs des Gitterträgers oder des Herstellverfahrens. Während der Herstellung, für Balken ^c ohne Gitterträger, bei Anlieferung, einmal alle 20 Produktionstage, an einem Balken jeder Höhe, jedes Mal an einem Balken mit unterschiedlichen Bewehrungsarten
<p>^a Die aufgeführten Prüfungen und Häufigkeiten dürfen angepasst oder sogar gestrichen werden, wenn gleichwertige Informationen direkt oder indirekt durch das Produkt oder die Herstellung gewonnen werden können.</p> <p>^b Bereits vor Veröffentlichung dieser Norm durchgeführte Prüfungen dürfen berücksichtigt werden, wenn sie den Anforderungen dieser Norm entsprechen. Bei den Prüfergebnissen kann es sich um die vom Hersteller der Gitterträger angegebenen handeln.</p> <p>^c Nicht zutreffend für Balken, die nach 4.3.3.2 bemessen wurden.</p>				

Anhang B (informativ)

Typologie von Balkendecken mit Zwischenbauteilen

B.1 Allgemeines

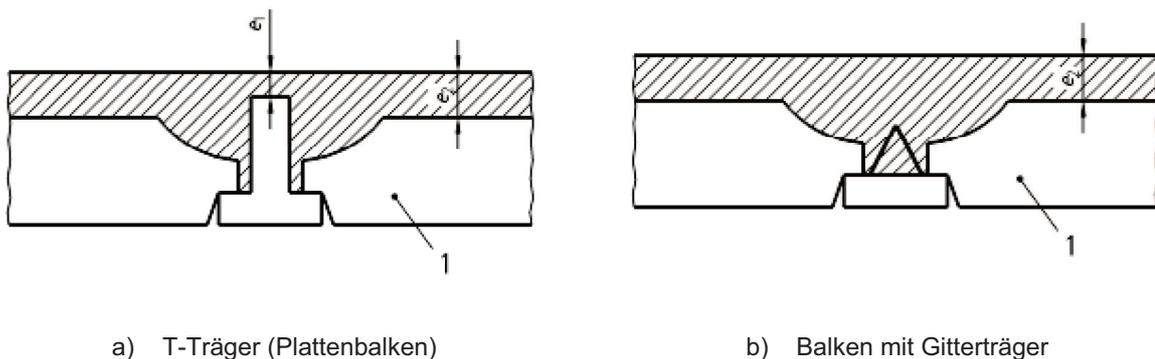
Die Balken werden im Werk in Formen, mittels Gleitschalung oder in Extrudern hergestellt. Zur Verstärkung der Decke dürfen sie in Gruppen angeordnet werden.

Die folgenden Abschnitte enthalten Empfehlungen zu der geeigneten Anordnung von Deckensystemen.

B.2 Deckensysteme mit tragender Aufbetonschicht

B.2.1 Allgemeines

Decken mit tragender Aufbetonschicht bestehen aus Balken mit statisch nicht mitwirkenden oder teilweise mitwirkenden Zwischenbauteilen entsprechend der Definition nach prEN 15037-2, prEN 15037-3, prEN 15037-4 bzw. prEN 15037-5 und mit Ortbeton, der die Druckplatte des fertig gestellten Deckensystems bildet (siehe Bild B.1).



Legende

1 statisch nicht mitwirkende oder teilweise mitwirkende Zwischenbauteile

Bild B.1 — Decke mit tragender Aufbetonschicht

B.2.2 Mit statisch nicht mitwirkenden Zwischenbauteilen

Die Nenndicke der Aufbetonschicht über den Balken, e_1 , und über den Zwischenbauteilen, e_2 , sollte wie folgt sein:

- $e_1 \geq 30$ mm und $e_2 \geq 40$ mm, wenn der Mittenabstand der Balken ≤ 700 mm ist;
- $e_1 \geq 30$ mm und $e_2 \geq 50$ mm, wenn der Mittenabstand der Balken > 700 mm ist.

Liegt die aufgebrachte Nutzlast bei höchstens $2,5 \text{ kN/m}^2$ und der Mittenabstand der Balken unter 700 mm , sollte die Bewehrung der Aufbetonschicht aus einer geschweißten Matte mit einer Querschnittsfläche von $0,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ bestehen, die senkrecht zur Stützweite der Balken verläuft.

Wird eine der genannten Bedingungen nicht erfüllt, sollte die Querschnittsfläche der in die Aufbetonschicht einzubringenden geschweißten Matte im Verhältnis von Durchstanz-Biegung zur Querbiegung bestimmt werden.

Beträgt die Nutzlast höchstens $2,5 \text{ kN/m}^2$ und die lichte Stützweite der Decke höchstens $6,00 \text{ m}$, darf die Bewehrungsmatte in der Aufbetonschicht, sofern sie nicht aus Gründen des negativen Moments vorgesehen ist, durch Faserbewehrung, z. B. aus Polypropylen, ersetzt werden.

B.2.3 Mit statisch teilweise mitwirkenden Zwischenbauteilen

Die Nenndicke der Aufbetonschicht über den Balken e_1 und über den Zwischenbauteilen e_2 sollte folgendermaßen gewählt werden:

— Bei einem Mittenabstand $\leq 700 \text{ mm}$: $e_1 \geq 30 \text{ mm}$

$e_2 \geq 40 \text{ mm}$, wenn der angegebene Widerstand der Zwischenbauteile gegen Durchstanzen-Biegen $\geq 2,0 \text{ kN}$ ist.

$e_2 \geq 30 \text{ mm}$, wenn der angegebene Widerstand der Zwischenbauteile gegen Durchstanzen-Biegen $\geq 2,5 \text{ kN}$ ist.

— Bei einem Mittenabstand $> 700 \text{ mm}$: $e_1 \geq 30 \text{ mm}$

$e_2 \geq 50 \text{ mm}$, wenn der angegebene Widerstand der Zwischenbauteile gegen Durchstanzen-Biegen $\geq 2,0 \text{ kN}$ ist.

$e_2 \geq 40 \text{ mm}$, wenn der angegebene Widerstand der Zwischenbauteile gegen Durchstanzen-Biegen $\geq 2,5 \text{ kN}$ ist.

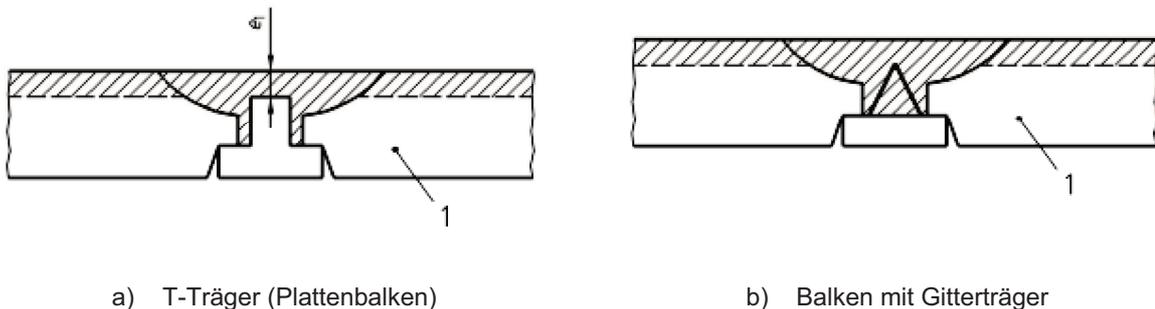
Beträgt die Nutzlast höchstens $2,5 \text{ kN/m}^2$ und die lichte Stützweite der Decke höchstens $6,00 \text{ m}$, darf die Bewehrungsmatte in der Aufbetonschicht, sofern sie nicht aus Gründen des negativen Moments vorgesehen ist, durch Faserbewehrung, z. B. aus Polypropylen, ersetzt werden.

Beträgt der Mittenabstand der Balken mehr als 700 mm oder ist die Nutzlast größer als $2,5 \text{ kN/m}^2$, sollte die Aufbetonschicht entweder durch eine geschweißte Matte in der Aufbetonschicht oder durch Bewehrungsstäbe, die in zu diesem Zweck beibehaltene Querrippen eingebaut wurden, quer bewehrt werden.

B.3 Deckensysteme mit Ortbetonergänzung

Bei Deckensystemen mit Ortbetonergänzung besteht die Druckplatte teilweise aus dem zwischen den Balken und den Zwischenbauteilen eingebrachten Beton und teilweise aus dem Oberflansch der Zwischenbauteile (siehe Bild B.2).

Die Nenndicke der Ortbetonergänzung über den Balken, e_1 , sollte mehr als 30 mm betragen.



Legende

1 statisch mitwirkende Zwischenbauteile mit teil- oder vollvermörtelbaren Stoßfugen

Bild B.2 — Decke mit Ortbetonerfüllung

Die Durchstanz-Biegefestigkeit der Zwischenbauteile sollte $\geq 2,5$ kN betragen, wobei die Anforderungen an die Längsdruckfestigkeit nach prEN 15037-2 für Zwischenbauteile aus Beton und nach prEN 15037-3 für Ziegel als Zwischenbauteile zu erfüllen sind. Die Fugen zwischen den Zwischenbauteilen werden vermörtelt.

Die Ortbetonerfüllung darf bei Zwischenbauteilen mit asymmetrischen Oberflanschen angewendet werden, wobei die Zwischenbauteile um einen Winkel von 180° gedreht werden.

In besonderen Fällen (keine Notwendigkeit der Wirkung als Elementdecke und einer Querlastverteilung) sind keine Querrippen erforderlich, wenn die Nutzlast nicht mehr als $2,5$ kN/m² und die lichte Stützweite der Decke weniger als $6,00$ m beträgt.

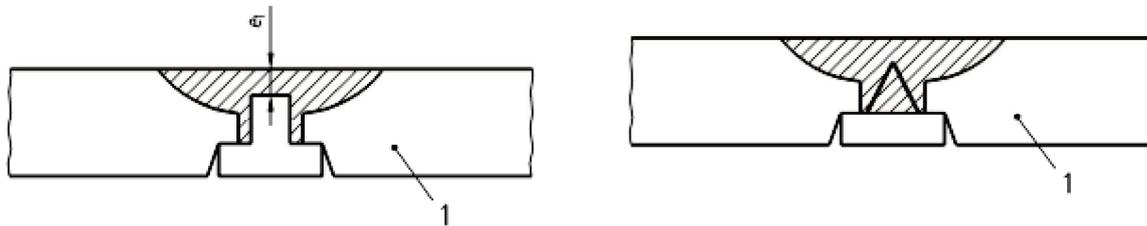
Sind Querrippen erforderlich, sollte deren Mittenabstand nicht mehr als $2,50$ m betragen.

B.4 Deckensysteme mit teilweiser Ortbetonerfüllung

Bei Deckensystemen mit teilweiser Ortbetonerfüllung besteht die Druckplatte aus dem zwischen den Balken und den Zwischenbauteilen eingebrachten Beton. Bei den verwendeten Zwischenbauteilen sollte es sich um solche der Klasse SR handeln, d. h. um statisch teilweise mitwirkende oder nicht vermörtelte statisch mitwirkende Zwischenbauteile (siehe Bild B.3).

Die Nenndicke der Ortbetonerfüllung über den Balken, e_1 , sollte mehr als 30 mm betragen.

Die Verwendung von statisch teilweise mitwirkenden Zwischenbauteilen ist auf Decken über Kontrollgängen begrenzt.



a) T-Träger (Plattenbalken)

b) Balken mit Gitterträger

Legende

1 statisch teilweise mitwirkende oder statisch mitwirkende Zwischenbauteile mit unvermörtelten Stoßfugen

Bild B.3 — Decken mit teilweiser Ortbetonergänzung

In besonderen Fällen (keine Notwendigkeit der Wirkung als Elementdecke und einer Querlastverteilung) sind keine Querrippen erforderlich, wenn die Nutzlast weniger als 2,5 kN/m² und die Stützweite der Decke weniger als 5,00 m beträgt.

Sind Querrippen erforderlich, sollte deren Mittenabstand nicht mehr als 2,50 m betragen.

B.5 Decken mit selbsttragenden Balken

In Decken mit selbsttragenden Balken wird die Standsicherheit des fertig gestellten Deckensystems allein durch die Balken gegeben. Bei den verwendeten Zwischenbauteilen sollte es sich um solche der Klasse SR handeln, d. h. um statisch teilweise mitwirkende oder nicht vermörtelte statisch mitwirkende Zwischenbauteile. Derartige Decken werden durch einen Fußboden, wie z. B. einen Estrich oder einen Holzboden, der direkt auf die Decke gelegt wird, oder einen schwimmenden Estrich, vervollständigt.

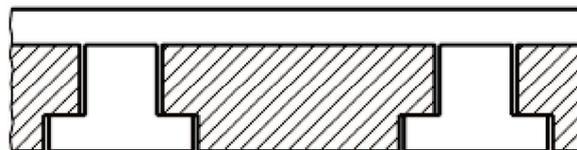


Bild B.4 — Decken mit selbsttragenden Balken

Anhang C (informativ)

Monolithische Wirkung von Verbunddeckensystemen

C.1 Allgemeines

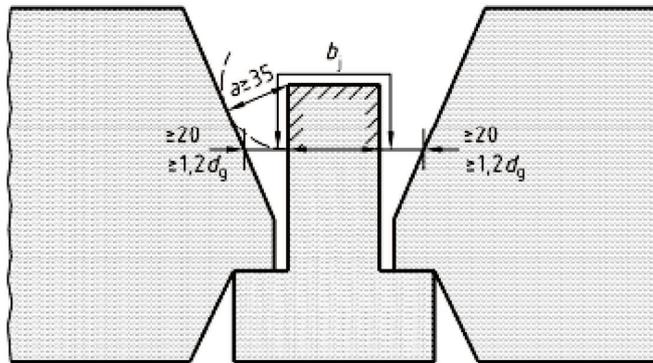
Die Bemessungsschubspannung an der Grenzfläche sollte bei Anwendung der Werte nach Tabelle 3 bei allen auf die Decke aufgebrachten Lasten EN 1992-1-1:2004, 6.2.5 entsprechen. Die berechnete Schubfestigkeit des Verbunddeckensystems kann nicht größer sein als die Schubfestigkeit der monolithisch wirkenden Platte mit denselben Merkmalen, und sie kann nicht mehr als $0,03 f_{ck}$ betragen.

ANMERKUNG Eine Berechnung nach Phasen kann durchgeführt werden.

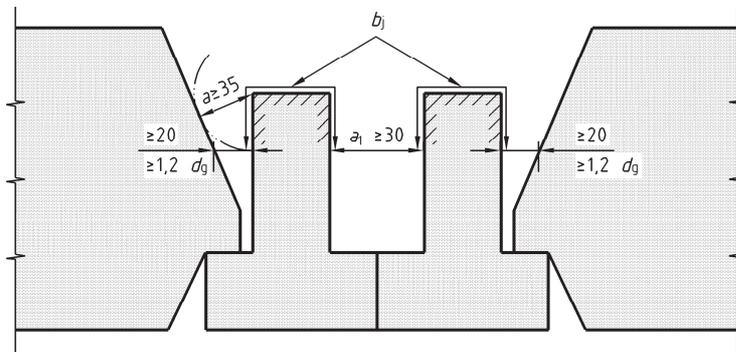
Sofern die verwendeten Zwischenbauteile Bild C.1 entsprechen, die Balkenoberfläche mit der Definition nach 4.3.2.2 übereinstimmt und die Balken einer Konformitätsbewertung nach Abschnitt 6 unterzogen werden, ist keine Verbundbewehrung erforderlich.

Wird eine Verbundbewehrung benötigt, wird sie jeweils an den äußersten Dritteln der Balken angeordnet.

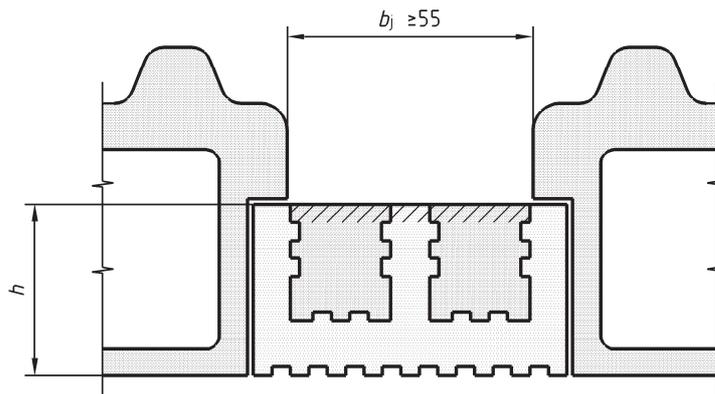
Nennmaße in Millimeter



a) Einzelbalken



b) Doppelbalken



c) Balken ohne Gitterträger und ohne Steg

Bild C.1 — Definition des wirksamen Umrisses der Grenzfläche (der wirksame Umriss, b_j , ist schraffiert dargestellt)

C.2 Tragfähigkeit der Verbundbewehrung

Die Tragfähigkeit der Verbundbewehrung für zwei diagonale Schenkel mit den Winkeln α und α' zur Grenzfläche (siehe Bild C.2) entspricht:

$$F_{\text{Rwd},1} = A_{\text{sw}} f_{\text{ywd}} (\mu \sin \alpha + \mu \sin \alpha' + \cos \alpha)$$

Dabei ist/sind

- A_{sw} die Querschnittsfläche des betrachteten Schenkels, in mm^2 ;
- f_{ywd} der Bemessungswert der Streckgrenze des Stahles, aus dem der Schenkel besteht, in MPa;
- μ die in Tabelle 3 angegebene Reibungszahl;
- α und α' die Winkel der betrachteten Schenkel, in Radiant, mit $\pi/4 \leq \alpha \leq \pi/2$ und $\cos \alpha \geq 0$.

$$\pi/2 \leq \alpha' \leq 3\pi/4.$$

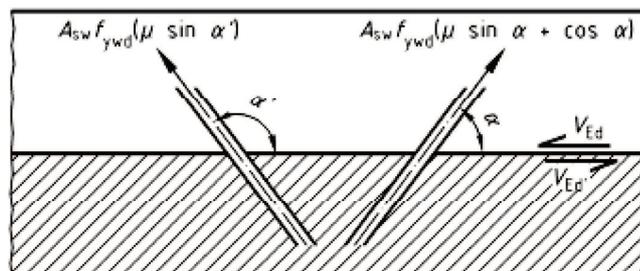


Bild C.2 — Definition von $F_{\text{Rwd},1}$

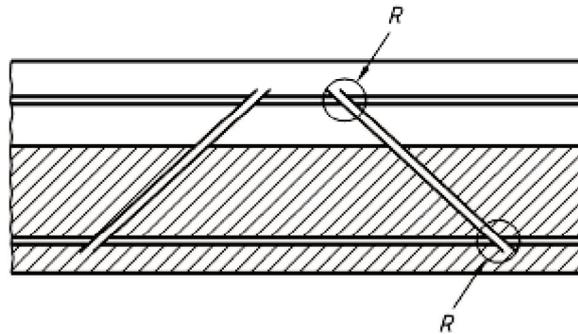
C.3 Verankerung der Verbundbewehrung

Die Verankerung der Verbundbewehrung im Beton des Balkens und in der Aufbetonschicht sollte mittels Berechnung nach EN 1992-1-1:2004, 8.4 und 8.5, oder mittels Prüfungen beim Grenzzustand der Tragfähigkeit bemessen werden. Diese Verankerung wird durch Folgendes sichergestellt:

- im Falle von unterbrochenen Diagonalen durch geschweißte oder mechanische Verbindungen (siehe Bild C.3).

Bei einer geschweißten oder mechanischen Verbindung wird die Verankerung als ausreichend angesehen, wenn die Festlegungen an die Schubbewehrung (siehe EN 1992-1-1:2004, 8.5) eingehalten werden und die Festigkeit der Schweißverbindung EN 10080:2005, 7.2.4.2 entspricht.

Bei Gitterträgern sollten die Werte nach EN 1992-1-1:2004 um 50 % verringert werden.



Legende

R Festigkeit der Schweißverbindung (durch den Hersteller nachgewiesen)

Bild C.3 — Schweißverbindung

- im Falle einer Verbundbewehrung mit Schlaufen und ohne geschweißten Längsstab durch eine Schlaufe. Die Tragfähigkeit der Verankerung darf durch Prüfung oder nach EN 1992-1-1:2004, 8.4, bestimmt werden. Die in Tabelle C.1 für die Betonklasse C20/25 angegebenen Werte dürfen zur Vereinfachung angewendet werden.

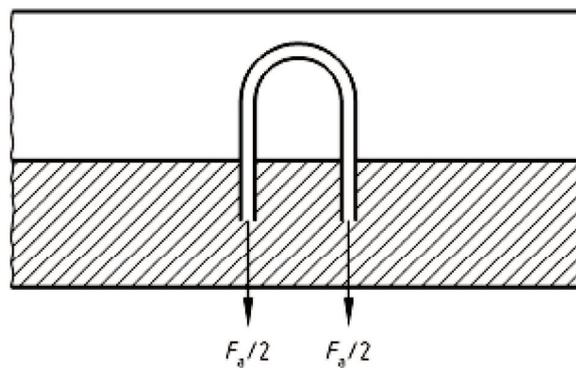


Bild C.4 — Definition von $F_{Rwd,2}$

Tabelle C.1 — Werte für die Tragfähigkeit von Schlaufenverankerungen

Durchmesser der Schlaufenbewehrung (mm)	4	5	5	6	6	6	7	8
Mindestlänge des über den Balken überstehenden Teils der Schlaufen (mm)	50	50	60	60	70	80	80	80
Mindestlänge des im Balken verankerten Teils der Schlaufe (mm)	80	80	80	80	100	120	120	120
Abstand zwischen den oberen Enden der Schlaufen (mm)	80	80	80	80	90	100	120	120
Querschnitt der Schlaufenbewehrung für 1 Meter Länge (mm ²)	310	490	490	710	630	570	640	840
Grenzausziehungskraft je Schlaufe (kN)								
$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$	5,1	8,0	8,0	11,6	11,6	11,6	15,7	20,4
$f_{yk} = 400 \text{ MPa oder } 500 \text{ MPa}$	8,0	8,0	11,6	11,6	15,7	19,7	20,4	20,4
Grenzscherwiderstand je Balken (kN) mit Bezug auf den Hebelarm z (mm)								
$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$	$0,064z$	$0,10z$	$0,10z$	$0,15z$	$0,13z$	$0,12z$	$0,13z$	$0,17z$
$f_{yk} = 400 \text{ MPa oder } 500 \text{ MPa}$	$0,10z$	$0,10z$	$0,15z$	$0,15z$	$0,18z$	$0,20z$	$0,17z$	$0,17z$

Ist die Dicke des Ortbetons über dem Balken nicht ausreichend für die Mindestlänge des überstehenden Teils der Schlaufe, sollten Schlaufenbewehrungen mit geschweißten durchgängigen Stäben (gleiche Güte und gleicher Durchmesser des Stahls) an der Oberseite der Schlaufen verwendet werden. In diesem Fall sollte die Mindestlänge des über den Balken überstehenden Teils der Schlaufen durch die Anwendung eines Faktors von 0,6 verringert werden, wobei die Werte für die Grenzausziehungskraft gleich bleiben.

Befinden sich die unteren Schlaufen des Balkens auf der Ebene der untersten Längsstäbe, müssen die in Tabelle C.1 angegebenen Verankerungslängen nicht erreicht werden.

Schlaufen mit einem Abstand, der weniger als die Werte nach Tabelle C.1 beträgt, sollten unter den folgenden Bedingungen verwendet werden:

- der Abstand darf nicht weniger als 80 mm betragen;
- für die Grenzausziehungskraft dieser Schlaufe ist derselbe Wert zu verwenden wie für die in der Tabelle C.1 angegebene Schlaufe mit demselben Durchmesser, demselben Überstand und dem Abstand, der gleich oder kleiner ist als der Abstand der betrachteten Schlaufe.

Sofern die Festigkeitsklasse des Ortbetons mehr als C20/25 (z. B. $f_{ck} > 20 \text{ MPa}$) beträgt, kann es zulässig sein,

- die Grenzausziehungskräfte je Schlaufe um das Verhältnis $1,5/f_{ctk, 0,05}$ zu erhöhen, ohne die Kraft zu überschreiten, die der Bemessungstreckgrenze der Bewehrung entspricht ($f_{ctk, 0,05}$ ist die charakteristische Längszugfestigkeit des Ortbetons);
- die Verankerungslänge der Schlaufe um das Verhältnis $\sqrt{f_{ctk, 0,05} / 1,5}$ zu verringern.

Der Grenzscherwiderstand entspricht der Grenzausziehungskraft je Schlaufe, multipliziert mit dem Verhältnis der Hebelarme z und dividiert durch den Abstand zwischen den Oberseiten der Schlaufen.

Anhang D (informativ)

Bauliche Durchbildung der Auflager und Verankerung der Bewehrung

D.1 Allgemeines

Die Einzelheiten zur Montage und zur Herstellung des Verbundes sollten in den Projektspezifikationen angegeben werden.

ANMERKUNG Die Hauptbewehrung darf entweder innerhalb des Balkens oder mit dem überstehenden Teil der Hauptbewehrung an den Enden des Balkens mit den lasttragenden Bauteilen verbunden werden.

D.2 Herstellung der Auflager

D.2.1 Direkte Auflagerung

Die Balken sollten auf lasttragenden Bauteilen aufgelagert sein.

Weisen die Balken an ihren Enden eine überstehende Bewehrung (mit einer Länge a) auf, sollte die tatsächliche Mindestauflagerlänge, b , der Balken während der Übergangsphase wie folgt sein (siehe Bild D.1a):

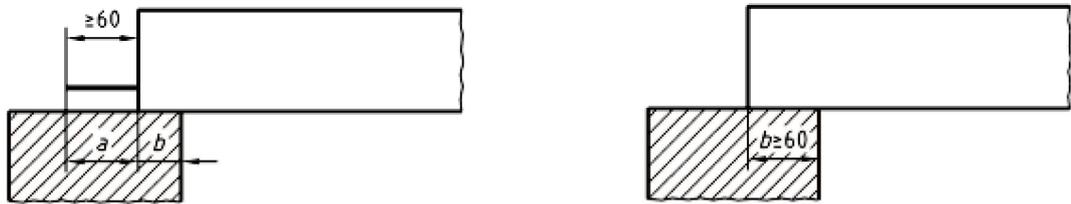
- Auflager aus Stahlbeton oder Stahl: Klasse A: $b \geq 20$ mm
Klasse B: $b \geq 40$ mm
- Auflager aus Mauerwerk: $b > 50$ mm.

Mit Ausnahme des Falles spezieller Berechnungen oder Prüfungen sollte die Verankerungslänge am Auflager ($a + b$) mindestens 100 mm betragen.

Weisen die Balken an den Enden keine überstehende Bewehrung auf, handelt es sich bei der tatsächlichen Mindestauflagerlänge der Balken um die Länge, die sich aus dem Nachweis der Verankerung für ständige und vorübergehende sowie außergewöhnliche Bemessungssituationen ergibt und mindestens 60 mm beträgt (siehe Bild D.1b).

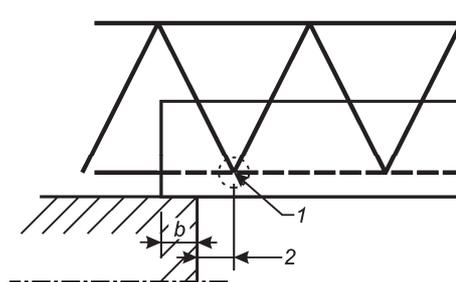
Bei Balken mit Gitterträgern sollte sich der Randverbund zwischen den Diagonalen und dem Untergurt innerhalb des Auflagers oder in einem Abstand von nicht mehr als 10 cm vom inneren Auflagerrand oder über der Randstütze befinden (siehe Bild D.1c).

Maße in Millimeter



a) Balken mit überstehender Bewehrung

b) Balken ohne überstehende Bewehrung



c) Balken mit Gitterträger

Legende

- 1 Möglichkeit mit Anordnung unten
- 2 ≤ 10 cm oder Möglichkeit mit Anordnung innerhalb des Auflagers

Bild D.1 — Anordnungen für direkte Auflagerung

D.2.2 Indirekte Auflagerung

Werden zum Zeitpunkt der Montage die in D.2.1 festgelegten Auflagerlängen nicht eingehalten, sollte eine stabförmige Randstütze in einem Abstand von nicht mehr als 650 mm vom Innenrand des Auflagers angeordnet werden (siehe Bild D.2).

Ist die Verankerungslänge nicht ausreichend, sollte für die Verankerung des Balkens in dessen Auflagern eine der folgenden Anordnungen angewendet werden (siehe Bilder D.3, D.4 und D.5).

Nennmaße in Millimeter

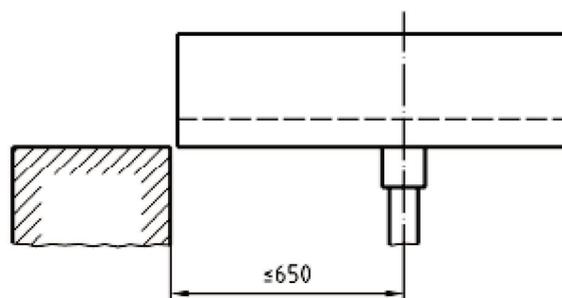
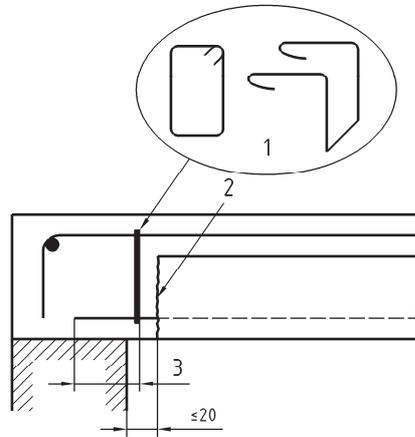


Bild D.2 — Stabförmige Randstütze

ANMERKUNG Der Balken kann eine überstehende Bewehrung aufweisen.

Nennmaße in Millimeter



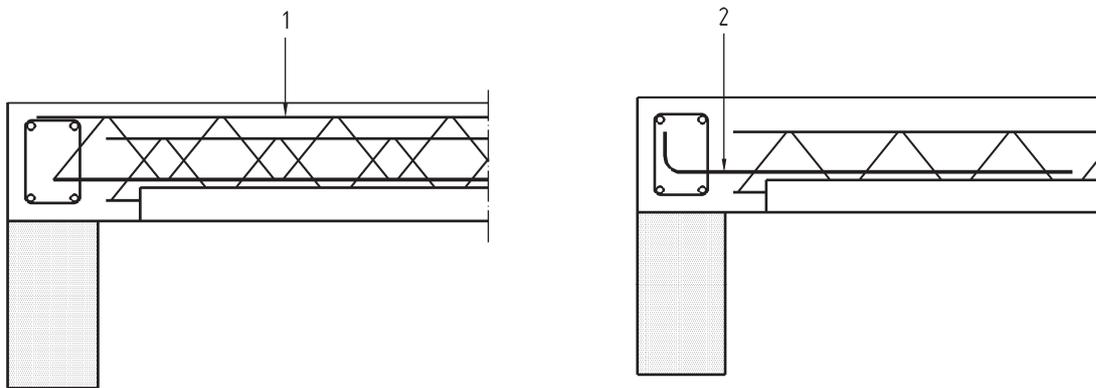
Legende

- 1 Aufhänger
- 2 raues Ende
- 3 $a \geq$ Verankerungslänge

Bild D.3 — Indirekte Auflagerung — Fall mit überstehender Bewehrung (Prinzip)

ANMERKUNG Eine Verankerungsbewehrung ist erforderlich. Außerdem ist es wesentlich, dass das Auflager das Moment aus der Lastausmitte ausgleichen kann.

Nennmaße in Millimeter



a) Mit Gitterträger

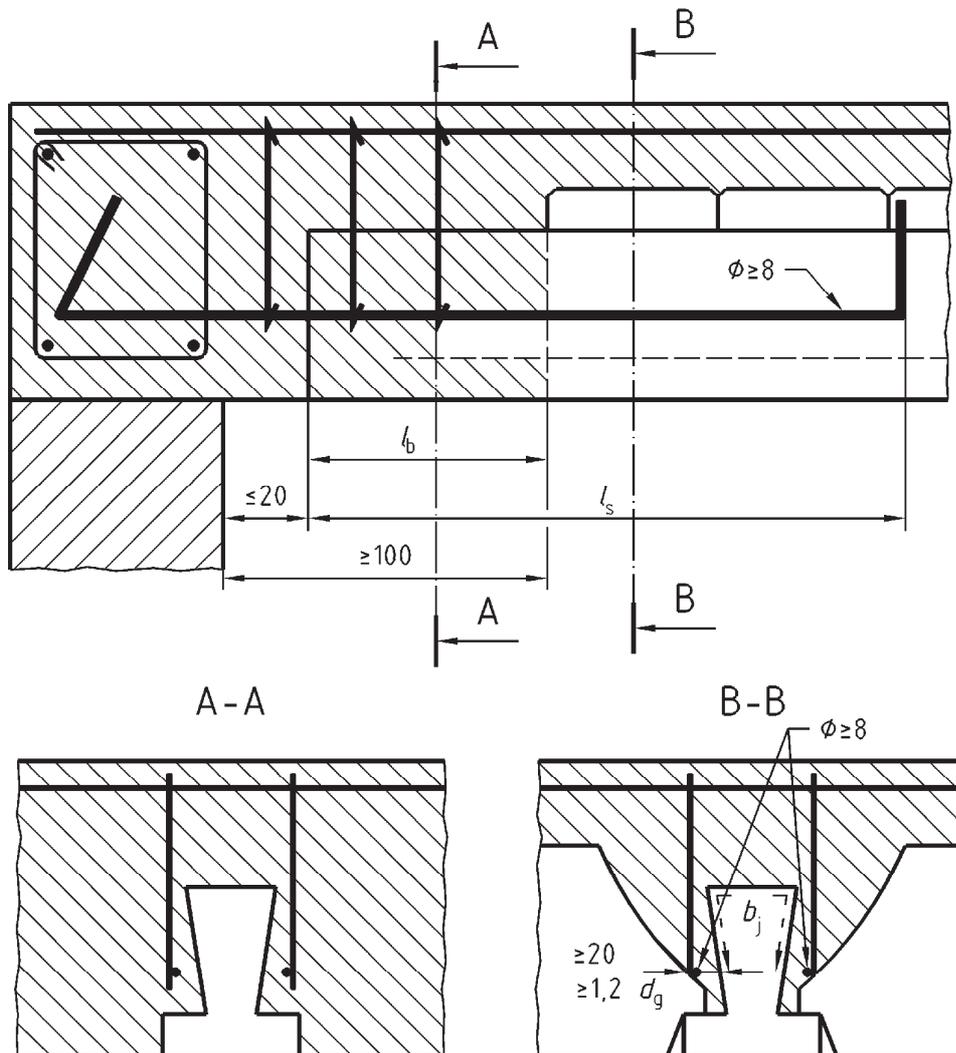
b) Mit Bewehrung

Legende

- 1 ergänzender Gitterträger am Balken
- 2 ergänzende Bewehrung am Balken

Bild D.4 — Indirekte Auflagerung — Mit Gitterträger oder Bewehrung (Prinzip)

Nennmaße in Millimeter



Legende

l_s Bemessungsübergreifungslänge nach EN 1992-1-1:2004, 8.7.3

Bild D.5 — Indirekte Auflagerung — Ohne überstehende Bewehrung (Prinzip)

Die in Bild D.5 dargestellte Konstruktionsanordnung sollte nur dann in Betracht gezogen werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- die Oberflächenbeschaffenheit der Balken nach Tabelle 3 sollte mindestens Typ c_{3a} oder c_{3b} sein;
- die Bewehrungen, die verankert wurden, um eine Querkraft, V_{Ed} , aufzunehmen, sollten in der Nähe des Balkens angeordnet werden;
- die Form der Zwischenbauteile macht eine Verteilung auch über die Verbundbewehrung möglich;
- die Eindringlänge des Balkens, l_b , in den Ortbeton ist wie folgt:

$$l_b \geq \frac{V_{Ed}}{V_{Rdi} b_j}$$

Dabei ist

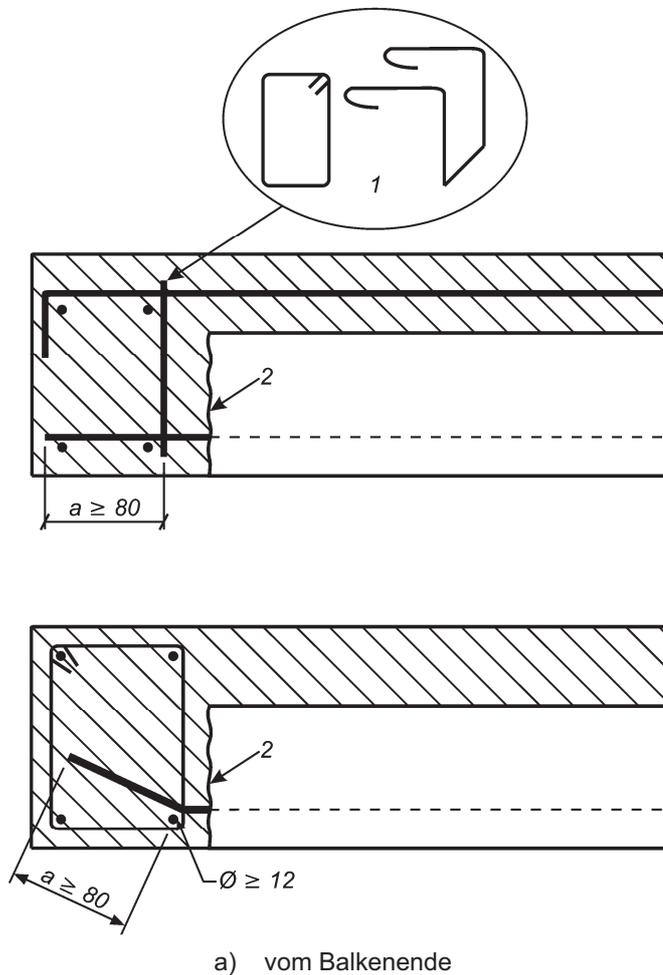
- V_{Ed} der Bemessungswert der Querkraft;
- V_{Rdi} der Bemessungswert der Schubspannung, wie in Tabelle 3 festgelegt;
- b_j der Umriss der Grenzfläche nach C.1.

ANMERKUNG Bei rechtwinkligen Spannbetonbalken ohne Gitterträger ist die indirekte Auflagerung nur mit überstehender Bewehrung zulässig.

D.2.3 Weitere Konstruktionsanordnungen

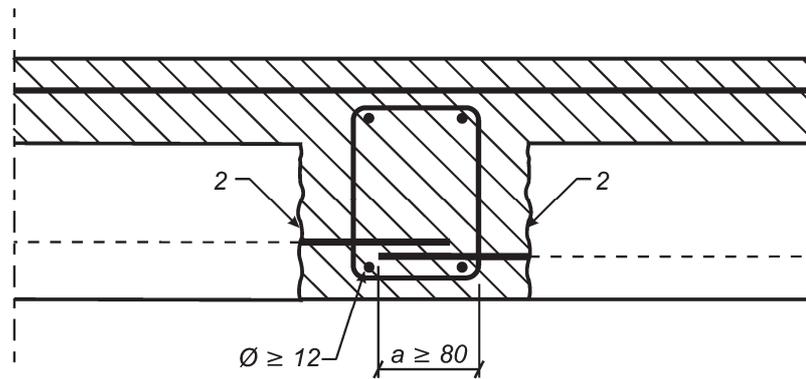
Die Bilder D.6 bis D.8 enthalten Beispiele für Konstruktionsanordnungen zur Anwendung für Balken, die auf einem eingebauten Hauptbalken oder auf einem Hauptbalken über der Decke aufgelagert sind.

Nennmaße in Millimeter



Legende

- 1 Verbindung mittels Aufhängebewehrung
- 2 raues Ende



b) vom Balkenzwischenraum

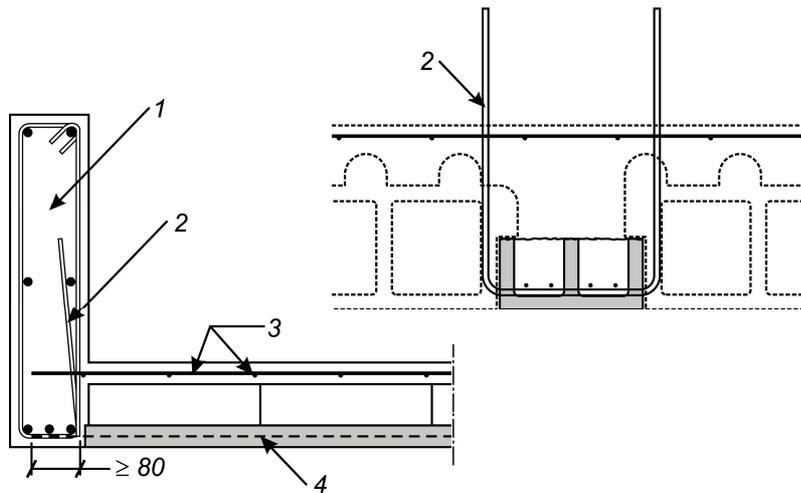
Legende

2 raues Ende

Bild D.6 — Auflager bei eingebetteten Balken — Balken mit überstehender Bewehrung (Prinzip)

ANMERKUNG Ist der Abstand zwischen den Bügeln größer als 15 cm, sollten innerhalb des eingebetteten Balkens weitere Aufhänger zugefügt werden.

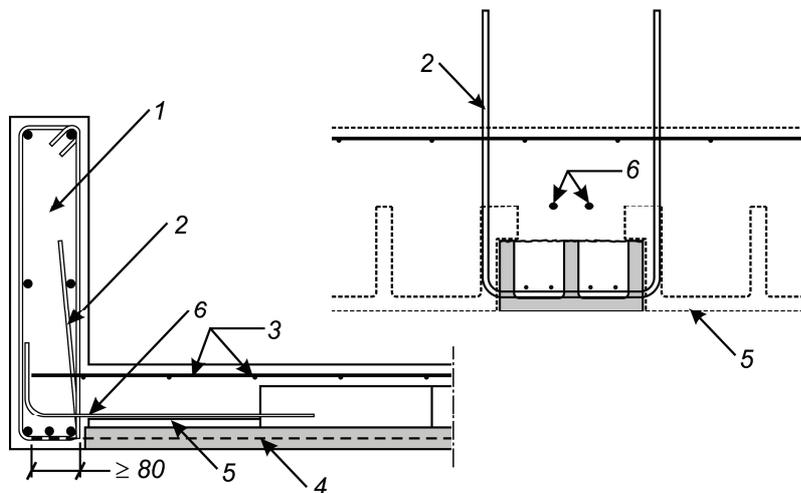
Nennmaße in Millimeter



a) übliche Lasten

Legende

- 1 Hauptbalken
- 2 Aufhänger
- 3 geschweißte Matte
- 4 Balken mit überstehenden Spanngliedern



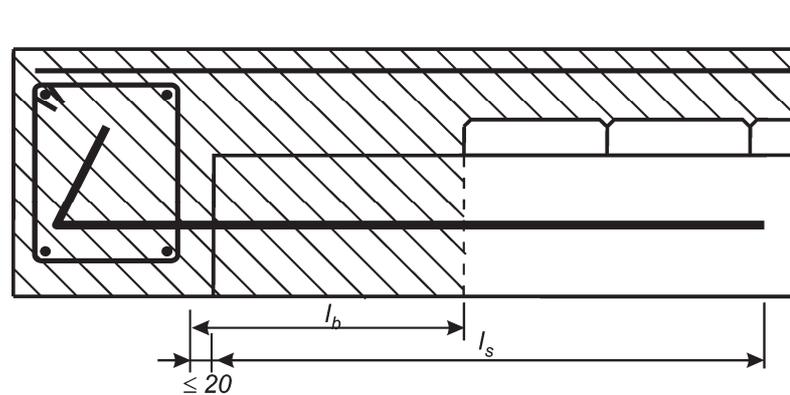
b) schwere Lasten

Legende

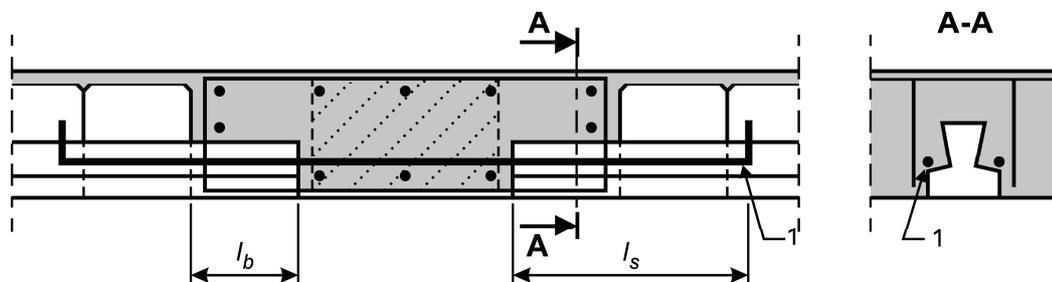
- 1 Hauptbalken
- 2 Aufhänger
- 3 geschweißte Matte
- 4 Balken mit überstehenden Spanngliedern
- 5 offene Zwischenbauteile
- 6 zusätzliche Stäbe

Bild D.7 — Auflager bei Hauptbalken oberhalb der Decke — Balken mit überstehender Bewehrung (Prinzip)

Nennmaße in Millimeter



a) vom Balkenende



b) vom Balkenzwischenraum

Legende

1 zusätzliche Bewehrung

Bild D.8 — Auflager bei eingebetteten Balken — Balken ohne überstehende Bewehrung (Prinzip)

Die Konstruktionsanordnung nach Bild D.7 sollte nur in Betracht gezogen werden, wenn die Bedingungen nach Bild D.5 erfüllt sind.

D.3 Verankerung der Bewehrungen

D.3.1 Verankerung am Endauflager

Es gilt EN 1992-1-1:2004, 8.4.

Sofern durch Prüfungen belegt, gilt Folgendes: Bei Balken mit überstehender Bewehrung und direkter Auflagerung (siehe Bild D.1) erfolgt der Nachweis durch Betrachten einer Stahlbetonverankerung über einen Abstand a und unter Annahme des nachstehenden Wertes für die Verbundfestigkeit unter Berücksichtigung des Querdruckes:

$$f_{bd} = k f_{ctk} 0,05$$

Dabei ist

k ein von der Bewehrungsart abhängiger Koeffizient

$k = 1,30$ für glatte oder gerippte Bewehrungsstäbe sowie für gerippten oder gewellten Spannstahl;

$k = 2,6$ für gerippte Bewehrungsstäbe sowie für verdrehte Spanndrähte oder -litzen.

Bei indirekter Lagerung sollte die Verbundfestigkeit nach EN 1992-1-1:2004, 8.4 beurteilt werden.

D.3.2 Negative Momente und Bewehrung am Auflager

Endabschnitte in Balkensystemen mit durchlaufenden Auflagerung werden entsprechend EN 1992-1-1:2004 bemessen, wobei der unter E.2.6 definierte statisch mitwirkende Abschnitt berücksichtigt wird.

Um die durch die mögliche Entstehung unbeabsichtigter Momente an den Auflagern verursachte Rissbildung an der oberen Faser des Balkens zu begrenzen, sollte die verwendete obere Bewehrung in der Lage sein, ein beliebiges Moment von $0,15 M_0$, aufzunehmen, wobei M_0 das maximale Moment aufgrund der auf die entsprechende Stützweite aufgebrachten Last darstellt und als isostatisches Moment angenommen wird. Diese Anordnung ist nicht verbindlich vorgeschrieben, wenn die Nutzlast weniger als $2,5 \text{ kN/m}^2$ und die betrachtete Stützweite weniger als $4,50 \text{ m}$ beträgt.

ANMERKUNG Es darf berücksichtigt werden, dass die obere Bewehrung an den Auflagern die Verankerungsbedingungen an den Auflagern verbessert.

Anhang E (informativ)

Bemessung von Verbunddeckensystemen

E.1 Allgemeines

Für die Bemessung von Balkendecken mit Zwischenbauteilen sollte unter Berücksichtigung des Folgenden EN 1992-1-1:2004 angewendet werden:

- in E.2 angegebene statisch mitwirkende Abschnitte;
- vom Hersteller festgelegte Baustoffeigenschaften des Balkens;
- vom Hersteller für den Betonbalken festgelegter Teilsicherheitsbeiwert (siehe EN 13369:2004, Anhang C);
- in EN 1992-1-1:2004 für die Bemessung des fertig gestellten Deckensystems angegebene Teilsicherheitsbeiwerte;
- Klasse des Ortbetons, die mindestens C20/25 betragen sollte;
- durchlaufende Auflagerung, sofern anwendbar;
- wirksame Mindeststützweite wird mit $(L + 5 \text{ cm})$ angenommen, wobei L der lichte Abstand zwischen den Oberflächen der Auflager ist.

Bei der Festigkeit und den Merkmalen des Betons für den Balken, die für ständige und vorübergehende sowie außergewöhnliche Bemessungssituationen zu berücksichtigen sind, handelt es sich um die, die durch den Hersteller für ein Alter von 28 Tagen sichergestellt werden.

ANMERKUNG In dem Falle, dass ein Teil der Last zu Einwirkungen oder zu Ermüdungserscheinungen führen könnte, sollte eine besondere Umsetzung unter Berücksichtigung dieser Auswirkungen erfolgen. Ist keine genauere Analyse gefordert, können diese Auswirkungen implizit berücksichtigt werden, indem die entsprechenden statischen Einwirkungen und/oder entsprechenden Festigkeitswerte mit geeigneten Koeffizienten multipliziert werden (siehe EN 1990:2002, 4.1.5).

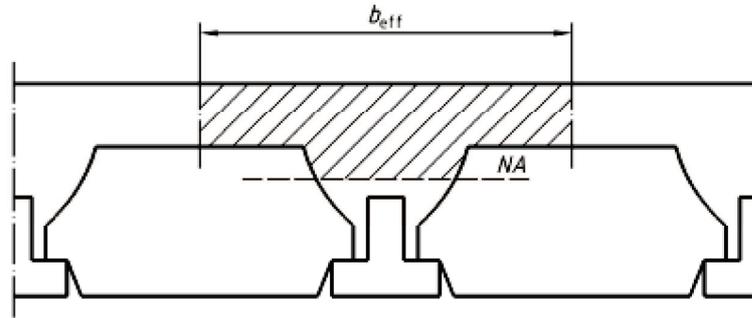
E.2 Statisch mitwirkender Abschnitt des fertig gestellten Deckensystems

E.2.1 Allgemeines

Unter der Voraussetzung, dass die monolithische Wirkung entsprechend C.2 nachgewiesen wurde, handelt es sich bei den in der Biegebemessung des Verbunddeckensystems zu berücksichtigenden statisch mitwirkenden Abschnitten des fertig gestellten Deckensystems um die Folgenden.

E.2.2 Deckensysteme mit tragender Aufbetonschicht

Bei der für die statischen Berechnungen zu berücksichtigenden wirksamen Breite, b_{eff} , handelt es sich um den Abstand zwischen den Mittellinien der Zwischenbauteile auf jeder Seite des Balkens bzw. der Balken (siehe Bild E.1).



Legende

NA neutrale Achse



Druckgurt

Bild E.1 — Definition der wirksamen Breite für Deckensysteme mit tragender Aufbetonschicht

E.2.3 Deckensysteme mit Verbund-Aufbetonschicht

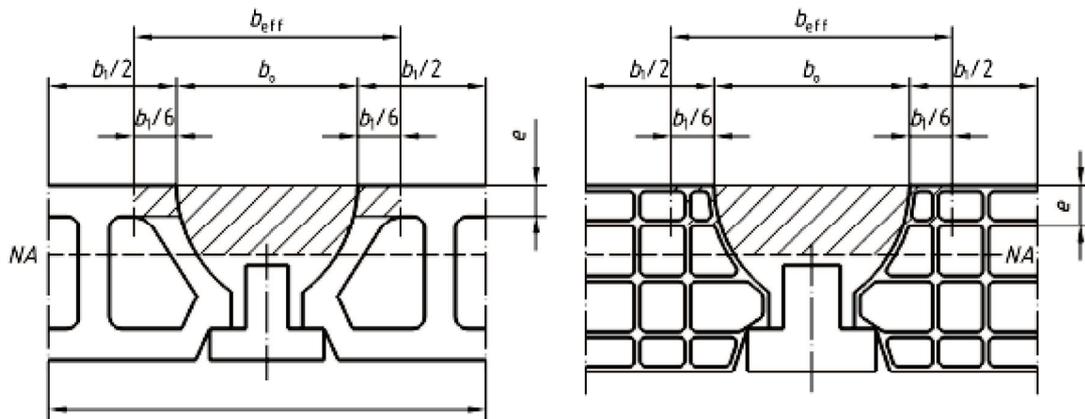
- a) Statisch mitwirkende Zwischenbauteile aus Beton oder Ziegel, die keiner Prüfung mit Längsdruck unterzogen werden

Werden die statisch mitwirkenden Zwischenbauteile aus Beton oder Ziegel keiner Prüfung mit Längsdruck unterzogen, und werden sie unter den in B.3 definierten Bedingungen verwendet, sollte die wirksame Breite, b_{eff} , des für die Biegung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und beim Grenzzustand der Tragfähigkeit zu berücksichtigenden Druckgurtes des Deckensystems in üblichen Fällen wie folgt sein (siehe Bild E.2):

$$b_{eff} = b_0 + \frac{1}{3} b_1$$

Dabei ist

- b_0 die Breite des oberen Teils der „Versteifungsrippe“ aus Ortbeton zwischen den Zwischenbauteilen;
- b_1 die Breite des oberen Teils der Zwischenbauteile;
- e die Höhe des Druckgurtes des Zwischenbauteiles.



Legende

NA neutrale Achse

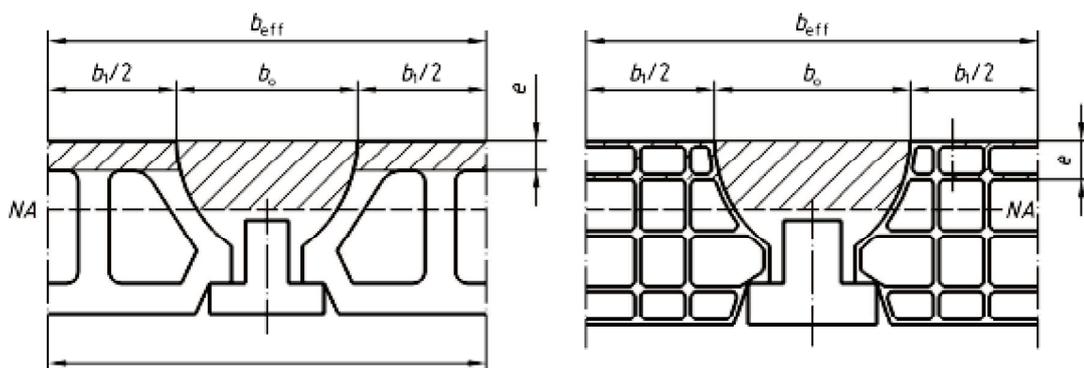
 Druckgurt

Bild E.2 — Definition der wirksamen Breite für Deckensysteme mit Verbund-Aufbetonschicht (Fall a)

- b) Statisch mitwirkende Zwischenbauteile aus Beton oder Ziegeln, die einer Prüfung mit Längsdruck unterzogen werden

Werden die statisch mitwirkenden Zwischenbauteile aus Beton oder Ziegeln einer Prüfung mit Längsdruck nach prEN 15037-2, 5.2.2, unterzogen, und werden sie unter den in Anhang B.3 definierten Bedingungen verwendet, sollte die wirksame Breite, b_{eff} , des für die Biegung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und beim Grenzzustand der Tragfähigkeit zu berücksichtigenden Druckgurt des Deckensystems der Mittenabstand der Zwischenbauteile sein (siehe Bild E.3):

$$b_{eff} = b_0 + b_1$$



Legende

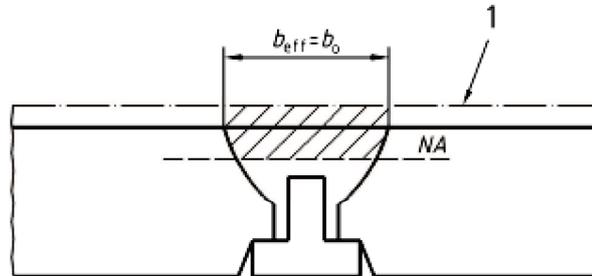
NA neutrale Achse

 Druckgurt

Bild E.3 — Definition der wirksamen Breite für Deckensysteme mit Verbund-Aufbetonschicht (Fall b)

E.2.4 Deckensysteme mit Teil-Aufbetonschicht

Bei der für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und den Grenzzustand der Tragfähigkeit zu berücksichtigenden wirksamen Breite, b_{eff} , handelt es sich um die Breite, b_o , des oberen Teils der „Versteifungsrippe“ aus Ortbeton zwischen den Zwischenbauteilen (siehe Bild E.4).



Legende

1 monolithischer Estrich (freigestellt)

NA neutrale Achse



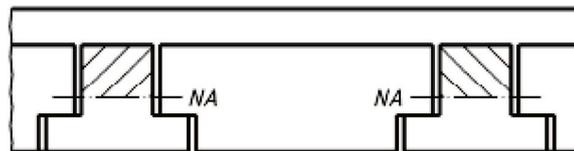
Druckgurt

Bild E.4 — Definition der wirksamen Breite für Deckensysteme mit teilweiser Aufbetonschicht

ANMERKUNG Wird ein monolithischer Betonestrich zur gleichen Zeit verlegt, zu der die Versteifungsrippe vergossen wird, darf er für die Breite, b_o , der Versteifungsrippe aus Ortbeton zwischen den Zwischenbauteilen berücksichtigt werden.

E.2.5 Decken mit selbsttragenden Balken

Bei dem Druckgurt handelt es sich um den Druckgurt der Balken (siehe Bild E.5).



Legende

NA neutrale Achse

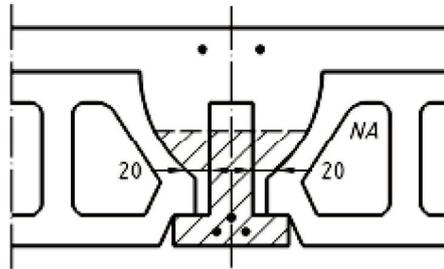


Druckgurt

Bild E.5 — Definition des Druckgurtes für Decken mit selbsttragenden Balken

E.2.6 Unter einem negativen Moment zu betrachtender Abschnitt

Der einem negativen Moment ausgesetzte statisch mitwirkende Abschnitt im aktiven Bereich des Deckensystems sollte wie in Bild E.6 (schraffierte Fläche) dargestellt angenommen werden.



Legende

NA neutrale Achse

 Druckgurt

Bild E.6 — Zu berücksichtigender statisch mitwirkender Abschnitt

E.3 Bemessungswert des Biegemoments beim Grenzzustand der Tragfähigkeit in der Feldmitte (M_{Rd})

Der Bemessungswert des Biegemoments beim Grenzzustand der Tragfähigkeit in der Feldmitte, M_{Rd} , (in Nm) ist nach EN 1992-1-1:2004, 6.1, zu bestimmen.

Wird der Grenzzustand der Tragfähigkeit durch das Versagen der Hauptbewehrung verursacht, darf der Bemessungswert des Biegemoments beim Grenzzustand der Tragfähigkeit, M_{Rd} , nach der folgenden Gleichung bestimmt werden.

$$M_{Rd} = \frac{1}{\gamma_R} F_A \times \left(d - \frac{1}{2} \frac{F_A}{b_{eff} f_{cd}} \right) \text{ mit } F_A = (n_p F_{pk} + F_{rk})$$

Dabei ist

γ_R der globale Sicherheitsbeiwert für das Grenzmoment ($\gamma_R = 1,10$);

d der Abstand zwischen dem Schwerpunkt der Kraft F_A und dem übrigen Druckgurt, in mm;

b_{eff} die wirksame Breite des druckbeanspruchten Teiles des in E.2 definierten statisch mitwirkenden Abschnittes, in mm;

f_{cd} die für den Grenzzustand der Tragfähigkeit geltende Bemessungswert der Druckfestigkeit des schwächsten Baustoffes im druckbeanspruchten Teil des Verbundabschnittes, in MPa;

n_p die Anzahl der vorgespannten Spannglieder im Balken;

F_{pk} die gewährleistete Bruchkraft für jedes Vorspannglied, in N;

$F_{rk} = A_s f_{yk}$ für Betonstahl mit einer Querschnittsfläche A_s , in N;

$F_{rk} = n'_p A_p f_{p0,1k}$ für Spannstahl; dabei ist n'_p die Anzahl der nicht vorgespannten Spannglieder, in N.

E.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

E.4.1 Spannungs- und Rissbreitenbegrenzung

Der auf die Spannungs- und die Rissbreitenbegrenzung bezogene Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sollte aus EN 1992-1-1:2004, 7.2 und 7.3, abgeleitet werden.

Für Spannbetonbalken werden die Spannungen in der oberen Faser des Deckensystems $\sigma_{c,sup}$ und in der unteren Faser der Balken $\sigma_{c,inf}$ durch Betrachten eines ungerissenen Querschnittes bestimmt, wobei die Querschnittsfläche der Bewehrung durch eine äquivalente Querschnittsfläche des Betons ersetzt werden darf. Dazu wird das Verhältnis der Moduln E_s/E_c eingesetzt und die charakteristische Druckfestigkeit des schwächsten Materials angesetzt.

E.4.2 Durchbiegungsbegrenzung

E.4.2.1 Prinzip

Der Nachweis des Grenzzustandes der Verformung von Balkendecken mit Zwischenbauteilen umfasst die Begrenzung der aktiven Durchbiegung, um so Störungen (Rissbildung, Auflösung von Verbunden usw.) in den auf der Decke auflagernden Konstruktionen vorzubeugen.

Aktive Durchbiegung ergibt sich aus:

- dem vor der Herstellung der auflagernden Konstruktionen, für die der Nachweis geführt wird, auf das fertig gestellte Deckensystem aufgebrachten Teil der Dauerlast, Ergebnis der Langzeit-Kriechverformung, angesehen als Langzeiteinwirkung;
- der nach der Herstellung der auflagernden Konstruktionen, für die der Nachweis geführt wird, aufgebrachten Dauerlast, angesehen als Langzeiteinwirkung;
- den nach der Herstellung der auflagernden Konstruktionen, für die der Nachweis geführt wird, aufgebrachten veränderlichen Lasten, angesehen als Kurzeiteinwirkung;
- dem Teil des Differenzschwindens zwischen dem Beton des Balkens und dem Ortbeton, der nach der Herstellung der auflagernden Konstruktionen auftritt; angesehen als Langzeiteinwirkung;
- für Spannbetonbalken, die zeitversetzte Einwirkung der Vorspannkraft, angesehen als Langzeiteinwirkung.

E.4.2.2 Grenzwerte für die Durchbiegung

Der Grenzwert für die aktive Durchbiegung hängt vom Typ der auf der Decke auflagernden Konstruktionen ab (Brüchigkeit der Trennwände und der Fußbodendeckschichten usw.). Die aktive Durchbiegung ist auf Folgendes begrenzt:

- für Trennwände aus Mauerwerk und/oder spröde Fußbodendeckschichten: $L/500$
- für sonstige Trennwände und/oder nicht spröde Fußbodendeckschichten: $L/350$;
- für Dachbauteile: $L/250$,

wobei L die Stützweite der Decke ist.

E.4.2.3 Berechnung der aktiven Durchbiegung

E.4.2.3.1 Berechnung

Sofern bei Decken eine Begrenzung der Durchbiegung im Verhältnis zu den aufgelagerten Elementen erforderlich ist, dürfen für gleichförmig verteilte Lasten die im Folgenden angegebene vereinfachten Verfahren angewendet werden.

In den Gleichungen werden folgende Formelzeichen angewendet:

- g_1 ist das Eigengewicht des/der Balken(s) je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- g_2 ist das Eigengewicht des Deckensystems, abzüglich des Eigengewichts des/der Balken(s), je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- g_a ist die Dauerlast in Bezug auf die Bewertung der aktiven Durchbiegung hinsichtlich der Masse der aufgelagerten Bauteile (Trennwände, Unterdecken usw.) je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- g_v ist die vor der Last g_a auf die Decke aufgebrauchte Dauerlast je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- g_p ist die nach der Last g_a auf die Decke aufgebrauchte Dauerlast je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- g_q ist der andauernde Teil der auf die Decke wirkenden Nutzlasten (sofern zutreffend) je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- q ist der veränderliche Teil der auf die Decke wirkenden Nutzlasten je laufender Meter des Balkens, in kN/m
- L ist die lichte Stützweite der Decke, in mm
- $E_{c,eff}$ ist der Langzeitelastizitätsmodul der Betons, in MPa
- k_a ist ein Koeffizient zur Berücksichtigung der aufgrund der Zwischenbauteile erhöhten Steifigkeit; der Wert sollte zwischen 1 (statisch nicht mitwirkende Zwischenbauteile) und 1,20 (statisch mitwirkende Zwischenbauteile bzw. statisch nicht mitwirkende Zwischenbauteile aus Beton oder Keramik) liegen
- α ist das Verhältnis zwischen der Nutzlast und der Gesamtlast (Nutzlast und Dauerlast):
- $$\alpha = \frac{g_q + q}{g_1 + g_2 + g_v + g_a + g_p + g_q + q}$$
- m ist das statische Moment des gesamten Abschnittes S_p des Balkens in Bezug auf die neutrale Achse des fertig gestellten Deckensystems, in mm³: $m = S_p (V_i - v_i)$, wobei V_i und v_i die Abstände von der neutralen Achse des Deckenabschnittes bzw. von der neutralen Achse des Balkenabschnittes jeweils zum Untergurt darstellen
- ϵ_{cs} ist die gesamte Schwinddehnung des Ortbetons nach EN 1992-1-1:2004, 3.1.4. Für eine genauere Berechnung unter üblichen Bedingungen gilt jedoch $\epsilon_{cs} = 3,5 \times 10^{-4}$.
- n_s ist die Zugspannung aufgrund des scheinbar verhinderten Schwindens des Ortbetons ($n_s \cong 3,0$ MPa)

- d ist die wirksame Höhe des Querschnittes, in mm
- $P_{m,0}$ ist die End-Vorspannkraft, in N
- e_p ist der absolute Wert der Lastausmitte der Vorspannkraft in Bezug auf die neutrale Achse des statisch mitwirkenden Abschnittes des fertig gestellten Deckensystems, in mm
- δ_w, δ_e sind die Verhältnisse der Momente an den linken bzw. an den rechten Auflagern (absoluter Wert) um Moment in der Feldmitte der entsprechenden isostatischen Stützweite (absoluter Wert):

$$\delta_w = \frac{M_w}{M_0} \quad \text{und} \quad \delta_e = \frac{M_e}{M_0}$$

- α ist ein Koeffizient, mit dem die Verringerung der Durchbiegung auf Grund der durchgehenden Bauteile berücksichtigt:

$$a = 1 - 1,2 \left(\frac{\delta_w + \delta_e}{2} - 0,3 \alpha \right) \quad \text{für Durchlaufträger und 1 für Einfeldträger}$$

E.4.2.3.2 Deckensysteme mit Stahlbetonbalken

Das folgende Verfahren kann zur Bestimmung der aktiven Durchbiegung, in mm, infolge gleichmäßig verteilter Lasten bei Herstellung der Decken mit Stützen angewendet werden.

Die aktive Durchbiegung f_a ist die Differenz zwischen der Gesamtdurchbiegung w_t und der Durchbiegung w_a , die unmittelbar nach der Montage der Elemente ermittelt wurde:

$$f_a = w_t - w_a$$

Die Gesamtdurchbiegung w_t entspricht:

$$w_t = \frac{L^2}{8 k_a E_{c,eff}} \left[\frac{(1-\zeta_t)}{I_{uc}} + \frac{\zeta_t}{I_{fc}} \right] \left[\left(g_1 + g_2 + g_v + g_a + g_p + g_q + \frac{1}{3} q \right) \frac{a L^2}{9,6} \right] + \frac{\epsilon_{cs} L^2}{8 d}$$

Dabei ist

- $E_{c,eff}$ der Langzeitelastizitätsmodul nach EN 1992-1-1:2004, 7.4.3

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)} \quad \text{und} \quad \varphi(\infty, t_0) = 2$$

Dabei ist E_{cm} der Elastizitätsmodul für Ortbeton als Tangente nach EN 1992-1-1:2004, Tabelle 3.1;

- I_{uc} das Trägheitsmoment des ungerissenen Querschnittes, in mm⁴;
- I_{fc} das Trägheitsmoment des vollständig gerissenen Querschnittes, in mm⁴;
- Das Verhältnis der wirksamen E-Moduln für Stahl/Beton wird mit 15 angenommen;
- Das Verhältnis der wirksamen E-Moduln für Betonfertigteile/Ortbeton wird für die Berechnung auf der Grundlage des ungerissenen Querschnittes mit 1 angenommen.

$$\zeta_t = 0 \quad \text{wenn} \quad M_0 \leq M_{cr}, \quad \text{und}$$

$$\zeta_t = 1 - \sqrt{\frac{M_{cr}}{M_0}} \quad \text{wenn } M_0 \leq M_{cr}$$

$$M_0 = (g_1 + g_2 + g_v + g_a + g_p + g_q + q) \frac{L^2}{8}$$

M_{cr} ist das Biegerissmoment, das aus der Zugspannung f_{ctm} am ungerissenen Betonquerschnitt ermittelt wird

- Die Durchbiegung w_a wird in Abhängigkeit vom Zeitraum t zwischen dem Entfernen der Stützen und dem Einbau der spröden Fußbodendeckschicht berechnet:

$$w_a = w_1 + \psi(w_2 - w_1)$$

Dabei ist ψ ein Interpolationskoeffizient zwischen 0 und 0,5. Sofern keine genauere Berechnung benötigt wird, sollte ψ wie folgt angenommen werden:

$$\psi = 0,50 \frac{t}{90} \quad \text{für } t \leq 90 \text{ Tage (mit } t \text{ in Tagen)}$$

$$\psi = 0,50 \quad \text{für } t > 90 \text{ Tage.}$$

- Sofern dieser Einbau der spröden Fußbodendeckschicht unmittelbar nach der Entfernung der Stützen erfolgt, gilt:

$$w_1 = \frac{L^2}{8 k_a E_{cm}} \left[\frac{(1-\zeta)}{I_{uc}} + \frac{\zeta}{I_{fc}} \right] \left[(g_1 + g_2 + g_v + g_a) \frac{aL^2}{9,6} \right] + \frac{2}{5} \frac{\varepsilon_{cs} L^2}{8 d}$$

- Sofern dieser Einbau der spröden Fußbodendeckschicht lange Zeit nach Entfernung der Stützen erfolgt, gilt:

$$w_2 = \frac{L^2}{8 k_a E_{c,eff}} \left[\frac{(1-\zeta)}{I_{uc}} + \frac{\zeta}{I_{fc}} \right] \left[\left(g_1 + g_2 + g_v + \frac{1}{3} g_a \right) \frac{aL^2}{9,6} \right] + \frac{\varepsilon_{cs} L^2}{8 d}$$

Dabei ist

$$\zeta = 0 \quad \text{wenn } M_{Gv+Ga} \leq M_{cr}, \text{ und}$$

$$\zeta = 1 - \sqrt{\frac{M_{cr}}{M_{Gv+Ga}}} \quad \text{wenn } M_{Gv+Ga} > M_{cr}$$

$$M_{Gv+Ga} = (g_1 + g_2 + g_v + g_a) \frac{L^2}{8}$$

Für Balkensysteme mit Gitterträgern darf diese Durchbiegung um einen Koeffizienten (von nicht weniger als 0,85) verringert werden; dies darf durch Prüfung nachgewiesen werden. Es dürfen zwei identische Balken (Betonart, Maße ...) geprüft werden, bei denen der einzige Unterschied darin besteht, dass einer der Balken keine diagonale Bewehrung aufweist. Die Durchbiegungen der Balken werden miteinander verglichen, um den positiven Einfluss des Gitterträgers nachzuweisen.

E.4.2.3.3 Deckensysteme mit Spannbetonbalken

Die Verformungen werden mit den mechanischen Eigenschaften der ungerissenen Querschnitte entweder für einen Balken oder eine Balkengruppe berechnet.

ANMERKUNG 1 Aufgrund der komplexen Phänomene, die in diesen Decken auftreten, und dem in mehreren Phasen sowie mit unterschiedlichen Bauteilen erfolgenden Einbau liefert die folgende vereinfachte Gleichung eine Annäherung an die wahrscheinliche Durchbiegung und erlaubt es so, die Art des Deckeneinbaus entsprechend den zulässigen verursachten Verformungen auszuwählen oder sie entsprechend anzupassen.

Im Falle einer gleichförmig belasteten Stützweite, die frei auf deren Auflagern ruht, kann die aktive Durchbiegung in Millimeter nach folgender Gleichung angegeben werden:

$$f_a = \frac{L^2}{8k_a E_{c,\infty} I} \left[\left(k_1 g_1 + \frac{1}{2} g_2 + \frac{2}{3} (g_v + g_a) + g_p + g_q + \frac{1}{3} q \right) \times \frac{aL^2}{9,6} + k_s m n_s - k_p P_{m,0} e_p \right]$$

$E_{c,eff}$ ist der Elastizitätsmodul des verwendeten Betons zum Zeitpunkt $t = \infty$, in MPa. Sofern eine genauere Berechnung unter Berücksichtigung des Querschnittes nicht vorliegt, kann $E_{c,eff}$ mit 13 000 MPa angenommen werden.

I ist das Trägheitsmoment des ungerissenen Querschnittes der Decke, ausgenommen die Decken mit selbsttragenden Balken, in mm^4 .

ANMERKUNG 2 Bei Deckensystemen, bei denen die Höhe der Zwischenbauteile über der der Balken liegt, ist I die Trägheit des Balkenabschnittes und des Ortbetons. In den anderen Fällen ist I die Trägheit ausschließlich des Balkenabschnittes.

k_1, k_s, k_p sind Koeffizienten zur Berücksichtigung der zeitversetzten Auswirkung der verschiedenen Einwirkungen, für die die Werte aus Tabelle E.3 abgeleitet werden können.

Tabelle E.1 — Werte für die Koeffizienten k_1, k_s und k_p

Lagerzeit der Balken ^a	k_1	k_s	k_p
Übliche Lagerung > 3 Wochen	1/10	1/3	1/10
Kurzlagerung ≤ 3 Wochen	1/5	1/5	1/5

^a Die Lagerzeit ist die Zeit zwischen dem Abschluss der Herstellung und dem Einbau der Balken.

E.5 Nachweis der Schubfestigkeit in Verbundsystemen

E.5.1 Allgemeines

Verbunddeckensysteme mit tragender Aufbetonschicht (siehe Anhang B), Deckensysteme mit Verbundaufbetonschicht und Deckensysteme mit teilweiser Aufbetonschicht, auf denen der Überbau ausreichend starr ist, um Punkt- oder Streckenlasten über mehrere Balken zu verteilen, benötigen keine Schubbewehrung.

Für durchgehende Decken darf die Erhöhung der Schubkraft nicht berücksichtigt werden, vorausgesetzt, dass die Differenz zwischen den Momenten um die Auflagerepunkte 50 % des isostatischen Momentes der betrachteten Stützweite nicht übersteigt.

Die Außenstegdicke der Zwischenbauteile, e , sollte für die Berechnung der Widerstandsbreite in der Nachweisebene (siehe Bild E.7) mit folgenden Werten berücksichtigt werden:

- statisch teilweise mitwirkende oder statisch mitwirkende Zwischenbauteile (Zwischenbauteile aus Beton- oder Ziegelhohlblöcken): $e = 1$ cm
- massive Zwischenbauteile aus Beton: $e = 3$ cm
- in weiteren Fällen (z. B. Zwischenbauteile aus Polystyrol oder Kunststoff): $e = 0$ cm.

E.5.2 Deckensystem mit Stahlbeton- oder Spannbetonbalken

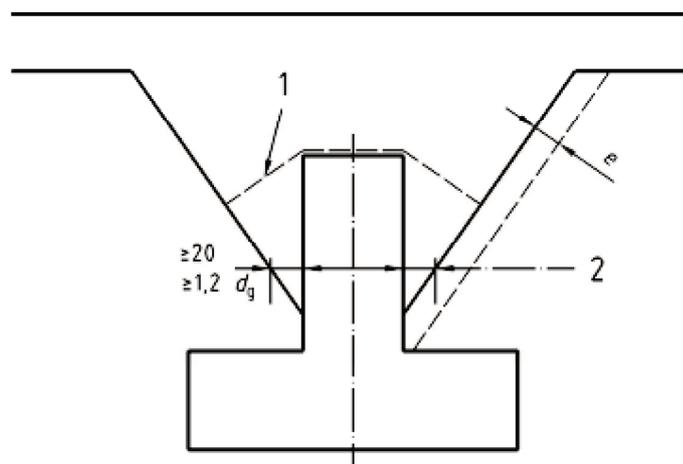
Die Schubfestigkeit von Verbund-Balkendecken mit Zwischenbauteilen wird folgendermaßen geprüft (siehe Bild E.7):

- unterhalb der Ebene aa' , auf der der lichte Raum zwischen dem Balken und den Zwischenbauteilen 20 mm oder $1,2 d_g$ beträgt, je nachdem, welcher Wert der größere ist, wird die Schubfestigkeit nur unter Berücksichtigung des Betons im Balken berechnet;

ANMERKUNG 1 Die kritische Ebene befindet sich in der Regel auf der Ebene aa' . Für Balken mit Stegvoute kann die unterste Ebene im Steg ungünstiger sein.

- entlang der Strecke der geringeren Festigkeit, entsprechend dem oberen Ende des Balkens und dem kürzeren Abstand von der Oberkante des Balkens zu den Zwischenbauteilen, wird die Festigkeit unter Berücksichtigung des Ortbetons berechnet (siehe Bild E.7).

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Strecke der geringeren Festigkeit
- 2 Ebene aa'

Bild E.7 — Definition der Nachweisebenen für Stahlbeton und Spannbetonbalken

Sofern für den Bemessungswert der Schubspannung, τ_{Sd} , auf der betrachteten Ebene folgende Bedingung erfüllt ist, ist keine Schubbewehrung erforderlich:

$$\tau_{Sd} = \frac{V_{Sd}}{b_z} \leq 0,03 f_{ck}$$

wobei τ_{Sd} der Bemessungswert der Schubspannung in MPa ist.

Dabei ist

- b die Breite des Balkenquerschnittes in der betrachteten Ebene oder die Strecke des geringeren Widerstands, in mm;
- z der Hebelarm beim Grenzzustand der Tragfähigkeit, $z = 0,9 d$ für Stahlbetonbalken, in mm
 $z = \eta S$ für Spannbetonbalken, in mm
- (S ist das auf der betrachteten Ebene berechnete statische Moment);
- d die wirksame Höhe, in mm;
- f_{ck} die charakteristische Druckfestigkeit des Betons (Beton des Balkens oder Ortbeton) auf der betrachteten Ebene, in MPa.

Sofern $\tau_{sd} > 0,03 f_{ck}$, sollte über die Tiefe des statisch mitwirkenden Abschnittes eine Schubbewehrung angebracht werden, die hinter diesem Punkt verankert werden sollte. Der prozentuale Anteil der Schubbewehrung wird entsprechend EN 1992-1-1:2004, 6.2.3, bewertet.

Sofern in Spannbetonbalken eine Schubbewehrung erforderlich ist, wird diese wie folgt angeordnet:

- Über 50 cm oder über $l_{pt}/2$ (wobei der größere Wert maßgebend ist), wenn eine Querbewehrung erforderlich ist, da die zulässige Spannung im Beton des Balkens überschritten wurde;
- sowie über die Länge, über die die zulässige Spannung des Ortbetons überschritten wurde.

ANMERKUNG 2 Es sollte nur die Bewehrung, die über dem wahrscheinlichen Schubriss liegt, berücksichtigt werden.

E.5.3 Deckensystem mit Gitterträgerbalken

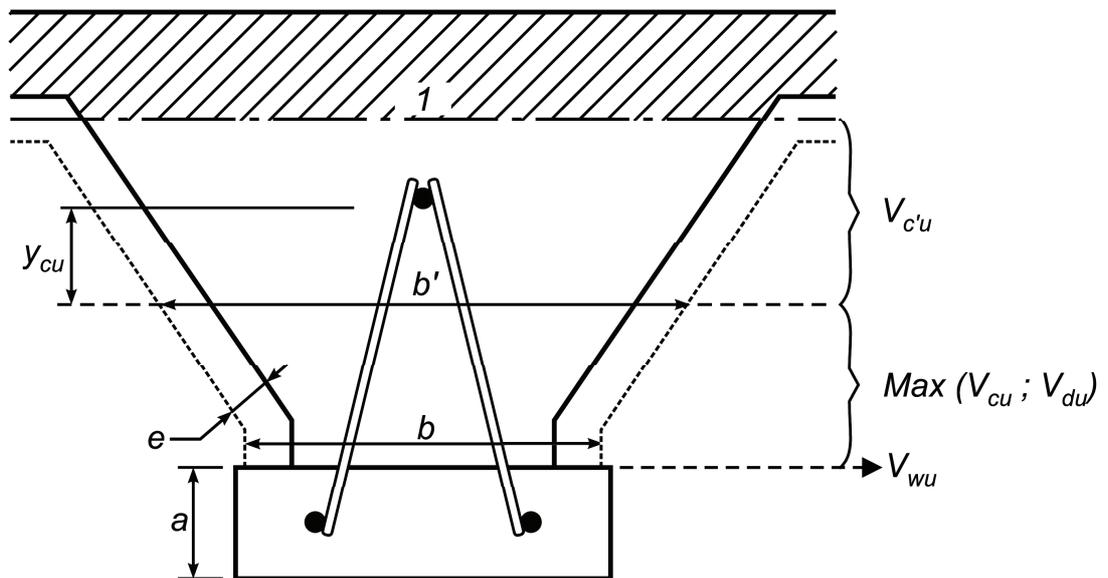
E.5.3.1 Nachweisbereiche

Es ist erforderlich, die Grenzschubspannungen des Betons auf allen Ebenen des Querschnitts und die Festigkeiten nachzuweisen, die die Diagonalen des Gitterträgers ausgleichen können. Dies führt zu unterschiedlichen Nachweisen, denen jeweils eine Grenzschubfestigkeit entspricht.

Bild E.8 beschreibt die Bereiche, in denen die verschiedenen Nachweise erfolgen sollten (nur für Gitterträger mit Längsbewehrung mit starkem Verbund am Grund). Dabei ist:

- $V_{cu}, V_{c'u}$ die durch die Schubspannung des Betons in der Rippe begrenzte Grenzschubfestigkeit;
- V_{wu} die durch die Festigkeit der Schweißverbindungen an der Grenzfläche begrenzte Grenzschubfestigkeit;
- V_{du} die durch die Festigkeit der Schweißverbindungen der Diagonale des Gitterträgers begrenzte Grenzschubfestigkeit;
- y_{cu} der Abstand von der Unterseite der oberen Bewehrung, die die Verankerung der Diagonalen des Gitterträgers sicherstellt, und der folgenden Wert aufweist:
- 2 cm, wenn die Festigkeit der oberen Schweißverbindungen der Festigkeit der Diagonalen entspricht;
- 3 cm, wenn die Festigkeit der oberen Schweißverbindungen mindestens 60 % der Festigkeit der Diagonalen entspricht;

ANMERKUNG Für die Zwischenwerte ist lineare Interpolation zulässig.



Legende

1 neutrale Achse

Bild E.8 — Definition der Nachweisebenen für Balken mit Gitterträgern

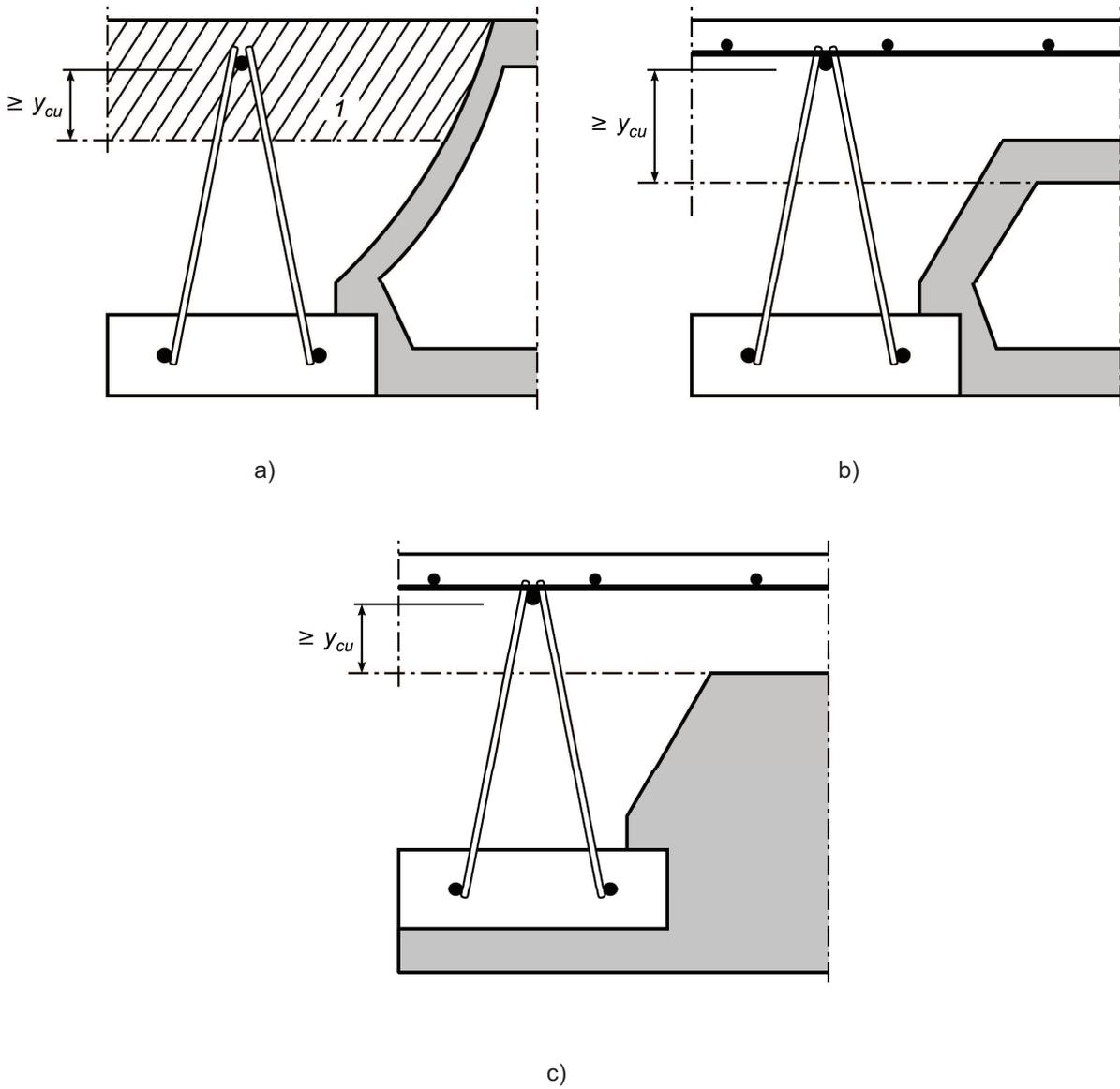
Die Schubspannung entlang der Dicke des Unterflansches (in Bild E.8 mit a bezeichnet) sollte nachgewiesen werden, wenn der Balken eine zusätzliche Bewehrung enthält, die nicht mit den Diagonalen des Gitterträgers verbunden ist. Die Schubspannung ist, wie in E.5.3.2 definiert, auf τ_{cu} begrenzt. Liegt der Bemessungswert über τ_{cu} , sollte eine horizontale Verbundbewehrung hinzugefügt werden.

E.5.3.2 Bemessung der Grenzschubspannungen

a) Schubspannung des Betons der Rippe

Der Nachweis für $V_{c'u}$ ist nicht erforderlich, wenn der Obergurt des Balkens über die gesamte Länge mindestens 2 cm oberhalb des Folgenden liegt:

- der neutralen Achse des Abschnittes
- oder der Ebene der Unterseite des Obergurtes von statisch mitwirkenden Zwischenbauteilen mit Hohlräumen
- oder der Ebene der Oberseite von statisch nicht mitwirkenden Zwischenbauteilen
 - des Querschnitts (Beispiel in Bild E.9a)
 - der tragenden Hohlblöcke in Bild E.9b)
 - der nichttragenden Blöcke in Bild E.9c).



Legende
 1 neutrale Achse

Bild E.9 — Fälle, in denen der Nachweis nicht erforderlich ist

$$V_{cu} = \tau_{cu} b z \qquad V_{c'u} = \tau_{cu} b' z$$

$$\tau_{cu} = 0,03 f_{ck}$$

Dabei ist

- f_{ck} die charakteristische Druckfestigkeit des Ortbetons;
- b die geringste horizontale Breite der Rippe, vergrößert durch die übliche Dicke der Gurte der Zwischenbauteile, in mm;
- b' die 2 cm unter dem Durchmesser des oberen Stabes gemessene Breite der Rippe, vergrößert durch die übliche Dicke der Gurte der Zwischenbauteile, in mm;
- z Der Hebelarm beim Grenzzustand der Tragfähigkeit, $z = 0,9 \times d$, in mm;
- d die wirksame Höhe des Abschnittes, in mm.

b) Schubspannung an der Grenzfläche zwischen den beiden Betonen

Balken mit einem Endstück in Form eines vorgefertigten Betonbauteils erfordern einen Nachweis der Schubspannung an der Grenzfläche der beiden Betone. Diese monolithische Wirkung wird durch die Diagonalen der Gitterträger sichergestellt (wenn der Winkel zur Grenzfläche mehr als 45° beträgt) sowie erforderlichenfalls durch eine ergänzende Querbewehrung.

Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn die Bewehrung direkt und vollständig im Ortbeton eingebettet ist (keine Konstruktionsfuge).

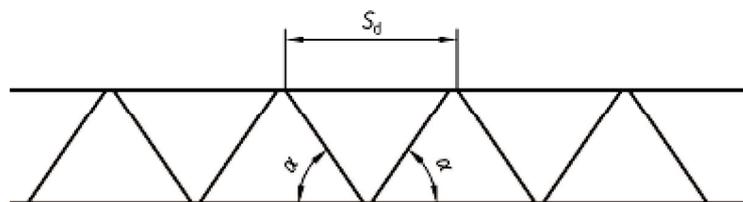
Es werden die beiden Diagonalen betrachtet, von denen eine in eine günstige und die andere in eine ungünstige Richtung weist.

Die Festigkeit der Schweißverbindungen der Diagonalen mit den unteren Bewehrungen sollte als Teil einer unter Aufsicht erfolgenden Eigenkontrolle systematisch mit Hilfe von Prüfungen bestimmt werden. Im Allgemeinen handelt es sich hierbei um eine Zugprüfung an einer Diagonale, die entlang der Richtung der Diagonalen erfolgt und bei der die untere Bewehrung so befestigt ist, dass keine Drehung möglich ist.

Der Wert, R , wird anhand einer bedeutenden Anzahl von Prüfungen (mindestens einhundert), mit einem 95%-Quantil (garantierter Wert), bestimmt.

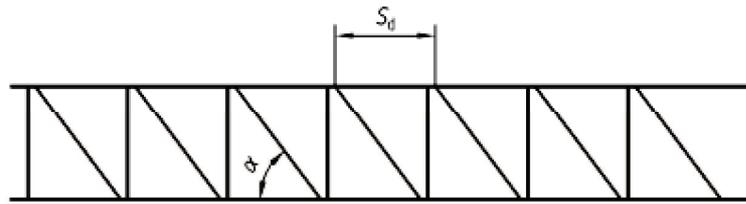
Bei der verfügbaren Festigkeit einer Diagonale, F_d , handelt es sich um den geringsten Wert zwischen den folgenden Werten:

$$A_d \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad \text{und} \quad \frac{R}{\gamma_s}$$



$$V_{wu} = 2 F_d \sin \alpha \frac{z}{s_d}$$

Bild E.10 — Gitterträger vom Typ „WARREN“



$$V_{wu} = F_d (1 + \sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s_d}$$

Bild E.11 — Gitterträger vom Typ „PRAT“

s_d ist der Abstand zwischen zwei parallelen Diagonalen.

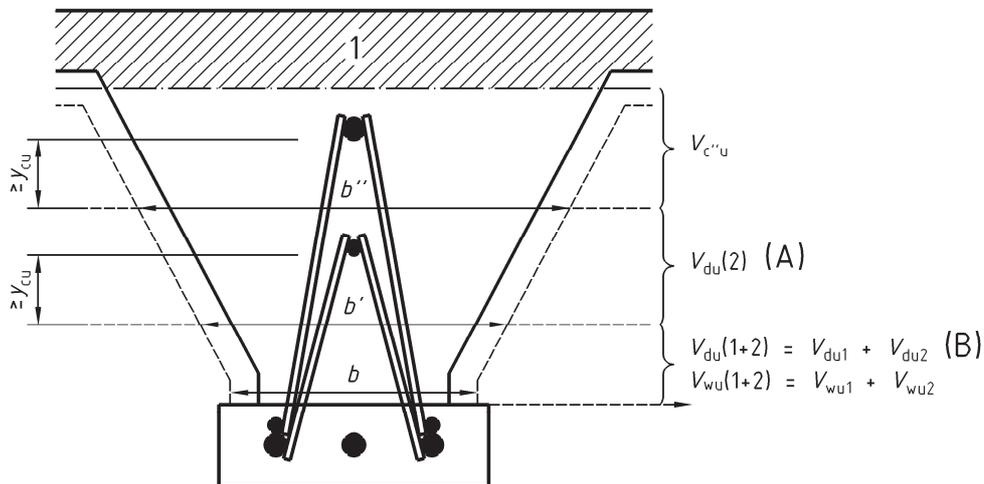
c) in den bewehrten Bereich mit dem Gitterträger hineinwirkende Schubspannung

$$V_{du} = F_d (\cos \alpha + \sin \alpha) \frac{z}{s_d} + 0,35 f_{ctk} 0,05 b z$$

E.5.3.3 Festigkeitserhöhung durch Gitterträger

In den Bildern E.12 und E.13 werden die Indizes 1 und 2 für V_{wu} und V_{du} verwendet, wobei die Schubfestigkeiten jeweils durch die Diagonalen des Gitterträgers oder durch zusätzliche Bewehrungen ausgeglichen werden.

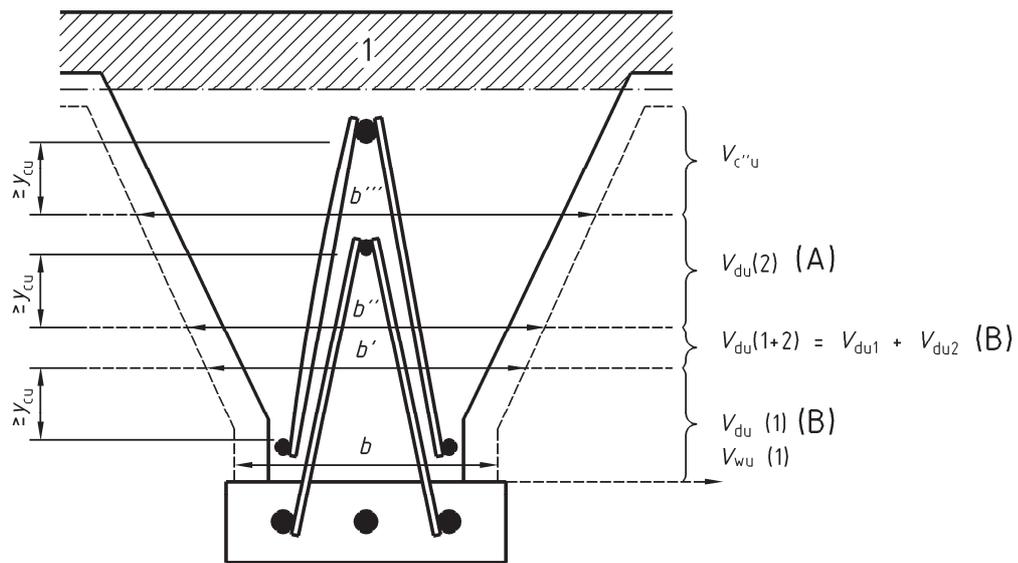
Bei der Berechnung der Gesamtschubfestigkeit, V_{du} , ($V_{du1} + V_{du2}$) sollte der Beitrag des Betons nur einmal berücksichtigt werden.



Legende

- 1 neutrale Achse
- (A) (mit b' berechnet)
- (B) (mit b berechnet)

Bild E.12 — Aufeinander gelegte und im Beton verankerte Gitterträger



Legende

1 neutrale Achse

(A) (mit b' berechnet)

(B) (mit b berechnet)

Bild E.13 — Aufeinander gelegte und auf dem Beton angeordnete Gitterträger

Anhang F (informativ)

Bemessung von selbsttragenden Balken

F.1 Allgemeines

Der Nachweis von Decken mit selbsttragenden Balken umfasst den Nachweis der Tragfähigkeit der Balken im Hinblick auf die Lastkombinationen, die unter den Bedingungen der Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit für ständige und vorübergehende sowie außergewöhnliche Bemessungssituationen betrachtet werden. Selbsttragende Balken sollten nach 4.3.3.3 entweder durch Berechnung nach EN 1992-1-1:2004 und mittels der Bestimmungen dieses Anhangs oder durch Typprüfungen bemessen werden.

F.2 Bemessungswert des Biegemoments beim Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Bemessungswert des Biegemoments beim Grenzzustand der Tragfähigkeit, M_{Rd} , sollte nach 4.3 dieser Norm unter Berücksichtigung der Baustoffeigenschaften, der Teilsicherheitsbeiwerte und der vom Hersteller angegebenen Maßtoleranzen in Übereinstimmung mit EN 1992-1-1:2004, 6.1, bestimmt werden.

F.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für Spannbetonbalken

F.3.1 Spannungs- und Rissbegrenzung

Für selbsttragende Spannbetonbalken sollte das in E.4.1 angegebene Verfahren angewendet werden.

F.3.2 Durchbiegungsbegrenzung

Das in E.4.2.1 angegebene Prinzip sollte für selbsttragende Spannbetonbalken gelten, um die aktive Durchbiegung nach E.4.2.2 zu begrenzen. Der Nachweis der Verformung beinhaltet auch die Begrenzung der Gesamtverformung.

Die betrachtete zulässige Durchbiegung sollte $L/250$ oder $L/500$ betragen, wenn die Durchbiegung angrenzende Teile der Struktur beschädigen könnte. Die Gesamtdurchbiegung, w_t , die anhand der Auswirkung durch die Deckenmontage abgeschätzt wird, sollte mit Hilfe der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$w_t = \frac{L^2}{8 E_{c,eff} I} \left[\left(\beta g_1 + g_2 + g_v + g_a + g_p + g_q + \frac{1}{3} q \right) \frac{L^2}{9,6} - \beta P_{m,0} e_p \right]$$

$E_{c,eff}$ ist der Langzeitelastizitätsmodul nach EN 1992-1-1:2004, 7.4.3, $E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)}$

β ist der Koeffizient zur Berücksichtigung der Langzeiteinwirkung des Eigengewichts der Balken und der Vorspannkraft (siehe EN 1992-1-1:2004, 7.4.3).

ANMERKUNG Alle anderen Definitionen sind in E.4.2.3 angegeben.

F.4 Bemessungswert der statisch mitwirkenden Querkraft

Die Querkraft der selbsttragenden Balken sollte nach EN 1992-1-1:2004, 6.2, berechnet werden.

Anhang G (informativ)

Wirkung als vorgefertigtes Deckenelement (Elementdecke)

G.1 Allgemeines

Balkendecken mit Zwischenbauteilen und einer tragenden Aufbetonschicht können als Elementdecke zur Übertragung von seitlichen Kräften auf die aussteifenden vertikalen Bauteile wirken.

Zur Berücksichtigung der Scheibenwirkung unter üblichen Bedingungen (nur Windaussteifung) entsprechen die Bewehrungsquerschnitte üblicherweise der Mindestbewehrung.

In Erdbebengebieten sollten die folgenden Regeln beachtet werden:

- die Mindestdicke der Aufbetonschicht sollte mindestens der in Anhang B definierten Dicke entsprechen;
- die Aufbetonschicht sollte durch eine durchgängige geschweißte Matte bewehrt werden, die vollständig an den Randauflagern verankert ist. Die Querschnittsfläche der senkrecht zur Stützweite der Balken verlaufenden Bewehrung A_1 und die Querschnittsfläche der parallel zu dieser Stützweite verlaufenden Bewehrung A_2 sollte mindestens die folgenden Werte aufweisen:
- in Gebieten mit niedriger und mittlerer seismischer Aktivität nach EN 1998: $A_1 \geq 1,0 \text{ cm}^2/\text{m}$ und $A_2 \geq 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}$;
- in Gebieten mit starker seismischer Aktivität nach EN 1998: $A_1 \geq 1,4 \text{ cm}^2/\text{m}$ und $A_2 \geq 0,7 \text{ cm}^2/\text{m}$;

In allen Fällen sollten die Verankerungs- und die Übergreifungslängen um 30 % erhöht werden.

Für die Bestimmung der Dicke der Aufbetonschicht, h_0 , und der Querschnittsfläche, A_s , der Bewehrung (für eine Deckenbreite von 1 m) sollten folgende Bedingungen nachgewiesen werden:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} + V_{Rd3}$$

$$\text{und } V_{sd} \leq V_{Rd2}$$

mit

$$V_{Rd1} = 0,23 f_{ctk, 0,05} h_{ef}$$

$$V_{Rd3} = 0,72 A_s f_{yk}$$

$$V_{Rd2} = 0,20 f_{ck} h_{ef}$$

Dabei ist

- V_{sd} die horizontale Querkraft, die sich unter seismischer Aktivität auf 1 m Länge entwickelt, in kN/m;
- f_{ck} die charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Ortbetons nach 28 Tagen, in MPa (sofern keine spezifischen Informationen vorliegen, ist f_{ck} mit 25 MPa anzunehmen);
- $f_{ctk, 0,05}$ die charakteristische Längszugfestigkeit des Ortbetons, in MPa;
- f_{yk} die charakteristische Streckgrenze der Bewehrung, in MPa;
- h_{ef} $h_0 + 10$ für Zwischenbauteile aus Beton und Keramik, ansonsten $h_{ef} = h_0$ (statisch nicht mitwirkende Zwischenbauteile), in mm.

G.2 Gebäude mit geringer Geschosszahl

Ist die Wirkung als Elementdecke gering, wie dies z. B. bei Gebäuden mit geringer Geschosszahl der Fall ist, darf – jedoch nur in Gebieten mit geringer und mittlerer seismischer Aktivität – auf die Aufbetonschicht verzichtet werden, vorausgesetzt, es werden folgende Vorkehrungen getroffen:

- bei den Zwischenbauteilen handelt es sich um statisch mitwirkende Bauteile aus Beton oder Keramik, die verfugt sind;
- ein System von horizontalen Verbindungen ist mit Rippen versehen (auf einem Abschnitt von mindestens 160 cm^2), die senkrecht zur Stützweite der Balken und mit einem Abstand von höchstens 2 m angeordnet werden. Die Querschnittsfläche der Rippenbewehrung beträgt mindestens 2 cm^2 ;
- die Bewehrungen sind oberhalb der Balken und parallel zu diesen auf der Ebene der Zwischenaufleger angeordnet, wobei der Querschnitt mindestens $1 \text{ cm}^2/\text{m}$ beträgt (für eine Deckenbreite von 1 m) und die Länge auf beiden Seiten des Auflagers der um die Höhe des Balkens erhöhten Übergreifungslänge entspricht.

Anhang H (normativ)

Prüfung zur Bestimmung von Montage-Stützweiten

H.1 Allgemeines

Das Ziel dieser Prüfungen besteht in der Bestimmung der Montage-Stützweiten im Hinblick auf die folgenden Kriterien:

- Biegetragfähigkeit: Bestimmung der Bruchlast und der Biegesteifigkeit (Prüfung der Verformung);
- Biege- und Querkrafttragfähigkeit: Bestimmung der Bruchlast.

Diese Erstprüfungen sind an jedem Balkentyp (einmalige Querschnittsfläche und einmaliges Bewehrungsmuster) bei dessen erstmaliger Produktion und bei Änderungen der Produktion durchzuführen.

Diese Erstprüfung ist dafür vorgesehen, die Zuverlässigkeit des angewendeten Berechnungsmodells zu prüfen.

ANMERKUNG 1 Bei ähnlicher Konfiguration von Balken und Bewehrung ist eine Interpolation zulässig.

ANMERKUNG 2 Im Falle von Spannbetonbalken ist der Nachweis der Durchbiegung freigestellt.

H.2 Bestimmung der Montage-Stützweite

H.2.1 Allgemeines

Durch die Montage-Stützweite, l_{cr} , müssen für die in Bild H.1 dargestellten statischen Systeme, in denen die Höchstwerte für die Spannung in den Stützweiten und an den Auflagern angegeben sind, die Kriterien sowohl hinsichtlich des Versagens als auch der Durchbiegung erfüllt werden.

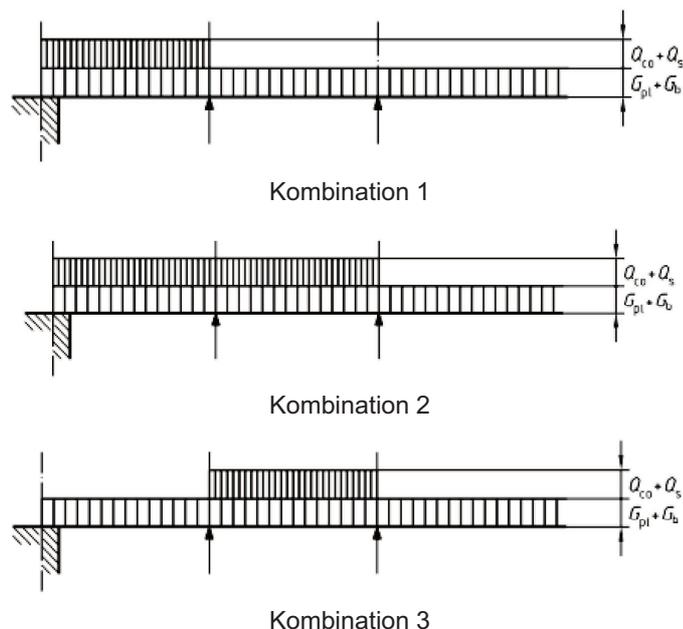


Bild H.1 — Zu betrachtende statische Systeme

H.2.2 Versagensbemessung

Durch eine Vorberechnung ist zu überprüfen, ob die Last, die dem Grenzzustand der Biege- und die Querkrafttragfähigkeit entspricht, mindestens gleich der ist, die sich aus folgender Kombination der Einwirkungen ergibt:

$$\gamma_{Gpl}(G_{pl} + G_b) + \gamma_{Qco} \times Q_{co} + \gamma_{Qs} \times Q_s$$

Dabei ist/sind

G_{pl} das Eigengewicht der Balken;

G_b das Eigengewicht der zu den Balken gehörigen Zwischenbauteile;

Q_{co} die Masse des Ortbetons;

Q_s die während des Einbaus der Decke zeitweise auftretenden Lasten.

ANMERKUNG Bis der Wert für Q_s in den europäischen gesetzlichen Vorschriften festgelegt ist, darf der Wert 1,5 kN verwendet werden, wobei die Lasten in Feldmitte aufgebracht werden.

H.2.3 Überprüfung der Durchbiegung

Bei Stahlbetonbalken darf die Durchbiegung in der Feldmitte zwischen Stützen oder zwischen Auflagern für die Kombination ($G_{pl} + G_b + Q_{co}$) der Einwirkungen nicht mehr als $l_{er}/500$ von der Horizontalen betragen.

ANMERKUNG Diese Prüfung wird ohne Berücksichtigung der Last Q_s durchgeführt, die als außergewöhnliche Last angesehen wird.

H.3 Ausrüstung

Bei der Prüfmaschine muss es sich mindestens um eine Maschine der Klasse 3 nach EN 12390-4:2000 handeln.

Die Lasteinleitungsvorrichtung muss mit einem Gelenk versehen sein. Die zur Messung der Durchbiegung angewendeten Messuhren müssen eine Messgenauigkeit von $\pm 0,1$ mm aufweisen.

H.4 Prüfanordnung

H.4.1 Allgemeines

Die Prüfungen sind durch den Hersteller entweder in einem Prüflabor oder im Werk durchzuführen.

Die Prüfung ist bei einer Temperatur zwischen 0 °C und 40 °C durchzuführen. Die Temperatur ist aufzuzeichnen.

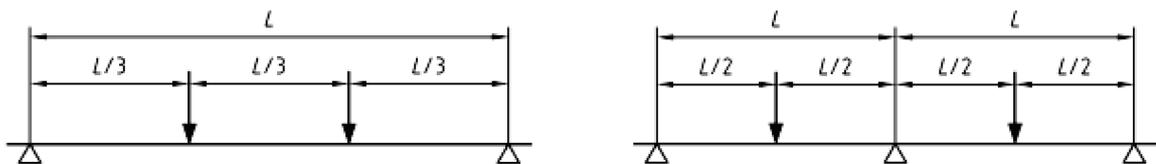
Der Probekörper ist der Balken selbst. Er muss zum Zeitpunkt der Prüfung ein Alter von mindestens 7 Tagen erreicht haben.

Der Balken muss auf Rollen aufliegen (von denen mindestens eine frei rotieren kann), die über Verteilungslatten mit einer Breite von 50 mm \pm 5 mm und einer Dicke von 10 mm \pm 3 mm verfügen, wenn die Unterseite des Balkens uneben ist.

Die Last (P) ist über zwei Lastverteilungsplatten mit einer Dicke von $10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$, die in der Lage sind, jegliche Oberflächenunregelmäßigkeiten auszugleichen, für Biegeprüfungen nach Bild H.2 und für Schubprüfungen nach Bild H.3 einzuleiten.

Die Prüfstützweiten müssen für den Typ der ausgeführten Prüfungen relevant sein, so dass bei einer Biegeprüfung der Balken unter Biegebeanspruchung und bei einer Schubprüfung unter Schubbeanspruchung versagt.

H.4.2 Biegeprüfungen



a) auf zwei Endauflagern (selbsttragende Balken)

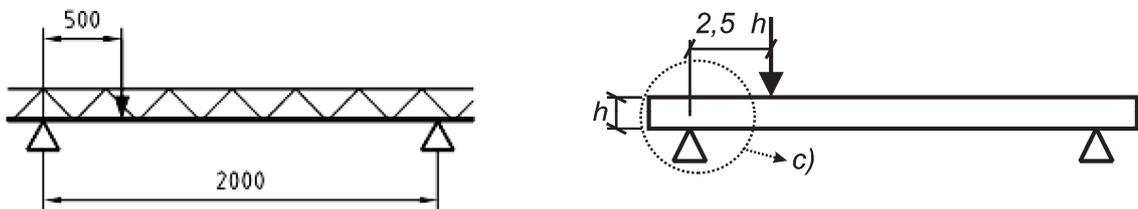
b) mit einem Zwischenaufleger

Bild H.2 — Lastanordnung für Biegeprüfungen

ANMERKUNG Die Stützweiten, L , sollten denen gleichen, die für die Montage-Stützweiten abgeschätzt wurden.

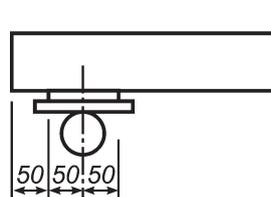
H.4.3 Schubprüfungen

Maße in Millimeter



a) Stahlbetonbalken

b) Spannbetonbalken



c) Einzelheit des Auflagers

Bild H.3 — Lastanordnung für Schubprüfung

H.5 Lasteinleitung

Es ist eine Last einzuleiten, die bis zu 10 % der höchstens zu erwartenden Last beträgt, die Last ist wieder zu entfernen, um den Balken aufzulegen (Auflegelast), anschließend ist die Last wie folgt einzuleiten:

a) Lasteinleitung ausschließlich zur Prüfung der Bruchlast

Auf den Balken ist bis zum Versagen eine gleichmäßig ansteigende Last einzuleiten. Bei der Bruchlast, P_R , handelt es sich um die Last, der der Balken höchstens standhalten kann.

b) Lasteinleitung zur Prüfung der Bruchlast und der Durchbiegung

- 1) gleichmäßiger Anstieg. Nach jeder Lasterhöhung (25 %, 50 %, 75 % und 100 % von P_{flim}) ist die Durchbiegung des Probekörpers in der Feldmitte zu messen und um die Auflagerabsenkung zu korrigieren, die jeweils gleichzeitig mit der Durchbiegung in der Feldmitte zu messen ist;
- 2) wenn die um die Auflagerabsenkung korrigierte Durchbiegung in der Feldmitte einen Wert von $L/500$ erreicht hat, ist die Last aufzuzeichnen, die zu dem Zeitpunkt eingeleitet wurde (P_{flim}). Ebenso sind die entsprechende Durchbiegung in der Feldmitte und die Auflagerabsenkung aufzuzeichnen;
- 3) bei Balken mit Stahlgitterträgern ist die Last zu entfernen und die Restverformung zu messen (das Entfernen der Last ist in den anderen Fällen wahlfrei);
- 4) nach 5 min bis 10 min ohne Last (sofern zutreffend) ist der Balken bis zum Versagen zu belasten, wobei die gleiche Belastungsgeschwindigkeit wie zuvor anzuwenden ist. Bei der Bruchlast, P_R , handelt es sich um die Last, der der Balken maximal standhalten kann.

Während dieser Lasteinleitungsphasen ist die Belastung zu unterbrechen, wenn ein Ereignis auftritt, das eine Analyse erfordert.

H.6 Auswertung der Ergebnisse

H.6.1 Nicht selbsttragende Balken

Die während der Prüfung gemessene Durchbiegung mit den Lastkombinationen nach H.2.3 darf nicht mehr als $l_{er}/500$ betragen.

Als Hinweis auf die aufnehmbare Biegung und Schubtragfähigkeit des Bauteils bei der vorgesehenen Verwendung können die folgenden Bedingungen betrachtet werden:

- der unter der in H.2.2 angegebenen Kombination von Einwirkungen berechnete Wert des aufnehmbaren Biegemoments sollte nicht größer als $M(P_R)/\gamma_E$ gewählt werden;
- der unter der in H.2.2 angegebenen Kombination von Einwirkungen berechnete Wert der Schubtragfähigkeit sollte nicht größer als $V(P_R)/\gamma_E$ gewählt werden.

Dabei ist

- l_{er} die Prüfstützweite,
- $M(P_R)$ das bei der Prüfung erhaltene Versagemoment des kritischen Querschnitts,
- $V(P_R)$ die bei der Prüfung erhaltene Grenzschertragfähigkeit des kritischen Querschnitts,
- γ_E der Koeffizient zur Berücksichtigung des Koeffizienten für die Änderungen der Materialfestigkeit, des Berechnungsmodells und der Geometrie des Balkens.

ANMERKUNG Der Wert für γ_E darf bei Versagen des Stahls mit $\gamma_E = \gamma_F \gamma_S$ und bei Versagen des Betons mit $\gamma_E = \gamma_F \gamma_C$ angenommen werden. Die Werte für γ_F , γ_S und γ_C dürfen den entsprechenden Teilen der Eurocodes entnommen werden.

Zur Kalibrierung des Bemessungsmodells (Nachweis durch versuchsgestützte Berechnung – siehe 4.3.3.3) sind für jede Prüfanordnung Erstprüfungen an drei Probekörpern durchzuführen. Werden die nachstehend aufgeführten Bedingungen erfüllt, sind die Ergebnisse als positiv anzusehen:

$$M(P_R)/M_{\text{calc}} \geq 0,95 \quad \text{für jeden Probekörper}$$

$$\text{Durchschnitt}\{M(P_R)/M_{\text{calc}}\} \geq 1,0 \quad \text{für den Mittelwert aus drei Prüfungen}$$

für die Biegeprüfung und

$$V(P_R)/V_{\text{calc}} \geq 0,95 \quad \text{für jeden Probekörper}$$

$$\text{Durchschnitt}\{V(P_R)/V_{\text{calc}}\} \geq 1,0 \quad \text{für den Mittelwert aus drei Prüfungen}$$

für die Schubprüfung. Dabei ist M_{calc} das aufnehmbare Biegemoment und V_{calc} die aufnehmbare Schubkraft, welche für den kritischen Querschnitt des Probekörpers in der Prüfanordnung mit den tatsächlichen Maßen, den tatsächlichen Materialeigenschaften und mit $\gamma_s = \gamma_c = 1$ berechnet werden.

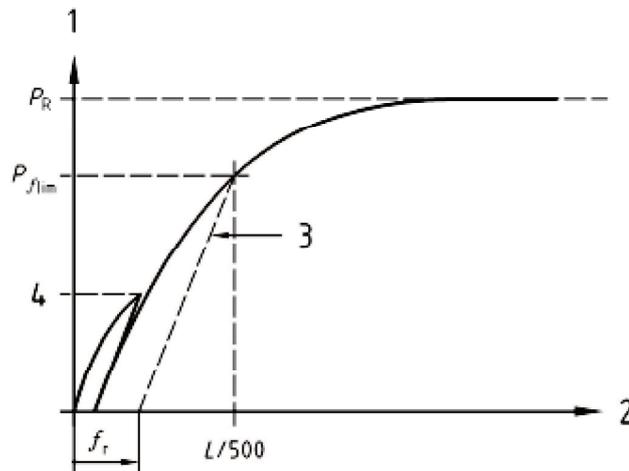
Für Überwachungsprüfungen ist nur eine Prüfung durchzuführen. Das Ergebnis ist als positiv anzusehen, wenn $V(P_R) > 0,95 V_{\text{calc}}$.

Die in der Prüfung beobachtete Versagensart muss dem in der Berechnung angenommenen Modell entsprechen.

H.6.2 Selbsttragende Balken

Sofern es sich bei der Prüfung um eine Biegeprüfung handelt, ist die Last gegen die Durchbiegung in der Feldmitte aufzuzeichnen, wobei die Durchbiegung um die Auflagerabsenkung zu korrigieren ist. Ein Beispiel für ein derartiges Diagramm ist in Bild H.4 angegeben.

Die Prüfungen sind nach EN 1990:2002, Abschnitt 5 und Anhänge C und D, auszuwerten, wobei die Ergebnisse der zuvor zum Zeitpunkt der erstmaligen Herstellung (oder Änderung des Herstellprozesses) des untersuchten Balkentyps ausgeführten Prüfungen sowie die Ergebnisse von Prüfungen zu berücksichtigen sind, die als Teil des Qualitätskontrollprogrammes durchgeführt wurden.



Legende

- 1 eingeleitete Last
- 2 Durchbiegung in der Feldmitte
- 3 für Balken mit Gitterträgern
- 4 Auflast

P_R Bruchlast
 f_r Restdurchbiegung

Bild H.4 — Diagramm zur Aufzeichnung der Last gegen die Durchbiegung in der Feldmitte

H.7 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- Identifizierung des Probekörpers;
- Stützweite des Balkens oder des Probekörpers;
- Datum der Herstellung oder anderer Code;
- Datum und Ort der Prüfung;
- Prüfstelle und Person, die für die Prüfung verantwortlich ist;
- für die Prüfung erforderliche Kennwerte der Baustoffe;
- Prüfverfahren;
- angewendete Messausrüstung;
- Auflast und Restdurchbiegung (sofern zutreffend);
- Wert für P_{flim} (sofern zutreffend);
- Beobachtungen hinsichtlich der Prüfung und sämtliche aufgetretenen Störungen (Risse usw.);
- Wert der Bruchlast, P_R ;
- Art des Versagens;
- Diagramm zur Aufzeichnung der Last gegen die Durchbiegung, ausschließlich für selbsttragende Balken (wahlfrei);
- Angabe, dass die Prüfungen in Übereinstimmung mit dieser Norm ausgeführt wurden, sowie Einzelheiten zu sämtlichen erfolgten Änderungen.

Anhang J (informativ)

Betondruckfestigkeit beim Aufbringen der Vorspannkraft

J.1 Allgemeines

J.1.1 Durchführung

Die Mindestdruckfestigkeit des Betons vor dem Aufbringen der Vorspannkraft sollte durch Prüfungen an würfel- oder zylinderförmigen Probekörpern bestimmt werden. Weichen die geprüften Probekörper vom Normzylinder mit den Maßen 150 mm × 300 mm ab, sollten Korrelationskoeffizienten angewendet werden.

Die Proben sollten während der Herstellung entnommen werden, derselben Wärmebehandlung unterzogen werden wie die Balken und bis zur Druckfestigkeitsprüfung in derselben Umgebung gelagert werden.

ANMERKUNG Die Betondruckfestigkeit zum Zeitpunkt des Aufbringens der Vorspannkraft darf nach der Korrelierung durch Laborprüfungen auch durch weitere Verfahren bestimmt werden (Rückprallhammer, Ultraschallgeschwindigkeit und Reifebestimmung).

J.1.2 Auswertung der Ergebnisse

Nach einer Zeit, die als erforderlich dafür angesehen wird, dass der Beton ausreichend erhärtet ist, so dass das Vorspannen fortgeführt werden kann, sollte das in Bild J.1 dargestellte Verfahren angewendet werden.

Es dürfen auch weitere geeignete Verfahren angewendet werden, vorausgesetzt, die erforderliche Mindestdruckfestigkeit, $f_{cmin,p}$ bei Freigabe entspricht der in 4.2.3.2.3 dieser Norm angegebenen.

Die Ergebnisse sollten aufgezeichnet werden.

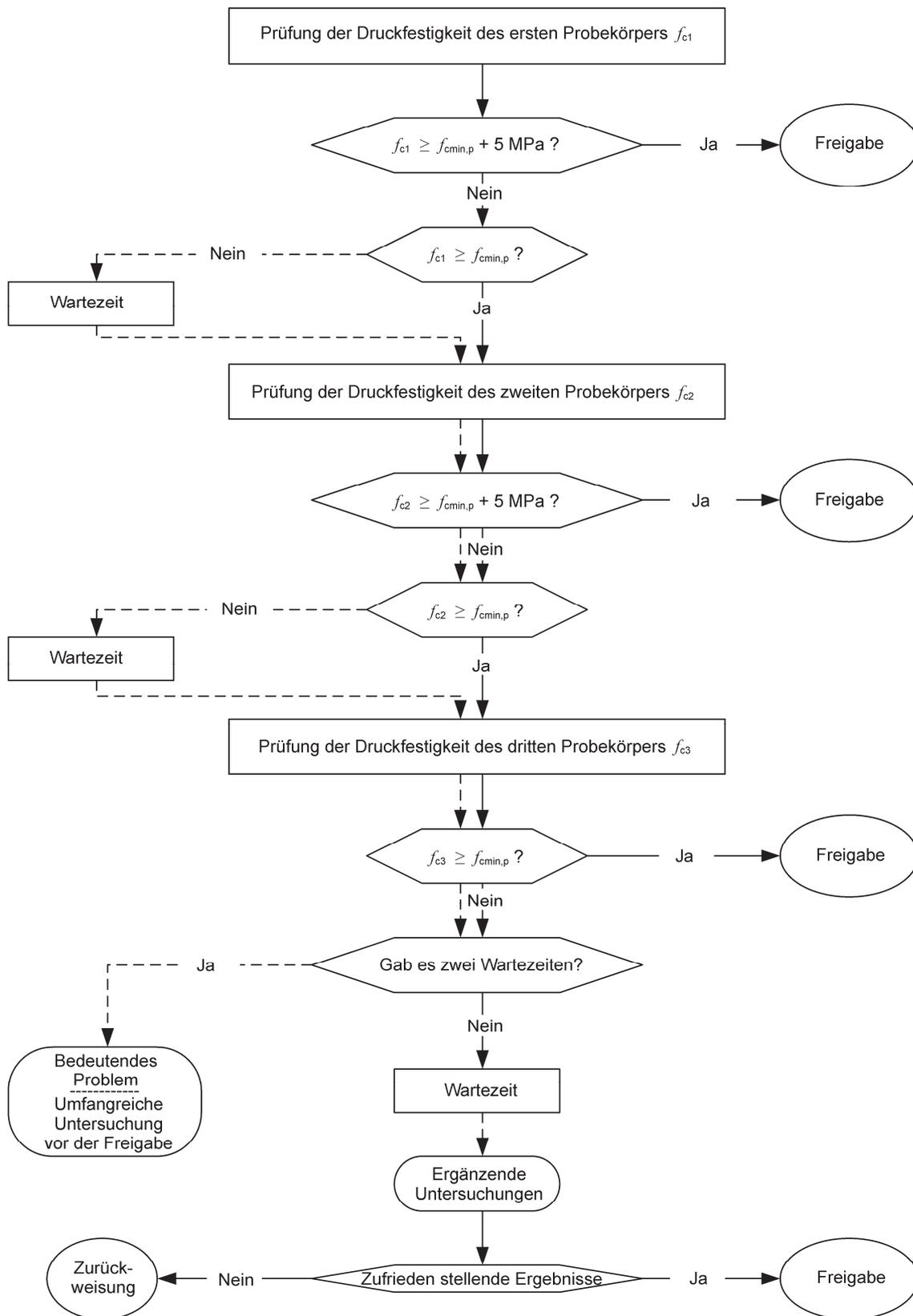


Bild J.1 — Verfahren der vor Aufbringung der Vorspannkraft durchzuführenden Prüfungen

Anhang K (informativ)

Feuerwiderstand

K.1 Allgemeines

Die Bestandteile von Balkendecken mit Zwischenbauteilen sollten so beschaffen sein, dass der Feuerwiderstand des fertigen Deckensystems (Tragfähigkeit und/oder Raumabschluss) die Anforderungen an den in den Brandvorschriften geforderten Zeitraum unter Berücksichtigung des Verwendungszweckes der Decke erfüllt. Außerdem dürfen die Bestandteile weder Ursprung eines Brandes sein noch zur Brandausbreitung beitragen.

K.2 Feuerwiderstand von Balkendecken mit Zwischenbauteilen

Der Feuerwiderstand von Balkendecken mit Zwischenbauteilen sollte durch Prüfung, durch Berechnung oder aus tabellierten Daten bestimmt werden.

Die Nachweise sollten durch Prüfung, durch Berechnung oder durch Beides erfolgen.

K.3 Bestimmung durch Prüfung

Der Feuerwiderstand darf unter Berücksichtigung der Ergebnisse früherer Prüfungen an Deckensystemen, die dem vorgeschlagenen Deckensystem ähnlich sind, nach EN 1365-2 nachgewiesen werden.

Sollte dies nicht möglich sein (bei neuen Systemen oder bei Systemen, deren Eigenschaften sich wesentlich von denen früher geprüfter Systeme unterscheiden), sollten für jede zu erwartende Versagensart (Biegeversagen, Schubversagen) zwei Prüfungen durchgeführt werden.

Sofern für eine bestimmte Prüfungsart der kürzere der aufgezeichneten Werte der Feuerwiderstandsdauer weniger als das 0,8fache des längeren aufgezeichneten Wertes beträgt, sollte eine dritte Prüfung durchgeführt werden.

Der anzugebende Feuerwiderstand ist die Mindestdauer, die aufgezeichnet wurde, es sei denn, eine Erklärung für das äußerst niedrige Prüfergebnis liegt vor.

Für eine bestimmte Art von Deckensystem sollten die erhaltenen Ergebnisse auf andere statisch mitwirkende Querschnitte, Stützweiten oder Lastfälle extrapoliert werden, vorausgesetzt, dass die Extrapolation durch die entsprechenden Berechnungsmethoden bestätigt wird.

ANMERKUNG Fallen die Ergebnisse der ersten Prüfung um mindestens 20 % höher aus als die geforderte Feuerwiderstandsdauer, reicht eine einzelne Prüfung je Versagensart aus.

K.4 Beurteilung durch Berechnung

K.4.1 Allgemeines

Der Feuerwiderstand sollte nach EN 1992-1-2:2004 durch Berechnung bestimmt werden. Der Nachweis des Feuerwiderstands ist zum Nachweis der Schubfestigkeit nicht erforderlich.

Es wird davon ausgegangen, dass die Anforderungen an die Funktion als Raumabschluss erfüllt sind, wenn die Aufbetonschicht mit einer Bewehrungsmatte bewehrt ist.

K.4.2 Mechanische Festigkeit

Zur Beurteilung der Standsicherheit nach 15-minütiger Brandeinwirkung wird das Deckensystem in eine massive Platte integriert.

Zur Beurteilung der Standsicherheit nach 30- bzw. 60-minütiger Brandeinwirkung erfolgt die Berechnung der Temperaturen im unteren Teil des Balkens (Bewehrung) in zwei Schritten; dabei wird zwischen Zwischenbauteilen unterschiedlicher Höhe unterschieden.

Zwischenbauteile mit einer Höhe < 15 cm

Es wird davon ausgegangen, dass die Deckenunterseite 15 min unversehrt bleibt. Die ersten 15 min werden durch Einbeziehung der Zwischenbauteile als massive Platte berechnet. Nach diesem Zeitraum berücksichtigt die Berechnung das verbleibende Profil, das durch die Flächen der Zwischenbauteile, die mit der Aufbetonschicht in Kontakt stehen, gebildet wird (siehe Bild K.1).

Zwischenbauteile mit einer Höhe ≥ 15 cm

Es wird davon ausgegangen, dass die Deckenunterseite 30 min unversehrt bleibt. Die ersten 30 min werden durch Einbeziehung der Zwischenbauteile als Hohlplatte berechnet. Nach diesem Zeitraum wird das verbleibende Profil in der Berechnung berücksichtigt (siehe Bild K.1).

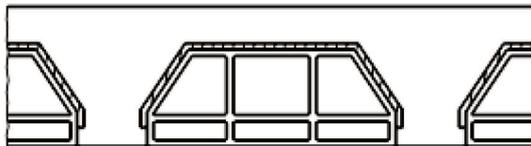
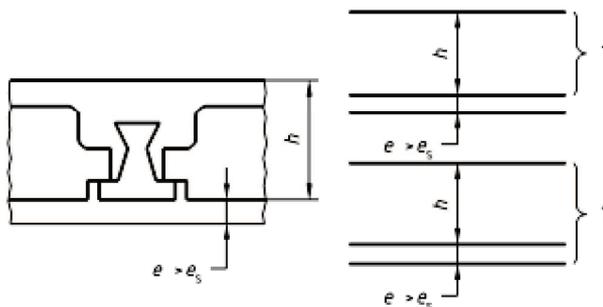


Bild K.1 — Verbleibendes Profil (schraffiert dargestellt)

ANMERKUNG Balkendecken mit Zwischenbauteilen, deren Unterseite mit einer Schutzbeschichtung ausreichender Dicke versehen sind, (e_s) sollten als massive Platten, deren Dicke der Gesamtdicke des Deckensystems entspricht, behandelt werden (jedoch unter Verwendung des tatsächlichen Gewichtes bei der Berechnung der Kräfte und Momente). Dabei umfasst die Gesamtdicke die Dicke der Beschichtung (mit deren thermischen Eigenschaften) oder die äquivalente Dicke des Betons (siehe Bild K.2).



Legende
1 Beton

Bild K.2 — Äquivalente Dicke des Betons

K.4.3 Zusätzlicher Schutz

Die erforderliche Einteilung in eine Feuerwiderstandsklasse sollte durch Aufbringen von geeigneten Schutzmaterialien, die fachgerecht mit dem zu schützenden Tragwerk verbunden sind, erreicht werden. Die Eigenschaften der Verbindungs- bzw. Befestigungssysteme sollten durch Prüfungen nachgewiesen werden.

Diese Materialien werden durch die äquivalente Dicke des Betons charakterisiert.

ANMERKUNG Sofern keine Prüfergebnisse, die den durch solche Materialien gewährten Schutz nachweisen, vorliegen, dürfen folgende äquivalente Werte angenommen werden:

- 1 cm Zementmörtel: 0,67 cm Beton
- 1 cm Vermiculit: 2,5 cm Beton
- 1 cm Mineralwolle: 2,5 cm Beton
- 1 cm üblicher Gipsputz: 2,5 cm Beton

K.5 Tabellenwerte

Tabelle K.1 enthält zur Information die Mindest-Feuerwiderstandsklasse für die verschiedenen, zurzeit üblichen Deckensysteme, die in Anhang B behandelt werden. Die darin angegebenen Werte wurden aus den Ergebnissen von Prüfungen an fertigen Deckensystemen unter im Wohnungsbau üblichen Lasten abgeleitet.

Die hierin erwähnten Feuerwiderstandsklassen werden durch folgende Kriterien definiert:

- mechanische Festigkeit
- Wärmedämmung (mittlere und höchste Temperaturerhöhungen von 140 °C bzw. 180 °C auf der dem Feuer abgewandten Seite)
- Unversehrtheit nach der Brandbeanspruchung und kein Auftreten von entflammenden Gasen auf der dem Feuer zugewandten Seite.

ANMERKUNG Um das Deckensystem in eine höhere Feuerwiderstandsklasse einzustufen, darf eine durchgehende Auflagerung verwendet werden.

Tabelle K.1 — Feuerwiderstandsklassen für verschiedene Verbunddeckenarten für den Wohnungsbau mit durchgehenden Balken (ohne Gipsputz auf der Balkenunterseite)

Deckenarten (siehe Anhang B)	Feuerwiderstandsklasse (in Minuten)
Deckensystem mit tragender Aufbetonschicht:	
— mit Zwischenbauteilen aus Polystyrol ^a	30
— mit Hohlbetonblöcken oder Ziegeln als Zwischenbauteile	30
— mit massiven Betonblöcken oder Ziegeln als Zwischenbauteile	60
Deckensystem mit Ortbetonergänzung	30
Deckensystem mit teilweiser Aufbetonschicht (z. B. mit schwimmendem Estrich)	30
Deckensystem mit selbsttragenden Balken	
— mit Zwischenbauteilen aus Polystyrol	15
— mit statisch teilweise mitwirkenden Zwischenbauteilen	30
^a Angesichts der derzeitigen Kenntnisse über das Verhalten unter Brandbedingungen sollten diese Deckensysteme ausschließlich als Decke über Kontrollgängen eingesetzt werden.	

ANMERKUNG Um das Deckensystem in eine höhere Feuerwiderstandsklasse einzustufen, darf eine Gipsputzschicht auf die Deckenunterseite aufgetragen werden.

Anhang L (informativ)

Schalldämmung

L.1 Allgemeines

Das akustische Verhalten ist vom fertigen Deckensystem abhängig. Ohne Unterdecke sowie mit oder ohne verputzte Unterseite erreichen Balkendecken mit Zwischenbauteilen eine etwas niedrigere Schalldämmung (bis 4 dB) als massive Platten derselben Masse, wobei die Werte von den Hohlräumen in den Zwischenbauteilen abhängen.

L.2 Luftschalldämmung

Als Alternative zur Bestimmung anhand von Prüfergebnissen darf die Luftschalldämmung anhand der flächenbezogenen Masse wie folgt (in dB) geschätzt werden:

$$R_W = 40 \log(M_R) - 56 + \frac{3}{8} \left(\frac{M_R}{h_t} \right)$$

Dabei ist

M_R die Masse der Decke, in kg/m^2 ;

h_t die Deckendicke, in cm (ohne Berücksichtigung des Fußbodens bzw. des schwimmenden Estriches).

L.3 Trittschalldämmung

Als Alternative zur Bestimmung anhand von Prüfergebnissen darf die Trittschalldämmung anhand der flächenbezogenen Masse wie folgt (in dB) geschätzt werden:

— Decke mit Zwischenbauteilen aus massivem Beton:

$$L_{n,w} = 165 - 35 \log(M_R)$$

— Decke mit Zwischenbauteilen aus Hohlblöcken (aus Beton, Ziegel, Polystyrol usw.):

$$L_{n,w} = 170 - 35 \log(M_{ep})$$

— Decke mit schwerem Fußbodenbelag (z. B. Betonfliesen) oder schwimmendem Estrich:

$$L_{n,w} = 170 - 35 \log(M_{ep} + M_s)$$

— Decke mit schwimmendem Estrich, der auf einer Kunststoffolie verlegt ist:

$$L_{n,w} = 170 - 35 \log(M_{ep} + M_s)$$

— Decke mit schwimmendem Estrich, der auf einer elastischen Schicht verlegt ist:

$$L_{n,w} = L_{n,w \text{ floor}} - \Delta L_w$$

Dabei ist

M_R die Masse der Decke, in kg/m^2 ;

M_{ep} die äquivalente Masse der Decke, in kg/m^2 ;

$M_{\text{ep}} = M_R - M_I$ mit $M_I = 80 (h/H)$ bei Zwischenbauteilen aus Beton oder Ziegel sowie $M_I = 15$ für Zwischenbauteile aus Polystyrol;

h Höhe des Hohlblocks, in cm;

H Gesamtdicke der Decke, in cm;

M_s Gewicht des Fußbodenbelags oder des schwimmenden Estriches, in kg/m^2 ;

ΔL_w gewichtete Verringerung der Trittschalldämmung durch den Fußbodenbelag, in dB;

$5 \text{ dB} < \Delta L_w \leq 35 \text{ dB}$ (anhand von Prüfergebnissen oder durch Berechnung nach EN 12354-2).

Anhang Y (Informativ)

Auswahl des Verfahrens zur CE-Kennzeichnung

Y.1 Allgemeines

Der Hersteller sollte auf der Grundlage der folgenden Bedingungen eines der in ZA.3 beschriebenen Verfahren für die CE-Kennzeichnung auswählen.

Y.2 Verfahren 1

Die Deklaration der geometrischen Daten und der Baustoffeigenschaften nach ZA.3.2 darf angewendet werden, wenn die folgende Bedingung gilt:

- Produkte ab Lager und Produkte aus dem Katalog.

Y.3 Verfahren 2

Die Deklaration der nach dieser Norm und EN-Eurocodes bestimmten Produkteigenschaften nach ZA.3.3 sollte angewendet werden, wenn die folgende Bedingung gilt:

- Betonfertigteil mit den vom Hersteller angegebenen Produkteigenschaften.

Y.4 Verfahren 3

Die Deklaration der Übereinstimmung mit einer bestimmten Spezifikation nach ZA.3.4 darf angewendet werden, wenn die folgende Bedingung gilt:

- Fälle, die von Y.2 und Y.3 abweichen.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den wesentlichen Anforderungen der EG-Richtlinie 89/109/EWG (EG-Bauproduktenrichtlinie)

ZA.1 Anwendungsbereich und maßgebende Eigenschaften

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen des Mandates M/100 „Vorgefertigte Betonerzeugnisse“²⁾ das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet.

Die in diesem Anhang aufgeführten Abschnitte dieser Europäischen Norm erfüllen die Anforderungen des Mandats, das auf der Grundlage der EG-Bauproduktenrichtlinie (89/106/ERWG) erteilt wurde.

Die Übereinstimmung mit diesen Abschnitten berechtigt zur Annahme, dass die Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen, für die dieser Anhang gilt, für die hierin aufgeführten Verwendungszwecke geeignet sind. Die Angaben in den Begleitinformationen zum CE-Zeichen sind zu beachten.

WARNHINWEIS — Für Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.

ANMERKUNG 1 Zusätzlich zu den konkreten Abschnitten dieser Norm, die sich auf gefährliche Stoffe beziehen, kann es weitere Anforderungen an die Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, geben (z. B. umgesetzte europäische Rechtsvorschriften und nationale Rechts- und Verwaltungsvorschriften). Um die Bestimmungen der EG-Bauproduktenrichtlinie zu erfüllen, ist es erforderlich, die genannten Anforderungen, sofern sie Anwendung finden, ebenfalls einzuhalten.

ANMERKUNG 2 Eine Informations-Datenbank über europäische und nationale Bestimmungen zu gefährlichen Stoffen ist auf der Bauprodukten-Website EUROPA verfügbar (Zugang über <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/dangsub/dangmain.htm>).

In diesem Anhang werden die Bedingungen für die CE-Kennzeichnung von Balken aus Stahl- oder Spannbeton für Balkendecken mit Zwischenbauteilen (mit oder ohne Schalungsziegel) festgelegt, die für den Bau der Tragwerke in Hoch- und Ingenieurbauten, mit Ausnahme von Brücken, verwendet werden; weiterhin werden hier die maßgebenden anwendbaren Abschnitte angegeben.

Der Anwendungsbereich dieses Anhangs entspricht Abschnitt 1 dieser Norm und wird in Tabelle ZA.1 festgelegt.

2) In der geänderten Fassung.

Tabelle ZA.1 — Maßgebende Abschnitte für vorgefertigte Betonbalken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen

Wesentliche Merkmale		Abschnitte mit Anforderungen in dieser Norm	Stufen und/oder Klasse(n)	Anmerkungen und Einheiten
Druckfestigkeit (von Beton)	Alle Verfahren	4.2.1 Herstellung des Betons 4.2.2 Festbeton	Keine	N/mm ²
Zugfestigkeit und Streckgrenze (von Stahl)	Alle Verfahren	4.1.3 Betonstahl 4.1.4 Spannstahl	Keine	N/mm ²
Mechanische Festigkeit (rechnerisch)	Verfahren 1	In ZA.3.2 aufgeführte Angaben	Keine	Geometrie und Baustoffe
	Verfahren 2	4.3.3 Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen	Keine	kNm, kN, kN/m
	Verfahren 3	Bemessungsspezifikation	Keine	
Feuerwiderstand (für die Tragfähigkeit)	Verfahren 1	In ZA.3.2 aufgeführte Angaben	R	Geometrie und Baustoffe
	Verfahren 2	4.3.4.1 Feuerwiderstand	R	Prüfung, tabellierte Daten, Berechnung
	Verfahren 3	Bemessungsspezifikation	R	
Luftschalldämmung und Trittschallübertragung (sofern das Produkt auch für schallschutztechnische Zwecke vorgesehen ist)	Alle Verfahren	4.3.5 Schallschutztechnische Eigenschaften	Keine	dB
Bauliche Durchbildung	Alle Verfahren	4.3.1 Geometrische Eigenschaften	Keine	mm
		4.3.2 Oberflächenbeschaffenheit		Typen
		8 Technische Dokumentation		/
Dauerhaftigkeit	Alle Verfahren	4.3.7 Dauerhaftigkeit	keine	Umgebungsbedingungen

Verfahren 1 = Angabe der geometrischen Daten und Baustoffeigenschaften (siehe ZA.3.2);

Verfahren 2 = Angabe der Werte für die Produkteigenschaften (siehe ZA.3.3);

Verfahren 3 = Angabe der Übereinstimmung mit der Bemessungsspezifikation (siehe ZA.3.4).

Um auszuwählen, welches Verfahren jeweils anzuwenden ist, sollte der Hersteller Anhang Y befolgen.

Die Anforderung an eine bestimmte Eigenschaft gilt nicht in denjenigen Mitgliedsstaaten, in denen bezüglich des vorgesehenen Verwendungszweckes des Produktes für diese Eigenschaft keine gesetzlichen Anforderungen bestehen. In diesem Fall brauchen Hersteller, die ihre Produkte in diesen Ländern auf den Markt bringen, die Leistung ihrer Produkte in Bezug auf diese Eigenschaft weder zu bestimmen noch anzugeben, und in den Begleitangaben zur CE-Kennzeichnung (siehe ZA.3) darf die Option „Leistungsmerkmal“ nicht bestimmt (LNB) verwendet werden. Die LNB-Option darf jedoch nicht verwendet werden, wenn für die Eigenschaft ein einzuhaltender Grenzwert angegeben ist.

ZA.2 Verfahren der Konformitätsbescheinigung von Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen

ZA.2.1 System der Konformitätsbescheinigung

Das System der Konformitätsbescheinigung von Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen hinsichtlich der in Tabelle ZA.1 dargestellten wesentlichen Merkmale ist in Übereinstimmung mit der Entscheidung der Kommission 1999/94/EG vom 25. Januar 1999, wie in Anhang III des Mandats M/100 „Vorgefertigte Betonerzeugnisse“ dargestellt, für den angegebenen vorgesehenen Verwendungszweck und mit den maßgebenden Stufen oder Klassen in Tabelle ZA.2 angegeben:

Tabelle ZA.2 — System der Konformitätsbescheinigung

Produkte	Vorgesehene Verwendungszwecke	Stufen oder Klassen	Systeme der Konformitätsbescheinigung
Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen	Für tragende Zwecke	—	2+
System 2+: Siehe Richtlinie 89/106/EWG (CPD), Anhang III.2.(ii), erste Möglichkeit, einschließlich Zertifizierung der werkseigenen Produktionskontrolle durch eine zugelassene Stelle auf der Grundlage einer Erstinspektion des Werkes und der werkseigenen Produktionskontrolle sowie der laufenden Überwachung, Beurteilung und Genehmigung der werkseigenen Produktionskontrolle.			

Die Bescheinigung der Konformität von Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen für die angegebenen Eigenschaften nach Tabelle ZA.1 sollte auf dem in Tabelle ZA.3 angegebenen Verfahren der Konformitätsbewertung beruhen, das sich aus der Anwendung der dort angegebenen Abschnitte der vorliegenden Norm oder weiterer Europäischer Normen ergeben.

Tabelle ZA.3 — Zuordnung der Aufgaben bei der Bewertung der Konformität von Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen unter System 2+

Aufgaben		Inhalt der Aufgaben	Anzuwendende Abschnitte zur Bewertung der Konformität	
Aufgaben des Herstellers		Erstprüfung	Alle Merkmale aus Tabelle ZA.1 ^a	EN 13369:2004, 6.2
		Werkseigene Produktionskontrolle	Parameter bezogen auf alle Merkmale aus Tabelle ZA.1	EN 13369:2004, 6.3 und Anhang A dieser Norm
		Weitere Prüfungen an im Werk entnommenen Proben	Alle Merkmale aus Tabelle ZA.1 ^a	EN 13369:2004, 6.2.3
Aufgaben der notifizierten Stelle	Zertifizierung der werks-eigenen Produktionskontrolle auf folgenden Grundlagen:	Erstinspektion des Werkes und der werkseigenen Produktionskontrolle	— Druckfestigkeit (von Beton); — Zugfestigkeit und Streckgrenze; — Bauliche Durchbildung; — Dauerhaftigkeit; — Feuerwiderstand R (bei Nachweis durch Prüfung)	EN 13369:2004, 6.1.3.2a) und 6.3 und Anhang A dieser Norm
		Laufende Überwachung, Beurteilung und Genehmigung der werkseigenen Produktionskontrolle	— Druckfestigkeit (von Beton); — Zugfestigkeit und Streckgrenze; — Bauliche Durchbildung; — Dauerhaftigkeit; — Feuerwiderstand R (bei Nachweis durch Prüfung)	EN 13369:2004, 6.1.3.2b) und 6.3 und Anhang A dieser Norm
^a Die entsprechenden Prüfungen des Feuerwiderstands (bei Nachweis durch Prüfung) sollten vom Prüflabor durchgeführt werden.				

ZA.2.2 EG-Zertifikat und EG-Konformitätserklärung

Wenn Übereinstimmung mit den Bedingungen dieses Anhangs erzielt wurde und nach Ausstellung des unten erwähnten Zertifikats durch die notifizierte Stelle muss der Hersteller oder dessen im EWR ansässiger Bevollmächtigter eine Konformitätserklärung erstellen und aufbewahren, die es dem Hersteller erlaubt, die CE-Kennzeichnung anzubringen. Diese Erklärung muss folgende Angaben enthalten:

- Name und Anschrift des Herstellers oder seines im EWR ansässigen bevollmächtigten Vertreters und Herstellungsort;

ANMERKUNG 1 Der Hersteller kann auch die Person sein, die für das Inverkehrbringen des Produkts am Markt des EWR verantwortlich ist, wenn er für die CE-Kennzeichnung verantwortlich ist.

- Produktbeschreibung (Art, Kennzeichnung, Verwendung, ...) und der zur CE-Kennzeichnung gehörenden Angaben;

ANMERKUNG 2 Wenn ein Teil der für die Erklärung erforderlichen Angaben bereits in den Angaben zur CE-Kennzeichnung erfolgte, brauchen diese Angaben nicht wiederholt zu werden.

- Bestimmungen, denen das Produkt entspricht (z. B. Anhang ZA dieser EN);
- Besondere Verwendungshinweise (z. B. Hinweise für die Verwendung unter bestimmten Bedingungen usw.);
- Nummer des dazugehörigen Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle;
- Name und Funktion der Person, die berechtigt ist, die Erklärung im Namen des Herstellers oder seines bevollmächtigten Vertreters zu unterzeichnen.

Der Erklärung muss ein Zertifikat über die werkseigene Produktionskontrolle beigelegt sein, das von der notifizierten Stelle erstellt wurde und zusätzlich zu den oben angegebenen Informationen folgende Angaben enthält:

- Bezeichnung und Anschrift der notifizierten Stelle;
- Nummer des Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle;
- Bedingungen und Gültigkeitsdauer des Zertifikats, sofern zutreffend;
- Name und Funktion der Person, die berechtigt ist, das Zertifikat zu unterzeichnen.

Sowohl die Erklärung als auch das Zertifikat sind in der Amtssprache bzw. den Amtssprachen des Mitgliedsstaates, in dem das Produkt zur Verwendung gelangen soll, vorzulegen.

ZA.3 CE-Kennzeichnung und Etikettierung

ZA.3.1 Allgemeines

ZA.3.1.1 Anbringung der CE-Kennzeichnung

Der Hersteller oder sein im EWR ansässiger Bevollmächtigter ist verantwortlich für das Anbringen der CE-Kennzeichnung. Das CE-Konformitätszeichen muss der Richtlinie 93/68/EWG entsprechen und ist auf dem Produkt (oder, wenn dies nicht möglich ist, auf dem Etikett, auf der Verpackung oder in den Begleitdokumenten, z. B. auf dem Lieferschein), anzubringen.

Folgende Angaben sind dem CE-Zeichen hinzuzufügen:

- Kennnummer der Zertifizierungsstelle;
- Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers;
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde;
- Nummer des EG-Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle;
- Verweisung auf diese Europäische Norm;
- Beschreibung des Produktes: Oberbegriff und vorgesehener Verwendungszweck;
- Angaben zu den aus Tabelle ZA.1 entnommenen, maßgebenden wesentlichen Eigenschaften, die je nach Zutreffen unter ZA.3.2, ZA.3.3 bzw. ZA.3.4 aufgelistet sind;
- die Angabe „Leistungsmerkmal nicht bestimmt“ für Eigenschaften, auf die dies zutrifft.

Die Option „Leistungsmerkmal nicht bestimmt“ (LNB) darf nicht verwendet werden, wenn für die Eigenschaft ein Grenzwert festgelegt wurde. Ansonsten darf die LNB-Option verwendet werden, wenn die Eigenschaft im Bestimmungs-Mitgliedsstaat für einen bestimmten vorgesehenen Verwendungszweck keinen gesetzlichen Anforderungen unterliegt.

In den folgenden Unterabschnitten werden die Bedingungen für die Anwendung der CE-Kennzeichnung angegeben. Bild ZA.1 enthält das vereinfachte Etikett, das am Produkt anzubringen ist; das Etikett enthält die Mindestangaben und eine Verweisung auf das beigefügte Dokument, das die weiteren geforderten Angaben enthält. Einige Angaben zu den wesentlichen Eigenschaften dürfen durch eine eindeutige Verweisung auf folgende Unterlagen erfolgen:

- technische Information (Produktkatalog) (siehe ZA.3.2);
- technische Dokumentation (ZA.3.3);
- Bemessungsspezifikation (ZA.3.4).

Die Mindestangaben, die direkt auf dem Etikett oder in den Begleitdokumenten aufzuführen sind, sind den Bildern ZA.2, ZA.3 bzw. ZA.4 zu entnehmen.

ZA.3.1.2 Vereinfachtes Etikett

Bei vereinfachten Etiketten ist das CE-Zeichen durch folgende Angaben zu ergänzen:

- Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers;
- Kennnummer des Produktes (zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit);
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde;
- Nummer des EG-Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle;
- Verweisung auf diese Europäische Norm.

Die Angaben zum Produkt in den Begleitdokumenten sind mit derselben Kennnummer zu versehen.

Alle anderen Angaben, die in dem entsprechenden Abschnitt ZA.3.2 oder ZA.3.3 oder ZA.3.4 in Bezug auf die CE-Kennzeichnung festgelegt sind, müssen den Begleitdokumenten zu entnehmen sein.

Bild ZA.1 enthält das vereinfachte, am Produkt anzubringende Etikett mit den Mindestangaben. Die weiteren in ZA.3.1 aufgeführten Angaben, die im vereinfachten Etikett nicht enthalten sind, müssen den Begleitdokumenten zu entnehmen sein.


AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050
45PJ76/07
0123-BPR-0456
EN 15037-1

CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG

Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers

Kennnummer und die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde

Nummer des Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle

Nummer dieser Europäischen Norm

Bild ZA.1 — Beispiel für ein vereinfachtes Etikett

ANMERKUNG Für kleine Bauteile oder beim Stempeln von Produkten kann die Größe des Etiketts verringert werden, indem auf die Verweisung auf die EN und/oder das Zertifikat über die werkseigene Produktionskontrolle verzichtet wird.

ZA.3.2 Angabe der geometrischen Daten und Baustoffeigenschaften

(Verfahren 1 zur Bestimmung der auf die wesentlichen Anforderungen „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“ sowie „Feuerwiderstand“ bezogenen Eigenschaften.)

Bild ZA.2 enthält für einen Typ von Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen eine Vorlage für die CE-Kennzeichnung, einschließlich der Angaben, die erforderlich sind, um entsprechend den am Einsatzort geltenden Bemessungsregeln die mit der Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen, der Stabilität und dem Feuerwiderstand im Zusammenhang stehenden Eigenschaften, einschließlich der Aspekte der Dauerhaftigkeit und der Gebrauchstauglichkeit, zu bestimmen.

Unter Hinweis auf Tabelle ZA.1 und die in der Auflistung unter ZA.3.1 aufgeführten Informationen sind die folgenden Eigenschaften anzugeben:

- Druckfestigkeit des Betons;
- Zugfestigkeit des Betonstahls;
- Streckgrenze des Betonstahls;
- Zugfestigkeit des Spannstahls;
- 0,1%-Dehngrenze des Spannstahls;
- geometrische Daten (nur kritische Maße);
- Bedingungen mit Einfluss auf die Dauerhaftigkeit;
- mögliche Verweisung auf die technische Information (Produktkatalog) für die bauliche Durchbildung, die Dauerhaftigkeit und geometrischen Daten.

 0123	CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050 07 0123-BPR-0456	Kennnummer der notifizierten Stelle Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde Nummer des Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle
EN 15037-1 Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen SPANNSTAHLBALKEN Beton: Druckfestigkeit $f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$ Spannstahl: Zugfestigkeit $f_{pk} = 2\,060 \text{ N/mm}^2$ 0,1%-Dehngrenze $f_{p0,1k} = 1\,840 \text{ N/mm}^2$ Maße in mm Länge $L = (5\,500 \pm 25) \text{ mm}$ Litzen 3xY2060W3-5,2 Ausgangsspannung $\sigma_{pi} = 1\,750 \text{ N/mm}^2$ Endüberstand der Litzen $l = 10 \text{ mm}$ Für die bauliche Durchbildung und die Dauerhaftigkeit siehe die technische Information Technische Information: Produktkatalog ABC: 2002 – Abschnitt ii	Nummer und Titel der entsprechenden Europäischen Norm Oberbegriff und vorgesehener Verwendungszweck Angaben zur Produktgeometrie und den Baustoffeigenschaften, einschließlich der baulichen Durchbildung (vom Hersteller an das jeweilige Produkt anzupassen)
	Anmerkung 1 Die Zahlenwerte dienen nur als Beispiel. Anmerkung 2 Die Zeichnung darf weggelassen werden, wenn gleichwertige Informationen in einer eindeutig identifizierten technischen Information (einem Produktkatalog) zur Verfügung stehen, auf die Bezug genommen wird.

Bild ZA.2 — Beispiel für die CE-Kennzeichnung nach Verfahren 1

ZA.3.3 Angabe der Produkteigenschaften

(Verfahren 2 zur Bestimmung der auf die wesentlichen Anforderungen „Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen und Standsicherheit“ sowie "Feuerwiderstand" bezogenen Eigenschaften.)

Für alle Bemessungsdaten, einschließlich der für die Berechnung verwendeten Modelle und Parameter, kann auf die technische (Bemessungs-)Dokumentation verwiesen werden.

Unter Hinweis auf Tabelle ZA.1 und die in der Auflistung unter ZA.3.1 aufgeführten Informationen sind die folgenden Eigenschaften anzugeben:

- Druckfestigkeit des Betons;
- Zugfestigkeit des Betonstahls;
- Streckgrenze des Betonstahls;
- Zugfestigkeit des Spannstahls;
- 0,1%-Dehngrenze von Spannstahl;
- Grenzfestigkeit des Bauteiles (Bemessungswerte für vorübergehende Bemessungssituationen) mit dem aufnehmbaren Biegemoment und der Schubtragfähigkeit von kritischen Abschnitten;
- bei der Berechnung verwendete Sicherheitsbeiwerte für Beton und Stahl;
- Feuerwiderstandsklasse R entsprechend den zutreffenden Zwischenbauteilen;
- Luftschalldämm-Maß und Trittschallübertragungsmaß (nur wenn das Produkt für schallschutztechnische Zwecke vorgesehen ist);
- weitere für die Berechnung verwendete, auf nationaler Ebene festgelegte Parameter (NDP);
- Bedingungen für die Dauerhaftigkeit;
- mögliche Verweisung auf die Technische Dokumentation für geometrische Daten, die bauliche Durchbildung, die Dauerhaftigkeit, weitere NDP, Schallschutzparameter und den Wärmedurchlasswiderstand.

Bild ZA.3 gibt für Spannstahl- und Betonstahlbalken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen ein Beispiel der CE-Kennzeichnung für den Fall an, dass die auf die mechanische Festigkeit und Standsicherheit und den Feuerwiderstand bezogenen Eigenschaften unter Verwendung der Eurocodes bestimmt werden.

Die für die Grenzfestigkeit des Bauteiles und die Feuerwiderstandsklasse geltenden Bemessungswerte sind zu berechnen, wobei für die National Festgelegten Parameter entweder die in EN 1992-1-1 und EN 1992-1-2 empfohlenen Werte oder die in den Nationalen Anhängen der für die Konstruktionen geltenden Eurocodes angegebenen Werte zu verwenden sind.

 0123-CPD-0001
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050 07 0123-BPR-0456
<p style="text-align: center;">EN 15037-1</p> <p style="text-align: center;">Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen SPANNSTAHL-/STAHLBETONBALKEN</p> <p>Beton:</p> <p>Druckfestigkeit f_{ck} = xxx N/mm²</p> <p>Betonstahl:</p> <p>Zugfestigkeit..... f_{tk} = yyy N/mm²</p> <p>Streckgrenze..... f_{yk} = zzz N/mm²</p> <p>Spannstahl:</p> <p>Zugfestigkeit..... f_{pk} = uuu N/mm²</p> <p>0,1%-Dehngrenze..... $f_{p0,1k}$ = www N/mm²</p> <p>Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen (Bemessungswerte) :</p> <p>Aufnehmbares Biegemoment (des Mittelabschnittes).....uuu kN</p> <p>Schubtragfähigkeit (der Endabschnitte)www kN</p> <p>Feuerwiderstand RRXX für η_{fi} = 0.xxRYY für η_{fi} = 0.yy</p> <p>Für geometrische Daten, bauliche Durchbildung, Dauerhaftigkeit, Schalldämmparameter, mögliche ergänzende Angaben zum Feuerwiderstand und zu weiteren NDP siehe die technische Dokumentation</p> <p>Technische Dokumentation:</p> <p>Positionsnummerxxxxxx</p>

CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG

Kennnummer der notifizierten Stelle

Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers

Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde

Nummer des Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle

Nummer und Titel der entsprechenden Europäischen Norm

Oberbegriff und vorgesehener Verwendungszweck

Angaben zu mandatierten Eigenschaften des Produktes, einschließlich der baulichen Durchbildung (vom Hersteller an das jeweilige Produkt anzupassen)

Bild ZA.3 — Beispiel für die CE-Kennzeichnung nach Verfahren 2

ZA.3.4 Erklärung der Übereinstimmung mit einer vorgegebenen Bemessungsspezifikation

(Verfahren 3 zur Bestimmung der auf die wesentlichen Anforderungen „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“ sowie „Feuerwiderstand“ bezogenen Eigenschaften.)

Verfahren 3 gilt für folgende Situationen:

- a) In Fällen, in denen der Balken nach den Konstruktionsdetails (Zeichnungen, Festlegungen in Bezug auf die Baustoffe, usw.), die von dem für das Bauwerk zuständigen Bemessungsingenieur³⁾ nach nationalen Festlegungen erstellt wurden, hergestellt wird, muss in der für das Bauteil geltenden hEN oder ETA festgelegt sein, dass die Informationen in Bezug auf die Produkteigenschaften zur Ergänzung der CE-Kennzeichnung durch einen eindeutigen Verweis auf die Bemessungsunterlagen für das Bauvorhaben angegeben werden können;
- b) in Fällen, in denen der Hersteller ein Fertigteil für einen Balken nach den im Auftrag des Kunden enthaltenen Festlegungen sowie nach den für das Bauvorhaben geltenden nationalen Festlegungen bemessen und hergestellt hat, muss in der für das Bauteil geltenden hEN oder ETA festgelegt sein, dass die Informationen in Bezug auf die Produkteigenschaften zur Ergänzung der CE-Kennzeichnung durch einen eindeutigen Verweis auf die Zeichnungen und Materialfestlegungen, die den Auftrag des Kunden betreffen, angegeben werden können.

Bild ZA.4 gibt für Spannstahl- und Betonstahlbalken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen ein Beispiel der CE-Kennzeichnung für den Fall an, dass das Produkt nach einer Bemessungsspezifikation hergestellt wurde, in der die auf die mechanische Festigkeit, die Standsicherheit und den Feuerwiderstand bezogenen Eigenschaften mit Hilfe der für die Konstruktionen geltenden Bemessungsvorschriften bestimmt werden.

Unter Bezugnahme auf Tabelle ZA.1 und die in der Auflistung unter ZA.3.1 aufgeführten Informationen sind die folgenden Eigenschaften anzugeben:

- Druckfestigkeit des Betons;
- Zugfestigkeit des Betonstahls;
- Streckgrenze des Betonstahls;
- Zugfestigkeit des Spannstahls;
- 0,1%-Dehngrenze des Spannstahls;

Dieses Verfahren gilt auch für den Fall einer Bemessung, die mit anderen Mitteln als den Eurocodes durchgeführt wurde.

3) Bzw. von dem für den betreffenden Abschnitt zuständigen Bauingenieur.

 0123-CPD-0001
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050 07 0123-BPR-0456
EN 15037-1 Balken für Balkendecken mit Zwischenbauteilen SPANNSTAHL- UND STAHLBETONBALKEN Beton: Druckfestigkeit f_{ck} = xx N/mm ² Betonstahl: Zugfestigkeit..... f_{tk} = yyy N/mm ² Streckgrenze..... f_{yk} = zzz N/mm ² Spannstahl: Zugfestigkeit..... f_{pk} = uuu N/mm ² 0,1%-Dehngrenze..... $f_{p0,1k}$ = www N/mm ² Für geometrische Daten, bauliche Durchbildung, mechanische Festigkeit, Feuerwiderstand, Schallschutzparameter und Dauerhaftigkeit siehe die Bemessungsspezifikation Bemessungsspezifikation: Auftragscode.....xxxxxx

CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG

Kennnummer der notifizierten Stelle

Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers

Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde

Nummer des Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle

Nummer und Titel der entsprechenden Europäischen Norm

Oberbegriff und vorgesehener Verwendungszweck

Angaben zu mandatierten Eigenschaften des Produktes, einschließlich der baulichen Durchbildung (vom Hersteller an das jeweilige Produkt anzupassen)

Bild ZA.4 — Beispiel der CE-Kennzeichnung nach Verfahren 3

Zusätzlich zu den spezifischen Angaben zu gefährlichen Substanzen sollten dem Produkt, sofern erforderlich und in geeigneter Form, Dokumente beigefügt werden, in denen alle übrigen gesetzlichen Bestimmungen über gefährliche Substanzen, deren Einhaltung beansprucht wird, sowie alle Informationen, die durch diese gesetzlichen Bestimmungen gefordert werden, angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Europäische Rechtsvorschriften ohne nationale Abweichungen brauchen nicht erwähnt zu werden.

Literaturhinweise

- [1] EN 1365-2, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 2: Decken und Dächer*
- [2] EN 1991-1-1:2002, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*
- [3] EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*
- [4] EN 12354-2, *Bauakustik — Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften — Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen*
- [5] EN 13229, *Betonfertigteile — Stabförmige Bauteile*
- [6] prEN 15037-4, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 4: Zwischenbauteile aus Polystyrol*
- [7] prEN 15037-5, *Betonfertigteile — Balkendecken mit Zwischenbauteilen — Teil 5: Leichte Zwischenbauteile*