

Industrierichtlinie

Spannbeton-Fertigdecken

Ausgabe: 11. Juni 2018

Herausgeber:

Bundesverband
Spannbeton-Fertigdecken e.V.
Paradiesstr. 208
12526 Berlin

Forschungsgesellschaft VMM
Spannbetonplatten GbR
Im Fußtal 2
50171 Kerpen

Vorwort

Diese Industrierichtlinie wurde in Zusammenarbeit aller deutschen Hersteller von Spannbeton-Fertigdecken erstellt und verabschiedet. Unterstützung fanden sie dabei durch das Ingenieurbüro H+P Ingenieure GmbH aus Aachen. Der Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e.V. (BVSF) und die Forschungsgesellschaft VMM Spannbetonplatten GbR haben gemeinsam diese Industrierichtlinie initiiert, herausgegeben und werden diese auch in Zukunft weiterentwickeln. Die Präsentation der wesentlichen Grundlagen für die Richtlinie erfolgte auf dem Kolloquium für Spannbeton-Fertigdecken am 28. Juni 2016 an der Technischen Universität Braunschweig. Vertreter der Wissenschaft, der Prüfindenieure, der Verwender und der Hersteller diskutierten die wichtigsten Punkte und waren sich einig, dass diese einen sinnvollen Rahmen für eine Industrierichtlinie liefern und den Stand der Technik darstellen.

Die vorgefertigten Deckenelemente aus Spannbeton sind europäisch harmonisierte Bauprodukte. Es gilt die DIN EN 1168 „Betonfertigteile – Hohlplatten“. Zusätzlich waren für das Produkt bis Oktober 2016 allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen notwendig. Diese Zulassungen sind, auf Grund des Urteils des Europäischen Gerichtshofes zur Rechtssache C-100/13 vom Oktober 2014 – Europäische Kommission gegen Bundesrepublik Deutschland, ab Oktober 2016 nicht mehr rechtsgültig.

Mit dem von H+P Ingenieure GmbH erstellten gutachterlichen Vergleich der Zulassung mit der DIN EN 1168 konnte nachgewiesen werden, dass bei der Bemessung der Decken das bestehende Sicherheitsniveau auch ohne Zulassung mit wenigen Konkretisierungen und Hinweisen zur DIN EN 1168 erhalten bleibt. Alle Berechnungen können mit vorhandenen und geltenden Normen sicher ausgeführt werden. Die Industrierichtlinie soll bei allen Beteiligten, wie Planern, Bauausführenden und Bauaufsichtsbehörden dazu beitragen, das Vertrauen in das Produkt Spannbeton-Fertigdecke weiter zu stärken.

Neben den Angaben, welche Nachweise notwendig sind und auf welcher Grundlage diese basieren, sind Hinweise enthalten. Diese sollen dem Anwender die Arbeit erleichtern. Zum anderen sind auch Punkte für die Ausführung zusammengefasst. Diese sind in den vorgeschriebenen Montageanweisungen der Hersteller wiederzufinden.

Die Überwachung der Herstellung ist in der DIN EN 1168 geregelt und beinhaltet unter anderem die werkseigenen Produktionskontrollen und regelmäßige Überwachungen einer notifizierten Produktzertifizierungsstelle/Zertifizierungsstelle (Fremdüberwachung). Dabei beinhalten die umfassenden Prüfvorgaben auch die Baustoffe, aus denen die Fertigteile hergestellt werden.

Der Wechsel von den Zulassungen hin zur harmonisierten Norm und der Industrierichtlinie bedeutet keine Erleichterung auf Seiten der Hersteller für die Nachweisführung, die Produktion und die Montage der Fertigteile. Das Produkt Spannbeton-Fertigdecke ist und bleibt qualitativ hochwertig! Die daraus hergestellten Decken sind und bleiben sicher sowie sehr wirtschaftlich im direkten Vergleich zu anderen Systemen.

Dr.-Ing. Stefan Seyffert
Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e.V.

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis	6
1 Einleitung	7
2 Anwendungsbereich.....	7
3 Baustoffe.....	8
4 Erforderliche Nachweise.....	8
4.1 Grundlegendes zur Nachweisführung	9
4.2 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung	9
4.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Querkraft.....	10
4.3.1 Starre Auflagerung	10
4.3.2 Biegeeweiche Auflagerung.....	10
4.4 Nachweis der Stirnzugspannungen (Einleitung der Vorspannkräfte)	11
4.5 Begrenzung der Druckspannungen im Beton	11
4.6 Begrenzung der Spannungen im Spannstahl	11
4.7 Nachweis zur Beschränkung der Rissbreite	12
4.8 Nachweis zur Begrenzung der Verformungen	12
4.9 Nachweise im Brandfall.....	12
4.10 Nachweis der Querdruckspannungen aus Wandauflasten und Randeinspannungen ..	12
4.11 Nachweis der Querverteilung (Lastverteilungsbreite, Fugenscherkräfte).....	13
4.12 Begrenzung der Betonzugspannungen aus Querbiege- und Drillmomenten	13
4.13 Scheibenausbildung / Ringanker.....	13
5 Bewertung der Konformität.....	14
5.1 Zugfestigkeit der Plattenstege	14
6 Bestimmungen für die Ausführung	16
7 Anhang.....	17
7.1 Nachweisverfahren „Biegeeweiche Auflagerung“	17
7.1.1 Vorbemerkungen.....	17
7.1.2 Bedingungen für die Anwendung des Modells	17
7.1.3 Querkraftwiderstand.....	18
7.1.4 Querschnittsparameter.....	22
8 Beteiligte Partner.....	27

Versionsübersicht

Ausgabe	Änderungen
19. September 2016	Erstausgabe
10. Mai 2017	<ul style="list-style-type: none">• Redaktionelle Änderungen• Konkretisierung der verwendeten Normen mit Ausgabedatum• Aufnahme des Nachweises „Biegeweiche Auflagerung“• Ergänzungen im Kapitel „Nachweise im Brandfall“• Erweiterung um die Kapitel „Baustoffe“ und „Bewertung der Konformität“
11. Juni 2018	<ul style="list-style-type: none">• Redaktionelle Änderungen• Kapitel 4.3.2 redaktionelle Änderung und Definition der biegeweichen Auflagerung• Kapitel 4.6 einfügen einer Spannbettspannung• Kapitel 7.1 neue Strukturierung und Aufteilung, Definition der biegeweichen Auflagerung in Kapitel 4.3.2 verschoben• Kapitel 7.1 Symbolberichtigungen und genauere Beschreibung• Kapitel 7.1 veränderter Vorfaktor zur Berücksichtigung von Effekten aus der Plattendicke• Fehler in Tabelle 3, Nr. A31 berichtigt

Literaturverzeichnis

- [1] Roggendorf, T.; Herbrand, M.; Kerkeni, N.: Spannbeton-Fertigdecken nach Zulassung des DIBt und DIN EN 1168 – Hintergründe und Vergleiche zum Querkraftnachweis. In: Bauingenieur 91 (2016), Heft 11, S. 446-455.
- [2] Roggendorf, T.: Zum Tragverhalten von Spannbeton-Fertigdecken bei biegeweicher Lagerung. Dissertation, Lehrstuhl und Institut für Massivbau, RWTH Aachen, 2010.
- [3] Roggendorf, T., Hegger, J.: Querkraftbemessung von Spannbeton-Fertigdecken bei biegeweicher Lagerung – Teil 1: Modellentwicklung. Beton- und Stahlbetonbau 106, Heft 8, S. 531-539, 2011.
- [4] Roggendorf, T., Hegger, J.: Querkraftbemessung von Spannbeton-Fertigdecken bei biegeweicher Lagerung – Teil 2: Modellkalibrierung und -validierung. Beton- und Stahlbetonbau 106, Heft 10, S. 685-693, 2011.
- [5] Hegger J., Kerkeni N., Roggendorf T.: Querkraftbemessung von Spannbeton-Fertigdecken bei biegeweicher Lagerung. Gutachten G11-23, H+P Ingenieure GmbH&Co. KG, Aachen, 21.06.2011.
- [6] Hegger J., Kerkeni N., Roggendorf T.: Querkraftbemessung von Spannbeton-Fertigdecken bei biegeweicher Lagerung – Ergänzungsgutachten. Gutachten G13-014, H+P Ingenieure GmbH&Co. KG, Aachen, 09.07.2014.
- [7] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Richtlinie: Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörteln. Berlin, 2006.
- [8] Roggendorf T., Herbrand, Kerkeni N.: Spannbeton-Fertigdecken nach den Zulassungen des DIBt und DIN EN 1168 – Hintergründe und Vergleiche zum Querkraftnachweis. Bauingenieur, Band 91, November 2016, S. 446-455

1 Einleitung

Diese Industrierichtlinie ersetzt keine Norm. Vielmehr ergänzt sie bestehende Regelwerke und gibt Hinweise für die Anwendung des europäisch harmonisierten Produktes vorgefertigte Deckenelemente aus Spannbeton.

Folgende Normen gelten:

DIN EN 1168:2011-12

DIN EN 1992-1-1:2011-01

DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

DIN EN 13369:2004-09

DIN V 20000-120:2006-04

DIN EN 206-1:2001-07

DIN 1045-2:2008-08

DIN 1045-4:2012-02

DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11

DIN 488-1:2009-08 und DIN 488-2:2009-08

zusätzlich gelten:

DAfStb-Heft 240, Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formveränderungen von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045

Merkblatt „biegeweicher Auflagerung“ vom Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken

2 Anwendungsbereich

Diese Industrierichtlinie versteht sich als Verwendungsrichtlinie für Decken aus Spannbeton-Fertigdecken-Elementen (Spannbetonhohlplatten) nach DIN EN 1168. Die Herstellung mit thermischer Vorspannung wird dabei ausgeschlossen.

Nach DIN EN 1168 ist die Anwendung für diese Spannbetonbauteile beschränkt auf eine maximale Dicke von 500 mm und beträgt die maximale Breite 1.200 mm ohne Querbewehrung und 2.400 mm mit Querbewehrung. Die Spannbetonbauteile enthalten keine Querkraftbewehrung.

3 Baustoffe

Die Anforderungen an die Baustoffe entsprechen der DIN EN 1168, der DIN EN 13369 und der DIN EN 1992-1-1/NA für Deutschland, sowie den darin enthaltenen Verweisen. Für den Spannstahl gibt der Nationale Anhang der DIN EN 1992-1-1 die Verwendung von Spannstahl nach Zulassungen vor. Danach sind kaltgezogene Spannstahllitzen oder Spannstahldrähte für den sofortigen Verbund zu verwenden.

Für den Fugenmörtel gelten die Regelungen des Anhang H.2.3 der DIN EN 1168 und die Anforderungen nach DIN 1045-2, 5.3.8.

4 Erforderliche Nachweise

Der statische Nachweis für die Tragfähigkeit der Decke ist in jedem Einzelfall zu erbringen. Es gilt die DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA. Die Angaben von Produkteigenschaften in der CE-Kennzeichnung und Leistungserklärung sind stets als Produktmerkmale zu sehen und ersetzen nicht den Nachweis der Tragfähigkeit im Bauwerk.

Die erforderlichen Nachweise sind:

1. Lagerausbildung
Eventuell inklusive biegeeweiche Auflagerung
2. Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung
(Nachweis der Endverankerung und Zugkraftdeckung)
3. Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Querkraft
(Nachweis der Schubkraftdeckung)
4. Nachweis der Stirnzugspannungen (Einleitung der Vorspannkräfte)
5. Begrenzung der Druckspannungen im Beton
6. Begrenzung der Spannungen im Spannstahl
7. Nachweis zur Beschränkung der Rissbreite
8. Dekompressionsnachweis
9. Nachweis zur Begrenzung der Verformungen
10. Nachweise im Brandfall
11. Nachweis der Querdruckspannungen aus Wandauflasten und Randeinspannungen
12. Nachweis der Querverteilung (Lastverteilungsbreite, Fugenscherkräfte)
13. Begrenzung der Betonzugspannungen aus Querbiege- und Drillmomenten
14. Scheibenausbildung / Ringanker

4.1 Grundlegendes zur Nachweisführung

Bei der Bemessung von Spannbeton-Fertigdecken wird die Betonzugfestigkeit in Ansatz gebracht. Für den Bemessungswert der Betonzugfestigkeit gilt grundsätzlich nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

Hinweis: a) Für den Bemessungswert der Betonzugfestigkeit f_{ctd} gilt grundsätzlich nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c$$

mit: $\alpha_{ct} = 0,85$

$\gamma_c = 1,5$ (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) bzw.

$\gamma_c = 1,3$ (außergewöhnliche Bemessungssituation)

maximal ansetzbare Betonfestigkeitsklasse: C45/55 ($f_{ctk;0,05} = 2,7 \text{ N/mm}^2$)

Eine Abminderung von γ_c für Betonfertigteile im Sinne von DIN EN 1992-1-1/NA, NDP zu A.2.3(1) ist nicht zulässig.

b) Wenn durch die werkseigene Produktionskontrolle sichergestellt wird, dass höhere Betonfestigkeitsklassen als C45/55 mit entsprechenden Zugfestigkeiten gemäß DIN EN 1992-1-1, Tabelle 3.1 erreicht werden, können diese rechnerisch in Ansatz gebracht werden.

c) Die Decken dürfen nur mit statischen und quasi-statischen Einwirkungen im Sinne von vorwiegend ruhenden Einwirkungen gemäß DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 1.5.2.6 belastet werden.

d) Soll die Decke im Notfall auch durch schwere Feuerwehrfahrzeuge befahren werden, müssen folgenden Punkte beachtet werden:

- Die Platte muss für den Lastfall: Radlasten und den Lastfall: gleichmäßig verteilte Einzellasten bemessen werden.
- Es wird eine mindestens 7 cm dicke, durchgehende, bewehrte Ortbetonschicht (lastverteilend, nicht statisch mitwirkend) eingebaut.
- Das Bauwerk muss so gestaltet und betrieben werden, dass nicht vorwiegend ruhende Verkehrslasten (zum Beispiel Lieferfahrzeuge für Heizöl) ausgeschlossen sind.

e) Bei der Nachweisführung können nur die Stege im Querschnitt berücksichtigt werden, die eine Vorspannung aufweisen und in denen mindestens eine Spannlitze oder ein Spanndraht angeordnet ist.

4.2 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA. Über die Bauteillängsachse sind die Zugkraftdeckung und die Endverankerung unter Berücksichtigung gerissener und ungerissener Bereiche entsprechend DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA nachzuweisen.

Hinweis: Es sind gegebenenfalls Randeinspannungen an den Plattenenden (Kapitel 4.10) zu beachten.

4.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Querkraft

4.3.1 Starre Auflagerung

Über die Bauteillängsachse ist die Schubkraftdeckung unter Berücksichtigung gerissener und ungerissener Bereiche entsprechend DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA nachzuweisen.

Hinweis: Es sind gegebenenfalls Randeinspannungen an den Plattenenden (Kapitel 4.10) zu beachten.

Eine Erhöhung des Querkraftwiderstandes durch die Anrechnung einer Aufbetonschicht oder durch das Ausbetonieren von Hohlkammern nach DIN EN 1168, Anhang F, Abschnitte F.2, F.3 und F.4 ist kritisch zu betrachten und soll nicht zur Anwendung kommen.

Diese Ansätze berücksichtigen u.a. keine Einflüsse aus der Vorspannung, unterschiedlichen Betongütern mit verschiedenen Kriech-/ Schwindeigenschaften sowie Herstellzeitpunkten, der Ausführungsgenauigkeiten und der Verbundeigenschaften.

In ungerissenen Bereichen (Biegezugspannungen kleiner als f_{ctd}) ist die Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.2 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA zu ermitteln, wobei nach Untersuchungen [1] ein Vorfaktor f zur Berücksichtigung von Effekten aus der Plattendicke empfohlen wird:

$$V_{Rd,c} = f \cdot \frac{I_{b,w}(y)}{S_c(y)} \left(\sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma'_{cp}(y) f_{ctd}} - \tau'_{cp}(y) \right)$$

$$\text{mit: } f = \left(\frac{400}{h} \right)^{0,25} \leq 1,0 \quad (h: \text{Plattendicke})$$

Die vereinfachte Bemessungsgleichung nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.3 darf nur zum Entwurf verwendet werden. Sie liefert im Allgemeinen konservative Bemessungsergebnisse. In Einzelfällen werden höhere rechnerische Widerstände nach der vereinfachten Gleichung ermittelt. In diesen Fällen ist die ausführliche Bemessungsgleichung nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.2 maßgebend.

Die Formel 6.2 (b) nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.2 ist nicht anzuwenden.

4.3.2 Biegeweiche Auflagerung

Nach DIN EN 1168 muss bei biegeweicher Lagerung der abmindernde Einfluss auf die Querkrafttragfähigkeit berücksichtigt werden. Der Nachweis ist in Anhang 7.1 beschrieben. Auf den Nachweis kann verzichtet werden, wenn die Ausnutzung der Querkraft nach DIN EN 1168 Abs. 4.3.3.2.2 kleiner oder maximal 50% ist.

Definition der begrenzten Biegesteifigkeit (biegeweichen Auflagerung)

Als biegeweiche Lagerung wird die Auflagerung von Spannbeton-Fertigdecken auf Trägern mit begrenzter Biegesteifigkeit bezeichnet. Ein biegeweiches Auflager liegt dann vor, wenn die beiden folgenden Bedingungen gemeinsam zutreffen.

Bedingung 1: Auflagerträger über einer lichten Öffnungsbreite ≥ 2400 mm,

Bedingung 2: Die Verformungen des Auflagerträgers unter den seltenen (charakteristischen) Einwirkungen, die nach dem Fugenverguss auf das Verbundsystem aus Träger und Platten einwirken ist größer $L/2000$. Dabei ist L die Spannweite des Auflagerträgers bzw. der Abstand der Momentennullpunkte des Trägers bei Durchlaufsystemen. Dabei dürfen Verformungen der Auflagerträger aus Kriechen und Schwinden vernachlässigt werden. Die Begrenzung der Durchbiegung sowie die Tragfähigkeit der Träger sind ohne Ansatz einer Verbundwirkung mit den Spannbeton-Fertigdecken nachzuweisen. Bei einer Unterstützung der Träger im Bauzustand ist auch das Eigengewicht der Konstruktion beim Nachweis der Durchbiegung zu berücksichtigen.

4.4 Nachweis der Stirnzugspannungen (Einleitung der Vorspannkkräfte)

Auf eine Spaltzugbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu Abschnitt 6.2.2(2) darf verzichtet werden.

Der Nachweis der Stirnzugspannungen (Spannkrafteinleitung) ist nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA zu führen und soll den Wert $f_{ctm}(t)$ nicht überschreiten. Bei der Ermittlung der Übertragungslänge nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 8.10.2.2 wird mit $\gamma_c = 1,5$ und $\alpha_{ct} = 0,85$ gerechnet, um die Verbundspannung f_{bpt} zu berechnen. Gemäß DIN EN 1168 Anhang A, Tabelle A3, Zeile 7 werden die Bauteilenden geprüft auf Spaltzugrisse.

4.5 Begrenzung der Druckspannungen im Beton

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

4.6 Begrenzung der Spannungen im Spannstahl

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

Hinweis: Der Nachweis der Mindestbewehrung zur Sicherung eines robusten Tragverhaltens nach DIN EN 1992-1-1/NA darf entfallen, wenn unmittelbar nach Eintragung der Vorspannung auf den Beton die Spannstahlspannung auf

$$\sigma_{pm0} \leq f_{p0,1k} - 500 \quad (\text{mit: } \sigma_{pm0} \text{ und } f_{p0,1k} \text{ in [N/mm}^2\text{)] begrenzt ist.}$$

Bei Überschreitung von 1000 N/mm^2 (bzw. 1100 N/mm^2 im Spannbett) sind die Betondeckung für den Verbund und der Mindestachsabstand nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA einzuhalten.

4.7 Nachweis zur Beschränkung der Rissbreite

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

4.8 Nachweis zur Begrenzung der Verformungen

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

4.9 Nachweise im Brandfall

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1168, Anhang G in Verbindung mit DIN EN 1992-1-2 und DIN EN 1992-1-2/NA.

Hinweis: Der Achsabstand der Spannbewehrung darf alternativ zum allgemeinen vereinfachten Berechnungsverfahren nach DIN EN 1992-1-2 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-2/NA anhand von Tabellenwerten aus der DIN 4102-4, Abschnitt 3.5 mit einer Vergrößerung des Achsabstandes gemäß DIN EN 1992-1-2 bestimmt werden.

Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft ist auf $V_{Rd,c,fi}$ nach DIN EN 1168, Anhang G, Abschnitt G.1.3 zu begrenzen. Die Tabellenwerte nach DIN EN 1168, Anhang G, Abschnitt G.2 (Tabelle G.2) sind nicht anzuwenden.

Im Falle einer biegeweichen Lagerung ist die Durchbiegung der Auflagerträger für die nachzuweisende Feuerwiderstandsdauer unter Berücksichtigung der Einwirkungskombination im Brandfall und der thermischen Dehnungen auf den Wert $L/100$ (mit L : Trägerspannweite bzw. Abstand der Momentennullpunkte des Trägers bei Durchlaufsystemen) zu begrenzen. Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft ist auch hier auf $V_{Rd,c,fi}$ nach DIN EN 1168, Anhang G, Abschnitt G.1.3 zu begrenzen.

Folgende konstruktive Regelungen sind außerdem zu beachten:

- a. *Es ist umlaufend ein Ringanker mit mindestens $2\varnothing 14$ B500B anzuordnen.*
- b. *Aussparungen in den Decken bzw. Dächern sind konstruktiv so auszuführen, dass die unter Brandeinwirkung zusätzlich auftretenden Querdehnungen der Platten behindert werden.*

Für die Querschnitte in Tabelle 3 Anhang 7.1 (außer Querschnitt A27, C17, G4, G5 und G6) war der Feuerwiderstand in den alten Zulassungen geregelt. Damit sind die Anforderungen an die Mindestanforderungen nach DIN 4102 berücksichtigt.

4.10 Nachweis der Querdruckspannungen aus Wandauflasten und Randeinspannungen

In den Stegen der Spannbeton-Fertigdecken sind Querdruckspannungen aus Wandauflasten nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 12.3.1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 12.3.1 zu begrenzen.

Falls Randeinspannungen am Plattenende nicht durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen werden, sind die Regelungen von DIN EN 1168, Anhang E zu beachten. Danach sind die Biegetragfähigkeit und die Querkrafttragfähigkeit unter Berücksichtigung der möglichen negativen Einspannmomente nachzuweisen.

4.11 Nachweis der Querverteilung (Lastverteilungsbreite, Fugenscherkräfte)

Die mitwirkende Lastverteilungsbreite bei Spannbeton-Fertigdecken darf wie bei monolithischen Betonplatten gemäß DAfStb Heft 240 berechnet werden, wobei für Einzel- und Linienlasten am Rand eines Deckenfeldes ohne genauere Nachweise maximal 1 m anzusetzen ist.

Diagramme zur Ermittlung der Fugenquerkräfte bzw. der anteiligen Lasten benachbarter Platten in einem Deckenfeld für bestimmte Einzel- und Linienlaststellungen sind in DIN EN 1168, Anhang C (informativ) angegeben.

Für allgemeine Laststellungen sind bei der Planung projektspezifische Ingenieurmodelle zur Ermittlung der Querverteilung und der Beanspruchungen bei den gegebenen Laststellungen erforderlich.

Die Schubtragfähigkeit der Längsfugen zur Querverteilung von vertikalen Schubkräften ist nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.3 (üblicherweise ohne Berücksichtigung des Aufbetons) in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA zu ermitteln.

Hinweis: a) Bei Passplatten muss sichergestellt sein, dass die geneigte Druckstrebe zwischen benachbarten Platten infolge einer Querverteilung von vertikalen Schubkräften vom oberen bzw. unteren Plattenspiegel im Bereich der Hohlkammer am Plattenlängsschnitt aufgenommen werden kann. Vereinfacht kann der Plattenspiegel vor dem Längsschnitt als Kragarm unter Ansatz des Bemessungswertes der Betonzugfestigkeit f_{ctd} (nach DIN EN 1992-1-1/NA) nachgewiesen werden. Der Zwischenraum ist vollständig mit Vergussbeton auszufüllen.

b) Es dürfen maximal zwei Passplatten nebeneinander angeordnet werden. Die benachbarten Passplatten sollten nicht mit den gesägten Seiten zueinander liegen.

4.12 Begrenzung der Betonzugspannungen aus Querbiege- und Drillmomenten

Die Regelungen zur Tragfähigkeit gegenüber Einzellasten nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.5 und zur Tragfähigkeit von dreiseitig gelagerten Bauteilen nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.6 werden nicht empfohlen. Es sind geeignete Ingenieurmodelle zur Ermittlung der auftretenden Betonzugspannungen zu verwenden.

Hinweis: Unter den charakteristischen Einwirkungen sind Betonzugspannungen aus Querbiege- und Drillmomenten in Abhängigkeit der Betonfestigkeitsklasse auf folgende Werte zu begrenzen:

C30/37: 1,4 N/mm²

C35/45: 1,7 N/mm²

C45/55: 1,9 N/mm²

4.13 Scheibenausbildung / Ringanker

In jeder Deckenebene ist stets ein Ringanker auszubilden. Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, insbesondere Abschnitte 9.10.2 und 10.9.3. DIN EN 1168, Anhänge D und H (informativ) enthält allgemeine Angaben und mögliche konstruktive Details zur Scheibenausbildung.

5 Bewertung der Konformität

Grundsätzlich gelten die Vorgaben der DIN EN 1168 Abschnitt 6.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle nach DIN EN 1168 ist zusätzlich die Zugfestigkeit der Plattenstege zu prüfen.

5.1 Zugfestigkeit der Plattenstege

Die Zugfestigkeit der Plattenstege ist an etwa 20 cm breiten Proben gemäß der folgenden Abbildung 1 zu bestimmen.

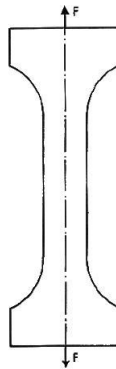


Abbildung 1: Stegprobe für zentralen Zugversuch

Für die Häufigkeit der Prüfung gilt die folgende Tabelle 1.

Herstellung	Mindesthäufigkeit der Probeentnahme	
	Erste 50 m ³ der Produktion	Nach den ersten 50 m ³ a)
Erstherstellung (bis mind. 35 Ergebnisse erhalten werden)	3 Proben	3/200 m ³ oder 2/Produktionswoche
Stetige Herstellung b) (wenn mindestens 35 Ergebnisse verfügbar sind)		3/500 m ³ oder 3/zwei Produktionswochen
<p>a) Die Probeentnahme muss über die Herstellung verteilt sein und für je 25 m³ sollte höchstens eine Probe genommen werden.</p> <p>b) Wenn die Standardabweichung der letzten 15 Prüfergebnisse $1,37 \sigma$ überschreitet, ist die Probeentnahmehäufigkeit für die nächsten 35 Prüfergebnisse auf diejenigen zu erhöhen, die für die Erstherstellung gefordert wird.</p>		

Tabelle 1: Mindesthäufigkeiten der Probeentnahme für die Prüfung der Zugfestigkeit

Als Konformitätskriterien für die Zugfestigkeit gilt die folgende Tabelle 2.

Herstellung	Anzahl der Ergebnisse in der Reihe	Kriterium 1	Kriterium 2 a)
		Mittelwert von "n" Ergebnissen (f_{ctm}) N/mm ²	Jedes einzelne Prüfergebnis (f_{ci}) N/mm ²
Erstherstellung	3	$\geq 0,85 f_{ctk;0,05} + 0,3$	$\geq 0,85 f_{ctk;0,05} - 0,3$
Stetige Herstellung	15	$\geq 0,85 f_{ctk;0,05} + 1,48 \sigma$	$\geq 0,85 f_{ctk;0,05} - 0,3$
a) Bei Unterschreitung ist die betroffene Produktion einer gutachtlichen Bewertung zu unterziehen.			

Tabelle 2: Konformitätskriterien für die Zugfestigkeit

6 Bestimmungen für die Ausführung

Die Spannbeton-Fertigdecken müssen von sachkundigen Unternehmen transportiert und eingebaut werden. Spannbeton-Fertigdecken mit Rissen und/oder anderen Beschädigungen, die Einfluss auf die Tragfähigkeit und/oder Gebrauchstauglichkeit haben (z. B. Rissbildung an den Plattenenden im Bereich der Spannkrafteinleitung), dürfen nicht eingebaut werden.

Aussparungen sollten im Werk hergestellt werden. Das Bohren von Löchern z. B. für Installationsleitungen im Bereich der Hohlräume darf auf der Baustelle nur von Fachkräften durchgeführt werden. Aussparungen sind in Abstimmung mit Hersteller/Werk/Planer zu planen und nachzuweisen. Sie sind nur unter Anwendung entsprechender erschütterungsarmer Verfahren (z.B. Kernlochbohrung oder Sägen) möglich. Stemmarbeiten an den Spannbeton-Fertigdecken sind nicht zulässig.

Die Spannbeton-Fertigdecken müssen im Endzustand vollflächig und gleichmäßig aufliegen. Das kann über Elastomerstreifen oder einem Auflagerbett aus Zementmörtel oder Beton sichergestellt werden. Die Elastomerstreifen sind unter Berücksichtigung des Randabstands zur Vermeidung von Abplatzungen des stützenden Bauteils möglichst nah an der Vorderkante des Trägers anzuordnen. Neben Elastomerstreifen, Mörtel oder Beton dürfen auch andere gleichwertige ausgleichende Zwischenlagen verwendet werden, wenn nachteilige Folgen für Standsicherheit (z. B. erhöhte Querkzugspannungen) und Verformungen ausgeschlossen sind. Eine Horizontalverschiebung einzelner Platten oder Plattenbereiche muss durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen werden.

Wenn nicht anders nachgewiesen, dann dürfen die Hohlplatten nur durch ihre Eigenlast und eine Verkehrslast von maximal $1,5 \text{ kN/m}^2$ ($\gamma_F = 1,0$) im unvergossenen Zustand belastet werden.

7 Anhang

7.1 Nachweisverfahren „Biegeweiche Auflagerung“

7.1.1 Vorbemerkungen

Um die biegeweiche Auflagerung von Spannbeton-Fertigdecken nachzuweisen, bieten der Eurocode und die DIN EN 1168 bisher keine konkreten Lösungen. Seit einigen Jahren werden in Deutschland und auch in den anderen europäischen Ländern Nachweismodelle erforscht, diskutiert und mittlerweile auch angewendet. Aus diesem Grund wird in der nächsten Weiterentwicklung der DIN EN 1168 ein Rechenmodell enthalten sein.

Die deutschen Hersteller diskutieren das Modell von Dr.-Ing. Thomas Roggendorf (H+P Ingenieure GmbH) [2][3][4]. Dieses ist in der Fachwelt weit verbreitet und wird für die Nachweisführung bereits häufig genutzt. Der Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken empfiehlt daher die Anwendung des Modells.

7.1.2 Bedingungen für die Anwendung des Modells

Das hier angewendete Modell ist für Spannbeton-Fertigdecken mit einer Breite von maximal 1.200 mm nachgewiesen. Größere Plattenbreiten wurden nicht untersucht. Weiterhin ist das Modell bei nennenswerten Einzel- oder Linienlasten auf den Platten oder den Trägern und bei deutlich unterschiedlichen Nutzlasten ($q_{\text{Nutz,min}}/q_{\text{Nutz,max}} < 0,5$) innerhalb eines Deckenfeldes an einem Träger nicht anwendbar.

Zum Ansatz des Reduktionsfaktors β_f sind alle Hohlkammern der Randplatten bei Einfeldträgersystemen bzw. der Platten neben den Momentennullpunkten bei Durchlaufträgern mindestens über eine Tiefe entsprechend der Plattendicke mit einem Vergussbeton mit einem Größtkorn von 8 mm nach der DAfStb Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel auszubetonieren. Zur Kontrolle der kraftschlüssigen Betonierung sind in den oberen Plattenspiegeln aller Hohlkammern maximal 5 cm vor dem Ende der Verfüllung sogenannte Entlüftungsöffnungen mit einem Durchmesser von 2 cm anzuordnen. Die Hohlkammerwände sind vor der Verfüllung matt anzufeuchten und der Vergussbeton ist sorgfältig zu verdichten.

Die Durchbiegung des Trägers darf unter den seltenen (charakteristischen) Einwirkungen den Wert $L/300$ nicht überschreiten. Dabei sind ggf. zeitabhängige Verformungen und eine mögliche Abminderung der Steifigkeit zu berücksichtigen. Der zusätzliche Nachweis bei biegeweicher Lagerung ist dann erforderlich, wenn $V_{\text{Ed}}/V_{\text{Rd,c}} > 0,50$ ist.

Bei Trägerdurchbiegungen kleiner als $L/2000$ unter den seltenen (charakteristischen) Einwirkungen, die nach dem Fugenverguss auf das Verbundsystem aus Träger und Platten aufgebracht werden (bei einer Unterstützung des Trägers im Bauzustand wird auch das Eigengewicht der Konstruktion erst nach dem Fugenverguss auf das Verbundsystem aufgebracht) darf der Querkraftwiderstand $V_{\text{Rd,c}}$ nach DIN EN 1168, Abschnitt 4.3.3.2.2 in Ansatz gebracht werden. Eine mögliche Steifigkeitsabminderung der Auflagerträger unter den seltenen (charakteristischen) Einwirkungen (ggf. im Zustand II) ist dabei zu beachten, Kriechverformungen dürfen vernachlässigt werden.

Passplatten dürfen nicht als Randplatten bei Einfeldträgersystemen bzw. neben den Momentennullpunkten bei Durchlaufträgersystemen verwendet werden. In den anderen Bereichen dürfen diese zur Anwendung kommen. Falls $V_{Ed} > 0,5 V_{Rd,c}$ ist und eine entsprechende höhere Querkrafttragfähigkeit bei biegeweicher Lagerung mit dem beschriebenen Modell nachgewiesen wurde, dürfen die Stege der Platten in den beschriebenen Bereichen (Rand oder Momentennullpunkte) im Abstand von 1,50 m von ihrem Auflager keine Durchbrüche, Auswechslungen oder sonstige Schwächungen aufweisen.

Vollquerschnitte mit einer Breite von < 1200 mm (zum Beispiel 600 mm) gelten nicht als Passplatten. Passplatten sind Platten, die aus einem Vollquerschnitt durch einen Längsschnitt herausgeschnitten werden. Die Querkrafttragfähigkeit von Vollquerschnitten mit einer Breite < 1200 mm bei biegeweicher Lagerung darf durch Multiplikation der Tragfähigkeit bei starrer Lagerung mit dem Faktor $V_{Rd,c,bw}/V_{Rd,c}$ für einen gleichförmigen Querschnitt mit $b_{sl} = 1200$ mm ermittelt werden. Platten mit einer Breite $b_{sl} > 1200$ mm können nach diesem Bemessungsansatz nicht bemessen werden.

Die Platten sind auf Elastomerstreifen mit Dicken $t \geq 10$ mm zu lagern, um eine vollflächige Lagerung sicherzustellen.

7.1.3 Querkraftwiderstand

Bei biegeweicher Lagerung ist der Querkraftwiderstand $V_{Rd,c,bw}$ wie folgt zu bestimmen:

Bei biegeweicher Lagerung ist der Querkraftwiderstand $V_{Rd,c,bw}$ wie folgt zu bestimmen:

$$V_{Rd,c,bw} = f \cdot \frac{I b_w(y)}{S_c(y) \cdot (1 + \alpha_{comp} \beta_f k_{xz,c} m \mu)} \left(\sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_{cp}(y) f_{ctd} - \left(\sqrt{1 + \frac{\sigma_{cp,Yc}}{f_{ctd}} k_v \tau_{zy,c}} \right)^2} - \tau_{cp}(y) \right) \leq 0,8 \cdot V_{Rd,c}$$

mit:

f Vorfaktor zur Berücksichtigung von Effekten aus der Plattendicke nach [8]

$$f = \begin{cases} 1,0 & \text{für } h < 400 \text{ mm} \\ (400/h)^{0,25} & \text{für } h \geq 400 \text{ mm} \end{cases}$$

I Trägheitsmoment des Querschnittes

y Höhe des betrachteten kritischen Punktes an der Bruchlinie (ab Unterkante Querschnitt)

$b_w(y)$ Stegbreite in der Höhe y

$S_c(y)$ statisches Moment oberhalb der Höhe y (bezogen auf die Schwereachse)

α_{comp} Beiwert zur Berücksichtigung des Anteils der Einwirkungen nach Aktivierung einer Verbundwirkung mit dem Träger (bezogen auf den Tragwiderstand)

$$\alpha_{comp} = \frac{V_{Ed,comp}}{V_{Rd,c,bw}}$$

$V_{Ed,comp}$: Querkraftbeanspruchung der Platte nach Aktivierung einer Verbundwirkung mit dem Träger (i.d.R. durch Fugenverguss) ohne Unterstützung des Trägers im Bauzustand i.d.R.

$$V_{Ed,comp} = V_{Ed,Ag} + V_{Ed,q}$$

mit Unterstützung des Trägers im Bauzustand i.d.R.

$$V_{Ed,comp} = V_{Ed}$$

Im Allgemeinen ist eine iterative Berechnung für α_{comp} erforderlich;

vereinfachend darf unter Ansatz von $\alpha_{comp} = \frac{V_{Ed,comp}}{0,4 \cdot V_{Rd,c}}$ auf eine iterative Berechnung verzichtet werden

β_f Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung einer Hohlkammerverfüllung

$$\beta_f = 1 - 0,2 \frac{l_f - 50}{h - 50} \geq 0,8$$

l_f Fülltiefe in [mm]

h Plattendicke in [mm]

$k_{xz,c}$ Querschnittsparameter nach Tabelle 3 oder nach [5][6]

m Anzahl der Stege des Plattenquerschnitts

μ Beiwert zur Berücksichtigung der Verbundwirkung zw. Träger und Platten

$$\mu = 0,2 + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot h \quad \text{Träger ohne verbundsteigernde Maßnahmen}^{(1)}$$

$$\mu = 0,8 + 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot h \quad \text{Träger mit verbundsteigernden Maßnahmen}^{(1)}$$

f_{ctd} Bemessungswert der Betonzugfestigkeit

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c$$

$$\alpha_{ct} = 0,85$$

$$\gamma_c = 1,5 \text{ (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) bzw.}$$

$$\gamma_c = 1,3 \text{ (außergewöhnliche Bemessungssituation)}$$

maximal ansetzbare Betonfestigkeitsklasse: C45/55 ($f_{ctk;0,05} = 2,7 \text{ N/mm}^2$)

¹ als verbundsteigernden Maßnahmen sind z.B. Profilierungen der Trägerstege einzuordnen, wenn diese bis in den unteren Bereich der Plattenstirnfläche oberhalb der Lagerfuge reichen[2][3][4].

$\sigma_{cp}(y)$ Betonlängsspannung in der Höhe y und im Abstand l_x nach DIN EN 1168, Abs. 4.3.3.2.2.2

$\tau_{cp}(y)$ Schubspannung im Beton infolge der Übertragung der Vorspannkraft in der Höhe y und im Abstand l_x nach DIN EN 1168, Abs. 4.3.3.2.2.2

Hinweis: bei der Vorspannkraft $P_t(l_x)$ in der betrachteten Spanngliedlage im Abstand l_x ist die Übertragung der Vorspannkraft nach DIN EN 1992-1-1:2004, 8.10.2.2 einschließlich NA Deutschland, zu berücksichtigen.

σ_{cp, Y_c} Betonlängsspannung in Höhe der Schwereache ($y = Y_c$) und im Abstand l_x (Druckspannung positiv)

$$\sigma_{cp, Y_c} = \frac{\sum_{i=1}^n P_t(l_x)}{A}$$

k_v Beiwert zur Berücksichtigung einer Querbiegebeanspruchung

$$k_v = 1 + \frac{L_b^3}{EI_b} \frac{EI_{sl,q}}{b_{sl}^3} \cdot \frac{V_{Ed,b,comp}}{v_{Ed,comp} \cdot L_b}$$

L_b Trägerspannweite [m],
bei Durchlaufträgern Abstand der Momentennullpunkte im Feldbereich

EI_b Biegesteifigkeit des Trägers [MNm²]
bei Stahlbeton, Spannbeton und Verbundträgern unter Berücksichtigung der Rissbildung (EI_b^{II})

b_{sl} Plattenbreite [m] (mit $b_{sl} = 1,2$ m auch bei Passplatten und schmaleren Querschnitten zur Berechnung von k_v)
Hinweis: Modell für $b_{sl} > 1,2$ m nicht anwendbar

$EI_{sl,q}$ Querbiegesteifigkeit des Plattenquerschnitts [MNm²] für $b_{sl} = 1,2$ m

$$I_{sl,q} = i_{sl,q} \cdot l_{sl,q}$$

$i_{sl,q}$ Querschnittsparameter in [m⁴/mm] nach Tabelle 1 oder nach [5][6]

$l_{sl,q} = a + h/2$ [mm] (mit a = Auflagerlänge)

$V_{Ed,b,comp}$ Querkraftbeanspruchung des Trägers am Auflager durch Lasten nach Aktivierung einer Verbundwirkung mit den Platten (i.d.R. durch Fugenverguss)

$$V_{Ed,b,comp} = v_{Ed,comp} \cdot L_b \quad \left(\rightarrow \frac{V_{Ed,b,comp}}{v_{Ed,comp} \cdot L_b} = 1,0 \right)$$

bei symmetrischer, beidseitiger Belastung eines (Innen)trägers durch Lasten aus zwei Deckenfeldern

$$V_{Ed,b,comp} = v_{Ed,comp} \cdot L_b/2 \quad \left(\rightarrow \frac{V_{Ed,b,comp}}{v_{Ed,comp} \cdot L_b} = 0,5 \right)$$

bei einseitiger Belastung eines (Rand)trägers durch ein Deckenfeld

$$v_{Ed,comp} = V_{Ed,comp}/b_{sl}$$

$\tau_{zy,c}$ Schubspannung infolge Querschub

$$\tau_{zy,c} = \frac{3}{2} k_{zy,c} m \mu \frac{V_{Ed,comp}}{b_w(y) l_{sl,q}}$$

$k_{zy,c}$ Querschnittsparameter nach Tabelle 3 oder nach [5][6]

7.1.4 Querschnittsparameter

Die Parameter für die am Markt befindlichen Querschnitte sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst. Die Werte stammen aus den Gutachten G11-023 [5] und G13-014 [6]. In diesen Veröffentlichungen sind auch die Hintergründe zur Berechnung zu finden.

Bei Platten, die nicht in der folgenden Tabelle enthalten sind, können die Querschnittswerte nach [5] und [6] berechnet werden. Hilfreich sind auch die Diagramme ab Seite 86 des Gutachten G11-023 [5].

Für die Querschnittsparameter in der Tabelle 3 sind die Hersteller verantwortlich und stehen bei Fragen zur Verfügung.

Tabelle 3: Querschnittsparameter aus [5] und [6] sowie Ergänzungen der Hersteller

Nr.	Plattentyp	bez. Flächenmoment 2. Ordnung in Querrichtung $i_{sl,q}$ [mm ⁴ /mm]	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell $k_{zy,c} = V_{y,c}/C_{STBW}$ [-]	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell $k_{xz,c} = V_{z,c}/C_{STBW}$ [-]
A Querschnitte $h_{sl} \leq 200$ mm				
A1	Brespa V8/160-105	94.400	0,074	0,059
A2	Brespa A15B	137.800	0,057	0,054
A3	Brespa A180	166.600	0,055	0,067
A4	Brespa A20B	150.900	0,083	0,068
A5	Brespa V6/200-140	87.100	0,083	0,077
A6	Brespa V20L	84.700	0,090	0,076
A7	Brespa A20Q	223.200	0,062	0,068
A8	VBI A 200	145.900	0,084	0,074
A9	VMM-VSD 12	97.200	0,063	0,040
A10	VMM-VSD 14	125.400	0,059	0,049
A11	VMM-VSD 15-3	137.800	0,057	0,054
A12	VMM-VSD 15-5	166.400	0,070	0,047
A13	VMM-VSD 16-3	148.800	0,056	0,058
A14	VMM-VSD 16-5	181.800	0,068	0,051
A15	VMM-VSD 18-3	166.600	0,055	0,067
A16	VMM-VSD 18-5	206.500	0,064	0,060
A17	VMM-VSD 20-3	178.900	0,054	0,076
A18	VMM-VSD 20-5	223.200	0,062	0,068

Nr.	Plattentyp	bez. Flächenmoment 2. Ordnung in Querrichtung	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell
		$i_{sl,q}$ [mm ⁴ /mm]	$k_{zy,c} = V_{y,c}/C_{STBW}$ [-]	$k_{xz,c} = V_{z,c}/C_{STBW}$ [-]
	[-]			
A19	VMM-L - SCD 20	125.300	0,103	0,087
A20	Variax V8/160-100	117.924	0,075	0,058
A21	Variax V8/160-110	71.148	0,072	0,060
A22	Variax V8/180-100	180.205	0,084	0,062
A23	Variax V8/180-110	155.422	0,079	0,064
A24	Variax V8/200-100	236.183	0,094	0,066
A25	Variax V8/200-110	131.041	0,089	0,069
A26	Variax V6/200-145	91.150	0,087	0,078
A27	Variax V6/200-150	67.029	0,085	0,079
A28	VarioPlus VP/165-8 S	109.521	0,078	0,060
A29	VarioPlus VP/200-6 S	158.128	0,085	0,068
A30	Contiga Tinglev TE 180	163.219	0,069	0,061
A31	ELBE EFD 12-3	97.200	0,630	0,040
A32	ELBE EFD 15-3	137.800	0,057	0,054
A33	ELBE EFD 16-5	181.800	0,068	0,051
A34	ELBE EFD 18-3	166.600	0,055	0,067
A35	ELBE EFD 18-5	206.500	0,064	0,060
A36	ELBE EFD 20-3	178.900	0,054	0,076
A37	ELBE EFD 20-5	223.200	0,062	0,068
A38	Goldbeck SPG20	84.247	0,089	0,076
A39	Oberndorfer V-8-160	97.963	0,0761	0,0552
A40	Oberndorfer V-8-180	148.172	0,0764	0,0594
A41	Oberndorfer V-8-200	189.092	0,0767	0,0635
A42	Oberndorfer V-6-200	105.632	0,0960	0,0708
B Querschnitte $200 < h_{sl} \leq 240$				
B1	Brespa A22B	154.000	0,083	0,077
B2	VMM-VSD 22	219.300	0,057	0,082

Nr.	Plattentyp [-]	bez. Flächenmoment 2. Ordnung in Querrichtung	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell
		$i_{sl,q}$ [mm ⁴ /mm]	$k_{zy,c} = V_{y,c}/C_{STBW}$ [-]	$k_{xz,c} = V_{z,c}/C_{STBW}$ [-]
B3	VMM-VSD 24	212.500	0,055	0,089
B4	VMM-L - SCD 24	143.000	0,105	0,097
B5	Variax V6/220-145	147.515	0,092	0,082
B6	Variax V6/220-150	110.678	0,088	0,083
B7	Contiga Tinglev TE 220	117.476	0,096	0,081
B8	ELBE EFD 22-3	219.300	0,057	0,082
C Querschnitte 240 < h_{sl} ≤ 280				
C1	Brespa A26B	134.000	0,087	0,097
C2	Brespa MV5/265-167	118.200	0,106	0,112
C3	VBI A 260	167.100	0,087	0,096
C4	VMM-VSD 25-3	227.000	0,056	0,095
C5	VMM-VSD 25-5	258.200	0,061	0,092
C6	VMM-VSD 27	264.500	0,063	0,096
C7	VMM-L - EPD 27	109.200	0,121	0,102
C8	VMM-L - SCD 27	140.000	0,106	0,111
C9	Variax V5/250-163	185.314	0,106	0,095
C10	Variax V5/265-163	186.750	0,106	0,101
C11	VarioPlus VP/265-6 S	156.176	0,102	0,099
C12	Contiga Tinglev TE265	128.570	0,120	0,099
C13	ELBE EFD 25-3	227.000	0,056	0,095
C14	ELBE EFD 25-5	258.200	0,061	0,092
C15	ELBE EFD 27-3	264.500	0,063	0,096
C16	ELBE EID 27	109.200	0,121	0,102
C17	Goldbeck SPH25	100.630	0,108	0,096
C18	Goldbeck SPG26	122.714	0,104	0,112
C19	Oberndorfer V-6-220	168.616	0,0964	0,0750
C20	Oberndorfer V-5-265	165.457	0,1139	0,0938

Nr.	Plattentyp	bez. Flächenmoment 2. Ordnung in Querrichtung $i_{sl,q}$ [mm ⁴ /mm]	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell $k_{zy,c} = V_{y,c}/C_{STBW}$ [-]	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell $k_{xz,c} = V_{z,c}/C_{STBW}$ [-]
D Querschnitte $280 < h_{sl} \leq 320$				
D1	Brespa A32B	115.500	0,134	0,136
D2	Brespa A32N	205.300	0,086	0,122
D3	VBI A 320	205.300	0,086	0,122
D4	VMM-VSD 28-3	279.200	0,066	0,094
D5	VMM-VSD 28-5	322.900	0,069	0,090
D6	VMM-VSD 30-3	230.600	0,059	0,127
D7	VMM-VSD 30-5	260.400	0,063	0,129
D8	VMM-L - EPD 32	124.600	0,124	0,132
D9	VMM-L - SCD 32	152.200	0,100	0,132
D10	Variax V4/320-215	139.887	0,134	0,127
D11	VarioPlus VP/320-4 S	172.149	0,129	0,122
D12	Contiga Tinglev TE320	178.403	0,109	0,125
D13	ELBE EFD 30-5	260.400	0,063	0,129
D14	ELBE EID 32	124.600	0,124	0,132
D15	Goldbeck SPH32	141.268	0,108	0,126
D16	Oberndorfer V-5-285	219.039	0,1142	0,0979
D17	Oberndorfer V-4-320	146.152	0,1355	0,1167
E Querschnitte $320 < h_{sl} \leq 360$				
E1	VMM-L - EPD 35	148.700	0,129	0,144
E2	VMM-L - SCD 35	148.400	0,100	0,143
E3	Variax V4/350-215	248.227	0,144	0,133
E4	Oberndorfer V-4-340	219.502	0,1358	0,1208
F Querschnitte $360 < h_{sl} \leq 400$				
F1	Brespa A40B	161.600	0,137	0,177
F2	Brespa A40N	261.500	0,089	0,154

Nr.	Plattentyp [-]	bez. Flächenmoment 2. Ordnung in Querrichtung	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell	bezogene Querkraft aus Stabwerkmodell
		$i_{sl,q}$ [mm ⁴ /mm]	$k_{zy,c} = V_{y,c}/C_{STBW}$ [-]	$k_{xz,c} = V_{z,c}/C_{STBW}$ [-]
F3	VBI A 400	261.500	0,089	0,154
F4	VMM-L EPD 40	142.200	0,130	0,167
F5	VMM-L - SCD 40	151.600	0,104	0,163
F6	Variax V4/400-213	180.734	0,133	0,154
F7	VarioPlus VP/400-4 S	129.483	0,143	0,166
F8	Contiga Tinglev TE400	170.351	0,115	0,176
F9	ELBE EID 40	142.200	0,130	0,167
F10	Goldbeck SPH40	138.436	0,131	0,158
F11	Oberndorfer V-4-400	141.906	0,1376	0,1500
G Querschnitte $h_{sl} > 400$				
G1	VMM-L - EPD 45	136.800	0,132	0,190
G2	VMM-L - EPD 50	149.100	0,130	0,213
G3	ELBE EID 50	149.100	0,130	0,213
G4	Oberndorfer V-4-420	155.045	0,1379	0,1542
G5	Oberndorfer V-4-450	274.539	0,1361	0,1635
G6	Oberndorfer V-4-500	264.418	0,1371	0,1844

8 Beteiligte Partner

**Bundesverband
Spannbeton-Fertigdecken e.V.**
Paradiesstr. 208
12526 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 616 957 30
Fax: +49 (0) 30 616 957 40
info@spannbeton-fertigdecken.de
www.spannbeton-fertigdecken.de

**Forschungsgesellschaft VMM
Spannbetonplatten GbR**
Im Fußtal 2
50171 Kerpen
Tel.: +49 (0) 2237 534 35
Fax: +49 (0) 2237 537 88
FGVMM@aol.com
www.fg-vmm.de/

DW SYSTEMBAU GMBH
Werk BRESPA Schneverdingen
Stockholmer Straße 1
D-29640 Schneverdingen
Tel.: +49 (0) 5193 85 0
Fax: +49 (0) 5193 85 911
info@dw-systembau.de
www.dw-systembau.de

**Heidelberger Betonelemente GmbH & Co.
KG**
Verwaltung Chemnitz
Gewerbeallee 6
D-09224 Chemnitz / OT Mittelbach
Tel.: +49 (0) 371 27 10 70
Fax: +49 (0) 371 844 82 84
betonelemente@heidelbergcement.com
www.heidelberger-betonelemente.de

Kastell GmbH
Werk Veringenstadt
Gunzenhofstraße 9
D-72519 Veringenstadt
Tel.: +49 (0) 7577 309 0
Fax: +49 (0) 7577 309 23
info@kastell.de
www.kastell-pro.com

Franz Oberndorfer GmbH & Co KG
VS Hohldielen West Ges.m.b.H
Rettenbach 12c
A-6250 Radfeld
Tel.: +43 (0) 5338 62 00
Fax: +43 (0) 5338 62 01
office@vs-west.at
www.vs-west.at

ECHO Betonfertigteile GmbH
Eurotec-Ring 40
D-47445 Moers
Tel.: +49 (0) 2841 889 03 10
Fax: +49 (0) 2841 889 03 12
info@echo-betonfertigteile.de
www.echo-betonfertigteile.de

MS-Betonwerk GmbH & Co. KG
Trinkbornstraße 19
56281 Dörth
Tel.: +49 (0) 6747 120 0
Fax: +49 (0) 6747 852 1
info@ms-betonwerk.de
www.ms-betonwerk.de

VEIT DENNERT KG
Veit-Dennert-Str. 7
D-96132 Schlüsselfeld
Tel.: +49 (0) 9552 710
Fax: +49 (0) 9552 711 87
info@dennert.de
www.dennert.de

KETONIA GmbH
Almesbach 4
D-92637 Weiden/Opf.
Tel.: +49 (0) 961 300 50
Fax: +49 (0) 961 300 540
info@ketonia.de
www.ketonia.de

H+L Baustoff Werke GmbH

Steigerwaldstraße 8
D-91486 Uehlfeld
Tel.: +49 (0) 9163 997 60
Fax: +49 (0) 9163 997 646
info@hl-baustoffe.de
www.hl-baustoffe.de

BWH Betonwerk-Holdorf GmbH & Co. KG

Steinbrüggen 7
49451 Holdorf
Tel.: +49 (0) 5494 916 47 0
Fax: +49 (0) 5494 916 47 41
inf@bwh-holdorf.de
www.bwh-holdorf.de

CONTIGA TINGLEV A/S

Mads Clausens Vej 58
DK-6360 Tinglev
Tel.: +45 (0) 7217 100 0
tinglev@contigatinglev.dk
www.contigatinglev.dk

**ELBE delcon Spannbetondecken Ver-
triebs GmbH**

Griesener Straße 32a
D-06785 Oranienbaum-Wörlitz OT Vockero-
de
Tel.: +49 (0) 34905 406 0
Fax: +49 (0) 34905 406 30
info@elbedecken.de
www.elbedecken.de

Goldbeck Prefabeton S.r.o.

Chrudimská 42
CZ - 285 71 Vrdy
Tel.: +42 (0) 327 301 111
info@prefabeton.cz
www.prefabeton.cz

Unterstützt durch:

H+P Ingenieure GmbH

Kackertstraße 10
D-52072 Aachen
Tel.: +49 (0) 241 445 030
Fax: +49 (0) 241 445 032 9
info@huping.de
www.huping.de

