

Vorgespannte vorgefertigte Hohlplattendecken

Deutsche Fassung prEN 1168 : 1993

DIN
EN 1168Floors of precast prestressed hollow core elements
German version prEN 1168:1993

Einsprüche bis 31. Jan 1994

Planchers à dalles abvôlées préfabriquées précontraintes
Version allemande prEN 1168:1993Anwendungswarnvermerk
beachten!**Nationales Vorwort**

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN/TC 229 (Sekretariat: Frankreich) ausgearbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Arbeitsausschuß 07.08.00 Spiegelausschuß zu CEN/TC 229 "Betonfertigteile" und der Arbeitsausschuß 07.01.00 "Bemessung und Konstruktion" des Normenausschusses Bauwesen (NABau) zuständig.

Zitierte Normen

- in der Deutschen Fassung

Siehe Abschnitt 2

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; Postanschrift 10772 Berlin.

Fortsetzung 60 Seiten prEN

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DK

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

VORGESPANNTE VORGEFERTIGTE HOHLPLATTENDECKEN

Floors of precast prestressed hollow core
elements

Planchers à dalles alvéolées préfabriquées
précontraintes

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Er wurde von CEN/TC 229 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder 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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzen in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

Vorwort und Einleitung

- 1 Anwendungsbereich**
- 2 Normative Verweisungen**
- 3 Definitionen und Symbole**
- 4 Anforderungen an die Baustoffe**
- 5 Geometrische Anforderungen**
 - 5.1. Mindestdicke
 - 5.2. Betondeckung
 - 5.2.1 Allgemeines
 - 5.2.2 Korrosionsschutz
 - 5.2.3 Verhinderung der Längsrißbildung
 - 5.3 Anordnung der Spannglieder
 - 5.4 Ausbildung der Fugen
- 6 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit**
 - 6.1 Bemessung
 - 6.1.1 Allgemeines
 - 6.1.2 Querverteilung der Lasten
 - 6.1.2.1 Berechnungsverfahren
 - 6.1.2.2 Begrenzung der Horizontalverschiebungen
 - 6.1.3 Scheibenwirkung
 - 6.2 Bemessung von Querschnitten und Elementen
 - 6.2.1 Allgemeines
 - 6.2.2 Einzellasten
 - 6.2.3 Gestützte Längsränder
 - 6.2.4 Querkraft und Torsion in den Elementen
 - 6.2.4.1 Bedingungen
 - 6.2.4.2 Einzellasten
 - 6.2.4.3 Biegeschubfestigkeit
 - 6.2.4.4 Schubzugfestigkeit
 - 6.2.4.5 Nachweis eines Verankerungsbruches
 - 6.2.4.6 Querkraft und Einspannmomente
 - 6.2.4.7 Schubtragfähigkeit von Hohlplattenelementen mit Aufbeton und/oder ausbetonierten Hohlräumen
 - 6.2.5 Vertikaler Schub in den Fugen
 - 6.2.6 Begrenzung der wirksamen Plattenbreite
 - 6.2.7 Durchstanzen
 - 6.2.8 Zugspannungen in Querrichtung
 - 6.2.9 Schubspannung infolge Verträglichkeitstorsion
 - 6.2.10 Zugspannungen im Einleitungsbereich
 - 6.2.11 Anfängliche Vorspannung

- 7 Feuerwiderstandsfähigkeit**
 - 7.1 Allgemeines
 - 7.2 Nachweis durch Versuche
 - 7.3 Nachweis durch Berechnungen
 - 7.4 Angabe der Daten in Tabellenform
- 8 Wärmeschutz**
- 9 Schallschutz**
- 10 Bauliche Ausbildung der Verbindungen**
 - 10.1 Allgemeines
 - 10.2 Auflageranschlüsse
 - 10.2.1 Bemessungsgrundlagen
 - 10.2.2 Auflagertiefe und Lagerung
 - 10.2.3 Anordnung der Ringanker
 - 10.3 Verbindungen an Fugen
 - 10.3.1 Querbewehrung
 - 10.3.2 Verbindungen an den Randfugen
 - 10.3.3 Fugenmörtel
- 11 Herstellung und Ausführung**
 - 11.1 Allgemeines
 - 11.2 Maßabweichungen und andere Grenzwerte
 - 11.2.1 Maßabweichungen in bezug auf die Tragfähigkeit
 - 11.2.2 Maßabweichungen für die Betondeckung
 - 11.2.3 Maßabweichungen bei der Bauausführung
 - 11.2.4 Schlupf des Spannstahls
 - 11.2.5 Betonfestigkeit beim Spannen
 - 11.2.6 Prüfverfahren
 - 11.3 Regeln für die Herstellung
 - 11.3.1 Allgemeines
 - 11.3.2 Wärmebehandlung und Nachbehandlung
- 12 Güteüberwachung (Fertigungskontrolle)**
 - 12.1 Allgemeines
 - 12.2 Fördern, Lagerung und Lieferung
 - 12.2.1 Allgemeines
 - 12.2.2 Fördern
 - 12.2.3 Lagerung
 - 12.2.4 Lieferung
 - 12.3 Überwachung, Kalibrierung und Prüfung

Anhang A (Informativ)	Baustoffeigenschaften
Anhang B (Informativ)	Empfohlene Fugenformen
Anhang C (Informativ)	Lastverteilungsfaktoren
Anhang D (Informativ)	Einspannmomente
Anhang E (Informativ)	Schubtragfähigkeit von Verbundbauteilen
Anhang F (Informativ)	Höchstwerte bei Einzellasten
Anhang G (Informativ)	Nachweis der Spaltzugspannungen
Anhang H (Informativ)	Feuerwiderstandsfähigkeit
Anhang I (Informativ)	Verbindungen an den Randfugen
Anhang J (Informativ)	Überwachung, Kalibrierung und Prüfschema für den Gütenachweis
Anhang K (Informativ)	Schubversuch

Vorwort und Einleitung

Diese Europäische Norm wurde von der Task Group 1 (TG 1 "Hollow core floor slabs) der WG 1 des CEN/TC 229 ("Precast concrete products") erstellt.

Das Technische Büro des CEN hat am ... die Norm angenommen. Sie gehört zu einer Reihe von Produktnormen für vorgefertigte Betonprodukte und befaßt sich mit den wesentlichen Anforderungen sowie mit anderen Anforderungen, die in der Bauproduktenrichtlinie (89/106/EEC) aufgeführt sind.

Eine der wesentlichen Anforderungen ist die Anforderung an die mechanische Festigkeit und Standsicherheit. Diesbezüglich enthält diese Norm vorwiegend Verweisungen auf ENV 1992-1-1, Eurocode 2 "Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken" Teil 1 "Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau".

Bezüglich der Einwirkungen gilt prENV 1991-1, Eurocode 1 "Einwirkungen auf Bauwerken".

Bezüglich der wesentlichen Anforderung "Brandschutz" wird in dieser Norm auf prENV 1992-1-11, Eurocode 2 "Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken", Teil 11 "Konstruktiver baulicher Brandschutz" verwiesen.

Einige der Anforderungen beruhen auf der Norm ENV-1992-1-3 Eurocode 2, Teile 1-3 (Entwurfssfassung vom August 1992), wenn auch die Norm keine Verweisungen darauf enthält.

Zusätzlich zu den in der ENV 1992-1-1 aufgeführten Bemessungsregeln war es aufgrund einiger Besonderheiten des Produktes, z.B. des Nichtvorhandenseins normaler Querbewehrung erforderlich, einige ergänzende Bemessungsregeln in die Norm aufzunehmen. Ferner hat die Forschung über Hohlplatten zu besonderen, weitverbreiteten Bemessungsregeln geführt, die in den in der ENV 1992-1-1 angegebenen Bemessungsregeln nicht enthalten sind.

Gemäß Abschnitt 1.2 der ENV 1992-1-1 entsprechen die ergänzenden Regeln, die in dieser Norm enthalten sind, den in der ENV 1992-1-1 angegebenen Grundlagen .

Da die Erfahrung vorwiegend auf Hohlplattenelementen mit begrenzter Höhe und Breite beruht, gilt diese Norm für Hohlplattenelemente mit den entsprechenden Abmessungsbeschränkungen. Die Begrenzung zielt nicht darauf hin, die Anwendung größerer Elemente zu unterbinden. Die Erfahrungen mit diesen sind jedoch noch nicht umfangreich genug, um genormte Bemessungsregeln erarbeiten zu können. Es ist z.B. noch nicht klar, ob und wann besondere Maßnahmen, wie z.B. die Anwendung besonderer Bewehrung, erforderlich sind.

Was die wesentlichen Anforderungen Wärmeschutz und Schallschutz betrifft, werden nur die Produkteigenschaften behandelt. Dazu enthält die Norm einige wichtige Daten.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm befaßt sich mit der Bemessung und baulichen Ausbildung von Decken und ähnlichen Bauteilen aus vorgefertigten vorgespannten Hohlplattenelementen aus Normal- und Leichtbeton ohne die übliche Querbewehrung bzw. ohne Schubbewehrung.

Die Elemente haben seitliche Ränder mit einer Schubverzahnung über die Länge, die die

erforderliche vertikale Schubfestigkeit gewährleistet. Die Norm befaßt sich ebenfalls mit der Scheibenwirkung, bei der die Fugen horizontale Querkkräfte aufnehmen müssen. In bestimmten Fällen kann die Decke als Verbundbauteil bemessen werden zur Scheibenwirkung oder Verbundwirkung mit zum Beispiel einer statisch mitwirkenden Aufbetonschicht aus Ortbeton.

Die Anwendung dieser Norm beschränkt sich auf Elemente mit einer Höhe von maximal 400 mm und einer Breite von maximal 1200 mm.

Der Anwendungsbereich umfaßt Hohlplatten in Decken und ähnliche Anwendungen der Hohlplatten in Bauwerken. Die Norm gilt nicht für Brücken.

Diese Norm gilt nur für die Bemessung von statisch wirksamen Elementen. Sofern kein genauer Nachweis geführt wird, können die dynamischen und Ermüdungseffekte durch die Multiplizierung der jeweiligen statischen Einwirkungen und/oder der Bemessungswerte der Betonfestigkeit mit den entsprechenden Faktoren berücksichtigt werden.

2 Normative Verweisungen

Normative Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind.

Die normative Verweisungen sind wie folgt:

ENV 1992-1-1: 1991	Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau
prENV 1992-1-11: 1992	Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 11: Konstruktiver baulicher Brandschutz
prENV 1991-1:1992	Eurocode 1: Grundlagen von Entwurf, Berechnung und Bemessung sowie Einwirkungen auf Tragwerke
prENV 1992-1-4: 1992	Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 4: Konstruktiver Leichtzuschlagbeton
ISO 834-1975	Feuerbeständigkeitsprüfungen; Baukonstruktionsteile. Änderung 1-1979 und 2-1980
ISO 717/1:1982	Akustik: Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen im Gebäudeinneren
ISO 717/2:1982	Akustik: Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 2: Trittschalldämmung

EN 29001:1987	Qualitätssicherungssysteme; Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst
EN 29002:1987	Qualitätssicherungssysteme; Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Produktion und Montage
EN 29003: 1987	Qualitätssicherungssysteme; Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung bei der Endprüfung

3 Definitionen und Symbole

Die Definitionen können aus ENV 1992-1-1, Abschnitt 1.4, abgeleitet werden. Die Symbole entsprechen ENV 1992-1-1.

In dieser Norm verwendete Symbole, die in ENV 1992-1-1 nicht aufgeführt sind bzw. die eine besondere Bedeutung haben, werden im Text erläutert.

4 Anforderungen an die Baustoffe

Es gelten die in ENV 1992-1-1 und prENV 1992-1-4 angegebenen Materialeigenschaften. Sofern nicht anders angegeben, sollen die Bemessungswerte auf den Teilsicherheitsbeiwerten für Materialeigenschaften nach ENV 1992-1-1, Tabelle 2.3, beruhen.

Werden die Anforderungen an die Fertigungskontrolle nach Abschnitt 12 erfüllt, dürfen die Teilsicherheitsbeiwerte in der Grundkombination $\gamma_c = 1,4$ und $\gamma_s = 1,1$ angewendet werden, wenn die Maßabweichungen nach 11.2.1 eingehalten werden. Eine weitere Reduzierung auf $\gamma_c = 1,3$ und $\gamma_s = 1,05$ ist zulässig, wenn statistisch nachgewiesen wurde, daß die in 11.2.1 angegebenen Maßabweichungen um 30 % verringert werden oder wenn die tatsächlichen Werte der Maßabweichungen auf der Grundlage der unmittelbaren statistischen Beurteilung der Eigenschaften der gesamten Produktion angewendet werden. Nur diejenige Maßabweichung (positiv oder negativ), die eine negative Wirkung auf die Standsicherheit ausübt, braucht berücksichtigt zu werden. Die oben erwähnten Reduzierungen gelten nicht für Ortbeton.

Die Materialeigenschaften und Teilsicherheitsbeiwerte sind in Anhang A (Informativ) angegeben.

5 Geometrische Anforderungen

5.1 Mindestdicke

Die Mindeststegdicke darf $\sqrt{2h}$, 20 mm bzw. $d_g + 10$ mm nicht unterschreiten, wobei der größte Wert maßgebend ist. Hierin bedeutet d_g das größte nominelle Größtkorn; h ist in mm anzugeben. Die gleiche Anforderung gilt für die Gurte, wobei der Wert 20 mm durch 17 mm ersetzt werden kann. Zur Feststellung der Mindestnenndicke ist dieser Wert so zu erhöhen, daß die Minustoleranz berücksichtigt wird. Die Maßabweichung ist vom Hersteller anzugeben.

5.2 Betondeckung

5.2.1 Allgemeines

Die Dicke der Betondeckung ist der Abstand zwischen der Außenfläche der Bewehrung und der nächsten freien Betonfläche bzw. dem nächsten Hohlraumrand.

Die Mindestbetondeckung muß folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Anforderungen an den Korrosionsschutz nach Abschnitt 5.2.2
- b) Anforderungen an die Verhinderung der Längsrißbildung nach Abschnitt 5.2.3
- c) Anforderungen an den Brandschutz nach Abschnitt 7.

5.2.2 Korrosionsschutz

Die Betondeckung soll den in Abschnitt 4.1.3.3 der ENV 1992-1-1 angegebenen Anforderungen genügen. Die Abminderung von 5 mm für plattenförmige Bauteile nach Anmerkung 2) der Tabelle 4.2 gilt ebenfalls für Umweltklasse 1.

Die Mindestwerte für die Betondeckung nach diesen Anforderungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Diese Mindestwerte für die Betondeckung sind so zu erhöhen, daß die Maßabweichungen (t) berücksichtigt werden. Diese hängen von der Qualität der Ausführung sowie von der Güteüberwachung der einzelnen Fertigungsstätten ab. Es gilt jedoch ein Mindestwert von 5 mm. Daraus ergibt sich die Nenndicke der Betondeckung, die zur Erfüllung der Anforderungen an die Dauerhaftigkeit erforderlich ist.

In der Regel kann die Umweltklasse 1 auf die Betondeckung zu den Hohlräumen hin angewendet werden.

Tabelle 1: Mindestbetondeckung in mm

Umweltklasse	Festigkeitsklasse des Betons	
	< C 40/50	≥ C 40/50
1	20	15
2a	25	20
2b/5a	30	25
3/4a/4b	45	40
5b	35	30
5c	45	45

5.2.3 Verhinderung der Längsrißbildung

Zur Verhinderung der Längsrißbildung ist eine Mindestbetondeckung vorzusehen. Wenn keine entsprechenden Berechnungen oder experimentellen Untersuchungen vorliegen, gilt diese Anforderung als erfüllt, wenn die Nennbetondeckung c mindestens folgende Werte aufweist:

$c = 2 \varnothing$, wenn der Nennabstand der Mittelachsen der Litzen $\geq 3 \varnothing$ beträgt

$c = 3 \varnothing$, wenn der Nennabstand der Mittelachsen der Litzen $< 2,5 \varnothing$ beträgt.

Dabei ist

- $\varnothing$ der Durchmesser der Litze bzw. des Drahtes. Bei Litzen oder Drähten unterschiedlichen Durchmessers ist der Mittelwert zugrunde zu legen.

Bei einem Nennabstand der Mittelachsen zwischen $2,5 \varnothing$ und $3 \varnothing$ ist die erforderliche Betondeckung durch lineare Interpolation zu ermitteln.

Bei Anwendung von Rippenstählen ist die Betondeckung um $\varnothing$ zu erhöhen.

5.3 Anordnung der Spannglieder

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- a. Die Spannglieder sind über die gesamte Breite der Hohlplatten zu verteilen.
- b. Jede Hohlplatte mit einer Breite von 1,20 m muß mindestens 4 Litzen oder Drähte erhalten.
- c. Der lichte Abstand muß mindestens
 - in der waagerechten Ebene: $d_g + 5 \geq 20 \text{ mm}$ und
 - in der senkrechten Ebene: $d_g \geq 10 \text{ mm}$

betragen, worin d_g das größte nominelle Größtkorn darstellt.

5.4 Ausbildung der Fugen

Die Mindestfugenbreite ist unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Frischmörtels, des Vergußverfahrens, des Größtkorns und etwaiger Ringankerstäbe zu wählen.

Sind Ringankerstäbe in die Fuge einzubringen und zu verankern, muß die Fuge in der Höhe der Stäbe breit genug sein, um einen einwandfreien Verbund und die lückenlose Umhüllung der Stäbe zu ermöglichen.

Sofern die Fugen vertikale Querkräfte aufnehmen sollen, muß die Fugenfläche mit mindestens einem Längsschlitz versehen werden.

Die Größe sollte so gewählt werden, daß vertikale Querkräfte unter Berücksichtigung der Mörtelfestigkeit übertragen werden können.

Empfehlungen für die Ausbildung der Längsfugen sind in Anhang B (Informativ) angegeben. Die Fähigkeit der Fugen, Längsquerkräfte und vertikale Querkräfte aufzunehmen, ist nach Abschnitt 6.1.3 bzw. Abschnitt 6.2.5 zu berechnen.

6 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit

6.1 Bemessung

6.1.1 Allgemeines

Die Bemessung einschließlich der Schnittgrößenermittlung ist im wesentlichen nach Abschnitt 2 der ENV 1992-1-1 durchzuführen.

Zusätzlich zu diesen Anforderungen sind einige Anforderungen, die sich speziell auf Hohlplattenelemente beziehen, zu beachten.

Diese Anforderungen beziehen sich auf die Querverteilung der Lasten und auf die Scheibenwirkung, die in Abschnitt 6.1.2 bzw. Abschnitt 6.1.3 behandelt werden.

6.1.2 Querverteilung der Lasten

6.1.2.1 Berechnungsverfahren

Es können folgende zwei Berechnungsverfahren unterschieden werden:

1. **Lastverteilung nach der Elastizitätstheorie.**
Die Hohlplattenelemente sind als isotrope bzw. anisotrope Platten und die Längsfugen als Gelenke zu betrachten.
Der berechnete Prozentsatz der Last, der auf die unmittelbar belasteten Hohlplattenelemente einwirkt, ist im Grenzzustand der Tragfähigkeit mit dem Koeffizienten $\gamma_M = 1,25$ zu multiplizieren. Der gesamte prozentuale Anteil, der von den unmittelbar belasteten Elementen aufgenommen wird, kann - je nach dem Verhältnis, in dem die Belastungsanteile zueinander stehen - um den gleichen Wert verringert werden. Anstelle einer Berechnung kann die Lastverteilung auf dem in Anhang C (Informativ) angegebenen vereinfachten, auf der Elastizitätstheorie beruhenden Verfahren basieren.
2. **Keine Lastverteilung**
Bei der Bemessung der Hohlplattenelemente wird angenommen, daß alle Lasten unmittelbar auf jedes einzelne Element einwirken und daß in den Längsfugen keine Querkkräfte auftreten. In diesem Fall können die Querverteilung der Lasten sowie die zugehörigen Torsionsmomente im Grenzzustand der Tragfähigkeit unberücksichtigt bleiben. Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind jedoch die Anforderungen nach Abschnitt 6.2.2 c und e sowie nach Abschnitt 6.2.9 zu erfüllen.

Das erste Berechnungsverfahren ist nur zulässig, wenn etwaige Horizontalverschiebungen nach Abschnitt 6.1.2.2 begrenzt werden.

Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, wird die Lastverteilung nicht berücksichtigt, und der Bemessung ist das zweite Berechnungsverfahren zugrunde zu legen.

Linienlasten, die 5 kN/m nicht überschreiten, dürfen durch eine gleichmäßig verteilte Last über eine Breite, die der Hälfte der Stützweite entspricht, ersetzt werden.

6.1.2 2 Begrenzung der Horizontalverschiebungen

Wird der Bemessung das Berechnungsverfahren nach Abschnitt 6.1.2.1 zugrunde gelegt, sind die Horizontalverschiebungen durch eines der folgenden zu begrenzen:

- a. die umgebenden Teile des Bauwerkes
- b. Reibung an den Auflagern
- c. Bewehrung in den Quertugen.

Die Begrenzung ausschließlich durch Reibung an den Auflagern ist nur in nichtseismischen Bemessungssituationen zulässig, wenn ein Nachweis geführt werden kann. Bei der Berechnung der aufnehmbaren Reibungskräfte ist die tatsächliche Art der Auflagerung zu berücksichtigen.

Der erforderliche Widerstand muß mindestens den gesamten vertikalen, durch die Längsfugen zu übertragenden Querkraften gleichen.

6.1.3 Scheibenwirkung

Wenn folgende Bedingungen erfüllt werden, können Hohlplattendecken als Scheiben zur Abtragung von Horizontalkräften auf die aussteifenden Vertikalbauteile wirken:

- a. Die Querkraften werden entweder von den parallel zur Last verlaufenden Fugen aufgenommen bzw. von besonderen Schubelementen, die in senkrecht zur Last verlaufenden Fugen oder Rändern angeordnet sind.
- b. Der Berechnung der horizontalen Querkraften in Längsfugen ist die Theorie wandartiger Träger zugrunde zu legen.
- c. Das Modell für einen wandartigen Träger ist in der Regel ein Bogen-Zugband-System. Der Hebelarm der inneren Kräfte, der zur Bestimmung der Kräfte in der Zugbewehrung angewendet wird, ist daher den Bestimmungen über wandartige Träger zu entnehmen.
- d. Bei einer Erdbebenbemessung sollten zusätzliche Schubelemente als zweite Widerstandslinie angeordnet werden, selbst wenn die parallelen Fugenverbindungen für die Querkraftübertragung bemessen wurden.

Der Widerstand der Längsfugen gegen Querkraften in den Fugenflächen wird auf

$$V_{Rd} = \tau_{rdj} A_{cj}$$

begrenzt.

Dabei ist:

$$\tau_{Rdj} = k_T \tau_{Rd} + \mu \sigma_N + \rho_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,2 f_{cd}$$

A_{cj} der Längsquerschnitt der Fuge

$k_T = 0$ bei Fugen ohne Schubverzahnung

$k_T = 0,5$ bei Fugen mit Schubverzahnung

$\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctd}$

f_{ctd} der Bemessungswert der Zugfestigkeit des Fugenmörtels

$\mu = 0,5$ bei Fugen ohne Schubverzahnung

$\mu = 0,9$ bei Fugen mit Schubverzahnung

σ_N die Spannung je Flächeneinheit der Fuge infolge äußerer Normalkräfte quer zur Fuge. Positive Spannungen sind als Druck und negative Spannungen als Zug zu verstehen. Jedoch $\sigma_N \leq 0,6 f_{cd}$

$\rho = A_s/A_{cj}$

A_s die Fläche der quer zur Fuge verlaufenden Bewehrung

f_{yd} der Bemessungswert der Zugfestigkeit der Bewehrung

α der Winkel zwischen der Bewehrung und der Fugenachse

f_{cd} der Bemessungswert der Druckfestigkeit des Fugenmörtels.

Bei Fugenflächen ohne Schubverzahnung ist der Wert τ_{rdj} auf $0,1 \text{ N/mm}^2$ zu begrenzen.

Übersteigt der Bemessungswert der Querkräfte diesen Wert, kann die Tragfähigkeit der Fugen durch

- Berücksichtigung der Schubtragfähigkeit der Randbalken und
- Anordnung besonderer Schubverbinder

erhöht werden.

Wenn die Scheibenwirkung gering ist, wie bei Gebäuden mit wenigen Geschossen, darf das Verankerungssystem in nichtseismischen Bemessungssituationen auf Reibung beruhen. Bei der Berechnung der aufnehmbaren Reibungskräfte, ist die tatsächliche Auflagerungsart zu berücksichtigen.

6.2 Bemessung von Querschnitten und Elementen

6.2.1 Allgemeines

Die Bemessung der Querschnitte und Elemente ist nach Abschnitt 4 der ENV 1992-1-1 durchzuführen.

Zusätzlich zu diesen Anforderungen sind die besonderen Anforderungen an Hohlplattenelemente nach Abschnitt 6.2.2 bis 6.2.11 zu beachten.

6.2.2 Einzellasten

Wenn keine wirksamen konstruktiven Maßnahmen getroffen werden, sind Einzellasten so zu begrenzen, daß die unter a, b, c, d und e aufgeführten Anforderungen erfüllt werden.

Die Bedingungen a und b gelten nur für Berechnungen, in denen die Lastverteilung nach dem ersten in Abschnitt 6.1.2.1 angegebenen Berechnungsverfahren berücksichtigt wird. Die Bedingung c gilt nur für Berechnungen, in denen keine Lastverteilung (nach dem zweiten in Abschnitt 6.1.2.1 angegebenen Berechnungsverfahren) zugrunde gelegt wird. Die Bedingungen d und e gelten für beide Berechnungsverfahren.

- a. Bemessung für Querkraft und Torsion in den Elementen im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach 6.2.4.2;
- b. Bemessung für vertikale Querkräfte in den Fugen im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach 6.2.5;
- c. Begrenzung der mitwirkenden Breite nach 6.2.6;
- d. Bemessung für Durchstanzen im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach 6.2.7;
- e. Begrenzung der Zugspannungen infolge Querbiegemomente nach 6.2.8.

6.2.3 Gestützte Langsränder

Auflagerkräfte, die infolge Einzellasten von der Auflagerung der Längsränder herrühren, sind als Einzellasten, bei denen die Regeln nach 6.2.2 gelten, zu betrachten (siehe auch Anhang C, Abschnitt C2).

Die Auflagerkräfte, die von einer gleichmäßig verteilten Nutzlast herrühren, sind so zu begrenzen, daß die maximalen Schubspannungen infolge Torsion im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die Anforderung nach Abschnitt 6.2.9 erfüllen.

6.2.4 Querkraft und Torsion in den Elementen

6.2.4.1 Bedingungen

In Querschnitten, in denen Risse aufgetreten sind, darf der Bemessungswert der Querkraft V_s den niedrigsten Wert der Biegeschubtragfähigkeit V_{Rdf} nach 6.2.4.3 und der Schubzugtragfähigkeit V_{Rdt} nach 6.2.4.4 nicht überschreiten. In Querschnitten ohne Rißbildung darf der Wert V_s den Wert V_{Rdt} nicht überschreiten.

Ein Querschnitt ist als gerissen zu betrachten, wenn die Zugspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit infolge der Bemessungswerte der gesamten Lasten einschließlich der Vorspannung den Bemessungswert der Zugfestigkeit f_{ctd} übersteigt.

Die Vorspannkraft ist die wirksame Vorspannkraft im betreffenden Querschnitt unter Berücksichtigung der Eintragung dieser Kraft über die Übertragungslänge.

Für Querschnitte mit einem Abstand zum inneren Rand der Auflagerung, der $\frac{1}{2} h$ übersteigt, braucht kein Nachweis geführt zu werden.

Bei elastischen Auflagern ist die abmindernde Wirkung der quer verlaufenden Schubspannungen auf die Schubtragfähigkeit zu berücksichtigen.

Der Nachweis eines Verankerungsbruches ist nach 6.2.4.5 zu führen.

6.2.4.2 Einzellasten

Bei Anwendung des ersten Berechnungsverfahrens nach 6.1.2.1 ist - sofern keine genauere Berechnung durchgeführt wird - bei Einzellasten der Bemessungswert der Querkraft V_{STd} infolge Querkraft und Torsion nach folgender Gleichung zu ermitteln (siehe Bild 1):

$$V_{STd} = V_{sd} \left(1 + \frac{e}{2t} \cdot \frac{\Sigma t}{(b-t)} \right)$$

Dabei ist

V_{STd} der Bemessungswert der Querkraft, wobei angenommen wird, daß diese gleichmäßig über die ganze Plattenbreite verteilt wird;

V_{sd} der Bemessungswert der Querkraft im betreffenden Querschnitt;

$e = T_{sd} / V_{sd}$

T_{sd} der Bemessungswert des Torsionsmoments infolge Einzellasten im betreffenden Querschnitt

t die Dicke des äußersten Stegs: siehe Bild 1;

Σt die Summe der Dicken aller Stege eines Hohlplattenelementes.

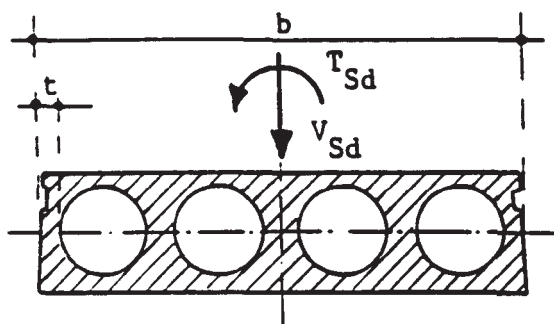


Bild 1: Ausmittige Querkraft

6.2.4.3 Biegeschubfestigkeit

Die Biegeschubfestigkeit eines Querschnittes eines Hohlplattenelementes V_{Rdf} ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$V_{Rdf} = 0,25 f_{ctd} b_w d k (1,2 + 40 \rho_1) + \frac{M_0}{M_{Sd}} V_{Sd}$$

Dabei ist:

- b_w die Summe der Mindestbreiten zwischen und neben den Hohlräumen (Stegbreite)
- d die wirksame Höhe
- $k = 1,6 - d \geq 1$ (d in Meter)
- $\rho_1 = A_p / b_w d$
- A_p die Fläche des Spannstahls auf der Zugseite
- f_{ctd} der Bemessungswert der Zugfestigkeit des Betons
- $M_0 = \sigma_{cpo} W_o =$ Dekompressionsmoment
- σ_{cpo} die im Beton auftretenden Spannungen infolge der Vorspannung an der Unterseite des betreffenden Querschnitts (unterer Wert)
- W_o das Widerstandsmoment des Querschnitts, bezogen auf die Unterseite
- V_{Sd} der Bemessungswert der Querkraft im betreffenden Querschnitt
- M_{Sd} der Bemessungswert des Biegemoments im betreffenden Querschnitt
- V_{Sd} und M_{Sd} müssen zum selben Lastfall gehören.

6.2.4. 4 Schubzugfestigkeit

Der Schubzugfestigkeit eines Hohlplattenquerschnitts V_{Rdt} kann wie folgt ermittelt werden:

$$V_{Rdt} = \frac{I b_w}{S} \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha \sigma_{cpm} f_{ctd}}$$

Dabei ist

- I das Trägheitsmoment des Querschnitts
- S das statische Moment des Querschnitts
- f_{ctd} der Bemessungswert der Zugfestigkeit des Betons nach Abschnitt 4
- $\alpha = \ell_x / \ell_{bpd} \leq 1$
- ℓ_x der Abstand zwischen dem Hohlplattenende und dem betreffenden Querschnitt

- ℓ_{bpd} die obere Grenze der Übertragungslänge = $1,2 \ell_{bp}$
- ℓ_{bp} die Übertragungslänge nach ENV 1992-1-1, Abschnitt 4.2.3.5.6
- σ_{cpm} die durchschnittliche Betonspannung infolge der voll wirksamen Vorspannkraft (unterer Wert)

6.2.4.5 Nachweis eines Verankerungsbruches

In dem dem Auflager am nächsten liegenden Querschnitt, in dem die Zugspannung infolge des Bemessungswertes des nicht verschobenen Biegemoments und der Spannkraft den Wert f_{ctd} erreicht, ist folgende Bedingung zu erfüllen:

$$M_{Sdx} \leq M_{Rdx}$$

Dabei ist:

- M_{Sdx} der Bemessungswert des Biegemoments im betreffenden Querschnitt unter Berücksichtigung der Verschiebungsregel
- M_{Rdx} das Widerstandsmoment im betreffenden Querschnitt
- $$= \sigma_{px} A_p Z$$
- σ_{px} die Stahlspannung beim Abstand ℓ_x
- $$= \ell_x / \ell_{bpd} \sigma_{po} \leq f_{p0,1k} / \gamma_s$$
- σ_{po} die Anfangsspannung im Stahl unmittelbar nach dem Spannen
- $f_{p0,1k}$ der charakteristische Festigkeitswert des Spannstahls an der 0,1 %-Dehngrenze (N/mm²)
- z der innere Hebelarm
- ℓ_x der Abstand zwischen dem betreffenden Querschnitt und dem Elementende
- ℓ_{bpd} die obere Grenze der Übertragungslänge = $1,2 \ell_{bp}$ (siehe 6.2.4.4)

6.2.4.6 Querkraft und Einspannmomente

Bei der Bemessung der Elemente und der Ausbildung der Anschlüsse an den Auflagern sind negative Momente und unbeabsichtigte Einspannungswirkungen an den Auflagern zu berücksichtigen, um eventuelle Risse infolge der Einspannung, die zum Schubbruch in der Nähe des Auflagers führen können, zu verhindern.

Es gibt drei Verfahren, mit denen negative Momente oder unbeabsichtigte Einspannmomente berücksichtigt werden können:

- Der Anschluß wird so ausgebildet, daß derartige Momente nicht auftreten können.
- Bemessung und Ausbildung werden so durchgeführt, daß eventuelle Risse nicht zu unsicheren Situationen führen können.

c. Bemessung durch Berechnung

Anhang D (Informativ) enthält Bemessungsverfahren, mit denen negative Momente oder unbeabsichtigte Einspannmomente berücksichtigt werden können.

6.2.4.7 Schubfestigkeit von Hohlplattenelementen mit Aufbeton und/oder ausbetonierten Hohlräumen

Die Schubfestigkeit von vorgefertigten Hohlplattenelementen lässt sich durch eine Aufbetonschicht aus Ortbeton und/oder durch Ausbetonierung einiger Hohlräume erhöhen. In diesem Fall sind zwei grundlegende Belastungssituationen zu berücksichtigen:

- Querkräfte infolge der Eigenlast des Plattenelementes und des Ortbetons, die das vorgefertigte Plattenelement trägt;
- Querkräfte infolge zusätzlicher Lasten, die das Verbundbauteil trägt.

Für derartige Verbundelemente können die in Anhang E (Informativ) angegebenen, empfohlenen Berechnungsverfahren angewendet werden.

6.2.5 Vertikaler Schub in den Fugen

Beruht die Schnittgrößenermittlung auf dem zweiten in Abschnitt 6.1.2.1 angegebenen Verfahren, ist es nicht erforderlich, einen Nachweis für den vertikalen Schub in den Fugen zu führen.

Der Bemessungswert des vertikalen Schubes in den Längsfugen V_{Sdj} , der nach dem ersten in Abschnitt 6.1.2.1 angegebenen Verfahren berechnet wird, darf die Schubtragfähigkeit V_{Rdj} den kleinsten der mit den folgenden Gleichungen berechneten Werte nicht überschreiten.

$$V_{Rdj} = 0,25 f_{ctd} \Sigma h_f \text{ und } V_{Rdj} = 0,15 (f_{ctd,j} h + f_{ctdt} h_t)$$

Dabei ist:

- f_{ctd} der Bemessungswert der Zugfestigkeit des Betons in den Elementen
- f_{ctdj} der Bemessungswert der Zugfestigkeit des Betons in den Fugen
- f_{ctdt} der Bemessungswert der Zugfestigkeit des Betons der Aufbetonschicht
- Σh_f die Summe der kleinsten Dicken des oberen und des unteren Gurtes sowie der jeweiligen Dicke der Aufbetonschicht (siehe Bild 2)
- h die Nettohöhe der Fuge (siehe Bild 2)
- h_t die Dicke der Aufbetonschicht

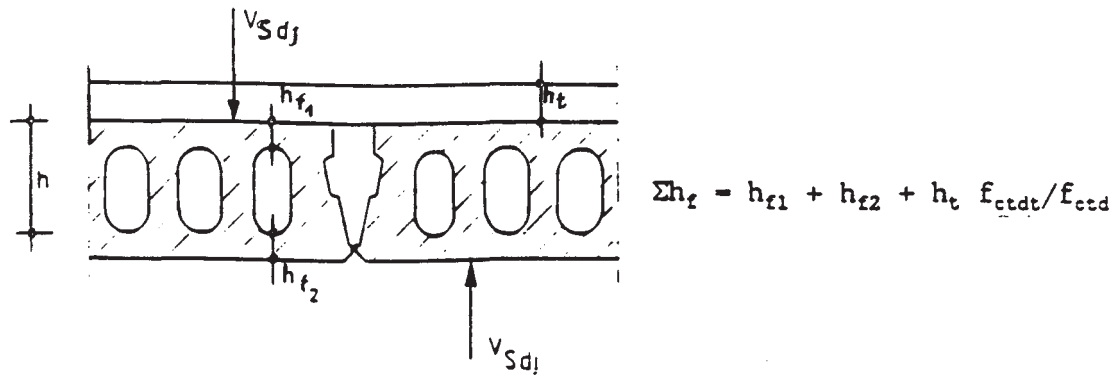


Bild 2: Querkraft in den Fugen

Für die Einzellasten F_d gelten die gleichen Formeln wie für V_{Rdj} . In diesem Fall beruht die Ermittlung des Wertes für V_{Sdj} auf der Annahme, daß der prozentuale Anteil der nach Abschnitt 6.1.2 bestimmten Einzellast über eine Fugenlänge $a_f + d + 2 a_s$ übertragen wird. Dabei ist a_s der Abstand zwischen Lastmitte und Fugenmitte und a_f die parallel zur Fuge verlaufende Lastlänge.

6.2.6 Begrenzung der wirksamen Plattenbreite

Sofern bei der Bemessung für Querkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit die Schnittgrößenermittlung bei Einzellasten sowie bei Linienlasten, die 5 kN/m überschreiten, auf dem zweiten in Abschnitt 6.1.2.1 angegebenen Verfahren beruht, ist die maximale Plattenbreite auf die folgendermaßen vergrößerte Lastbreite zu begrenzen:

- das Zweifache des Abstandes zwischen Lastmitte und Auflager; bei Lasten innerhalb des Deckenfeldes darf die Plattenbreite jedoch nicht überschritten werden;
- Vergrößerung um den Abstand zwischen Lastmitte und Auflager, jedoch um nicht mehr als die Hälfte der Plattenbreite bei Lasten auf freien Rändern.

6.2.7 Durchstanzen

Sofern keine detaillierten Angaben wie z.B. Prüfergebnisse vorliegen, dürfen Einzellasten F_{Sd} , die auf ein Hohlplattelement ohne Aufbeton einwirken, den mit folgender Gleichung ermittelten Widerstand gegen Durchstanzen V_{Rd} nicht überschreiten:

$$V_{Rd} = 1,0 b_w h f_{ctd} \left(1 + 0,3 \alpha \cdot \frac{\sigma_{cpm}}{f_{ctd}} \right)$$

Dabei ist: