

Montagezustand

- * E-2-2300 Krantransport von Filigran-Fertigteilplatten
- ★ E-1-2100 Montagestützweiten
- ♦ Verlegeanleitung Elementdecken (BmG)

Endzustand

Querkraftbemessungstabellen

* E-2-4539 – Allgemeine Querkraftbemessung

C20/25 und 2,5m breite Elemente

🌂 E-2-4515	Diagonale ø 5 mm	glatte Fuge
*Ô E-2-4516	Diagonale ø 5 mm	raue Fuge
🌂 E-2-4517	Diagonale ø 6 mm	glatte Fuge
*Ô E-2-4518	Diagonale ø 6 mm	raue Fuge
*Ô E-2-4519	Diagonale ø 7 mm	glatte Fuge
*Ô E-2-4520	Diagonale ø 7 mm	raue Fuge

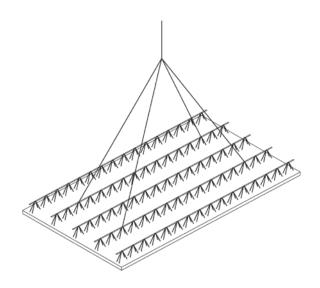
E-2-4590 – Querkraftbemessung für nicht vorwiegend ruhende Belastung

Sicherung von Zwei-Ebenen-Stößen mit Gitterträgern (Äquivalente Bügelquerschnitte)

- * F-2-4201 a EQ-Gitterträger als Stoßumbügelung
- ♦ F-2-4201 b E-Gitterträger als Stoßumbügelung
- ♦ F-2-4201 c S-Gitterträger als Stoßumbügelung

Krantransport von Filigran®-Fertigteilplatten mit

FILIGRAN®-EV-Gitterträgern



Hinweis:

Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2024 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der Zulassung. Grundsätzlich ist die Haftung von FILIGRAN auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit beschränkt. Die Haftung für Sach- und Rechtsmängel ist auf Vorsatz beschränkt. Im Übrigen haftet FILIGRAN für Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, die auf einer fahrlässigen Verletzung einer nicht leistungsbezogenen Schutzpflicht von FILIGRAN oder eines gesetzlichen Vertreters oder eines Erfüllungsgehilfen von FILIGRAN beruhen. Eine weitergehende Haftung von FILIGRAN ist ausgeschlossen. Hiervon ausgenommen ist die Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz.

Krantransport von Filigran®-Fertigteilplatten FILIGRAN®-EV-Gitterträger

FI-Tafel E-2-2300 1/4

Die Montage von Filigran®-Fertigteilplatten erfordert deren sicheren Krantransport. In dieser FI-Tafel werden Randbedingungen für Filigran®-Fertigteilplatten mit Filigran®-EV-Gitterträgern formuliert, bei deren Einhaltung ein sicherer Krantransport gewährleistet ist.

Gitterträger erfüllen beim Krantransport die Funktion von Transportankern und versteifen die dünne Fertigteilplatte. Aus beiden Funktionen ergeben sich – abhängig von Gitterträgertyp und -dimension – die erforderliche Anzahl von Anschlagpunkten und Gitterträgern.

In dieser FI-Tafel werden ausschließlich Fertigteilplatten mit verstärkten Filigran®-EV-Gitterträgern betrachtet. Diese Gitterträger nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-15.1-147^{b)} zeichnen sich durch stärker dimensionierte Stäbe und größere Bauhöhen bis 40 cm aus (Bild 1). Diese Gitterträger kommen insbesondere beim Einsatz längere Fertigteilplatten zum Einsatz.



* ab Bauhöhe 310 mm min. ø 8 mm [mm] Bild 1: Filigran®-EV-Gitterträger

In dieser FI-Tafel werden Randbedingungen formuliert, für welche eine ausreichende Sicherheit gegen folgende Versagensarten nachgewiesen wurde:

- Ausreißen der Gitterträger aus der Fertigteilplatte
- Biege- und Querkraftversagen der Fertigteilplatte in Längsrichtung
- Biege- und Querkraftversagen der Fertigteilplatte in Querrichtung

Beim Nachweis ausreichender Sicherheiten wird die Belastung durch das Eigengewicht der Fertigteilplatte mit dem Dynamikfaktor erhöht. Der Dynamikfaktor ψ_{dyn} wird in dieser FI-Norm für Turmdrehkrane, Portalkrane und Mobilkrane gemäß VDI/BV-BS 6205 zu ψ_{dyn} = 1,3 angenommen.

Diese Bemessungshilfe macht Angaben zum Krantransport auf der Baustelle, weshalb bei der Belastung keine zusätzliche Schalungshaftung berücksichtigt wird. Grundlage dieser Bemessungstafel sind 2,5 m breite Fertigteilplatten mit mindestens 5 Gitterträgern. Die Randgitterträger haben – entsprechend der Empfehlung für zweiachsig gespannte Decken nach FEM-Berechnung – einen Achsabstand von 10 cm vom Plattenrand. Diese Randträger werden nicht zum Anschlagen genutzt. Die Gitterträger zwischen den Randgitterträgern werden gleichmäßig verteilt. Gitterträger und Anschlagpunkte sind symmetrisch zur Plattenlängsachse angeordnet.

Nachfolgend werden die Ansätze und die Randbedingungen für den Nachweis ausreichender Transportsicherheit für die verschiedenen Versagensarten erläutert.

Platten mit unregelmäßigen Abmessungen und Aussparungen benötigen weitere Betrachtungen über den Inhalt dieser F-Tafel hinaus.

Ausreißen der Gitterträger

Ausreißwiderstände F_{zul,v} der Filigran®-EV-Gitterträger als Traganker werden dem Prüfzeugnis der MPA Stuttgart Nr. 904 0305 000-01^{a)} entnommen. Dieses Prüfzeugnis gibt den Widerstand für einen Belastungspunkt für den Fall an, dass ein Kranhaken am Gitterträgerobergurt innerhalb der Diagonalenkrümmung angeschlagen wird. Der Ausreißwiderstand ist abhängig von:

- Betondruckfestigkeit
- Randabstand des belasteten Gitterträgers
- Abstand des Anschlagspunktes vom Gitterträgerende
- Gitterträgerdimension
- Abweichung des Lastangriffs (Winkel β) von der Lotrechten
- Gitterträgerhöhe bei Schrägzug

Die erforderliche Anzahl n_A der Anschlagpunkte ergibt sich aus dem um den Dynamikfaktor ψ_{dyn} erhöhten Eigengewicht G geteilt durch den Ausreißwiderstand eines Anschlagpunktes $F_{\text{zul,v}}$.

$$n_A = \psi_{dyn} \cdot G / F_{zul,v} \tag{1}$$

Dieser Ansatz setzt die gleiche Belastung aller Anschlagpunkte durch Einsatz entsprechender Ausgleichsgehänge oder –wippen voraus.

Krantransport von Filigran®-Fertigteilplatten FILIGRAN®-EV-Gitterträger

FI-Tafel E-2-2300 2/4

Biege- und Querkraftversagen der Fertigteilplatte in Längsrichtung

In der bauaufsichtlicher Zulassung Z-15-1-147^b sind zulässige Schnittgrößen für die Montage von Filigran[®]-Fertigteilplatten festgelegt. Auf diese Werte werden in dieser FI-Tafel auch die einwirkenden Schnittgrößen beim Krantransport begrenzt.

Die Schnittgrößen im Montagezustand (Betonierzustand) sind laut Zulassung unabhängig vom tatsächlichem statischen System – an einem Einfeldsystem nachzuweisen. Aus diesem Grund sind in der Zulassung ausschließlich Widerstände für positive Momente (Zug an der Plattenunterseite) angegeben. In dieser Bemessungshilfe zum Krantransport wird ein Einfeldträger mit Kragarmen nachgewiesen, da die Anschlagpunkte vom Plattenende nach innen versetzt angeordnet werden (Bild 2). Für den Nachweis der negativen Stützmomente (Druck an der Plattenunterseite) werden die betragsmäßig gleichen Momente wie die für positive Momente als Widerstand angesetzt. Nach Erläuterungen im Betonkalender e) liegt dieser Ansatz auf der sicheren Seite.

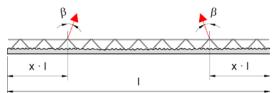


Bild 2: Längsschnitt der Fertigteilplatte

Für den Nachweis der Tragfähigkeit der Fertigteilplatte in Längsrichtung wurde das statische System nach Bild 2 betrachtet. Die bezogene Kragarmlänge x·l bestimmt dabei die Größe des Feld- und des Stützmomentes. Eine Variation der Kragarmlänge bezogen auf die Gesamtlänge der Platte führt zu sehr unterschiedlich hohen Stütz- und Feldmomente. Dieses ist bei einem rechnerischen Nachweis und einer daraus abgeleiteten Empfehlung für den Ort des Anschlagpunktes zu berücksichtigen.

Bei bezogenen Kragarmlängen von z.B. 0,2l entspricht der Betrag des Stützmomentes 80% des Feldmomentes (Bild 3). Wird die Kragarmlänge auf 0,225l vergrößert, so ist

der Betrag des Stützmomentes bereits doppelt so hoch wie das Feldmoment.

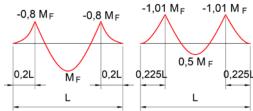


Bild 3: Momentenlinien bei Variation der bezogenen Kragarmlänge

Bild 4 zeigt den beispielhaft vorangestellten Zusammenhang zwischen der bezogenen Kragarmlänge und den Absolutwerten der einwirkenden Momente.

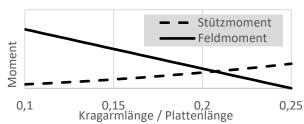


Bild 4: Qualitatives Verhältnis von Betrag des Stützund Feldmomentes

Nach Bild 3 ergeben sich bei einer bezogenen Kragarmlänge von 0,225 I betragsmäßig doppelt so große Stütz- wie Feldmomente. Dies entspricht in etwa dem Verhältnis der Bruchmomente in Tastversuchen^{e)}. Der Wert von 0,225 I wurde bei der Bemessung angesetzt und gilt als Empfehlung für Praxis.

In der Praxis weicht jedoch die tatsächliche Lage des Anschlagpunktes von der Solllage ab. Allein schon aus der Tatsache, dass der Anschlagpunkt zwingend in der Diagonalenkrümmung am Obergurt erfolgen muss und diese Obergurtknoten etwa 20 cm Abstand haben. In dieser FI-Tafel wird daher eine Abweichung von ±5% berücksichtigt. D.h. bei einer Sollkragarmlänge von 0,225l sind im Rahmen dieser FI-Tafel Kragarmlängen von 0,175l bis 0,275l nachgewiesen und möglich.

Die einwirkenden Schnittgrößen aus Eigengewicht inklusiv Dynamikfaktor sind entsprechend der Zulassungsregelung für den Montagezustand unter Ansatz des Teilsicherheitsbeiwertes von $\gamma_F = 1,0$ auf zulässige Querkräfte (zul. V) und Momente (zul. M) zu begrenzen. Die erforderliche Anzahl der Gitterträger n_G errechnet sich aus dem maximal einwirkendem Biegemoment (max M)

Krantransport von Filigran®-Fertigteilplatten FILIGRAN®-EV-Gitterträger

FI-Tafel E-2-2300 3/4

und der einwirkenden Querkraft (max V) aus dem Maximalwert nach Gleichung (2) bzw. (3).

$$n_{GM} = \max M / zul. M$$
 (2)

$$n_{GV} = \max V / zul. V$$
 (3)

Biege- und Querkraftversagen der Fertigteilplatte in Querrichtung

In Querrichtung treten ebenfalls Biegemomente und Querkräfte auf. Bild 5 zeigt einen beispielhaften Plattenquerschnitt mit qualitativem Momentenverlauf.

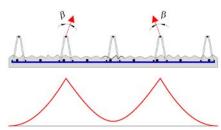


Bild 5: Querschnitt der Filigran®-Platte und Momentenverlauf

Als Belastung wird das Eigengewicht mit Dynamikbeiwert $\psi_{\text{dyn}} = 1,3$ und dem Teilsicherheitsbeiwert für den Montagelastfall $\gamma_f = 1,15$ (DIN EN 1992-1-1, 10.2, (NA.4)) erhöht. Da die Plattenstärke geringer als 70 mm (Mindestplattendicke gemäß DIN EN 1992-1-1°) ist, werden gemäß DAfStb Heft 400°) die Schnittkräfte um den Faktor f erhöht.

$$f = 15 / (d + 8)$$
 (4)

Die dünne Fertigteilplatte wird gemäß DIN EN 1992-1-1°) bemessen. Dabei wird die jeweils ungünstige Anordnung der Querbewehrung unterhalb oder oberhalb der Gitterträgeruntergurte betrachtet. Für negative Momente ist die Anordnung der Querbewehrung unterhalb der Gitterträgergurte ungünstiger. Bei einer unteren Betondeckung von 20 mm ergibt sich eine statische Höhe von 23 mm. Für positive Momente zwischen den Gitterträger ergibt sich bei 20 mm Betondeckung über den Gitterträgergurten und einer Längsbewehrung der Platte von 12 mm eine statische Höhe von 11 mm (Bild 6). Beide Fälle werden getrennt betrachtet und der minimale Abstand der Querbewehrung in der Bemessungstabelle ausgewiesen. Die

Mindestquerbewehrung von ø6 mm / 300 mm wird vorausgesetzt.

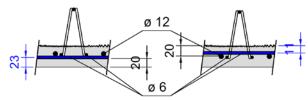


Bild 6: statische Höhen bei Querbiegung

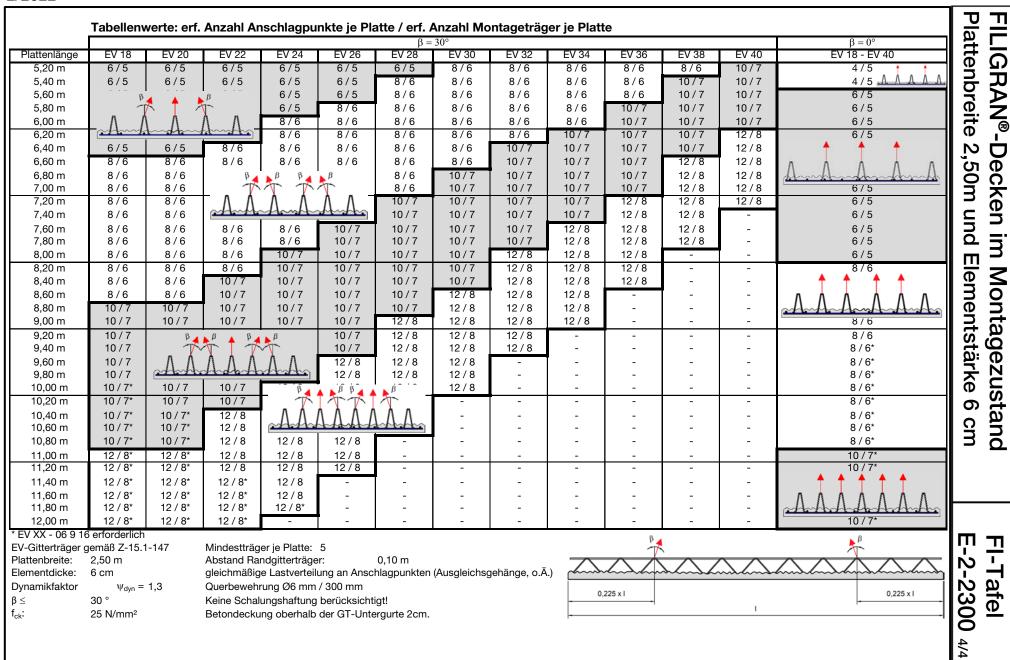
Anwendung der Tabellen

Die nachfolgende Tabelle gibt abhängig von der Plattenlänge, der Gitterträgerhöhe und des Lastangriffswinkels die erforderliche Anzahl von Anschlagpunkten und die erforderliche Anzahl von Gitterträgern an.

Abhängig von der gewählten Gitterträgerhöhe wird die entsprechende Spalte gewählt. Die Plattenlänge bestimmt die maßgebende Zeile. Das zugehörige Feld enthält ein Zahlenpaar n_A/n_G . Darin ist n_A die erforderliche Anzahl an Anschlagpunkten je Platte und n_G die Anzahl der erforderlichen Gitterträger je Platte. Innerhalb der Tabelle sind entsprechende Skizzen zu finden. Diese zeigen den Querschnitt einer solchen Platte. Die roten Pfeile zeigen die Gitterträger, an denen die Kranhaken angeschlagen werden dürfen, wobei die Länge bzw. die Art der Anschlagpunkte so zu wählen ist, das der Schrägzugwinkel kleiner als oder gleich β ist.

Die Vorrausetzungen bzw. Randbedingungen zur Anwendung der Tabelle sind unterhalb der Tabelle angegeben.

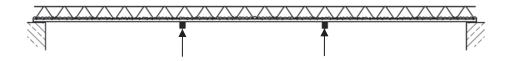
- ^{a)} Prüfzeugnis-Nr.: 904 0305 000-01, MPA Stuttgart vom 06.09.2021
- b) Zulassung Z-15.1-147 für Filigran-E/EV-Gitterträger vom 05.11.2018
- DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonund Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregelungen für den Hochbau. Deutsche Fassung EN 1992-1-1: 2004 + AC 2010. Beuth Verlag, Berlin 2011. d DAfStb Heft 400: Erläuterungen zu DIN 1045 "Beton- und Stahlbeton", Ausgabe 07.1988. Beuth Verlag, Berlin 1994.
- ^{e)} Elementbauweise mit Gitterträgern. Abschnitt V, 3.1.5.1, Sonderdruck aus Betonkalender 2021, Ernst & Sohn, Berlin.



FILIGRAN[®]-Decken im Montagezustand

Filigran-D- und Filigran-E/EV-Gitterträger

FI-Norm E-1-2100 (5/2021)



Hinweis:

Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der Zulassung. Grundsätzlich ist die Haftung von FILIGRAN auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit beschränkt. Die Haftung für Sach- und Rechtsmängel ist auf Vorsatz beschränkt. Im Übrigen haftet FILIGRAN für Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, die auf einer fahrlässigen Verletzung einer nicht leistungsbezogenen Schutzpflicht von FILIGRAN oder eines gesetzlichen Vertreters oder eines Erfüllungsgehilfen von FILIGRAN beruhen. Eine weitergehende Haftung von FILIGRAN ist ausgeschlossen. Hiervon ausgenommen ist die Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz.

FILIGRAN®—Decken im Montagezustand Nachweis im Montagezustand

FI – NORM E-1-2100 1/11

Montagestützweiten von Filigranplatten sind so zu wählen, dass ein Versagen infolge Eigenund Betonierbelastung ausgeschlossen ist. Im Regelfall sind Montageunterstützungen einzubauen. Bei starken und/oder eng verlegten Gitterträgern können Filigran-Platten auch ohne zusätzliche Montageunterstützung eingebaut werden.

Anwendung nach Zulassung Z-15.1-90 $^{\rm a)}$ und Z-15.1-147 $^{\rm b)}$

für Filigran-Gitterträger mit hinterlegten Knotenscherkräften

Nach den Regelungen der bauaufsichtlichen Zulassungen für Filigran-D-Gitterträger und Filigran-E/EV-Gitterträger sind die Schnittgrößen im Montagezustand an einem Einfeldsystem nachzuweisen. Die einwirkenden Schnittgrößen sind auf zulässige Querkräfte (zul V) und Momente (zul M) unter Ansatz des Teilsicherheitsbeiwertes von $\gamma_F = 1.0$ zu begrenzen. Diese Werte sind in den Zulassungen in Abhängigkeit von der Gitterträgerdimension angegebenen. Die zulässigen Montagestützweiten zul 1_M können für die Eigenlast g und die Verkehrslast $p = 1.5 \text{ kN/m}^2 \text{ bzw. } F = 1.5 \text{ kN in}$ Abhängigkeit vom Gitterträgerabstand sg ermittelt werden.

Für die Ermittlung der zulässigen Montagestützweite dienen die Gleichungen (1) bis (5).

$$zul \ l_M = \sqrt{\frac{8 \cdot zul M}{(g+p) \cdot s_G}} \tag{1}$$

$$zul l_{M} = \frac{2 \cdot zul V}{(g+p) \cdot s_{G}}$$
 (2)

$$zul l_{M} = \sqrt{\frac{8 \cdot zul M}{g \cdot s_{G}} - \frac{4 \cdot F}{g}}$$
 (3)

$$zul l_{M} = \frac{2 \cdot (zul V - F)}{g \cdot s_{G}}$$
 (4)

$$zul\ l_{M} = \frac{-F}{g \cdot s_{G}} + \sqrt{\left(\frac{F}{g \cdot s_{G}}\right)^{2} + \frac{8 \cdot zul\ M}{g \cdot s_{G}}}$$
(5)

Bei Einsatz von Gitterträgern mit Obergurtdurchmessern von 12 mm bis 16 mm sowie EV-Gitterträgern ist zusätzlich eine rechnerische Durchbiegung von maximal 1 cm nachzuweisen. Die aus vorgenannten Kriterien ermittelten zulässigen Montagestützweiten für die Filigran D- und E-Gitterträger finden sich in Tabelle 3/11 für Obergurtdurchmesser 8 mm Tabelle 4/11 für Obergurtdurchmesser 10 mm Tabelle 5/11 für Obergurtdurchmesser 12 mm Tabelle 6/11 für Obergurtdurchmesser 16 mm.

In Abhängigkeit vom Obergurtdurchmesser sind die angegebenen Mindestdurchmesser der Diagonalen nach Zulassung einzuhalten.

Bei Verwendung von niedrigen Gitterträgern mit Obergurtdurchmessern 8 mm und 10 mm wird empfohlen, Einfeldträger im Montagezustand nur mit reduzierten Stützweiten auszuführen und nicht die Zulassungswerte (vgl. ()-Werte der Tabellen) auszunutzen.

Verstärkter Filigran-EV-Gitterträger

Für große Deckenstärken wurden verstärkte Gitterträger mit besonderen Anwendungsbedingungen zugelassen.

Tabelle 8/11 gilt für 18 cm bis 40 cm hohe Filigran-EV-Gitterträger mit Obergurtdurchmesser

10 mm in Kombination mit Diagonalendurchmesser 7 mm bzw. 8 mm.

Tabelle 9/11 gilt für 18 cm bis 40 cm hohe Filigran-EV-Gitterträger mit Obergurtdurchmesser **16 mm und Diagonale 9 mm.**

Vorraussetzungen für die Anwendung der *Tabellen 8/11 und 9/11* sind:

- für die Gitterträger gelten gesondert hinterlegte Knotenscherkräfte
- Untergurtknoten der Gitterträger liegen über dem Auflager
- Mindestplattendicke (Nennwert): 5 cm
- Betondruckfestigkeit f_{ck} ≥ 25 N/mm²
- es sind mindestens zwei Gitterträger je Fertigteilplatte vorhanden
- es ist eine Mindestzugbewehrung vorhanden

Die erforderliche Mindestzugbewehrung je Gitterträger einschließlich der Gitterträgeruntergurte (mindestens 2 Ø 6mm) ist in der Zulassung für die jeweils maximal zulässige Momentenbeanspruchung angegeben. Wird die zulässige Montagestützweite durch die zulässige Querkraft oder das Durchbiegungskriterium begrenzt, ist die Momententragfähigkeit nicht ausgenutzt und die erforderliche

FILIGRAN®–Decken im Montagezustand Nachweis im Montagezustand

FI – NORM E-1-2100 2/11

Biegezugbewehrung reduziert. Im unteren Teil der Tabellen 8/11 & 9/11 ist diese erforderliche Feldbewehrung für Standardplatten mit mehreren Gitterträgern angegeben. Bei Passplatten mit nur zwei Gitterträgern kann die Momentenbelastung eines einzelnen Gitterträgers aufgrund geänderter Lastaufteilung größer sein, dadurch ist die erforderliche Feldbewehrung höher und die Tabellenwerte sind mit dem angegebenen "Passplattenfaktor" zu erhöhen.

a) Zulassung Z-15.1-90 für Filigran-D-Gitterträger vom 07.10.2019
 b) Zulassung Z-15.1-147 für Filigran-E/EV-Gitterträger vom 05.11.2018

Filigran-Gitterträger für besondere Anwendungen

Tabelle 7/11:

Filimont mit engen Gitterträgerabständen
Filigran-Gitterträger mit Obergurtdurchmesser
16 mm (Filimont) ermöglichen größere
Montagestützweiten als nach Tabelle 6/11,
wenn engere Gitterträgerabstände gewählt
werden. Die Montagestützweiten nach Tabelle
7/11 wurden für Gitterträgerabstände von 25
cm bis 10 cm nach vorgenannten
Zulassungsgrundsätzen ermittelt. Bei
Ausnutzung dieser Werte muss jedoch
zusätzlich eine Mindestzugbewehrung in der
Fertigteilplatte angeordnet werden. Diese
Mindestbewehrung wurde in Abhängigkeit
vom vorhandenen Moment auf der Grundlage
der Zulassungsregelung zum Verlegezustand

Tabelle 10/11:

ermittelt.

Kragarme im Montagezustand

In Sonderfällen können im Montagezustand auch Kragarme mit Gitterträgerobergurten als Zugbewehrung auftreten. Dieser Fall ist in den Zulassungen nicht behandelt. Empfohlene maximale Kragarmlängen werden in *Tabelle 10/11* für Gitterträger mit Obergurten 10 mm angegeben. Grundlage sind die zulässigen Querkräfte und Momente nach Zulassung. Bei niedrigen Gitterträgern wurden die Stützweiten zusätzlich analog Tabelle 4/11 reduziert. Tastversuche haben gezeigt, dass die zulässigen Feldmomente, auf der sicheren Seite

liegend, auch als zulässige Stützmomente angesetzt werden können.

Montagestützweiten im Überblick

Diagramm 11/11:

Die zulässigen Montagestützweiten steigen prinzipiell mit stärkeren Gitterträgerdimensionen und reduziertem Gitterträgerabstand an. Außerdem ist die Montagestützweite abhängig von der Deckenstärke und der Gitterträgerhöhe. Eine Übersicht zeigt das Diagramm 11/11. Für die dort angegebenen Montagestützweiten wurden die Gitterträgerhöhen jeweils 6 cm niedriger als die jeweilige Deckenstärke gewählt, wobei für E/D-Gitterträger mit Obergurtdurchmesser von 12 mm und 16 mm die maximale Gitterträgerhöhe zu 19 cm bzw. 18 cm gewählt wurden. Für die verstärkten EV-Gitterträger gilt als maximale Gitterträgerhöhe 40 cm. Für EV-Gitterträger mit Obergurt 10 mm und Trägerabstand 10 cm gelten laut Zulassung die Montagekennwerte nur für Gitterträgerhöhen bis 30 cm. Dies wurde in dem Diagramm berücksichtigt.

Die Montagestützweiten steigen mit stärkerem Obergurt in Kombination mit entsprechendem Diagonalendurchmesser an, für eine Deckenstärke von z. B. 20 cm von etwa 1,6 m (E/D-05508) über 2,0 m (E/D-06610) und 2,7 m (E/D-06712) bis auf etwa 3 m (E/D-06716). Für größere Montagestützweiten als 3 m sind Filimont-Träger (D/E-06716) mit Trägerabständen kleiner als 62,5 cm zu verlegen.

Die zulässigen Montagestützweiten nehmen mit zunehmender Deckenstärke ab. Dieses resultiert aus der höheren Betonierbelastung und aus der reduzierten Querkrafttragfähigkeit hoher Gitterträger. Letztere kann durch Verwendung der verstärkten Gitterträger mit 9 mm Diagonale gesteigert werden, welche für Trägerhöhen von 18 cm bis 40 cm zugelassen sind. Der Einsatz des Filigran-Gitterträgers- EV-06916 ermöglicht bei Deckenstärken von 24 cm bis 55 cm erhöhte Montagestützweiten bis zu 6 m.

FILIGRAN®–Decken im Montagezustand Montagestützweiten*) für Obergurt ø 8 mm

FI – NORM E-1-2100 3/11

		1			7.12-	M	404	- :4 []	f:: O:44				
Träger-	Träger-								für Gitter nalen ø s				
abstand	höhe				11111			tdicke h [,			
[cm]	[cm]	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30	35	40
	6	1,69 (1,77)	1,61 (1,62)	1,50	1,43	1,37	1,31	1,27	1,22	1,18	1,08		
	7		1,67	1,55	1,46	1,40	1,34	1,29	1,25	1,21	1,08		
75	9			1,58	1,48	1,42	1,36	1,31	1,27	1,23	1,08		
73	11				1,51	1,44	1,38	1,33	1,29	1,25	1,08		
	13 20					1,46	1,40	1,35	1,31 1,36	1,25 1,25	1,08 1,08		
	22												
	24 6	1,82 (2,04)	1,74 (1,88)	1,67 (1,74)	1,62 (1,63)	1,54	1,46	1,39	1,33	1,28	1,20	1,12	
	7	(2,04)	1,87 (1,94)	1,80	1,68	1,58	1,50	1,43	1,37	1,32	1,23	1,12	
	9		(1,54)	1,83	1,71	1,61	1,53	1,46	1,40	1,34	1,25	1,12	
62,5	11				1,74	1,64	1,56	1,49	1,42	1,37	1,27	1,12	
	13 20 22 24					1,67	1,58	1,51	1,45 1,58	1,39 1,50 1,16	1,29 1,30 1,00	1,12 1,12	
	6	1,87 (2,15)	1,81 (2,02)	1,74 (1,88)	1,68 (1,76)	1,63 (1,66)	1,58	1,50	1,44	1,38	1,29	1,19	1,11
	7	(2,10)	1,93 (2,07)	1,87 (1,94)	1,81 (1,82)	1,71	1,63	1,55	1,48	1,43	1,33	1,23	1,15
	9		(=, = :)	2,00 (2,00)	1,87	1,77	1,68	1,60	1,53	1,47	1,37	1,27	1,19
50	11				1,93	1,82	1,73	1,65	1,58	1,51	1,41	1,30	1,22
	13 20					1,87	1,77	1,69	1,62 1,82	1,56 1,75	1,45 1,63	1,34 1,39	1,22 1,22
	22 24									1,45	1,25	1,07	
	26				L								
	6	1,90 (2,20)	1,84 (2,07)	1,78 (1,95)	1,71 (1,83)	1,66 (1,72)	1,62 (1,63)	1,56	1,49	1,43	1,33	1,23	1,15
	7		1,96 (2,12)	1,91 (2,01)	1,84 (1,89)	1,78	1,69	1,61	1,54	1,48	1,38	1,28	1,19
44	9			2,03 (2,07)	1,96	1,85	1,75	1,67	1,60	1,54	1,43	1,33	1,24
44	11				2,02	1,92 1,98	1,82	1,73	1,66	1,59	1,48	1,37	1,29 1,33
	13 20 22					1,98	1,88	1,79	1,72 1,97	1,65 1,89	1,53 1,76	1,42 1,58	1,39
	24 26									1,64	1,42 1,03	1,22	1,07
	6	1,97 (2,34)	1,90 (2,20)	1,84 (2,09)	1,79 (1,99)	1,74 (1,87)	1,69 (1,78)	1,65 (1,70)	1,61 (1,62)	1,56	1,45	1,34	1,26
	7	\-,-,-,	2,03 (2,26)	1,97 (2,15)	1,92 (2,05)	1,87 (1,95)	1,82 (1,85)	1,76	1,68	1,62	1,51	1,40	1,31
	9			2,12 (2,24)	2,07 (2,13)	2,02 (2,04)	1,95	1,86	1,78	1,71	1,59	1,48	1,38
33	11				2,22	2,12	2,04	1,96	1,87	1,80	1,68	1,55	1,45
	13 20					2,20	2,12	2,04	1,96 2,27	1,88 2,19	1,75 2,07	1,62 1,93	1,52 1,80
	22 24									2,19	1,90 1,37	1,63 1,18	1,42 1,03
() Klamma	26	(" D			<u> </u>	<u> </u>							

^() Klammerwerte nur für Durchlaufträger im Montagezustand empfohlen

^{*)} mit maximalem Knotenabstand von 200 mm

FILIGRAN®–Decken im Montagezustand Montagestützweiten*) für Obergurt ø 10 mm

FI – NORM E-1-2100 4/11

-	-				7uläss	siae Mont	agestützv	veiten [m	l für Gitte	rträner			
Träger-	Träger-					-	.agesເຜເຂເ 10 mm ເ		_	-			
abstand	höhe				THE OD					6 111111			
[cm]	[cm]	40	1 40		1 40		er Gesam			l 00	۱ ۵۵	٥.	40
		10	12	14	16	18	20	22	24	26	30	35	40
	6	1,94	1,87	1,82	1,76	1,71	1,66	1,62	1,57	1,51	1,42	1,33	1,26
		(2,28)	(2,15)	(2,04)	(1,92)	(1,81) 1,82	(1,72) 1,75	(1,64) 1,67	1,60	1,54	1,44	1,35	1,27
	7		1,99 (2,18)	1,93 (2,07)	1,88 (1,96)	(1,85)	1,75	1,07	1,00	1,54	1,44	1,33	1,21
			(2,10)	2,04	1,98	1,87	1,77	1,69	1,62	1,55	1,45	1,36	1,29
	9			(2,08)	1,90	1,07	1,77	1,09	1,02	1,55	1,43	1,30	1,29
75				(2,00)	2,00	1,89	1,79	1,71	1,64	1,57	1,47	1,38	1,30
	11				_,,,,	.,00	.,. •	.,	.,	.,	.,	.,	.,00
	13					1,91	1,81	1,73	1,65	1,59	1,48	1,39	1,31
	20								1,65	1,59	1,48	1,39	1,31
	22									1,59	1,46	1,25	1,09
	24										1,21	1,04	
	6	2,05	1,98	1,92	1,87	1,82	1,77	1,73	1,69	1,65	1,59	1,47	1,38
		(2,50)	(2,36)	(2,23)	(2,13)	(2,04)	(1,95)	(1,86)	(1,78)	(1,71)			
	7		2,09	2,03	1,98	1,93	1,89	1,84	1,80	1,74	1,62	1,50	1,40
			(2,39)	(2,26)	(2,16)	(2,07)	(1,98)	(1,89)	(1,81)	4.70	4.00	4.54	4.40
	9			2,14	2,09	2,04	2,00	1,91	1,83	1,76	1,63	1,51	1,42
62,5				(2,28)	(2,18)	(2,08)	(2,00)	1.02	1.05	1 77	1.65	1.50	1 12
	11				2,19	2,10	2,02	1,93	1,85	1,77	1,65	1,53	1,43
	13					2,12	2,03	1,95	1,87	1,79	1,67	1,54	1,44
	20					2,12	2,03	1,95	1,87	1,79	1,67	1,54	1,44
	22								1,07	1,79	1,67	1,50	1,31
	24									1,70	1,45	1,24	1,09
		2,18	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,84	1,81	1,77	1,70	1,63	1,56
	6	(2,75)	(2,60)	(2,46)	(2,35)	(2,25)	(2,16)	(2,08)	(2,01)	(1,93)	(1,80)	(1,67)	,
	7	,	2,21	2,15	2,09	2,04	1,99	1,95	1,92	1,88	1,81	1,69	1,58
	'		(2,63)	(2,49)	(2,38)	(2,28)	(2,19)	(2,11)	(2,04)	(1,97)	(1,83)		
	9			2,26	2,20	2,15	2,11	2,07	2,03	2,00	1,86	1,72	1,61
				(2,53)	(2,41)	(2,31)	(2,22)	(2,14)	(2,06)				
50	11				2,32	2,27	2,22	2,16	2,09	2,02	1,89	1,75	1,64
					(2,44)	(2,34)	(2,25)	0.40	0.40	0.05	4.00	4.70	4.00
	13					2,37	2,27	2,19	2,12 2,12	2,05 2,05	1,92	1,78	1,66
	20 22								2,12	2,05	1,92 1,92	1,78 1,78	1,66 1,64
	24									2,00	1,81	1,75	1,36
	26										1,44	1,23	1,08
		2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,94	1,90	1,86	1,83	1,76	1,69	1,63
	6	(2,91)	(2,74)	(2,60)	(2,48)	(2,37)	(2,28)	(2,20)	(2,12)	(2,06)	(1,93)	(1,78)	(1,67)
	7	` '	2,29	2,22	2,16	2,10	2,06	2,01	1,98	1,94	1,88	1,81	1,70
	,		(2,78)	(2,64)	(2,51)	(2,41)	(2,31)	(2,23)	(2,15)	(2,08)	(1,96)	(1,81)	
	9			2,34	2,28	2,22	2,17	2,13	2,09	2,06	2,00	1,85	1,73
	,			(2,68)	(2,55)	(2,45)	(2,35)	(2,26)	(2,19)	(2,12)			
44	11				2,40	2,34	2,29	2,25	2,21	2,15	2,03	1,88	1,76
					(2,59)	(2,48)	(2,39)	(2,30)	(2,22)	0.40	0.00	1.00	4 70
	13					2,52	2,42	2,34	2,26	2,18	2,06	1,92	1,79
	20 22								2,26	2,18 2,18	2,06 2,06	1,92 1,92	1,79 1,79
	24									۷, ۱۵	2,06	1,77	1,79
	26										1,64	1,40	1,23
		2,45	2,36	2,28	2,21	2,15	2,10	2,05	2,01	1,97	1,90	1,83	1,77
	6	(3,30)	(3,11)	(2,95)	(2,82)	(2,70)	(2,59)	(2,50)	(2,41)	(2,34)	(2,20)	(2,06)	(1,94)
	7	, ,	2,48	2,40	2,33	2,27	2,21	2,17	2,12	2,08	2,02	1,95	1,89
			(3,16)	(2,99)	(2,86)	(2,73)	(2,63)	(2,53)	(2,45)	(2,37)	(2,23)	(2,09)	(1,97)
	9			2,53	2,46	2,40	2,34	2,29	2,25	2,21	2,14	2,07	2,01
	J			(3,06)	(2,92)	(2,79)	(2,69)	(2,59)	(2,50)	(2,42)	(2,28)	(2,14)	(2,02)
33	11]		2,59	2,53	2,47	2,42	2,38	2,34	2,27	2,18	2,06
					(2,98)	(2,85)	(2,74)	(2,64)	(2,55)	(2,47)	(2,33)		
	13					2,91	2,80	2,70	2,61	2,52	2,38	2,23	2,10
	20								2,61	2,52	2,38	2,23	2,10
	22									2,52	2,38	2,23	2,10
	24 26										2,38 2,18	2,23 1,87	2,06 1,64
() 141	- 20	<u> </u>		L	<u> </u>	<u> </u>		<u> </u>	l	l	۷,۱۵	1,07	1,04

⁽⁾ Klammerwerte nur für Durchlaufträger im Montagezustand empfohlen

^{*)} mit maximalem Gitterträgerknotenabstand 200 mm

FILIGRAN®–Decken im Montagezustand Montagestützweiten*) für Obergurt ø 12 mm

FI – NORM E-1-2100 5/11

Träass	Träass			Zulässio	ge Montage	stützweiten	ı [m] für Gitt	terträger		
Träger-	Träger-			mit Ober	aurt ø 12 r	nm und Di	iagonalen (ø 7mm ¹⁾		
abstand	höhe						h [cm] von			
[cm]	[cm]	12	14	16	18	20	22	24	26	30
	9	_	2,31	2,20	2,11	2,03	1,96		_	_
	11	_		2,41	2,31	2,22	2,14	2,06	_	_
	13	_	_	_,	2,49	2,40	2,31	2,23	2,16	1,96
75	15	_	_	_	2,40	2,58	2,47	2,39	2,26	1,96
'`	17	_	_	_	_	2,00	2,53	2,44	2,26	1,96
	18	_	_	_	_		2,56	2,44	2,26	1,96
	19	_		_		_	2,00	2,44	2,26	1,96
	9	_	2,53	2,42	2,31	2,21	2,14		-	-
	11	_	2,00	2,64	2,53	2,44	2,35	2,26	_	_
	13	_	_	-	2,73	2,63	2,53	2,44	2,37	2,23
62,5	15	_	_	_	2,70	2,81	2,70	2,61	2,53	2,39
02,0	17	_	_	_	_	2,01	2,77	2,68	2,59	2,35
	18	_	_	_	-	_	2,81	2,71	2,62	2,35
	19	_	_	_	-	_	2,01	2,71	2,65	2,35
	9	_	2,70	2,57	2,46	2,37	2,27	2,74	2,03	2,33
	11	_	2,70	2,82	2,70	2,57	2,50	2,41	_	_
	13	_	_	2,02	2,70	2,39	2,70	2,41	2,52	2,38
55	15	-	-	-	2,09	2,80	2,70	2,79	2,70	2,54
55		-		-						
	17 18	-	-	-	-	-	2,93	2,85	2,76	2,61
		-	-	-	-	-	2,98	2,89	2,80	2,64
	19 9	-	2,79	2,70	2,59	2,48	2,39	2,92	2,83	2,67
	11	-	2,19		2,39	2,46	2,39	2.52	-	-
	13	-	-	2,89				2,52	2.65	2.40
50	15	-	-	-	2,96	2,90 3,02	2,83	2,73 2,91	2,65	2,49 2,67
30	17	-	-	-		3,02	2,96		2,83	
	18	-	-	<u>-</u> -	-	-	3,00 3,06	2,95 3,01	2,90 2,94	2,73 2,77
	19	-	-	-	-	-	3,00	3,06	2,94	2,77
	9	-	2,88	2,81	2,74	2,56	2,65	3,00	2,91	2,00
	11	-	2,00		2,74	2,36	2,03	2.70	-	-
	13	-	-	2,98				2,70 2,89	2,81	2.66
44	15	-	-	-	3,06	3,00	2,94			2,66
44	17	-	-	-	-	3,09	3,06	3,01 3,05	2,96	2,83
	18	-	-	-	-	-	3,10		3,00	2,88
		-	-	-	-	-	3,17	3,11	3,05	2,93
	19 9	-	2.01	- 2.04	2.00	- 2.02	- 0.75	3,17	3,10	2,97
		-	3,01	2,94	2,88	2,82	2,75	2 00	-	-
	11	-	-	3,11	3,05	2,99	2,94	2,89	2.07	2.07
0.7	13	-	-	-	3,19	3,13	3,07	3,02	2,97	2,87
37	15	-	-	-	-	3,26	3,20	3,14	3,09	3,00
	17	-	-	-	-	-	3,24	3,18	3,13	3,04
	18	-	-	-	-	-	3,31	3,25	3,19	3,10
	19	-	- 2.00	- 2.00	- 0.00		- 0.05	3,31	3,25	3,16
	9	-	3,09	3,03	2,96	2,90	2,85	2,80	2,72	2,56
	11	-	-	3,20	3,13	3,07	3,02	2,96	2,91	2,83
	13	-	-	-	3,28	3,22	3,16	3,11	3,06	2,97
33	15	-	-	-	-	3,35	3,29	3,23	3,18	3,07
	17	-	-	-	-	-	3,33	3,27	3,22	3,13
	18	-	-	-	-	-	3,40	3,34	3,28	3,19
	19	-	-	-	-	-	-	3,40	3,34	3,25

¹⁾ Bei Bauhöhen von 9 bis 12 cm Diagonalen mindestens ø 6 mm Untergurte mindestens ø 6 mm

^{*)} mit maximalem Gitterträgerknotenabstand 200 mm

FILIGRAN®-Decken im Montagezustand Montagestützweiten*) für Obergurt ø 16 mm

FI – NORM E-1-2100 6/11

Träger- abstand	Träger- höhe			mit Obe	rgurt ø 16	mm und D	[m] für Gitt	ø 7 mm		
[cm]	[cm]			1	1	I .	h [cm] von		r	ı
[]	[]	12	14	16	18	20	22	24	26	30
	7	2,24	2,17	2,10	-	-	-	-	-	-
	8	2,40	2,33	2,27	2,21	-	-	-	-	-
	9	-	2,54	2,47	2,41	-	-	-	-	-
75	11	-	-	2,75	2,69	2,63	2,57	2,44	2,26	1,96
	13	-	-	-	2,88	2,82	2,67	2,44	2,26	1,96
	15	-	-	-	-	2,87	2,67	2,44	2,26	1,96
	18	-	-	_	-		2,67	2,44	2,26	1,96
	7	2,37	2,30	2,23	-	-	-	-	-	-
	8	2,51	2,44	2,38	2,33	_	-	_	_	_
	9	-	2,67	2,60	2,54	-	_	-	_	_
62,5	11	-	-	2,90	2,83	2,77	2,71	2,66	2,61	2,35
,	13	-	-	_	3,04	2,97	2,91	2,85	2,71	2,35
	15	-	-	_	-	3,11	3,05	2,93	2,71	2,35
	18	_	_	_	_	_	3,20	2,93	2,71	2,35
	7	2,47	2,39	2,32	_	_	-	-	<u> </u>	
	8	2,60	2,53	2,46	2,41	_	_	_	_	_
	9	-	2,76	2,69	2,63	_	_	_	_	_
55	11	-		3,00	2,93	2,87	2,81	2,75	2,70	2,62
55	13	- -	-	3,00	3,15	3,08	3,02	2,75	2,70	2,67
	15	<u> </u>	<u>-</u>	_	-	3,23	3,16	3,10	3,05	
	18	-	-	_	-	3,23		3,10 3,27	3,08	2,67 2,67
		2.54	2.40	2.20	-	-	<u>3,34</u>		3,06	2,07
	7	2,54	2,46	2,39	- 0.47	-	-	-	-	-
	8	2,67	2,59	2,53	2,47	-	-	-	-	-
50	9	-	2,83	2,76	2,70	-	-	- 0.00	0.70	-
50	11	-	-	3,09	3,01	2,95	2,89	2,83	2,78	2,69
	13	-	-	-	3,24	3,16	3,10	3,04	2,98	2,88
	15	-	-	-	-	3,32	3,25	3,19	<u>3,13</u>	<u>2,93</u>
	18	-	-	-	-	-	3,43	3,36	3,30	<u>2,93</u>
	7	2,64	2,56	2,48	-	-	-	-	-	-
	8	2,76	2,68	2,62	2,56	-	-	-	-	-
	9	-	2,93	2,86	2,79	-	-	-	-	-
44	11	-	-	3,20	3,12	3,05	2,99	2,93	2,88	2,79
	13	-	-	-	3,36	3,28	3,21	3,15	3,09	2,99
	15	-	-	-	-	3,44	3,37	3,30	3,24	3,14
	18	-	-	-	-	-	3,54	3,48	3,42	3,31
	7	2,77	2,69	2,62	-	-	-	-	-	-
	8	2,88	2,81	2,74	2,68	-	-	-	-	-
	9	-	3,07	2,99	2,92	-	-	-	-	-
37	11	-	-	3,35	3,27	3,20	3,14	3,08	3,02	2,93
	13	-	-	-	3,52	3,45	3,37	3,31	3,25	3,14
	15	-	-	-	-	3,61	3,54	3,47	3,41	3,29
	18	-	•	-	-	-	3,71	3,64	3,58	3,47
	7	2,84	2,76	2,70	2,64	2,59	2,54	-	-	-
	8	2,96	2,88	2,81	2,75	2,70	2,65	-	_	-
	9	-	3,14	3,07	3,00	2,94	2,89	2,84	2,80	2,71
33	11	-	-	3,41	3,34	3,27	3,21	3,16	3,11	3,02
	13	-	-	_	3,58	3,51	3,45	3,39	3,33	3,24
	15	-	-	-	-	3,69	3,63	3,56	3,51	3,41
	18			_	_	-	3,81	3,74	3,68	3,58

Untergurte mindestens ø 6 mm

unterstrichene Werte - gelten nur für Gitterträgerknotenabstand <= 200 mm, sonst Stützweitenreduzierung von bis zu 8%

FILIGRAN®—Decken im Montagezustand Montagestützweiten für Obergurt ø 16 mm mit geringen Abständen

FI – NORM E-1-2100 7/11

								·	100	/ //11
Träger-	Träger-			zulässio	ge Montage	stützweiten	[m] für Git	terträger		
abstand	höhe			mit Obe	rgurt ø 16	mm und D	iagonalen	ø7mm		
[cm]	[cm]		i	i	i .	esamtdicke	h [cm] vor	וְ		ī
[OIII]	[OIII]	12	14	16	18	20	22	24	26	30
	7	3,08	3,00	2,92						
	<u>8</u> 9	3,19	3,10	3,02 3,29	2,95 3,22					
25	11		3,38	3,29	3,22	3,56	3,50	3,43	3,37	3,26
20	13			0,12	3,93	3,84	3,76	3,69	3,62	3,51
	15				,	4,02	3,94	3,87	3,79	3,68
	18	0.40	0.04	0.00			4,13	4,05	3,99	3,86
	7 8	3,40 3,51	3,31 3,42	3,23 3,34	3,27					
	9	3,31	3,73	3,65	3,57					
16,6	11		0,10	4,12	4,03	3,95	3,88	3,81	3,75	3,64
·	13			,	4,38	4,29	4,21	4,13	4,06	3,93
	15					4,49	4,40	4,32	4,25	4,12
	18 7	3,65	3,56	3,47			4,60	4,52	4,44	4,31
	8	3,77	3,67	3,59	3,51					
	9	0,77	4,01	3,91	3,83					
12,5	11		, -	4,42	4,33	4,24	4,17	4,09	4,03	3,91
	13				4,70	4,61	4,52	4,44	4,37	4,24
	15 18					4,83	4,75 4,95	4,66	4,58	4,44 4,64
	7	3,86	3,76	3,67			4,95	4,86	4,78	4,04
	8	3,99	3,88	3,79	3,71					
	9	-,	4,24	4,14	4,05					
10	11			4,68	4,58	4,49	4,40	4,33	4,26	4,14
	13				4,97	4,87	4,78	4,70	4,62	4,49
	15 18					5,11	5,02 5,23	4,93 5,14	4,85 5,06	4,71 4,91
Träger-	Träger-			erfo	rderliche F	eldbewehi			0,00	4,01
abstand	höhe			01101	bei einer G	esamtdicke	h [cm] vor	, <u>.</u> I		
[cm]	[cm]	12	14	16	18	20	22	24	26	30
	7	3,22	3,38	3,53						
	8	2,95	3,10	3,24	3,37		orh Δs ²) =	2,26 cm²/n		
0.5	9		3,20	3,35	3,49					4.07
25	11 13			3,39	3,54 3,43	3,67 3,55	3,81 3,67	3,92 3,79	4,03 3,89	4,27 4,11
	15				3,43	3,42	3,53	3,65	3,74	3,95
	18					0,12	3,12	3,22	3,33	3,51
	7	3,92	4,13	4,34						
	8	3,58	3,78	3,96	4,14	V	orh. As ²⁾ =	3,40 cm²/n	n	-
16,6	9 11		3,91	4,10 4,16	4,28 4,35	4,52	4,69	4,86	5,02	5,32
10,0	13			7,10	4,26	4,43	4,59	4,74	4,89	5,15
	15				1,==	4,26	4,41	4,55	4,70	4,96
	18						3,88	4,01	4,14	4,37
	7	4,52	4,76	5,00	4 77					
	<u>8</u> 9	4,13	4,35 4,51	4,56 4,73	4,77 4,94	- vo	orh. As ²⁾ =	4,52 cm ² /m	ı	
12,5	11		7,01	4,79	5,01	5,21	5,41	5,60	5,78	6,13
•	13			·	4,91	5,11	5,30	5,49	5,67	6,00
	15					4,94	5,12	5,29	5,46	5,76
	18	5.05	5 22	5.50			4,49	4,64	4,79	5,08
	7	5,05 4,61	5,33 4,86	5,59 5,10	5,33					
	R		, , ,,,,,			v	orh. As ²⁾ =	5.65 cm ² /n	n	
	<u>8</u> 9	4,01		5,28	5,52			- /		
10	9 11	4,01	5,04	5,28 5,36	5,52 5,60	5,83	6,05	6,26	6,46	6,86
10	9 11 13	4,01				5,83 5,71	6,05 5,93	6,26 6,13	6,46 6,34	6,72
10	9 11	4,01			5,60	5,83	6,05	6,26	6,46	

FILIGRAN®—Decken im Montagezustand Montagestützweiten für EV-Gitterträger mit Obergurt ø 10 mm

FI – NORM E-1-2100 8/11

													100	0/ 1 1
Träger- abstand	Träger- höhe		m	nit Oberg u		ım und Di	agonalen	ø 7mm (a	[m] für EV ab Bauhö e h [cm] vo	he 31 cm		Diagonale	n)	
[cm]	[cm]	22	24	26	28	30	ei einer G	esamidick 34	en (cm) vo 36	on 38	40	45	50	55
	18	2,19	2,11	2,04	1,98	1,93	1,88	1,83	1,79	1,74	1,71	1,62	1,54	1,45
	20	2,10	2,20	2,13	2,07	2,01	1,95	1,91	1,86	1,82	1,78	1,69	1,60	1,45
62,5	24			,	2,07	1,96	1,85	1,76	1,68	1,60	1,52	1,35	1,22	1,11
02,3	30							1,66	1,58	1,50	1,42	1,27	1,14	1,04
	35										1,42	1,27	1,14	1,04
	40	0.44	0.00	0.00	0.00	0.45	0.40	0.04	4.00	4.05	4.00	1,27	1,14	1,04
	18 20	2,44	2,36 2,46	2,29 2,38	2,22 2,31	2,15 2,24	2,10 2,18	2,04 2,13	1,99 2,08	1,95 2,03	1,90 1,98	1,80 1,88	1,71 1,79	1,64 1,71
	24		2,40	2,50	2,47	2,40	2,32	2,10	2,10	2,00	1,90	1,69	1,52	1,38
50	30				_,	_,	_,	2,08	1,98	1,87	1,78	1,58	1,42	1,29
	35										1,78	1,58	1,42	1,29
	40											1,58	1,42	1,29
	18	3,00	2,89	2,79	2,70	2,62	2,54	2,47	2,41	2,35	2,30	2,18	2,08	1,99
	20 24		3,02	2,91	2,82 3,03	2,73 2,94	2,66 2,85	2,58 2,78	2,52 2,70	2,46 2,64	2,40 2,58	2,27 2,44	2,17 2,30	2,07 2,09
33	30				3,03	2,34	2,00	3,00	2,70	2,84	2,70	2,44	2,30	1,96
	35							-,	_,-,	_,-,- :	2,70	2,40	2,16	1,96
	40											2,40	2,16	1,96
	18	3,71	3,58	3,46	3,35	3,25	3,16	3,08	3,00	2,93	2,87	2,72	2,60	2,49
	20	1	3,74	3,61	3,50	3,40	3,30	3,22	3,14	3,06	2,99	2,84	2,71	2,60
20	22 24			3,75	3,63 3,76	3,52 3,64	3,42 3,54	3,33 3,45	3,25 3,36	3,17 3,28	3,10 3,21	2,94 3,04	2,80 2,90	2,69 2,78
20	26				3,70	3,73	3,63	3,53	3,44	3,36	3,29	3,12	2,90	2,76
	28					0,.0	3,72	3,62	3,53	3,44	3,36	3,19	3,04	2,91
	30						-	3,69	3,60	3,51	3,43	3,25	3,10	2,97
	18	4,91	4,75	4,60	4,46	4,34	4,23	4,12	4,03	3,94	3,85	3,67	3,51	3,37
	20		4,97	4,81	4,67	4,54	4,42	4,31	4,21	4,12	4,03	3,83	3,66	3,52
10	22 24			4,99	4,84	4,70 4,87	4,58 4,74	4,46 4,62	4,36 4,51	4,26	4,17 4,31	3,97 4,10	3,79 3,92	3,64 3,76
10	26				5,01	4,07	4,74	4,02	4,61	4,41 4,50	4,40	4,10	4,00	3,84
	28					1,07	4,94	4,82	4,70	4,60	4,50	4,27	4,08	3,92
	30							4,92	4,80	4,69	4,59	4,36	4,16	3,99
Träger-	Träger-							. As ¹⁾ [cm						
abstand [cm]	höhe [cm]	22	24	26	28	30	pei einer G	esamtdicke 34	e h [cm] voi 36	38	40	45	50	55
[CITI]	18	0,99	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,83
	20	.,	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83	0,74
62,5	24				0,69	0,65	0,62	0,59	0,56	0,54	0,51	0,44	0,39	0,35
02,0	30		⁾ = 0,90 cm enfaktor ³⁾					0,42	0,40	0,37	0,35	0,31	0,27	0,25
	35 40	Passpialli	Tilaktor 9	- 1,05							0,30	0,26	0,23 0,20	0,21
	18	1,15	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	0,23 1,06	1,06	0,18 1,05
	20	1,10	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03
50	24		, -	,-	0,99	0,99	0,97	0,92	0,88	0,84	0,79	0,69	0,62	0,55
50	30) = 1,13 cm					0,65	0,62	0,58	0,55	0,48	0,43	0,39
	35	Passplatt	enfaktor 3)	= 1,05							0,47	0,41	0,37	0,33
	40 18	1,63	1,61	1.60	1,59	1,59	1,58	1,58	1,57	1,57	1,56	0,36	0,32 1,55	0,29
	18 20	1,03	1,51	1,60 1,56	1,59	1,59	1,58	1,58	1,57	1,57	1,56	1,56 1,52	1,55	1,55 1,51
0.0	24		1,00	1,00	1,49	1,48	1,47	1,47	1,46	1,46	1,45	1,45	1,41	1,27
33	30	vorh. A. 2	l ^{:)} = 1,71 cm	n²/m			<u> </u>	1,36	1,35	1,34	1,26	1,11	0,98	0,89
	35	Passplatt	enfaktor 3)	= 1,05							1,08	0,94	0,84	0,75
	40											0,82	0,73	0,66
	18	2,48	2,47	2,46	2,46	2,45	2,44	2,44	2,44	2,44	2,43	2,43	2,43	2,43
	20 22	1	2,42	2,41 2,34	2,40 2,33	2,39 2,32	2,39 2,32	2,38 2,31	2,38 2,31	2,38 2,30	2,37 2,30	2,37 2,30	2,37 2,29	2,36 2,29
20	24			2,04	2,33	2,32	2,32	2,26	2,26	2,30	2,30	2,30	2,29	2,29
	26) = 2,83 cm			2,20	2,19	2,18	2,18	2,18	2,17	2,17	2,16	2,16
	28	Passplatt	enfaktor 3)	= 1,10			2,13	2,12	2,12	2,11	2,11	2,10	2,10	2,10
	30							2,06	2,05	2,05	2,04	2,04	2,03	2,03
	18	4,35	4,35	4,35	4,36	4,36	4,37	4,38	4,38	4,39	4,40	4,42	4,43	4,45
	20 22	1	4,26	4,27 4,14	4,27 4,14	4,27 4,15	4,28 4,15	4,28 4,15	4,29 4,16	4,29 4,16	4,30 4,17	4,31 4,18	4,33 4,19	4,34 4,20
10	22 24			4,14	4,14	4,15	4,15	4,15	4,16	4,16	4,17	4,18	4,19	4,20
	26) = 5,65 cm		.,00	3,89	3,89	3,90	3,90	3,90	3,90	3,91	3,92	3,93
	28		enfaktor 3)				3,76	3,76	3,76	3,76	3,77	3,77	3,78	3,79
	30							3,65	3,65	3,65	3,65	3,66	3,66	3,67

¹⁾ erf. As inkl. Gitterträgeruntergurte

 $^{^{2)}}$ vorhandene Biegezugbewehrung in Form von Gitterträgeruntergurten ø 6 mm

³⁾ Erhöhungsfaktor für erf. As bei Passplatten mit 2 Gitterträgern

FILIGRAN®—Decken im Montagezustand Montagestützweiten für EV-Gitterträger mit Obergurt ø 16 mm

FI – NORM E-1-2100 9/11

												- 1 - 2	100	9/11
Träger	Träger				Zu	lässige M	ontagesti	itzweiten	[m] für E\	/-Gitterträ	ger			
Träger- abstand	Träger- höhe					nit Oberg								
[cm]	[cm]		ı.	ı	ı			esamtdick			ı	1	1	1
	40	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	45	50	55
	18 20	3,52	3,29 3,29	3,08 3,08	2,90 2,90	2,74 2,74	2,59 2,59	2,46 2,46	2,35 2,35	2,24 2,24	2,14 2,14	1,93 1,93	1,76 1,76	1,62 1,62
00.5	24		0,20	0,00	2,00	2,74	2,59	2,46	2,35	2,24	2,14	1,93	1,76	1,62
62,5	30					,	,	2,46	2,35	2,24	2,14	1,93	1,76	1,62
	35									2,05	1,96	1,77	1,61	1,47
	40 18	4,05	3,91	3,79	3,62	3,42	3,24	3,08	2,93	2,80	2,68	1,61 2,42	1,45 2,20	1,31 2,02
	20	4,03	4,07	3,85	3,62	3,42	3,24	3,08	2,93	2,80	2,68	2,42	2,20	2,02
50	24		.,	2,22		3,42	3,24	3,08	2,93	2,80	2,68	2,42	2,20	2,02
30	30							3,08	2,93	2,80	2,68	2,42	2,20	2,02
	35 40									2,56	2,45	2,21	2,01 1,81	1,83
	18	4,53	4,44	4,35	4,27	4,20	4,13	4,07	4,01	3,96	3,88	2,01 3,66	3,33	1,64 3,06
	20	4,00	4,60	4,51	4,43	4,35	4,29	4,22	4,16	4,10	4,03	3,66	3,33	3,06
33	24		-	-	-	4,68	4,61	4,54	4,44	4,24	4,06	3,66	3,33	3,06
33	30							4,67	4,44	4,24	4,06	3,66	3,33	3,06
	35 40									3,88	3,72	3,35 3,04	3,05 2,74	2,78 2,49
	18	5,04	4,93	4,83	4,74	4,66	4,59	4,52	4,45	4,39	4,34	4,21	4,10	4,01
	20	0,0 .	5,12	5,01	4,92	4,84	4,76	4,69	4,62	4,56	4,50	4,37	4,26	4,16
20	24					5,20	5,12	5,04	4,97	4,90	4,84	4,70	4,58	4,47
20	30							5,37	5,29	5,22	5,15	5,00	4,85	4,64
	35 40									4,90	4,83	4,69 4,31	4,57 4,19	4,46 4,10
	18	5,89	5,77	5,65	5,55	5,45	5,37	5,28	5,21	5,14	5,07	4,93	4,80	4,69
	20	,	5,98	5,86	5,76	5,66	5,57	5,48	5,41	5,33	5,27	5,11	4,98	4,86
10	24					6,08	5,98	5,89	5,81	5,73	5,66	5,49	5,35	5,22
	30 35							6,26	6,17	6,09 5,69	6,01 5,62	5,83 5,45	5,68 5,31	5,55 5,19
	40									3,03	3,02	4,97	4,84	4,73
Träger-	Träger-		l.	l .	I.			eldbewel			ı		,	
abstand	höhe	22	24	26	l ao			esamtdick			l 40	1 45	l 50	l <i>ee</i>
[cm]	[cm] 18	22 2,30	24 2,15	26 2,02	28 1,90	30 1,79	32 1,70	34 1,61	36 1,54	38 1,47	40 1,40	45 1,26	50 1,15	55 1,06
	20	2,00	1,92	1,80	1,69	1,60	1,52	1,44	1,37	1,31	1,25	1,13	1,03	0,94
62,5	24		-	-		1,36	1,29	1,22	1,17	1,11	1,06	0,96	0,87	0,80
02,0	30							1,05	1,00	0,95	0,91	0,82	0,75	0,69
	35 40									0,78	0,75	0,68 0,55	0,62 0,49	0,56 0,44
	18	3,06	3,06	3,06	2,98	2,81	2,66	2,53	2,41	2,30	2,20	1,98	1,81	1,66
	20	-,	2,96	2,83	2,66	2,51	2,38	2,26	2,15	2,06	1,97	1,77	1,62	1,48
50	24					2,15	2,04	1,93	1,84	1,76	1,68	1,52	1,38	1,27
	30 35							1,68	1,60	1,53 1,24	1,46 1,19	1,32	1,20 0,98	1,10 0,88
	40									1,24	1,19	1,07 0,86	0,96	0,66
	18	3,86	3,96	4,06	4,16	4,25	4,34	4,44	4,53	4,62	4,64	4,58	4,17	3,83
	20		3,82	3,92	4,01	4,10	4,19	4,28	4,37	4,45	4,48	4,10	3,74	3,43
33	24					4,09	4,18	4,27	4,30	4,10	3,92	3,54	3,22	2,96
	30 35							4,00	3,81	3,64 2,91	3,48 2,78	3,14 2,51	2,86 2,28	2,63 2,06
	40									2,31	2,10	1,96	1,75	1,57
	18	4,86	4,98	5,11	5,23	5,35	5,47	5,58	5,69	5,81	5,92	6,19	6,44	6,69
	20		4,85	4,97	5,09	5,21	5,32	5,44	5,55	5,66	5,76	6,03	6,28	6,52
20	24					5,33	5,45	5,57	5,68	5,79	5,90	6,17	6,43	6,67
	30 35							6,01	6,13	6,25 5,06	6,37 5,16	6,66 5,39	6,88 5,62	6,85 5,84
	40									, 5,50] 3,10	4,18	4,35	4,52
	18	6,75	6,92	7,09	7,26	7,43	7,59	7,75	7,91	8,06	8,22	8,59	8,95	9,29
	20		6,79	6,96	7,13	7,29	7,45	7,61	7,77	7,92	8,07	8,44	8,79	9,13
10	24 30					7,63	7,80	7,97 9,11	8,13 9,30	8,29 9,48	8,45 9,66	8,83 10,10	9,20 10,52	9,55 10,93
	35							3,11	3,30	7,44	7,59	7,93	8,26	8,58
	40		<u></u>		<u> </u>			<u>L_</u> _				5,94	6,19	6,43
1) -:	offligh Citt													

¹⁾ einschließlich Gitterträgeruntergurte

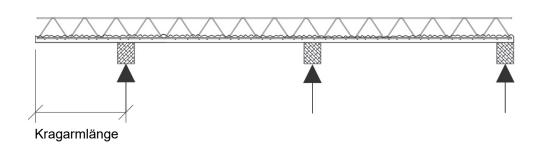
²⁾ vorhandene Biegezugbewehrung der Gitterträgeruntergurte ø 6 mm

³⁾ Erhöhungsfaktor für erf. As bei Passplatten mit 2 Gitterträgern

FILIGRAN®—Decken im Montagezustand Kragarme mit E/D - 06 6 10

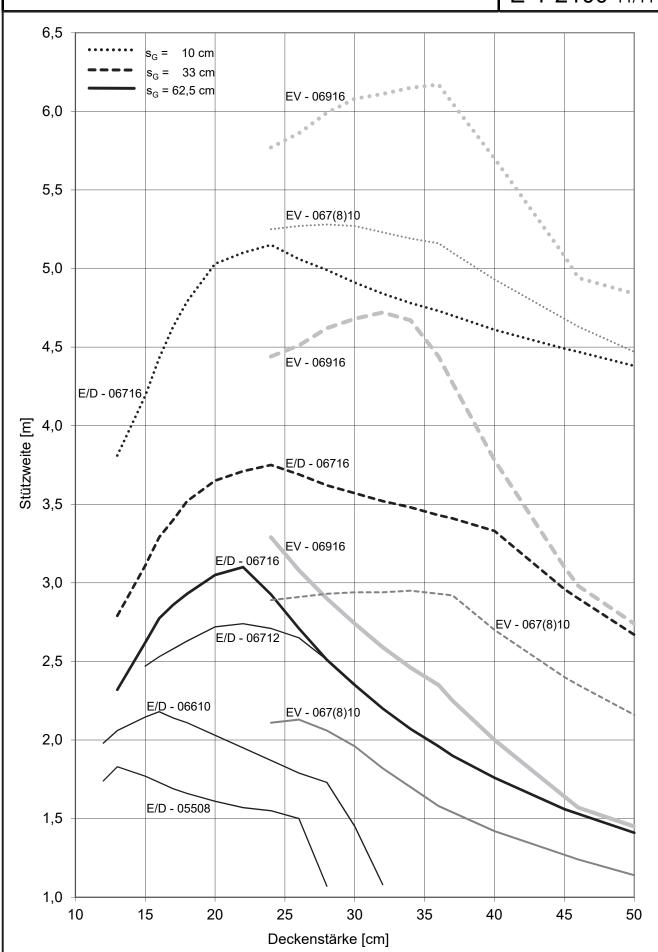
FI – NORM E-1-2100 10/11

Gitter	träger-			Obe	ergurt ø	10 mm	und Di	agonal	en ø 6	mm		
abstand	höhe				bei e	iner Ges	samtdick	ke h [cm	n] von			
[cm]	[cm]	10	12	14	16	20	22	24	26	30	35	40
	6	0,87	0,83	0,79	0,74	0,66	0,63	0,61	0,58	0,54	0,50	0,47
	7		0,88	0,82	0,76	0,68	0,65	0,62	0,60	0,56	0,52	0,48
75	8		0,89	0,82	0,77	0,69	0,66	0,63	0,60	0,56	0,52	0,49
'0	10			0,84	0,79	0,70	0,67	0,64	0,62	0,57	0,53	0,50
	12				0,80	0,71	0,68	0,65	0,63	0,58	0,54	0,51
	14 - 20					0,72	0,69	0,66	0,63	0,59	0,55	0,51
	6	0,99	0,94	0,90	0,87	0,82	0,80	0,76	0,73	0,68	0,63	0,59
	7		1,00	0,96	0,93	0,86	0,82	0,78	0,75	0,70	0,65	0,61
60	8		1,03	0,99	0,96	0,86	0,82	0,79	0,76	0,70	0,65	0,61
	10			1,05	0,98	0,88	0,83	0,80	0,77	0,71	0,66	0,62
	12				0,99	0,89	0,85	0,81	0,78	0,73	0,67	0,63
	14 - 20					0,89	0,85	0,82	0,78	0,73	0,68	0,63
	6	1,08	1,02	0,97	0,93	0,88	0,86	0,84	0,82	0,78	0,72	0,68
	7		1,08	1,03	1,00	0,94	0,92	0,89	0,86	0,80	0,74	0,69
50	8		1,11	1,07	1,03	0,97	0,94	0,90	0,87	0,81	0,75	0,70
	10			1,13	1,09	1,01	0,96	0,92	0,88	0,82	0,76	0,71
	12				1,15	1,03	0,98	0,94	0,90	0,84	0,78	0,73
	14 - 20					1,04	0,99	0,95	0,91	0,85	0,79	0,73
	6	1,16	1,11	1,07	1,02	0,96	0,93	0,91	0,89	0,85	0,82	0,79
	7		1,17	1,13	1,08	1,02	0,99	0,97	0,95	0,91	0,86	0,80
40	8		1,21	1,16	1,12	1,05	1,02	1,00	0,98	0,94	0,87	0,81
	10			1,23	1,19	1,12	1,09	1,06	1,04	0,96	0,89	0,83
	12				1,35	1,21	1,15	1,10	1,06	0,99	0,91	0,86
	14 - 20					1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,87





FI – NORM E-1-2100 11/11





Verlegeanleitung Elementdecken

Vorbemerkung

Vor der Planung bzw. vor Produktionsbeginn ist folgendes zu klären:

- Elementgrößen bezüglich der vorhandenen Krantragkraft prüfen dabei auch LKW-Abladestandort beachten
- eventuelle Lieferabschnitte/Lieferreihenfolge der Fertigteile festlegen
- · Zufahrtsmöglichkeit für schwere Lastzüge und gegebenenfalls Autokran zur Abladestelle prüfen/sicherstellen
- mögliche Fahrzeugart klären (Hängerzug, Sattelaufleger, Motorwagen)

1. Was vor der Anlieferung erledigt sein muss

- Erforderliche Geräte und Material disponieren:
 Montagestützen (Sprieße), Kanthölzer oder Schalungsträger, Bretter, Schalmaterial, Nivelliergerät,
 Absturzgerüste, Ausgleichsgehänge zum Abladen,
 eventuell Traversen bei großen Elementlängen,
 Rüttler, Abziehlatten usw.
- Verlegeplanmaße mit den Bau-Ist-Maßen auf Übereinstimmung prüfen (siehe Bild 1).
- Wie im Verlegeplan angegeben, sind Montagejoche über die Elementbreite anzuordnen. Auf saubere und ebene Oberseiten der Kanthölzer achten. Die Montagejoche müssen grundsätzlich senkrecht zu den Gitterträgern verlaufen. Die Stützen müssen ausreichend tragfähig sein und gegen Umkippen bzw. Verschieben durch Aussteifungen gesichert werden.
- Bei Auflagertiefe kleiner als 3,5 cm ist ein Montagejoch im Abstand von maximal 30 cm von der Auflagervorderkante erforderlich (siehe Bild 2)!
- Auflagerbereiche der Elemente bezüglich Höhe und ausreichender Tiefe kontrollieren.
- Absturzsicherungen an Deckenrändern gemäß BG-Vorschriften anbringen.



Bild 1

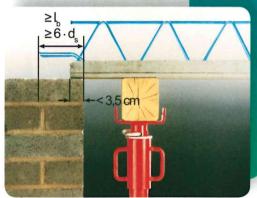
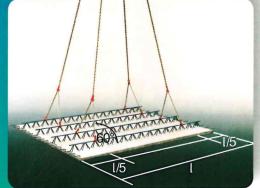


Bild 2



Bild 3



2. Beim Abladen ist folgendes zu beachten

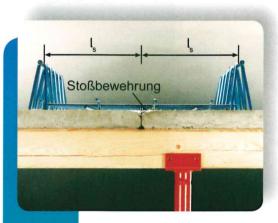
- Die Elemente müssen normgerecht gekennzeichnet sein
- Vor Beginn des Abladens die Elementnummern auf Übereinstimmung mit Verlegeplan prüfen.
- Elemente auf Beschädigungen oder Fehler prüfen.
- Geeignetes Krangehänge verwenden. Es müssen Gehänge mit Lastausgleichsvorrichtung verwendet werden, um die Lasten der einzelnen Haken auszugleichen (Beispiel siehe Bild 4).
 - Bei großen Elementlängen sind eventuell besondere Maßnahmen (Traversen) notwendig.
- Haken nur in die Gitterträger-Knotenpunkte einhängen (siehe Bild 3).
- Haken vom Rand weg etwa bei 1/5 der Elementlänge einhängen (siehe Bild 4).
- Nie unter den am Kranhaken schwebenden Elementen aufhalten!
- Bei Zwischenlagerung der Elemente auf der Baustelle: Kanthölzer über die gesamte Elementbreite alle 2 m eben und auf tragfähigem Untergrund quer zu den Gitterträgern auslegen. Maximale Höhe des Stapels: 1,50 m.

Bild 4

- Immer von Zwangspunkten aus mit der Verlegung beginnen (z. B.: Fahrstuhlschacht, Treppenöffnungen, Unterzüge).
- Bei großen Verlegefeldern: Ein oder mehrere Zwischenmaße von Elementkanten anreißen, um Montagetoleranzen ausgleichen zu können.
- Bei Auflagertiefen der Elemente, die größer als 4,0 cm sind, ist ein vollflächiges Mörtelbett erforderlich.
- Im Bereich von Zwischentragwänden muss der Abstand von zwei zusammentreffenden Elementkanten mindestens 3,5 cm betragen, um ein korrektes Einbringen und Verdichten des Betons in der Fuge zu gewährleisten (siehe Bild 5).



Bild 5



4. Arbeiten vor dem Betonieren

- Aussparungen, Treppenauflager, Einbauteile und Gitterträgerhöhen maßlich und auf Vollständigkeit prüfen.
- Aussparungen bis Oberkante Decke abschalen.
- Freie Ränder abschalen.
- Eventuelle Elektroinstallationen oder sonstige Einbauteile einbauen. Bei Bohr- und Stemmarbeiten beachten, dass kraterförmige Ausbrüche an der Unterseite entstehen, wenn fälschlich von oben nach unten gebohrt/gestemmt wird!
- Stoßfugenbewehrung gemäß Angaben im Verlegeplan verlegen. Sie muss mindestens um das im Plan angegebene Maß I_s über den Plattenstoß reichen (siehe Bild 6).
- Eventuelle Querbewehrung und sonstige Zulagen auf den Elementplatten gemäß Verlegeplan einbauen.
- Obere Bewehrungslage gemäß Bewehrungsplan "obere Lage" einbauen.
- · Kontrolle der oberen Betondeckung.
- Falls mehrteilige Iso-Körbe in den Elementen eingebaut sind: Die lose mitgelieferten Oberteile gemäß Einbauskizze montieren.
- Falls gefordert: Bewehrung durch Statiker oder Prüfstatiker abnehmen lassen.
- Lage der Elemente hinsichtlich Höhe bzw. Versätze von unten prüfen.
- Eventuelle Spalte durch geeignete Maßnahmen schließen.
- Elementplatten von Verunreinigungen säubern und ausreichend wässern.
- Lage und Tragfähigkeit der Montageunterstützung nochmals prüfen.
- Bei Bestellung des Ortbetons: Betongüte und Konsistenz gemäß Angaben auf den Plänen.

Bild 6



Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern

5. So läuft das Betonieren richtig ab

- Beim Verfüllen von einem Auflager aus beginnen.
- Keine Anhäufungen des Betons auf den Elementen entstehen lassen - bei Anhäufungen besteht die Gefahr von größeren Durchbiegungen und Rissen!
- Beton in einem Arbeitsgang und einer Lage einbringen.
- Beton fachgerecht verdichten.
- Einige Zeit nach dem Betonieren eventuell ausgetretene Betonschlämme entfernen.

6. Wichtig nach dem Betonieren

- Montageunterstützungen dürfen erst nach ausreichender Erhärtung des Betons entfernt werden.
- Werden Montageunterstützungen für darüber liegende Decken auf eine Decke gestellt, so muss diese durch eine ausreichende Anzahl von Hilfsstützen gegen Überlastung gesichert werden.
- Der frisch eingebaute Ortbeton muss durch geeignete Maßnahmen vor Austrocknung gemäß DIN 1045-3 geschützt werden (Abdecken, Sperrschicht, Wässern ...).

Diese Verlegeanleitung wurde nach bestem Wissen und mit unserer jahrzehntelangen Erfahrung entsprechend Normen und Zulassung verfasst und soll Sie bei der Montage von Elementdecken beraten.

Eine Verbindlichkeit kann daraus nicht abgeleitet werden. Technische bzw. statische Änderungen bleiben vorbehalten.

Stand: 12/2012

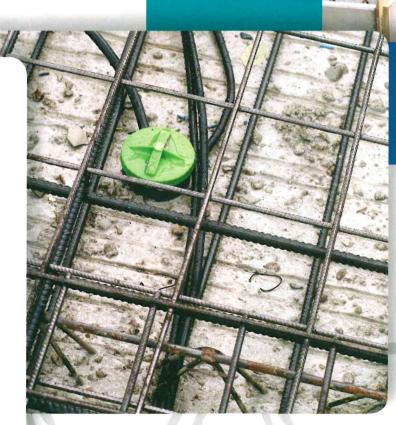
Herausgegeben von

Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e.V. Raiffeisenstraße 8 30938 Burgwedel

Telefon 0 51 39 / 95 99 30 Telefax 0 51 39 / 99 94 51 www.fachvereinigung-bmg.de info@betonverband-nord.de

Überreicht von





FILIGRAN®-Decken im Endzustand

Querkraftnachweis nach



Hinweis:

Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der Zulassung. Grundsätzlich ist die Haftung von FILIGRAN auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit beschränkt. Die Haftung für Sach- und Rechtsmängel ist auf Vorsatz beschränkt. Im Übrigen haftet FILIGRAN für Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, die auf einer fahrlässigen Verletzung einer nicht leistungsbezogenen Schutzpflicht von FILIGRAN oder eines gesetzlichen Vertreters oder eines Erfüllungsgehilfen von FILIGRAN beruhen. Eine weitergehende Haftung von FILIGRAN ist ausgeschlossen. Hiervon ausgenommen ist die Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz.

Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1

FI – NORM E-2-4539 1/6

Die Anwendung von Gitterträgern in Elementdecken erfolgt nach bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt jeweils in Verbindung mit der darin zitierten Bemessungsnorm.

Diese Bemessungshilfe dient dem Verbund- bzw. Querkraftnachweis von FILIGRAN-

Elementdecken auf der Grundlage der bauaufsichtlichen Zulassungen:

Z-15.1-147 FILIGRAN-E-Gitterträger vom 5. November 2018, Z-15.1-90 FILIGRAN-D-Gitterträger vom 7. Oktober 2019, Z-15.1-93 FILIGRAN-EQ-Gitterträger vom 18. Juni 2019 und ETA-13-0521 FILIGRAN-

Durchstanzbewehrung FDB vom 14. Juni 2018 in Verbindung mit der Bemessungsnorm DIN EN 1992-1-1:2011-01+A1 Bemessung und

Konstruktion von Stahlbeton- und

Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau sowie dem zugehörigen Nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1 (EC2).

1. Sicherheitskonzept

Der EC2 beruht auf einem Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten. Dabei sind die Lasten bzw. die daraus resultierenden Schnittgrößen mit Teilsicherheitsbeiwerten zu multiplizieren. Der so ermittelte Bemessungswert z. B. der einwirkenden Querkraft V_{Ed} ist dem Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft V_{Rd} gegenüberzustellen:

$$V_{Ed} = V_{K} \bullet \gamma_{F} \le V_{Rd}$$

mit

 γ_F = Teilsicherheitsbeiwert für die Lastseite

Der Entwurfswiderstand der Querkraft V_{Rd} beinhaltet die Teilsicherheitsbeiwerte für die Materialwiderstände:

$$V_{Rd} = V_{u,0,05} / \gamma_{c,s}$$

2. Querkraft

Bei Elementdecken ist grundsätzlich die Tragfähigkeit für Querkraft nach Abschnitt 6.2 der DIN EN 1992-1-1 wie bei Ortbetonkonstruktionen sowie zusätzlich die Schubkraftübertragung in der Fuge (Verbundfuge) nachzuweisen.

Für die Nachweise von Stahlbetonplatten nach dieser FI-NORM gelten folgende Annahmen:

- Einsatz von Normalbeton bis C50/60
- keine Normalspannung in Plattenebene oder senkrecht dazu
- vorwiegend ruhende Belastung

2.1 Schubkraftübertragung in Fugen

Für Ortbetonplatten wird häufig keine Querkraftbewehrung erforderlich (dieses kann einer vorhandenen statischen Berechnung entnommen oder ggfs. nach Punkt 2.2. nachgewiesen werden). Wird eine solche Platte als Elementdecke ausgeführt, ist allein der Nachweis der Schubkraftübertragung in der Verbundfuge erforderlich.

Es ist für die Schubkraft v_{Ed} [N/mm²] in der Fuge nachzuweisen:

$$V_{Edi} \le V_{Rdi}$$
 (6.23)

mit

$$v_{Edi} = \beta \cdot V_{Ed} / (z \cdot b_i) [N/mm^2]$$
 (6.24)

 β = Verhältniswert der in der Fuge wirkenden Längskraft (im Standardfall und auf der sicheren Seite liegend gilt β = 1)

V_{Ed} = Bemessungsquerkraft [N]

z = innerer Hebelarm [mm]

 $z = 0.9 \cdot d \le d - 2c_{vl} \ge d - c_{vl} - 30 \text{ mm}$

(d = statische Höhe)

Anmerkung: Ist $V_{Ed} \le V_{Rd,c}$ (vgl. Abschnitt 2.2), so darf $z = 0.9 \cdot d$ angenommen werden.

b_i = Breite der Verbundfuge [mm]

a) Tragfähigkeit der Verbundfuge

$$\begin{aligned} v_{Rdi} &= c \bullet f_{ctd} + \Sigma v_{Rdi}^* \quad [N/mm^2] \\ v_{Rdi} &= c \bullet f_{ctd} + \rho \bullet f_{yd} \bullet (1, 2 \bullet \mu \bullet \sin\alpha + \cos\alpha) \\ &\leq 0, 5 \bullet v \bullet f_{cd} \end{aligned} \tag{6.25}$$

mit

c, μ und ν nach *Tabelle 1* f_{ctd} und f_{cd} nach *Tabelle 2*

 Σv_{Rdi}^* = Stahltraganteile verschiedener Gitterträger

$$V_{Rdi}^* = \rho \bullet f_{yd} \bullet (1,2 \bullet \mu \bullet \sin\alpha + \cos\alpha) [N/mm^2]$$
 mit

 ρ = Querschnittsfläche der Verbundbewehrung pro Flächeneinheit [m²/m²]

 α = Neigung der Verbundbewehrung (Diagonalen) f_{vd} = Bemessungsstreckgrenze der

Verbundbewehrung (hier für glatte Diagonalen: $f_{yd} = 420 \text{ N/mm}^2 / 1,15 = 365 \text{ N/mm}^2$)

Fugenbeschaffenheit	С	μ	ν
glatt	0,2	0,6	0,2
rau	0,4	0,7	0,5

Tabelle 1: Rauigkeitsbeiwerte

Die Anwendung der Gleichung (6.25) setzt eine definierte Rauigkeit voraus. Maßgebend sind die Kommentare im nationalen Anhang NCI bzw. in Heft 600 DAfStb zu 6.2.5 (2). Danach ist z.B. für eine raue Fuge eine Rautiefe Rt = 1,5 mm mit dem Sandflächenverfahren nach Kaufmann nachzuweisen. Unbehandelte Fertigteiloberflächen, welche mit einer Ausbreitmaßklasse ≤ F4 hergestellt werden, können als glatte Fuge eingestuft werden.

Der Bemessungswiderstand des Betontraganteils ist für ausgewählte Parameter in *Tabelle 2* aufgeführt. Bei Elementdecken wird jedoch grundsätzlich empfohlen einen maximalen Gitterträgerabstand von 75 cm einzuhalten, um eine Mindeststeifigkeit der Fertigteilplatten für Transport und Montage zu gewährleisten.

Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1

FI – NORM E-2-4539 2/6

Doton	fck	fcd	f _{ctd}	c • f _{ctd} [i	N/mm²]
Beton -güte		[N/mm ²	2]	Fuge glatt	Fuge rau
C20/25	20	11,3	0,85	0,170	0,340
C25/30	25	14,2	1,02	0,204	0,408
C30/37	30	17,0	1,13	0,227	0,453
C35/45	35	19,8	1,25	0,249	0,499
C40/50	40	22,7	1,42	0,283	0,567
C45/55	45	25,5	1,53	0,306	0,612
C50/60	50	28,3	1,64	0,329	0,657

Tabelle 2: Bemessungswiderstand der Verbundfuge ohne Verbundbewehrung für ausgewählte Parameter

Nach DIN EN 1992-1-1/NA – NCI zu 10.9.3 (NA. 17) wird für Elementdecken, (nur) bei Endauflagern ohne Wandauflasten eine Verbundsicherungsbewehrung von 6 cm²/m entlang der Auflagerlinie gefordert. Diese Bewehrung sollte in einem Streifen von 75 cm vom Auflager angeordnet werden.

	Trägerab-			Träo	erhöhe [mml		
	stand	≤ 70	90	150	200	250	320	400
	[cm]	α=37°	α=46°	α=60°	α=68°	α=72°	α=76°	α=79°
	25	0,353	0,348	0,322	0,299	0,285	0,270	0,257
5mm	36	0,245	0,242	0,224	0,208	0,198	0,187	0,179
	42	0,210	0,207	0,192	0,178	0,170	0,161	0,153
Ø	50	0,177	0,174	0,161	0,149	0,143	0,135	0,129
Diagonale	55	0,161	0,158	0,146	0,136	0,130	0,123	0,117
gor	62,5	0,141	0,139	0,129	0,120	0,114	0,108	0,103
Dia	75	0,118	0,116	0,107	0,100	0,095	0,090	0,086
1	100*	0,088	0,087	0,081	0,075	0,071	0,067	0,064
	25	0,509	0,501	0,464	0,430	0,410	0,388	0,371
6mm	36	0,353	0,348	0,322	0,299	0,285	0,270	0,257
9	42	0,303	0,298	0,276	0,256	0,244	0,231	0,221
Ø	50	0,254	0,250	0,232	0,215	0,205	0,194	0,185
Diagonale	55	0,231	0,228	0,211	0,196	0,187	0,177	0,169
g.	62,5	0,204	0,200	0,186	0,172	0,164	0,155	0,148
Dia	75	0,170	0,167	0,155	0,143	0,137	0,129	0,124
	100*	0,127	0,125	0,116	0,108	0,103	0,097	0,093
	25	0,693	0,682	0,632	0,586	0,559	0,529	0,505
7mm	36	0,481	0,473	0,439	0,407	0,388	0,367	0,350
Ø 7r	42	0,412	0,406	0,376	0,349	0,333	0,315	0,300
	50	0,346	0,341	0,316	0,293	0,279	0,264	0,252
Diagonale	55	0,315	0,310	0,287	0,266	0,254	0,240	0,229
go	62,5	0,277	0,273	0,253	0,234	0,223	0,212	0,202
Dis	75	0,231	0,227	0,211	0,195	0,186	0,176	0,168
	100*	0,173	0,170	0,158	0,146	0,140	0,132	0,126
_	25	0,905	0,890	0,825	0,765	0,730	0,691	0,659
8mm	36	0,628	0,618	0,573	0,531	0,507	0,480	0,458
Ø	42	0,538	0,530	0,491	0,456	0,434	0,411	0,392
	50	0,452	0,445	0,413	0,383	0,365	0,345	0,330
Diagonale	55	0,411	0,405	0,375	0,348	0,332	0,314	0,300
ggo	62,5	0,362	0,356	0,330	0,306	0,292	0,276	0,264
ä	75	0,302	0,297	0,275	0,255	0,243	0,230	0,220
	100*	0,226	0,223	0,206	0,191	0,182	0,173	0,165
_	25	1,145	1,127	1,044	0,969	0,924	0,874	0,834
9mm	36	0,795	0,783	0,725	0,673	0,641	0,607	0,579
Ø	42	0,682	0,671	0,622	0,577	0,550	0,520	0,497
	50	0,572	0,563	0,522	0,484	0,462	0,437	0,417
Diagonale	55	0,520	0,512	0,475	0,440	0,420	0,397	0,379
3go	62,5	0,458	0,451	0,418	0,387	0,369	0,350	0,334
ä	75	0,382	0,376	0,348	0,323	0,308	0,291	0,278
	100*	0,286	0,282	0,261	0,242	0,231	0,219	0,209

* nur Bemessungshilfe, max. Trägerabstand \leq 75cm \leq 5h

Tabelle 3a: E/D - Gitterträger

Aufnehmbare Schubspannungen v_{Rdi}* [N/mm²] für **glatte** Fugen je m Deckenbreite

Dieses entspricht z.B. E-Gitterträgern mit
Diagonale 6 mm, I = 80 cm im Abstand von
45 cm, oder E-Gitterträgern mit Diagonale 5 mm,
I = 80 cm im Abstand von 31 cm. Diese
Bewehrung ist einzubauen bei Platten ohne
durchgehende Gitterträger. Bei Elementdecken,
die üblicherweise eine durchgehende
Gitterträgerbewehrung enthalten, ist diese
Verbundbewehrung bereits enthalten. In diesem
Fall werden die Schubspannungen auch
außerhalb des Randstreifens über durchgehende
Gitterträger übertragen.

Der Stahltraganteil des Bemessungswiderstandes der Fuge v_{Rdi}* kann den *Tabellen 3, 4 und 5* für FILIGRAN-E/D-, FILIGRAN-EV-, FILIGRAN-EQ-Gitterträger mit 20 cm Knotenabstand und FDB Elemente mit entnommen werden. Tabellen a gelten für glatte und Tabellen b für raue Fugen.

	Trägerab-	Trägerhöhe [mm]									
	stand	≤ 70	90	150	200	250	320	400			
	[cm]	α=37°	α=46°	α=60°	α=68°	α=72°	α=76°	α=79°			
	25	0,374	0,373	0,352	0,331	0,318	0,303	0,291			
5mm	36	0,260	0,259	0,245	0,230	0,221	0,211	0,202			
5	42	0,223	0,222	0,210	0,197	0,189	0,180	0,173			
Ø	50	0,187	0,186	0,176	0,165	0,159	0,152	0,146			
Diagonale	55	0,170	0,169	0,160	0,150	0,144	0,138	0,132			
g	62,5	0,150	0,149	0,141	0,132	0,127	0,121	0,117			
Dia	75	0,125	0,124	0,117	0,110	0,106	0,101	0,097			
	100*	0,094	0,093	0,088	0,083	0,079	0,076	0,073			
	25	0,539	0,537	0,507	0,476	0,458	0,437	0,419			
6mm	36	0,374	0,373	0,352	0,331	0,318	0,303	0,291			
ø 6r	42	0,321	0,319	0,302	0,284	0,272	0,260	0,250			
	50	0,269	0,268	0,254	0,238	0,229	0,218	0,210			
Diagonale	55	0,245	0,244	0,230	0,217	0,208	0,198	0,191			
g	62,5	0,215	0,215	0,203	0,191	0,183	0,175	0,168			
Dia	75	0,180	0,179	0,169	0,159	0,153	0,146	0,140			
	100*	0,135	0,134	0,127	0,119	0,114	0,109	0,105			
_	25	0,733	0,730	0,690	0,648	0,623	0,594	0,571			
7mm	36	0,509	0,507	0,479	0,450	0,433	0,413	0,396			
N 71	42	0,436	0,435	0,411	0,386	0,371	0,354	0,340			
	50	0,367	0,365	0,345	0,324	0,311	0,297	0,285			
Diagonale	55	0,333	0,332	0,314	0,295	0,283	0,270	0,259			
go	62,5	0,293	0,292	0,276	0,259	0,249	0,238	0,228			
Dis	75	0,244	0,243	0,230	0,216	0,208	0,198	0,190			
	100*	0,183	0,183	0,173	0,162	0,156	0,149	0,143			
_	25	0,958	0,954	0,901	0,847	0,814	0,776	0,746			
8mm	36	0,665	0,662	0,626	0,588	0,565	0,539	0,518			
Ø	42	0,570	0,568	0,537	0,504	0,484	0,462	0,444			
	50	0,479	0,477	0,451	0,423	0,407	0,388	0,373			
Diagonale	55	0,435	0,434	0,410	0,385	0,370	0,353	0,339			
gg	62,5	0,383	0,382	0,361	0,339	0,325	0,310	0,298			
ä	75	0,319	0,318	0,300	0,282	0,271	0,259	0,249			
	100*	0,239	0,238	0,225	0,212	0,203	0,194	0,186			
_	25	1,212	1,207	1,141	1,072	1,030	0,982	0,944			
9mm	36	0,842	0,838	0,792	0,744	0,715	0,682	0,655			
0 0	42	0,721	0,719	0,679	0,638	0,613	0,585	0,562			
	50	0,606	0,604	0,570	0,536	0,515	0,491	0,472			
Diagonale	55	0,551	0,549	0,519	0,487	0,468	0,447	0,429			
ge	62,5	0,485	0,483	0,456	0,429	0,412	0,393	0,377			
ä	75	0,404	0,402	0,380	0,357	0,343	0,327	0,315			
	100*	0,303	0,302	0,285	0,268	0,257	0,246	0,236			

* nur Bemessungshilfe, max. Trägerabstand \leq 75cm \leq 5h

Tabelle 3b: E/D - Gitterträger

Aufnehmbare Schubspannungen v_{Rdi}* [N/mm²] für **raue** Fugen je m Deckenbreite

Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1

FI – NORM E-2-4539 3/6

	Trägerab-		Träge	rhöhe	
	stand	≤150	200	250	300
	[cm]	α=45°	α=53°	α=59°	α=64°
	10	2,721	2,666	2,603	2,538
L	25	1,089	1,066	1,041	1,015
ø 7mm	36	0,756	0,741	0,723	0,705
Ø 7	42	0,648	0,635	0,620	0,604
ale	50	0,544	0,533	0,521	0,508
jon	55	0,495	0,485	0,473	0,461
Diagonale	62,5	0,435	0,427	0,417	0,406
	75	0,363	0,355	0,347	0,338
	100*	0,272	0,267	0,260	0,254

^{*} nur Bemessungshilfe, max. Trägerabstand ≤ 75cm ≤ 5h Tabelle 4a: EQ - Gitterträger

aufnehmbare Schubspannungen v_{Rdi}* [N/mm²] für glatte Fugen je m Deckenbreite

	-		Träge	rhöhe	
	Trägerab- stand	≤150	200	250	300
		α=45°	α=49°	α=56°	α=60°
	[cm]	α=78°	α=82°	α=84°	α=85°
	10	5,887	5,675	5,467	5,333
L	25	2,355	2,270	2,187	2,133
9mm	36	1,635	1,576	1,519	1,481
Ø	42	1,402	1,351	1,302	1,270
ale	50	1,177	1,135	1,093	1,067
Diagonale	55	1,070	1,032	0,994	0,970
)iaç	62,5	0,942	0,908	0,875	0,853
	75	0,785	0,757	0,729	0,711
	100*	0,589	0,567	0,547	0,533

^{*} nur Bemessungshilfe, max. Trägerabstand ≤ 75cm ≤ 5h Tabelle 5a: FDB-Elemente

aufnehmbare Schubspannungen v_{Rdi}* [N/mm²] für glatte Fugen je m Deckenbreite mit f_{yd} = 435 N/mm² (für gerippte Diagonalen)

Der Abstand der Gitterträger als Verbundbewehrung untereinander ist in einachsig gespannten Decken auf $s_{max} = 75cm \le 5h$

zu begrenzen.

Wird bei zweiachsig gespannten Decken auch die zweite Richtung der Biegezugbewehrung im Fertigteil angeordnet, so ist der Abstand der Gitterträger untereinander zusätzlich zu begrenzen auf:

 $s_{max} \le 2h$

b) Obergrenze der Verbundfugentragfähigkeit

Die maximale Tragfähigkeit von Verbundbauteilen mit Gitterträgern wird durch drei Regelungen begrenzt:

1.) Für Verbundfugen gilt nach DIN EN 1992-1-1 eine maximale der Verbundspannung in Abhängigkeit von der Fugenrauheit und der Betonfestigkeitskasse nach Gleichung (6.25).

$$V_{Rdi} \le 0.5 \bullet v \bullet f_{cd}$$

(6.25)

mit

v nach Tabelle 1 fcd nach Tabelle 2

	Trägerab-		Träge	rhöhe	
	stand	≤150	200	250	300
	[cm]	α=45°	α=53°	α=59°	α=64°
	10	3,009	2,969	2,917	2,858
ے	25	1,204	1,188	1,167	1,143
7mm	36	0,836	0,825	0,810	0,794
Ø	42	0,717	0,707	0,694	0,680
ale	50	0,602	0,594	0,583	0,572
Diagonale	55	0,547	0,540	0,530	0,520
Jac	62,5	0,481	0,475	0,467	0,457
	75	0,401	0,396	0,389	0,381
	100*	0,301	0,297	0,292	0,286

^{*} nur Bemessungshilfe, max. Trägerabstand ≤ 75cm ≤ 5h Tabelle 4b: EQ - Gitterträger

aufnehmbare Schubspannungen v_{Rdi}* [N/mm²] für raue Fugen je m Deckenbreite

	-		Träge	rhöhe	
	Trägerab-	≤150	200	250	300
	stand	α=45°	α=49°	α=56°	α=60°
	[cm]	α=78°	α=82°	α=84°	α=85°
	10	6,446	6,254	6,073	5,951
Ę	25	2,579	2,502	2,429	2,380
9mm	36	1,791	1,737	1,687	1,653
Ø	42	1,535	1,489	1,446	1,417
ae	50	1,289	1,251	1,215	1,190
Diagonale	55	1,172	1,137	1,104	1,082
) jac	62,5	1,031	1,001	0,972	0,952
	75	0,860	0,834	0,810	0,793
	100*	0,645	0,625	0,607	0,595

^{*} nur Bemessungshilfe, max. Trägerabstand ≤ 75cm ≤ 5h Tabelle 5b: FDB-Elemente

aufnehmbare Schubspannungen v_{Rdi}* [N/mm²] für raue Fugen je m Deckenbreite $mit f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2 \text{ (für gerippte Diagonalen)}$

2.) Entsprechend den Zulassungen Z-15.1-147 und Z-15.1-90, Tabelle 4a sowie Z-15.1-93, Tabelle 1a wird zusätzlich die maximale Querkraft auf den bisherigen Erfahrungsbereich begrenzt. Diese Begrenzung greift nur im Fall rauer Fugen.

Das Minimum aus diesen beiden Regelungen kann in Tabelle 6 abgelesen werden.

Betongüte	glatte Fugen	raue Fugen
C20/25	1,13	2,40
C25/30	1,42	2,80
C30/37	1,70	3,30
C35/45	1,98	3,60
C40/50	2,27	3,80
C45/55	2,55	4,00
C50/60	2,83	4,10

Tabelle 6: Obergrenze der Tragfähigkeit der Verbundfuge v_{Rdi,max} [N/mm²] je m Deckenbreite

3.) Bilden Gitterträger wie aufgebogene Längsstäbe die vollständige Querkraftbewehrung, ist zusätzlich die maximale Querkraft entsprechend DIN EN 1992-1-1, 9.3.2 (3) zu bearenzen:

 $V_{Rd,max,GT} = 1/3 V_{Rd,max}$ (s. hierzu Abschnitt 2.3 dieser FI-NORM)

Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1

FI – NORM E-2-4539 4/6

2.2 Querkraftbemessung

Für Stahlbetonplatten ist grundsätzlich ein Querkraftnachweis nach Abschnitt 6.2 der DIN EN 1992-1-1 zu führen. Es ist entweder nachzuweisen, dass keine Querkraftbewehrung erforderlich ist, oder es ist eine entsprechende Querkraftbewehrung zu ermitteln.

Für **Platten ohne Querkraftbewehrung** ist nachzuweisen:

 $V_{Ed} \le V_{Rd,c}$

mit $V_{Rd,c}$ = Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft schubunbewehrter Platten

$$V_{Rd,c} = [0,1 \bullet k \bullet (100 \bullet \rho_{l} \bullet f_{ck})^{1/3}] \bullet b_{w} \bullet d$$
 (6.2a)

$$\geq 0,035 \bullet k^{3/2} \bullet f_{ck}^{1/2} \bullet b_{w} \bullet d$$
 (6.2b)

mit

 $\rho_l = L\ddot{a}$ ngsbewehrungsgrad = $A_{sl}/(b_w \cdot d) \le 0.02$ d [mm] = statische Höhe

fck = char. Betondruckfestigkeit (vgl. Tab. 2)

 $k = Maßstabsbeiwert = 1+\sqrt{(200/d)} \le 2$

b_w = kleinste Querschnittsbreite innerhalb der Zugzone

(weitere Bezeichnungen s. DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.2)

Bild 1 zeigt die Auswertung der Gleichungen (6.2a+b).

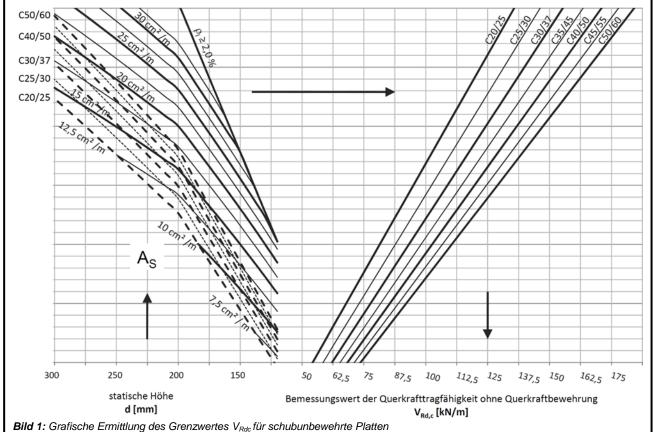
Ausgehend von der statischen Höhe d [mm] lässt sich mit der Längsbewehrung [cm²/m] und der Betongüte die Querkrafttragfähigkeit V_{Rd,c} der schubunbewehrten Platte nach Gleichung (6.2a) mit den durchgezogenen Linien in *Bild 1* ermitteln.

Unabhängig vom Längsbewehrungsgrad ergibt sich gemäß Gleichung (6.2b) eine Mindestschubtragfähigkeit nach EC2 in Abhängigkeit von der Betongüte. Diese wird in *Bild 1* durch die gestrichelten Linien berücksichtigt. Bei Längsbewehrungsmengen unterhalb dieser Linien, können die gestrichelten Linien zum Nachweis verwendet werden.

Ist $V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd,c}}$, ist die nach Abschnitt 2.1 a) ermittelte Bewehrung allein zur Sicherung der Verbundfuge erforderlich. In diesen Fällen reicht eine Gitterträgerhöhe aus, welche 2 cm Zwischenraum zwischen Fertigteiloberkante und dem Obergurt sicherstellt.

Bei V_{Ed} > V_{Rd,c} sind die **Platten mit Querkraftbewehrung** auszuführen und nachzuweisen.

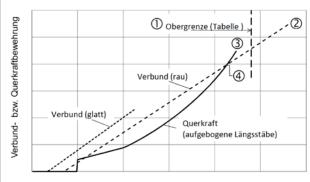
Die Ermittlung der Tragfähigkeit von Gitterträgern als Querkraftbewehrung muss dann zusätzlich nach Gleichung (6.13) der DIN EN 1992-1-1 erfolgen. Die erforderlichen Bewehrungsmengen aus dem Verbundnachweis und dem Querkraftnachweis (Schubbewehrung) sind nicht zu addieren. Die maximale Bewehrungsmenge wird maßgebend.



Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1

FI – NORM E-2-4539 5/6

Bei rauen Fugen kann der Nachweis der Querkraftbewehrung maßgebend sein und höhere Bewehrungsmengen erfordern. Dieses kann bei einer geringen Schubspannung etwas oberhalb von V_{Rd,c} und im Bereich der Obergrenze zutreffen (vgl. *Bild 2*). Daher wird bei Ansatz einer rauen Verbundfuge ein zusätzlicher Nachweis der erforderlichen Querkraftbewehrung (Schubbewehrung) erforderlich.



Schubspannung v_{Ed}

Bild 2: Schema zur Querkraft- und Verbundbemessung

Soll vereinfachend und auf der sicheren Seite auf einen zusätzlichen rechnerischen Nachweis der Querkraftbewehrung (Schubbewehrung) verzichtet werden, ist folgender Ansatz möglich:

- a) Bis zur Schubspannungsgrenze für die glatte Verbundfuge nach *Tabelle 6* erfolgt der Verbundnachweis für eine glatte Verbundfuge.
- b) Bei höheren Schubspannungen ist die Fuge rau auszuführen und wird als solche bemessen. Die maximale Schubspannung wird zusätzlich auf den Wert beschränkt, welcher für den Verbund- und Querkraftnachweis die gleiche Bewehrungsmenge fordert (vgl. Punkt ④ in *Bild 2*). Diese Schubspannungen sind in *Tabelle 7* zusammengestellt.

Für Platten mit erforderlicher Querkraftbewehrung (Schubbewehrung) gilt für Dicken h ≤ 40 cm als maximaler Gitterträgerabstand

 $s_{max} = 40cm$

In zweiachsig gespannten Platten in denen auch Querkraftbewehrung (V_{Ed} > V_{Rd,c}) für die Richtung senkrecht zur Gitterträgerlängsrichtung erforderlich wird, gilt:

 $s_{max} \le \cot \theta \cdot z \le 21cm$

Maßgebend für den Neigungswinkel der Druckstrebe θ ist hierbei die Querkraft senkrecht zur Gitterträgerlängsrichtung.

Als erforderliche Querkraftbewehrung sind die Gitterträger über die volle Deckenhöhe zu führen.

2.3 Querkraftobergrenze

Bilden Gitterträger wie aufgebogene Längsstäbe die vollständige Querkraftbewehrung, ist zusätzlich die maximale Querkraft entsprechend DIN EN 1992-1-1, 9.3.2 (3) zu begrenzen:

 $V_{Rd,max,GT} = 1/3 V_{Rd,max}$

Dieser Grenzwert (vgl. Punkt ③ in *Bild 2*) kann gegenüber dem tabellierten Grenzwert der Zulassung nach *Tabelle 6* (vgl. Punkt ① in *Bild 2*) oder auch gegenüber der maximalen Tragfähigkeit der Verbundfuge nach Gleichung (6.25) (vgl. Punkt ② in *Bild 2*) maßgebend werden.

Die maximale Querkraftobergrenze $1/3~V_{Rd,max}$ ist als Schubspannung in Abhängigkeit von der Betongüte und dem Neigungswinkel α der Gitterträgerdiagonalen in *Tabelle 8* tabelliert. Die Diagonalen von FILIGRAN-EQ-Gitterträgern haben jeweils zwei unterschiedliche Neigungen von etwa 90° und einem variablen Wert, welcher von der jeweiligen Trägerhöhe abhängt. Für die Ermittlung der Querkraftobergrenze wurde interpoliert. Für den Anwender ergibt sich so die Obergrenze in Abhängigkeit von der Trägerhöhe. Bei der Kombination verschiedener Trägertypen, kann der jeweils kleinere Wert der FILIGRAN-E-Träger verwendet werden, um auf eine aufwändige Interpolation zu verzichten.

Bei Ausnutzung der Obergrenze nach **Tabelle 8** über die Werte nach **Tabelle 7** hinaus wird in jedem Fall ein zusätzlicher Querkraftnachweis erforderlich.

Anmerkung: Ein solcher Querkraftnachweis wird in dieser FI-NORM nicht gesondert dargestellt. Die Übernahme der Ergebnisse einer Bemessung für aufgebogene Längsstäbe in Ortbetondecken unter Berücksichtigung der Querkraftobergrenze von 1/3 V_{Rd,max} nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.2 (3) ist möglich.

Querkraftnachweis nach DIN EN 1992-1-1

FI – NORM E-2-4539 6/6

		Gitterträ	gertyp m	it Höhe								
					EQ 15		EQ 20		EQ 25		EQ 30	
		E/D 9	E/D 12	E/D 15		E/D 20		E 25		E 32		E 40
	Diagonalen-				α ₁ =45°		α ₁ =53°		α ₁ =59°		α ₁ =64°	
	winkel α [°]	α=46°	α=53°	α=60°	α ₂ =90°	α=68°	α ₂ =90°	α=72°	α ₂ =90°	α=76°	α ₂ =90°	α=79°
	C20/25	2,40	2,36	2,13	1,93	1,92	1,83	1,82	1,76	1,72	1,70	1,65
	C25/30	2,80	2,80	2,70	2,44	2,42	2,31	2,29	2,22	2,17	2,14	2,08
Betongüte	C30/37	3,30	3,30	3,26	2,95	2,92	2,79	2,76	2,67	2,61	2,58	2,50
l	C35/45	3,60	3,60	3,60	3,45	3,42	3,26	3,24	3,13	3,06	3,02	2,93
Bet	C40/50	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,74	3,71	3,59	3,51	3,46	3,36
	C45/55	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,95	3,90	3,78
	C50/60	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10

Tabelle 7: Grenz-Schubspannung für einen Verbundfugennachweis bei rauer Fuge ohne zusätzlich erforderliche Querkraftbemessung (vgl. **Punkt** ⊕ in Bild 2)

		Gitterträ	gertyp m	it Höhe								
					EQ 15		EQ 20		EQ 25		EQ 30	
		E/D 9	E/D 12	E/D 15		E/D 20		E 25		E 32		E 40
	Diagonalen-				α ₁ =45°		α ₁ =53°		α ₁ =59°		α ₁ =64°	
	winkel α [°]	α=46°	α=53°	α=60°	α ₂ =90°	α=68°	α ₂ =90°	α=72°	α ₂ =90°	α=76°	α ₂ =90°	α=79°
	C20/25	2,78	2,48	2,23	2,00	1,99	1,89	1,88	1,81	1,77	1,74	1,69
	C25/30	3,48	3,11	2,79	2,50	2,49	2,36	2,35	2,26	2,21	2,18	2,12
Betongüte	C30/37	4,18	3,73	3,35	3,01	2,98	2,84	2,82	2,71	2,65	2,62	2,54
ong	C35/45	4,87	4,35	3,91	3,51	3,48	3,31	3,28	3,17	3,10	3,05	2,96
Bet	C40/50	5,57	4,97	4,47	4,01	3,98	3,78	3,75	3,62	3,54	3,49	3,38
	C45/55	6,27	5,59	5,03	4,51	4,48	4,25	4,22	4,07	3,98	3,92	3,81
	C50/60	6,96	6,21	5,59	5,01	4,97	4,73	4,69	4,52	4,42	4,36	4,23

 Tabelle 8: Querkraftobergrenze 1/3 V_{Rd,max} für aufgebogene Längsstäbe als alleinige Schubbewehrung (vgl. Punkt ③ in Bild 2)

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992-1-11)

FI-Tafel E-2-4515

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Seite abgedruckten Aligemeinen Geschaftsbedingungen.											
FILIGRAN	N - E / D - T	räger	Diagonale:	5 mm		Betongüte: C20/25					
FILIGRAN	N - EQ - Tra	äger	Diagonale:	7 mm				glatte Fug	е		
Trägeranza	ahl D/E										
je Element	(b = 2,5m)	4	5	7	9	10	12	16	20	max. zul. V _{Rd}	
Trägerabst	and (cm)	62,5	50,0	35,7	27,8	25,0	20,8	15,6	12,5	kN/m	
Decken-	Träger		Quer	krafttrag	gfähigkei	t V _{Rd} (kl	N/m)				
dicke	höhe ⁵⁾	% 4)	Verbun	dbewehrung	(V _{Rd} ≤ V _{Rd,c})		%	,5%	%		
cm	cm	p=0% ⁴⁾					p=1,0%	p=1,	5=2,0%		
12	6	(25,2)	(28,1)	(33,8)	(39,5)	(42,4)	(48,1)	(59,6)	(61,6)	(61,6) ³⁾	
14	7	(30,8)	(34,3)	(41,3)	(48,3)	(51,8)	(58,8)	(72,8)	(==,=)	(75,2) ³⁾	
16	9	36,2	40,2	48,4	56,5	57,6	57,6	65,4	77,9	102	
18	11	41,4	46,1	55,3	64,6	66,4	66,4	79,0	94,1	125	
20	13	46,3	51,4	61,5	71,7	75,3	75,3	91,1	108	147	
22	15	51,1	56,6	67,6	78,7	84,1	84,1	103	122	170	
24	17	55,7	61,6	73,3	85,1	91,0	92,4	114	135	193	
26	19	60,5	66,8	79,4	92,1	96,7	102	125	148	215	
28	21	64,9	71,5	84,8	98,1	102	110	135	160	238	
30	23 25	69,4	76,4 81,6	90,4 96,4	104 111	107 114	119 128	145 157	172 185	261 283	
32 34	25 27	74,1 78,4	86,2	96,4 102	117	121	136	166	196	263 306	
- 54	21	₹ 70,∓	00,2				130	100	130	300	
		, %0=d		ρ=1,0%	p=1,5%	p=2,0%		rkraftbewehr (V _{Rd} > V _{Rd,c})	ung		
4 E / D	- Träger +	Zulageträg	er EQ		_					may zul	
je Element		3	4	5	6	8	10	12	14	max. zul. V _{Rd} ²⁾	
Trägerabst	`	83,3	62,5	50,0	41,7	31,3	25,0	20,8	17,9	v _{Rd} ′ kN/m	
	(. ,	%5%	%0	, -	,	,	<u>. </u>		, -	N. V.	
		p=1,)=2,			Que	rkraftbewehr (V _{Rd} > V _{Rd,c})	ung			
14	8	(63,2)	(73,9)	(75,2)			(Rd ~ Rd,c)			(75,2) ³⁾	
16	9	57,6	67,0	76,8	86,6	102				102	
18	11	69,7	81,7	93,6	106	125				125	
20	13	81,8	95,9	110	124	147				147	
22	15	93,8	110	126	143	170				170	
24	17	105	124	142	161	193				193	
26	19	117	137	157	178	215				215	
28	21	127	150	172	194	238	261			238	
30 32	23 25	138 149	162 175	186 201	211 227	259 279	261 283			261 283	
32 34	25 27	159	175	215	243	279 299	203 306			203 306	
Erläuterunger							- 000		3)	V _{Rd,c} für ρ=2,0%	

Oberhalb & links der Stufenlinien für den Biegezugbewehrungsgrad ist nur Verbundbewehrung erforderlich.

Unterhalb & rechts der Stufenlinien ist Querkraftbewehrung erforderlich. (Trägerhöhe beachten! siehe Zulassung)

Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung. Annahmen:

statische Höhe d = h - 3cm

innerer Hebelarm: für $V_{Rd} \le V_{Rd,c}^{-4}$ $z = 0.9 \cdot d$, sonst $z = 0.9 \cdot d \le d - 2 \cdot c_{nom}$ hier mit $c_{nom} = 20$ mm

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme, Leese.

Allgemeine Geschäftsbedingungen:

V_{Rd} = Minimum aus Stahltragfähigkeit (Verbundfuge bzw. Querkraft) und Querkraftobergrenze (Verbundfuge bzw. Querkraft) () Für Plattendicken < 160mm gilt: $V_{Rd} \le V_{Rd,c}$ Mindestlängsbewehrungsgrad (rechte Stufenlinie oder Einzelnachweis) einhalten!

¹⁾ und Z-15.1-147 vom 5.11.2018, Z-15.1-90 vom 7.10.2019 sowie Z-15.1-93 vom 18.06.2019.

 $^{^{2)}}$ Minimum aus $V_{Rd,max,GT} = 1/3 \bullet V_{Rd,max}$ (für $\theta = 45^{\circ}$) bei Anrechnung ausschließlich der geneigten Stäbe bei EQ-Gitterträgern und v_{Rdi,max} (EC2 Gl. (6.25) oder Z-15.1-147 bzw. Z-15.1-90, Tab. 3a oder Z-15.1-93, Tab. 1a)

⁴⁾ Mindestquerkrafttragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1; Gleichung (6.2b)

⁵⁾ Trägerhöhe zur Bestimmung der Bewehrungsneigung

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992-1-11)

FI-Tafel E-2-4516

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Seite abgedr	uckten Allgen	neinen Gesch	ättsbedingun	gen.						
FILIGRAN	1 - E / D - Ti	räger	Diagonale:	5 mm				Betongüte	: C20/25	
FILIGRAN	I - EQ - Trä	äger	Diagonale:	7 mm				raue Fuge		
Trägeranz	ahl D/E									I
je Element		4	5	7	9	10	12	16	20	max. zul. V _{Rd}
Trägerabst	, ,	62,5	50,0	35.7	27,8	25,0	20,8	15,6	12,5	kN/m
	` ,	02,0	•			t V _{Rd} (kl	,	, .	. =, 0	
Decken-	Träger		_	Ki ai tii ag	jiailigkei	V Rd (Ni	1 /111 <i>)</i>			
dicke	höhe ⁵⁾	p=0% ⁴⁾	Verbun	dbewehrung	(V _{Rd} ≤ V _{Rd,c})		% 0 '	p=1,5%	%	
cm	cm	0=					7,1	=1,	p=2,0%	
				(40.7)	(5.4.7)	(57.0)	<u>_</u>	д	ق	(C4 C) ³⁾
12	6	(39,6)	(42,7)	(48,7)	(54,7)	(57,8)	(61,6)			(61,6) ³⁾ (75,2) ³⁾
14 16	7 9	(48,5) 57,2	(52,2) 57,6	(59,6) 57,6	(67,0) 60,8	(70,7) 64,1	(75,2) 70,8	84,3	97,7	216
18	11	65,8	66,4	66,4	73,9	78,0	70,8 86,1	102	119	264
20	13	74,1	75,3	77,0	86,3	91,0	100	119	138	308
22	15	82,2	84,1	88,0	98,5	104	114	136	157	335
24	17	90,1	91,3	98,5	110	116	128	151	174	358
26	19	96,7	96,7	109	122	129	141	167	193	389
28 21		102	102	120	133	140	154	182	209	412
30 32	23 25	107 112	107 113	130 141	145 157	152 164	167 180	196 212	226 244	438 469
34	25 27	117	122	151	167	176	192	226	2 44 260	492
		-		101			102	220	200	402
		, %0=d	1,0%		1,5%	2,0%	Que	rkraftbewehr	ung	
) I	ρ=1		ρ=1,	ρ=2,		$(V_{Rd} > V_{Rd,c})$		
4 E / D	- Träger +	Zulageträg	er EQ							max. zul.
je Element	(b = 2,5m)	3	4	5	6	8	10	12	14	$V_{Rd}^{2)}$
Trägerabst	and (cm)	83,3	62,5	50,0	41,7	31,3	25,0	20,8	17,9	kN/m
		%5%	%					•		
		ρ=1,5	p=2,0%			Que	rkraftbewehr	ung		
			<u>_</u> q				$(V_{Rd} > V_{Rd,c})$			(75.0)3)
14	8	(75,2)	07.0	00.0	100	101	450		105	(75,2) ³⁾
16 10	9 11	76,5	87,3 107	98,2	109	131	152 196	174 213	185 225	216 264
18 20	13	93,4 110	126	120 141	133 157	160 188	186 219	251 251	225 265	312
22	15	126	144	162	180	217	253	289	305	360
24	17	142	163	183	204	244	285	326	341	408
26	19	158	181	204	226	272	317	358	372	456
28	21	174	198	223	248	298	348	389	403	504
30	23	189	216	243	270	324	378	419	433	530
32 34	25 27	204 219	233 250	263	292	350 375	408 428	450 470	464 494	559 587
34 Erläuterunge		219	200	282	313	375	438	479		√o. für o−2 0%

Erläuterungen

 $^{3)}$ V_{Rd,c} für ρ =2,0%

Oberhalb & links der Stufenlinien für den Biegezugbewehrungsgrad ist nur Verbundbewehrung erforderlich.

Unterhalb & rechts der Stufenlinien ist Querkraftbewehrung erforderlich. (Trägerhöhe beachten! siehe Zulassung)

Dünne kursive Felder ermöglichen Querkräfte größer 0,5*V_{Rd,max,GT} (Gitterträger muss in die Biegezugbewehrung eingreifen)

 $V_{Rd} = \\ \\ Minimum \ aus \ Stahltragfähigkeit \ (Verbundfuge \ bzw. \ Querkraft) \ und \ Querkraft \\ obergrenze \ (Verbundfuge \ bzw. \ Querkraft)$

() Für Plattendicken < 160mm gilt: $V_{Rd} \le V_{Rd,c}$ Mindestlängsbewehrungsgrad (rechte Stufenlinie oder Einzelnachweis) einhalten!

Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung. Annahmen:

statische Höhe d = h - 3cm

innerer Hebelarm: für $V_{Ed} \le V_{Rd,c}^{-4}$ $z = 0.9 \cdot d$, sonst $z = 0.9 \cdot d \le d - 2 \cdot c_{nom}$ hier mit $c_{nom} = 20$ mm

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme, Leese.

Allgemeine Geschäftsbedingungen:

¹⁾ und Z-15.1-147 vom 5.11.2018. Z-15.1-90 vom 7.10.2019 sowie Z-15.1-93 vom 18.06.2019.

²⁾ Minimum aus V_{Rd,max,GT} = 1/3 • V_{Rd,max} (für θ = 45°) bei Anrechnung ausschließlich der geneigten Stäbe bei EQ-Gitterträgern und v_{Rd,max} (EC2 GI. (6.25) oder Z-15.1-147 bzw. Z-15.1-90, Tab. 3a oder Z-15.1-93, Tab. 1a)

⁴⁾ Mindestquerkrafttragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1; Gleichung (6.2b)

 $^{^{\}rm 5)}$ Trägerhöhe zur Bestimmung der Bewehrungsneigung

FILIGRAN® - Elementdecke Querkraftbemessung nach DIN EN 1992-1-1¹⁾

FI-Tafel E-2-4517

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Seite abgedr	uckten Aligen	neinen Gesch	ättsbedingun	gen.								
FILIGRA	1 - E / D - T	räger	Diagonale:	6 mm		Betongüte: C20/25						
FILIGRA	I - EQ - Tra	äger	Diagonale:	7 mm				glatte Fug	е			
Trägeranz	ahl D/E											
je Element	(b = 2,5m)	4	5	7	9	10	12	16	20	max. zul. V _{Rd}		
Trägerabst	and (cm)	62,5	50,0	35,7	27,8	25,0	20,8	15,6	12,5	kN/m		
Decken-	Träger		Quer	rkrafttrag	gfähigkei	it V _{Rd} (ki	N/m)					
dicke	höhe ⁵⁾	p=0% ⁴⁾	Verbun	dbewehrung	(V _{Rd} ≤ V _{Rd,c})	ρ=1,0%	p=1,5%	p=2,0%				
cm	cm)=d				<u></u>	ρ=1	p=2				
12	6	(30,1)	(34,2)	(42,4)	(50,6)	(54,7)	(61,6)			(61,6) ³⁾		
14	7	(37,0)	(42,0)	(52,1)	(62,2)	(67,2)	(75,2)			(75,2) ³⁾		
16	9	43,3 49,6	49,2	57,6	57,6	60,4	69,4	87,4	102	102		
	18 11		56,2	66,4	67,5	73,0	83,8	106	125	125		
20	13	55,2	62,5	75,3	78,0	84,2	96,6	121	146	147		
22	15	60,8	68,7	84,1	88,2	95,1 105	109 120	137	165	170		
24 17		66,0	74,5	91,3 06.7	97,5	_		151	181	193 215		
26 19 28 21		71,6 76,6	80,7 86,1	96,7 102	107 116	116 125	133 143	166 179	199 214	238		
30 23		81,7	91,8	107	125	135	154	192	230	261		
32	25	87,2	97,9	114	135	145	166	207	248	283		
34	27	92,0	103	121	143	154	175	219	262	306		
		p=0% ⁴⁾		p=1,0%	p=1,5%	p=2,0%	Que	rkraftbewehi (V _{Rd} > V _{Rd,c})	rung			
4 E / D	- Träger +	Zulageträg	er EQ							max. zul.		
je Element	(b = 2,5m)	3	4	5	6	8	10	12	14	V _{Rd} ²⁾		
Trägerabst	and (cm)	83,3	62,5	50,0	41,7	31,3	25,0	20,8	17,9	kN/m		
		p=1,5%	ρ=2,0%			Querkraftb (V _{Rd} >	•					
14	8	(69,3)	(75,2)							$(75,2)^{3)}$		
16 10	9	62,7 76.2	72,5	82,3 100	92,1	102				102 125		
18 20	11 13	76,3 89,4	88,3 104	118	112 132	125 147				147		
		119	135	151	170				170			
24	17	115	133	152	170	193				193		
26	19	127	147	168	188	215				215		
28	21	138	161	183	205	238				238		
30	23	150	174	198	222	261				261		
32	25	162	188	214	240	283				283		
34	27	173	200	228	256	306				306		
I									3)		

Erläuterungen

 $^{3)}$ V_{Rd,c} für ρ =2,0%

Oberhalb & links der Stufenlinien für den Biegezugbewehrungsgrad ist nur Verbundbewehrung erforderlich.

Unterhalb & rechts der Stufenlinien ist Querkraftbewehrung erforderlich. (Trägerhöhe beachten! siehe Zulassung)

 $\textit{D\"{u}nne kursive Felder} \text{ erm\"{o}glichen Querkr\"{a}fte gr\"{o}\&er 0,5*V_{Rd,max,GT} (Gittertr\"{a}ger muss in die Biegezugbewehrung eingreifen)}$

V_{Rd} = Minimum aus Stahltragfähigkeit (Verbundfuge bzw. Querkraft) und Querkraftobergrenze (Verbundfuge bzw. Querkraft)

() Für Plattendicken < 160mm gilt: $V_{Rd} \le V_{Rd,c}$ Mindestlängsbewehrungsgrad (rechte Stufenlinie oder Einzelnachweis) einhalten!

Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung. Annahmen:

statische Höhe d = h - 3cm

innerer Hebelarm: für $V_{Ed} \le V_{Rd,c}^{4}$ $z = 0,9 \cdot d$, sonst $z = 0,9 \cdot d \le d - 2 \cdot c_{nom}$ hier mit $c_{nom} = 20$ mm

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme, Leese.

Allgemeine Geschäftsbedingungen:

 $^{^{1)}}$ und Z-15.1-147 vom 5.11.2018, Z-15.1-90 vom 7.10.2019 sowie Z-15.1-93 vom 18.06.2019.

²⁾ Minimum aus V_{Rd,max,GT} = 1/3 • V_{Rd,max} (für θ = 45°) bei Anrechnung ausschließlich der geneigten Stäbe bei EQ-Gitterträgern und v_{Rdi,max} (EC2 GI. (6.25) oder Z-15.1-147 bzw. Z-15.1-90, Tab. 3a oder Z-15.1-93, Tab. 1a)

⁴⁾ Mindestquerkrafttragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1; Gleichung (6.2b)

⁵⁾ Trägerhöhe zur Bestimmung der Bewehrungsneigung

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992-1-11)

FI-Tafel E-2-4518

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Seite abgeur	uckten Angen	nemen Ge	schallsbe	uingungen.							
FILIGRAM	N-E/D-T	räger		Diagonale	e: 6 mm				Betongüt	e: C20/25	
FILIGRAN	N-EQ-Tr	äger		Diagonale	e: 7 mm				raue Fuge	е	
Trägeranz	ahl D/E										
je Element	(b = 2,5m)	4	1	5	7	9	10	12	16	20	max. zul. V _{Rd}
Trägerabst	and (cm)	62	2,5	50,0	35,7	27,8	25,0	20,8	15,6	12,5	kN/m
Decken-	Träger			Querk	rafttrag	fähigke	it V _{Rd} (k	(N/m)			
مانمادم	5)	4					۰	%	, 0		
dicke	höhe ⁵⁾	p=0% ⁴⁾		verbunar	bewenrung	$(V_{Rd} \leq V_{Rd,c})$	% 0 '।	p=1,5%	p=2,0%		
cm	cm	g					<u></u>	_ σ	ρ=2		
12	6	(39,8)	(45,0)	(49,3)	(58,0)	(61,6)				<u>-</u>	(61,6) ³⁾
14	7	(48,7)	(55,0)		(71,0)	(75,2)					$(75,2)^{3)}$
16	9	57,6	57,6	57,6	64,4	74,1	78,9	88,5	108	127	216
18 20	11 13	66,4	66,4 75,3	66,6	78,3	90,0 105	95,8	108 125	131 152	154 179	264 308
20	15	75,3 84,1	75,3 84,1	77,9 89,0	91,4	119	112 127	142	173	203	335
24	17	91,3	91,3	99,7	116	133	142	158	192	225	358
26	19	96,7	98,8	111	129	148	157	175	212	249	389
28	21	102	110	121	141	161	171	190	230	270	412
30	23	107	120	131	153	174	185	206	248	291	438
32	25	112	131	142	165	188	199	222	268	314	469
34	27	117	140	152	176	201	213	237	285	333	492
		p=0% ⁴⁾	p=1,0%	ρ=1,5%	ρ=2,0%				kraftbeweh (V _{Rd} > V _{Rd,c})	•	
4 E / D	- Träger +	Zulagetr	äger EC								max. zul.
je Element	(b = 2,5m)	3	3	4	5	6	8	10	12	14	V _{Rd} ²⁾
Trägerabst	and (cm)	83	3,3	62,5	50,0	41,7	31,3	25,0	20,8	17,9	kN/m
			ρ =2,0%				Querkraftb (V _{Rd} >				
14	8	(75	5,2)								$(75,2)^{3)}$
16 18	9 11	82 10		93,2 114	104 127	115 140	137 167	158 193	180 219	188 229	216 264
20	13	11		134	149	165	196	228	257	269	312
22	15	13		154	172	190	226	262	296	308	360
24	17	15	53	173	193	214	255	295	331	344	408
26	19	16		192	215	237	283	328	362	376	456
28	21	18		211	235	260	310	360	393	407	503
30 32	23 25	20		229 247	256 277	283 306	337 364	391 422	423 454	437 468	526 556
32 34	25 27		10 34	247 265	277 296	328	30 4 390	422 453	434 483	400 498	583
Erläuterunge						0_0					V für 0=2.0%

Erläuterungen

 $^{3)}$ V_{Rd,c} für ρ =2,0%

Oberhalb & links der Stufenlinien für den Biegezugbewehrungsgrad ist nur Verbundbewehrung erforderlich.

Unterhalb & rechts der Stufenlinien ist Querkraftbewehrung erforderlich. (Trägerhöhe beachten! siehe Zulassung)

Dünne kursive Felder ermöglichen Querkräfte größer 0,5*V_{Rd,max,GT} (Gitterträger muss in die Biegezugbewehrung eingreifen)

V_{Rd} = Minimum aus Stahltragfähigkeit (Verbundfuge bzw. Querkraft) und Querkraftobergrenze (Verbundfuge bzw. Querkraft)

- () Für Plattendicken < 160mm gilt: $V_{Rd} \le V_{Rd,c}$ Mindestlängsbewehrungsgrad (rechte Stufenlinie oder Einzelnachweis) einhalten!
- $^{1)}$ und Z-15.1-147 vom 5.11.2018, Z-15.1-90 vom 7.10.2019 sowie Z-15.1-93 vom 18.06.2019.

statische Höhe d = h - 3cm

innerer Hebelarm: für $V_{Rd} \le V_{Rd,c}^{4}$ $z = 0.9 \cdot d$, sonst $z = 0.9 \cdot d \le d - 2 \cdot c_{nom}$ hier mit $c_{nom} = 20$ mm

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme, Leese.

Allgemeine Geschäftsbedingungen

²⁾ Minimum aus V_{Rd,max,GT} = 1/3 • V_{Rd,max} (für θ = 45°) bei Anrechnung ausschließlich der geneigten Stäbe bei EQ-Gitterträgern und v_{Rdi,max} (EC2 GI. (6.25) oder Z-15.1-147 bzw. Z-15.1-90, Tab. 3a oder Z-15.1-93, Tab. 1a)

⁴⁾ Mindestquerkrafttragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1; Gleichung (6.2b)

⁵⁾ Trägerhöhe zur Bestimmung der Bewehrungsneigung

Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung.

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992-1-11)

FI-Tafel E-2-4519

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

			- ·							
	I - E / D - T	•	Diagonale:					Betongüte	: C20/25	
	I - EQ - Tra	iger	Diagonale:	7 mm				glatte Fug	е	
Trägeranz	ahl D/E								ī	
je Element	(b = 2,5m)	4	5	7	9	10	12	16	20	max. zul. V _{Rd}
Trägerabst	and (cm)	62,5	50,0	35,7	27,8	25,0	20,8	15,6	12,5	kN/m
Decken-	Träger			krafttrag	gfähigkei	t V _{Rd} (kl	N/m)			
dicke	höhe ⁵⁾	p=0% ⁴⁾	Verbun	dbewehrung	(V _{Rd} ≤ V _{Rd,c})		%0 ʻ	,5%	%0'	
cm	cm	ე=ძ					g 1_	ρ=1.	p=2,0%	
12	6	(36,2)	(41,8)	(53,0)	(61,6)					(61,6) ³⁾
14	7	(44,3)	(51,1)	(64,8)	(75,2)					$(75,2)^{(3)}$
16	9	51,8	57,6	58,2	70,5	76,7	88,9	102		102
18	11	59,2	66,4	70,4	85,2	92,6	107	125		125
20	13	65,8	75,3	81,2	98,1	107	123	147		147
22 24	15 17	72,3	83,1	91,8 102	111 122	120 133	139 153	170 193		170 193
2 4 26		78,3	89,8 06.7						215	215
28	19 21	84,7 90,4	96,7 102	112 121	135 145	146 157	169 182	214 230	215 238	238
30	23	96,3	107	130	156	169	195	247	261	261
32	25	103	112	140	168	182	210	266	283	283
34	27	108	119	149	178	193	222	281	306	306
		(_† %0=σ	%0'	%2,	%0"		Que	rkraftbewehi	runa	
				ρ=1,	p=2,			$(V_{Rd} > V_{Rd,c})$	ung	
4 E / D	- Träger +	Zulageträg	er EQ	ı					1	max. zul.
je Element	(b = 2,5m)	3	4	5	6	8	10	12	14	$V_{Rd}^{2)}$
Trägerabst	and (cm)	83,3	62,5	50,0	41,7	31,3	25,0	20,8	17,9	kN/m
		ρ=1 <u>,0%</u>	p=1,5%	p=2,0%		Que	rkraftbewehr (V _{Rd} > V _{Rd,c})	ung		
14	8	(75,2)					· ru rujor			$(75,2)^{3)}$
16	9	69,2	79,0	88,8	98,6	102				102
18	11	84,2	96,1	108	120	125				125
20	13	98,4	113	127	141	147				147
22	15	112	129	145	161	170				170
24	17	126	144	163	181	193				193
26	19	139	159	180	200	215				215
28 30	21 23	151 164	174 188	196	218	238				238
32	25 25	176	203	212 229	236 255	261 283				261 283
34	23 27	188	216	244	272	306				306
Erläutorungo		. 30		-11	- , L	000			3)	V- für a=2.0%

Erläuterungen:

3) $V_{Rd,c}$ für ρ =2,0%

Oberhalb & links der Stufenlinien für den Biegezugbewehrungsgrad ist nur Verbundbewehrung erforderlich.

Unterhalb & rechts der Stufenlinien ist Querkraftbewehrung erforderlich. (Trägerhöhe beachten! siehe Zulassung)

 $\textit{D\"{u}nne kursive Felder} \text{ erm\"{o}glichen Querkr\"{a}fte gr\"{o}\&er 0,5*V_{Rd,max,GT} (Gittertr\"{a}ger muss in die Biegezugbewehrung eingreifen)}$

 $V_{Rd} = \\ Minimum \ aus \ Stahltragfähigkeit \ (Verbundfuge \ bzw. \ Querkraft) \ und \ Querkraftobergrenze \ (Verbundfuge \ bzw. \ Querkraft)$

- () Für Plattendicken < 160mm gilt: $V_{Rd} \le V_{Rd,c}$ Mindestlängsbewehrungsgrad (rechte Stufenlinie oder Einzelnachweis) einhalten!
- 1) und Z-15.1-147 vom 5.11.2018, Z-15.1-90 vom 7.10.2019 sowie Z-15.1-93 vom 18.06.2019.

Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung.

statische Höhe d = h - 3cm

innerer Hebelarm: für $V_{Rd} \le V_{Rd,c}^{\quad 4)}$ $z = 0.9 \cdot d$, sonst $z = 0.9 \cdot d \le d - 2 \cdot c_{nom}$ hier mit $c_{nom} = 20$ mm

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme, Leese.

Allgemeine Geschäftsbedingungen

²⁾ Minimum aus V_{Rd,max,GT} = 1/3 • V_{Rd,max} (für θ = 45°) bei Anrechnung ausschließlich der geneigten Stäbe bei EQ-Gitterträgern und v_{Rdi,max} (EC2 GI. (6.25) oder Z-15.1-147 bzw. Z-15.1-90, Tab. 3a oder Z-15.1-93, Tab. 1a)

⁴⁾ Mindestquerkrafttragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1; Gleichung (6.2b)

⁵⁾ Trägerhöhe zur Bestimmung der Bewehrungsneigung

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992-1-11)

FI-Tafel E-2-4520

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Seite abgedr	uckten Allger	neinen Ge	eschäftsbe	dıngungen.							
FILIGRA	N-E/D-T	räger		Diagonale	e: 7 mm				Betongüt	e: C20/25	
	N - EQ - Tr	äger		Diagonale	e: 7 mm				raue Fuge	a	
Trägeranz		1		1	1	1				1	
je Element	(b = 2,5m)		4	5	7	9	10	12	16	20	max. zul. V _{Rd}
Trägerabst	and (cm)	62	2,5	50,0	35,7	27,8	25,0	20,8	15,6	12,5	kN/m
Decken-	Träger			Querk	krafttrag	_l fähigke	it V _{Rd} (k	(N/m)			
dicke	höhe ⁵⁾	ρ=0% 4)		Verbundk	pewehrung	$(V_{Rd} \leq V_{Rd,c})$	p=1,0%	,5%	%0%		
cm	cm	ρ=0					<u></u>	ρ=1.	p=2,0%		
12	6	(39,8)	(51,2)	(57,2)	(61,6)						$(61,6)^{3)}$
14	7	(48,7)	(62,7)	(70,0)	(75,2)						(75,2) ³⁾
16	9	57,6	57,6	63,5	76,6	89,8	96,3	109	136	162	216
18	11	66,4	69,2	77,2	93,1	109	117	133	165	196	264
20	13	75,3	80,9	90,1	108	127	136	154	191	228	308
22	15 17	84,1	92,4 103	103 115	123 138	144 160	155 172	175 195	217 240	258	335
24 26	17	91,3 96,7	115	115	152	177	172	195 215	240 265	286 315	358 389
28	21	102	125	139	166	193	206	233	287	341	412
30	23	107	136	151	180	209	223	252	310	368	438
32	25	112	147	163	194	225	241	272	334	396	469
34	27	117	158	174	207	240	256	289	355	421	492
		p=0% ⁴⁾	p=1,5%	p=2,0%					kraftbeweh (V _{Rd} > V _{Rd,c})	•	
4 E / D	- Träger +										
	(b = 2,5m)		3	4	5	6	8	10	12	14	max. zul. V _{Rd} ²⁾
Trägerabst			3,3	62,5	50,0	41,7	31,3	25,0	20,8	17,9	kN/m
ago.azot	(0111)			02,0	00,0	, .	0.,0		_0,0	,0	KI V/III
			o=2,0%				Querkraftb (V _{Rd} >	•			
14	8	(75	5,2)				(**************************************	- Ra,c/			(75,2) ³⁾
16	9		9,4	100	111	122	144	165	184	192	216
18	11		09	122	135	149	175	202	224	233	264
20	13		28	144	159	175	206	237	262	273	312
22	15 17		47 CE	165	183	201	237	273	301	313	360
24 26	17 19		65 83	185 205	206 228	226 251	267 296	308 341	336 367	349 381	408 456
28	21		00	225	250	275	324	374	398	412	499
30	23		17	244	271	298	352	406	427	441	523
32	25		35	264	293	322	381	439	458	473	552
34	27	28	51	283	314	345	408	470	488	502	579
E-17 - 1	_									3)	V 6"- 0.00/

Erläuterungen:

3) $V_{Rd,c}$ für ρ =2,0%

Oberhalb & links der Stufenlinien für den Biegezugbewehrungsgrad ist nur Verbundbewehrung erforderlich.

Unterhalb & rechts der Stufenlinien ist Querkraftbewehrung erforderlich. (Trägerhöhe beachten! siehe Zulassung)

 $\textit{D\"{u}nne kursive Felder} \text{ erm\"{o}glichen Querkr\"{a}fte gr\"{o}\&er 0,5^*V_{Rd,max,GT} \text{ (Gittertr\"{a}ger muss in die Biegezugbewehrung eingreifen)}$

 V_{Rd} = Minimum aus Stahltragfähigkeit (Verbundfuge bzw. Querkraft) und Querkraftobergrenze (Verbundfuge bzw. Querkraft) () Für Plattendicken < 160mm gilt: $V_{Rd} \le V_{Rd,c}$ Mindestlängsbewehrungsgrad (rechte Stufenlinie oder Einzelnachweis) einhalten!

statische Höhe d = h - 3cm

innerer Hebelarm: für $V_{Rd} \le V_{Rd,c}^{4}$ $z = 0.9 \cdot d$, sonst $z = 0.9 \cdot d \le d - 2 \cdot c_{nom}$ hier mit $c_{nom} = 20$ mm

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme, Leese.

Allgemeine Geschäftsbedingungen:

¹⁾ und Z-15.1-147 vom 5.11.2018, Z-15.1-90 vom 7.10.2019 sowie Z-15.1-93 vom 18.06.2019.

²⁾ Minimum aus $V_{Rd,max,GT} = 1/3 \bullet V_{Rd,max}$ (für $\theta = 45^{\circ}$) bei Anrechnung ausschließlich der geneigten Stäbe bei EQ-Gitterträgern und $v_{Rd,max}$ (EC2 GI. (6.25) oder Z-15.1-147 bzw. Z-15.1-90, Tab. 3a oder Z-15.1-93, Tab. 1a)

⁴⁾ Mindestquerkrafttragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1; Gleichung (6.2b)

⁵⁾ Trägerhöhe zur Bestimmung der Bewehrungsneigung

Die Bemessungshilfe gilt längstens bis Ende 2023 und längstens bis zum Ablauf oder Änderung der bauaufsichtlichen Zulassung. Annahmen:

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI - NORM E-2-4590 1/8

Filigran-Elementdecken nach DIN EN 1992-1-1: 2011-01 und dem zugehörigen nationalen Anhang (zusammen im Folgenden auch "Eurocode 2" genannt) dürfen entsprechend der **Zulassung Z-15.1-93 vom 18.06.2019** auch im Fall einer nicht vorwiegend ruhenden Belastung eingesetzt werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Einsatz von Filigran-EQ-Gitterträgern
- Verbundfuge rau nach Eurocode 2
- Mindestfertigteilplattendicke 6 cm
- Gitterträger mindestens 10 cm hoch
- maximaler Durchmesser der Biegezugbewehrung: 16 mm
- Biegezugbewehrung nicht gestaffelt
- Gitterträger werden nicht als Biegezugbewehrung angesetzt

Bei der Bemessung sind folgende Nachweise zu führen:

- 1. Verbund- und Querkraftbewehrung für die maximale Querkraft
- 2. Querkraftobergrenze nach Zulassung
- 3. Ermüdungsnachweis der Gitterträgerdiagonalen

(Spannungsschwingbreite)

Diese FI-NORM dient als Bemessungshilfe für die vorgenannten Nachweise bei nicht vorwiegend ruhender Belastung. ¹⁾

Für die Anwendung dieser Tafel gelten zusätzlich folgende Annahmen:

- Einsatz von Normalbeton
- keine Normalspannung in Plattenebene (σ_{cd}=0) oder senkrecht dazu (σ_n=0)
- es handelt sich um ein Verbundbauteil
- Schubspannungen wirken in Gitterträgerlängsrichtung

Gleichungsnummern in runden Klammern () und die Bezeichnungen beziehen sich auf DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2) bzw. dem zugehörigen nationalen Anhang.

Die Zulassung Z-15.1-93 definiert den Ermüdungswiderstand der EQ-Gitterträgerdiagonalen in Form einer Wöhlerlinie. Diese kann sowohl für einen Nachweis über schädigungsäquivalente Schwingbreiten als auch für Nachweise mit vorgegebener Lastwechselzahl sowie als Betriebsfestigkeitsnachweis genutzt werden.

Nicht vorwiegend ruhende Belastung

Nicht vorwiegend ruhende Einwirkungen sind nach nationalem Anhang NA. 1.5.2.7 stoßende Einwirkungen oder sich wiederholende Einwirkung, die eine vielfache Beanspruchungsänderung während der Nutzungsdauer des Tragwerkes oder des Bauteils hervorruft und die für die Tragwerksplanung nicht als ruhende Einwirkung angesehen werden darf (z.B. Kran-, Kranbahn-, Gabelstaplerlasten, Verkehrslasten auf Brücken).

Nach dieser Normendefinition gehören Nutzlasten in Parkhäusern sowie in Fabriken und Werkstätten nicht dazu.

Unabhängig davon galten nach früherer Lastnorm DIN 1055 Verkehrslasten in Fabriken und Werkstätten über 10 kN/m² als "schwerer Betrieb". Die Gitterträger-Zulassung fordert für diesen Fall - unabhängig von der Einstufung als ruhende Belastung - den Einsatz von gesondert zugelassenen Gitterträgern. D.h. es sind EQ-Gitterträger als alleinige Verbund- und Schubbewehrung einzusetzen. Ein Ermüdungsnachweis ist jedoch nicht zu führen.

Sicherheitskonzept

Der Eurocode beruht auf einem Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten. Dabei sind die Lasten mit Teilsicherheitsbeiwerten zu multiplizieren und daraus die resultierenden Schnittgrößen wie die einwirkende Querkraft V_{Ed} zu ermitteln. Dieser Bemessungswert ist der aufnehmbaren Querkraft V_{Rd} gegenüberzustellen:

 $V_{Ed} = \gamma_F \cdot V_E \leq V_{Rd}$

 γ_F = Teilsicherheitsbeiwert für die Lastseite

Der Teilsicherheitsbeiwert für die Lastseite beträgt γ_F = 1,35 für Eigengewicht und γ_F = 1,5 für Verkehrslasten. Diese Werte sind beim Nachweis der Obergrenze und bei der Bemessung für die maximale Querkraft anzusetzen.

Für den Nachweis gegen Ermüdung (Spannungsschwingbreite) bei nicht vorwiegend ruhender Belastung wird nach DIN EN 1992-1-1, NA 2.4.2.3(1) $\gamma_{E,fat}$ = 1,0 gesetzt.

Die aufnehmbare Querkraft bzw. der Entwurfswiderstand V_{Rd} bzw. die aufnehmbaren Schubspannungen beinhalten jeweils die Teilsicherheitsbeiwerte für die Materialwiderstände:

 $V_{\text{Rd}} = V_{\text{u,0,05}} / \gamma_{\text{c,s}}$

Für die Bemessung der Bewehrung wird ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_s = \gamma_{s,fat} = 1,15$ angesetzt (vgl. NA 6.8.4). Dieser Wert gilt somit auch für den Schwingbreitennachweis nach Abschnitt 3.

 $7/19 ext{ JF}$

¹⁾ Im Fall der vorwiegend ruhenden Belastung kann die FI-Tafel E-2-4539 genutzt werden

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI - NORM E-2-4590 2/8

1. Verbund- und Querkraftbemessung

Maßgebende Schubspannung in der Verbundfuge

Zur Bemessung der Filigran-Elementdecke ist die einwirkende Schubkraft v_{Edi} in der Verbundfuge zu bestimmen:

$$v_{Edi} = \beta \cdot V_{Ed} / (z \cdot b_i)$$
 (6.24)

 β = das Verhältnis der Normalkraft in der Betonergänzung und der Gesamtnormalkraft in der Druck- bzw. Zugzone im betrachteten Querschnitt (*Anm.: im Standardfall und auf der sicheren Seite liegend gilt* β = 1)

V_{Ed} = Bemessungsquerkraft

z = innerer Hebelarm

= 0,9 d ≤ max {d-c_{v,l}-30mm; d-2c_{v,l}} mit d = statische Höhe c_{nom} = Betondeckung in der Druckzone (Für Bauteile ohne erforderliche Schubbewehrung darf z = 0,9 d gesetzt werden.)

b_i = die Breite der Verbundfuge

Für den Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft V_{Rd,c} schubunbewehrter Platten gilt:

$$V_{Rd,c} = [0,15/1,5 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_I \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d$$
 (6.2a)

mit Mindestwert

$$\begin{split} V_{\text{Rd,c}} &= v_{\text{min}} \cdot b_{\text{w}} \cdot d \\ v_{\text{min}} &= 0,0525 \ / \ 1,5 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ck}}^{1/2} \end{split} \tag{6.2b}$$

 ho_l = Längsbewehrungsgrad = $A_{sl}/(b_w \cdot d) \le 0,02$ f_{ck} = char. Betondruckfestigkeit k = Maßstabsbeiwert = $1+\sqrt{(200/d)} \le 2$

Ist die einwirkende Querkraft V_{Ed} größer als V_{Rd,c},

ist wie für monolithische Bauteile eine Querkraftbewehrung erforderlich. In diesem Fall

- ist eine Schubbemessung durchzuführen (vgl. Abs. 1.2),
- beträgt der maximale Gitterträgerabstand 40cm,
- sind die Gitterträger als Schubbewehrung über die ganze Höhe zu führen,
- ist sowohl der Querkraftnachweis als auch der Verbundnachweis unter Berücksichtigung von z ≤ max {d-c_{v,l}-30mm; d-2c_{v,l}} zu führen.

Die vorgenannten Regelungen greifen auch, wenn aufgrund des Ermüdungsnachweises des Betons nach Eurocode 2, 6.8.7 (4) eine Schubbewehrung erforderlich wird (vgl. hierzu Erläuterungen zur Querkraftobergrenze).

1.1 Verbundbemessung

Für die Schubspannung in der Verbundfuge ist nachzuweisen:

$$V_{Edi} \le V_{Rdi}$$
 (6.23)

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_{\text{Rdi}} &= \mathbf{c} \cdot \mathbf{f}_{\text{ctd}} + \rho \cdot \mathbf{f}_{\text{yd}} \cdot (\mathbf{1}, \mathbf{2} \ \mu \ \text{sin}\alpha + \text{cos}\alpha) \\ &\leq \mathbf{0}, \mathbf{5} \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{f}_{\text{cd}} \end{aligned} \tag{6.25}$$

v_{Rdi} = Bemessungswert der der Schubtragfähigkeit in der Fuge

c = Rauigkeitsbeiwert,

bei Ermüdungsbeanspruchung gilt c = 0

vgl. Eurocode 6.2.5 (5)

 μ = 0,7 (für raue Fuge)

v = 0.5 (für raue Fuge)

f_{ctd} = Bemessungswert der Betonzugfestigkeit

 $\rho = A_s / A_i$ (Schubbewehrungsgrad)

A_s = Querschnittsfläche der Verbundbewehrung

A_i = Fläche der Fuge

 α = Neigungswinkel der Verbundbewehrung

f_{vd} = Bemessungsstreckgrenze der

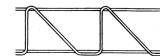
Verbundbewehrung (hier für glatte Diagonalen:

 $f_{yd} = 420 \text{ N/mm}^2 / 1,15 = 365 \text{ N/mm}^2$

EQ-Gitterträger besitzen Diagonalen mit jeweils zwei unterschiedlichen Neigungswinkeln. Mit $\alpha_1 < 90^\circ$ und $\alpha_2 = 90^\circ$ ergibt sich aus (6.25) folgende Bemessungsgleichung:

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_{\mathsf{Rdi}} &= \rho \cdot \mathbf{f}_{\mathsf{yd}} \cdot (\mathbf{1}, \mathbf{2} \; \mu \; \mathsf{sin} \alpha_1 + \mathsf{cos} \alpha_1 + \mathbf{1}, \mathbf{2} \; \mu) \\ &\leq \mathbf{0}.5 \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{f}_{\mathsf{cd}} \end{aligned} \tag{6.25-A}$$

mit ρ ermittelt aus 2 Diagonalen je 20 cm



1.2 Schubbemessung

Nach Eurocode 2 gilt Gleichung (6.8) für senkrechte und Gleichung (6.13) für geneigte Schubbewehrung.

$$V_{Rd,s} = (A_{sw} / s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$
 (6.8)

$$V_{\text{Rd,s}} = (A_{\text{sw}} / \text{s}) \cdot \text{z} \cdot f_{\text{ywd}} \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha \qquad (6.13)$$

Asw = Querschnittsfläche der Schubbewehrung

s = Abstand in Längsrichtung (hier 20 cm)

 θ = Neigungswinkel der Betondruckstrebe

 α = Neigung der Schubbewehrung (Diagonale)

 f_{yd} = Bemessungsstreckgrenze der Schubbewehrung (hier für glatte Diagonalen: f_{yd} = 420 N/mm² / 1,15 = 365 N/mm²)

7/19 JF

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI – NORM E-2-4590 3/8

Für EQ-Gitterträger sind die Widerstände nach vorgenannten Gleichungen entsprechend der jeweiligen Diagonalenneigung zu bestimmen und zu addieren. Für den Neigungswinkel θ der Betondruckstrebe bei nicht vorwiegend ruhender Belastung gilt:

$$tan\theta fat \le \sqrt{tan\theta} \le 1$$
 (6.65)

mit

$$1,0 \le \cot\theta \le 1,2 / (1 - v_{Rd,cc} / v_{Ed}) \le 3$$
 (6.7aDE)

$$V_{Rd,cc} = 0.5 \cdot 0.48 \cdot f_{ck}^{1/3}$$
 (6.7bDE)

Anm.: Anders als im Eurocode 2 wurden hier in den Gleichungen (6.7) Schubspannungen anstelle von Querkräften verwendet.

2. Querkraftobergrenze

Im Fall der nicht vorwiegend ruhenden Belastung ist die einwirkende Querkraft gesondert zu begrenzen.

Zusätzlich zur Obergrenze nach Gleichung (6.25) sind tabellierte Querkraftobergrenzen nach Zulassung Z-15.1-93 einzuhalten. Die für ruhende Belastung festgelegten Grenzwerte sind im Fall der nicht vorwiegend ruhenden Belastung zu halbieren. In Tabelle 1 sind diese Grenzwerte zusammen mit denen für raue Fugen nach Gl. (6.25) zusammengestellt. Maßgebend sind die reduzierten tabellierten Werte nach Zulassung.

GI. (6.25) V _{Rdi,max} (ruhend) 0,5	2,8	3,5 2,8	3,3	5,0 3,6	3,8	4,0	7,1 4,1
V _{Rdi,max} (nicht ruhend)	1,2	1,4	1,65	1,8	1,9	2,0	2,05

Tabelle 1: Obergrenze der Schubspannung

Die Begrenzung der Schubspannungen nach Tabelle 1 erübrigt einen zusätzlichen Nachweis der Betondruckstrebe bei Ermüdung. Der Nachweis nach Eurocode 2, 6.8.7 (3) wird nicht maßgebend.

Zur Abgrenzung ob eine Querkraftbewehrung (Schubbewehrung) erforderlich wird, ist bei Ermüdungsbeanspruchung auch Gleichung (6.78) bzw. (6.79) aus Eurocode 2 zu überprüfen. Hier wird stellvertretend allein Gleichung (6.78) für $V_{\text{Ed,min}}/V_{\text{Ed,max}} \ge 0$ widergegeben.

$$|V_{Ed,max}/V_{Rd,c}| \le 0.5 + 0.45 |V_{Ed,min}/V_{Rd,c}|$$
 (6.78)

3. Schwingbreitennachweis der Diagonalen

Die Zulassung Z-15.1-93 vom 18.06.2019 für die FILIGRAN-EQ-Gitterträger definiert den Ermüdungswiderstand der Gitterträgerdiagonalen in Form einer bi-linearen Wöhlerlinie analog Bild 6.30 aus Eurocode 2 mit folgenden Parametern

$$\Delta \sigma_{Rsk}$$
 (N*=10⁶) = 92 N/mm²

 $k_1 = 5$

 $k_2 = 9$

In korrosiven Umgebungsbedingungen sind weitere Überlegungen zur Wöhlerlinie anzustellen (vgl. Z-15.1-93).

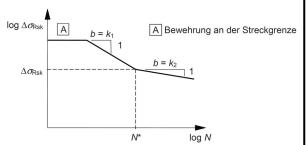


Bild 6.30: Form der Wöhlerlinie für EQ-Gitterträger

Diese Wöhlerlinie kann analog dem Nachweisformat nach Eurocode 2 sowohl für einen Nachweis über schädigungsäquivalente Schwingbreiten als auch für Nachweise mit vorgegebener Lastwechselzahl sowie als Betriebsfestigkeitsnachweis genutzt werden.

Nach Zulassung Z-15.1-93 gilt für den Ermüdungswiderstand für eine schädigungsäquivalente Schwingbreite:

$$\Delta v_{\text{Rdi,fat,equ}} = \rho \cdot \Delta \sigma_{\text{Rsk}}(N^*) / \gamma_{\text{S,fat}} \cdot (1, 4 \cdot \sin \alpha + 1, 67 \cdot \cos \alpha)$$
(6.25-B)

Dieser Ermüdungswiderstand $\Delta v_{\text{Rdi,fat,equ}}$ kann mit c=0 (kein Adhäsionsanteil), μ =0,7 (raue Fuge) und Ersetzen von fyd durch $\Delta \sigma_{\text{Rsk}}/\gamma_{\text{S,fat,equ}}$ aus dem Widerstand v_{Rdi} nach Gleichung (6.25) hergeleitet werden, wenn der Widerstand um 1/0,6 erhöht wird. Der Nachweis lässt sich somit interpretieren als eine Reduktion der Einwirkung mit dem Faktor 0,6, was dem Konzept nach DIN 1045:88 entsprach.

Für EQ-Gitterträger mit abwechselnd geneigten und senkrechten Streben gilt analog (6.25-A):

$$\Delta V_{Rd,fat,equ} = \rho \cdot \Delta \sigma_{Rsk}(N^*) / \gamma_{s,fat} \cdot (1,4 \cdot \sin\alpha + 1,67 \cdot \cos\alpha + 1,4)$$
(6.25-C)

Die für den Ermüdungsnachweis maßgebliche einwirkende Spannungsschwingbreite ergibt sich nur aus dem nicht ruhenden Lastanteil Δv_{Ed} (z. B. aus Gabelstapler) mit $\gamma_{F,fat}=1,0$.

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI - NORM E-2-4590 4/8

Der Nachweis einer ggfs. erforderlichen Querkraftbewehrung wie für monolithische Bauteile nach Eurocode 2 (Gleichung (6.13)) ist ergänzend zu führen. Hier sind die Stahlspannungen in einem Fachwerk mit einer Druckstrebenneigung θ_{fat} nach Gleichung (6.65) zu bemessen.

Die aus den zwei Nachweisen (Verbundfuge + Querkraftbewehrung) maximal erforderliche Bewehrung ist einzubauen.

Bemessungstabellen

Der Nachweis der Spannungsschwingbreite wird in dieser FI-Norm über eine schädigungsäquivalente Schwingbreite geführt. Bei diesem Nachweis wird das tatsächliche Spannungskollektiv durch eine einstufige Beanspruchung mit N* Zyklen ersetzt. Für den Hochbau darf für diese schädigungsäquivalente Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma_{S,equ}(N^*) = \Delta\sigma_{S,max}$ angenommen werden.

Für diesen Nachweis kann die Tabelle 2 genutzt werden. Diese berücksichtigt zudem die vorgenannten Nachweise für die Maximalbeanspruchung. Die Bemessungstabelle gibt die maximalen Gitterträgerabstände abhängig von der einwirkenden Schubspannung ved und dem Verhältnis ΔV_{Ed} / V_{Ed} aus der nicht ruhenden Belastung zur Gesamtlast an. Diese Ausgangswerte sind als Eingangswerte für die Tabelle 2 jeweils mit den Teilsicherheitsbeiwerten für ruhende Lasten beaufschlagt.

Die Tabellenwerte geben den jeweils kleinsten Trägerabstand aus den vorgenannten Nachweisen an.

Die Tabelle 2 gilt für $v_{Ed} = v_{Edi}$ (β =1). Sie wurde für die steilste Diagonalenneigung der EQ-Gitterträger α_1 = 64° (Gitterträgerhöhe 30 cm) erstellt. Dieser Ansatz liegt im Hinblick auf die erforderliche Verbund- und Querkraftbewehrung bzw. im Hinblick auf den maximal zulässigen Gitterträgerabstand auf der sicheren Seite.

Bei genauerem Nachweis nach Gleichung (6.25) und (6.13) ergeben sich für niedrige Gitterträger mit Höhen ≤ 15 cm und Diagonalenneigung von 45° größere Gitterträgerabstände von bis zu ca. 5%. Wird jedoch die Schubbemessung nach maßgebend, reduziert sich die mögliche Erhöhung auf etwa 2%.

In Tabelle 2 wurde die Mindestbetongüte zur Einhaltung der Querkraftobergrenze 0,5 V_{Rdi,max} nach Tabelle 1 eingetragen. Danach lässt sich die erforderliche Betongüte in Abhängigkeit von der einwirkenden Schubspannung ablesen.

Die Betongüte hat bei nicht vorwiegend ruhender Belastung keinen Einfluss auf die erforderliche Menge an Verbundbewehrung. Sie hat einen Einfluss auf die erforderliche Schubbewehrung. Der Nachweis der Schubbewehrung wird jedoch nur bei höherer Schubspannung (bei C30/37 ab 1,5 N/mm²) maßgebend (markierter Bereich in Tabelle 2). Dieser Nachweis wurde mit der jeweils geringsten zulässigen Betongüte geführt. Dieser Ansatz liegt gegenüber der Anwendung höherer Betonfestigkeitsklassen geringfügig auf der sicheren Seite.

In Tabelle 2 sind Gitterträgerabstände größer 40 cm durch Hinterlegung markiert. Diese großen Gitterträgerabstände können nur ausgenutzt werden, wenn keine Querkraftbewehrung (Schubbewehrung) erforderlich ist. Die maximale Schubspannung bzw. Querkraft muss auch die Bedingung der Gleichung (6.78) erfüllen. Ein entsprechender Nachweis ist zu führen.

Empfehlung:

Ohne weiteren Nachweis sollte der maximale Gitterträgerabstand zu 40 cm gewählt und die Randbedingungen für eine Schubbewehrung eingehalten werden.

Konstruktive Regelung

Die Mindestplattendicke beträgt für eine Schubbewehrung aus aufgebogenen Stäben (Gitterträger) 16 cm.

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI - NORM E-2-4590 5/8

Bemessungsbeispiel (Tabelle)

Beton C 20/25

Betondeckung: $c_u = c_o = 2 \text{ cm}$ Plattendicke: h = 22 cmStatische Höhe: d = 18 cm

Einwirkende Entwurfsquerkraft:

 V_{Ed} = 1,35 · 17,8 kN + 1,5 · 64 kN = 120 kN v_{Ed} = V_{Ed} / z = 120 / (180-2·20) = 0,857 [N/mm²] (nach Gleichung (6.24))

Anteil aus nicht ruhender Last:

 Δ V_{Ed} = 1,5 · 64 kN = 96 kN (für die Tab.2 mit γ F=1,5)

 $\Delta V_{Ed} / V_{Ed} = 96 / 120 = 0.8$

V _{ED}	Mindest-		maxin	naler Gittert	rägerabstan	d (cm)	
N/mm ²	betongüte			für∆\	/ _{Ed} / V _{Ed}		
		bis 0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,05		75	75	75	75	75	75
0,1		75	75	75	75	75	75
0,15		75	75	75	75	75	75
0,2		75	75	75	75	75	75
0,25		75	75	75	75	69,5	62,6
0,3		75	75	74,5	65,2	57,9	52,1
0,35		75	74,5	63,8	55,9	49,7	44,7
0,4		71,4	65,2	55,9	48,9	43,5	39,1
0,45		63,5	57,9	49,7	43,5	38,6	34,8
0,5		57,1	52,1	44,7	39,1	34,8	31,3
0,55		51,9	47,4	40,6	35,6	31,6	28,4
0,6		47,6	43,5	37,2	32,6	29,0	26,1
0,65		43,9	40,1	34,4	30,1	26,7	24,1
0,7		40,8	37,2	31,9	27,9	24,8	22,3
0,75		38,1	34,8	29,8	26,1	23,2	20,9
0,8		35,7	32,6	27,9	24,4	21,7	19,6
0,85		33,6	30,7	26,3	23,0	20,4	18,4
0,9		31,7	29,0	24,8	21,7	19,3	17,4
0,95		30,1	27,4	23,5	20,6	18,3	16,5
1		28,6	26,1	22,3	19,6	17,4	15,6
1,05		27,2	24,8	21,3	18,6	16,6	14,9
1,1		26,0	23,7	20,3	17,8	15,8	14,2
1,15		24,8	22,7	19,4	17,0	15,1	13,6
1,2	C20/25	23,8	21,7	18,6	16,3	14,5	13,0
1,25		22,9	20,9	17,9	15,6	13,9	12,5
1,3		22,0	20,1	17,2	15,0	13,4	12,0
1,35	C 25 /20	21,2	19,3	16,6	14,5	12,9	11,6
1,4	C 25/30	20,4	18,6	15,9	13,9	12,4	11,2
1,45 1,5		19,7 19,0	18,0	15,4 14,8	13,5 13,0	12,0 11,5	10,8 10,4
1,55		18,4	17,3 16,5	14,0	12,4	11,0	9,9
1,6		17,9	15,8	13,5	11,8	10,5	9,5
1,65	C 30/37	17,3	15,1	13,0	11,4	10,3	9,1
1,7	C 30/37	16,8	14,8	12,7	11,4	9,9	8,9
1,75		16,3	14,8	12,7	10,7	9,5	8,5
1,8	C 35/45	15,9	13,7	11,8	10,7	9,1	8,2
1,85	0 00, 10	15,4	13,4	11,5	10,1	8,9	8,1
1,9	C 40/50	15,0	12,9	11,1	9,7	8,6	7,8
1,95	0.0,00	14,6	12,7	10,9	9,5	8,4	7,6
2	C 45/55	14,3	12,3	10,5	9,2	8,2	7,4
2,05	C 50/60	13,9	12,0	10,3	9,0	8,0	7,2
2,00	000,00	20,0			sung (Ortbe		

max EQ-Trägerabstand: ≈ 23 cm

maximale Obergrenze ist für alle Tabellenwerte eingehalten:

hier: v_{Ed} = 0,857 N/mm² \leq 1,2 N/mm² (für C20/25)

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI - NORM E-2-4590 6/8

Bemessungsbeispiel (Handrechnung)

(zum Vergleich und zur Kontrolle)

Beton C 20/25

Betondeckung: $c_u = c_o = 2 \text{ cm}$ Plattendicke: h = 22 cmStatische Höhe: d = 18 cmLängsbewehrungsgrad: $\rho_I = 0.002 (0.2 \%)$

Einwirkende Entwurfsquerkraft:

 $V_{Ed} = 1.35 \cdot 17.8 \text{ kN} + 1.5 \cdot 64 \text{ kN} = 120 \text{ kN}$

Schubbewehrung erforderlich?

$$\begin{split} V_{\text{Rd,c}} &= 0.10 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_{\text{I}} \cdot f_{\text{ck}})^{1/3} \cdot b_{\text{w}} \cdot d \\ &= 0.1 \cdot 2 \cdot (0.2 \cdot 20)^{1/3} \cdot 1.000 \cdot 180 \\ &= 57.146 \, [\text{N}] = 57.1 \, [\text{kN}] \end{split} \tag{6.2a}$$

bzw. mindestens

$$\begin{split} V_{\text{Rd,c}} &= 0.0525/1, 5 \cdot k^{3/2} \cdot f_{\text{ck}}^{1/2} \cdot b_{\text{w}} \cdot d \\ &= 0.0525/1, 5 \cdot 2^{3/2} \cdot 20^{1/2} \cdot 1.000 \cdot 180 \\ &= 79.689 \ [\text{N}] = 79.7 \ [\text{kN}] \end{split} \tag{6.2b}$$

 $V_{Ed} = 120 \text{ kN} > V_{Rd,ct} = 79,7 \text{ kN}$ d.h. Schubbewehrung erforderlich!

z = 180-2.20 = 140 [mm]

Zum Vergleich wird hier zusätzlich überprüft, ob Schubbewehrung nach Gleichung (6.78) erforderlich wird.

$$|V_{Ed,max}/V_{Rd,c}| \le 0.5 + 0.45 |V_{Ed,min}/V_{Rd,c}|$$
 (6.78)

(17,8 kN + 64 kN) / 57,1 kN = 1,43> 0,5 + 0,45·(17,8 kN / 57,1 kN) = 0,64

Auch danach ist eine Schubbewehrung erforderlich.

Einwirkende Bemessungsschubspannung

$$v_{Ed} = V_{Ed} / z = 120 / 140 = 0.86 [N/mm2] (6.24)$$

1 Verbund- und Querkraftbewehrung für die maximale Querkraft

"gewählt": EQ-Träger

(α_1 =64° auf der sicheren Seite und zum Vergleich

mit den Tabellen)

Diagonalenabstand: 200 mm

rechnerischer Trägerabstand: zunächst 33 cm (maximaler Trägerabstand für Schubbewehrung:

40 cm)

 $\begin{array}{l} \text{A}_{s} = 2 \cdot 7^{2} \cdot \pi / 4 = 77 \text{ mm}^{2} \\ \rho = 77 \text{ mm}^{2} \text{ / (330 mm \cdot 200 mm)} \\ \rho = 0,117\% \end{array}$

1.1 Nachweis als Verbundbewehrung

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_{\mathsf{Rdi}} &= \mathbf{c} \cdot \mathbf{f}_{\mathsf{ctd}} \\ &+ \rho \cdot \mathbf{f}_{\mathsf{yd}} \cdot (\mathbf{1}, 2\ \mu\ \mathsf{sin}\alpha_1 + \mathsf{cos}\alpha_1 + \mathbf{1}, 2\ \mu\ \mathsf{sin}90^\circ) \\ &\leq \mathbf{0}, \mathbf{5} \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{f}_{\mathsf{cd}} \end{aligned} \tag{6.25}$$

 $v_{\text{Rdi}} = 0$

$$(1,2 \cdot 0,7 \cdot \sin 64^{\circ} + \cos 64^{\circ} + 1,2 \cdot 0,7 \cdot \sin 90^{\circ}))$$

 $\leq 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 20/1,5$

 $v_{Rdi} = 0.87 \text{ N/mm}^2 \le 2.4 \text{ N/mm}^2 = v_{Rdi,max}$ (Tab. 1)

 $v_{Ed} = 0.86 \text{ N/mm}^2 \le v_{Rdi} = 0.87 \text{ N/mm}^2$

1.2 Nachweis als Schubbewehrung

Ermittlung der Druckstrebenneigung:

$$\begin{array}{l} cot\theta \leq \text{1,2 / (1 - $v_{\text{Rd,cc}}$/ v_{Ed})} \leq 3 \\ cot\theta \leq \text{1,2 / (1 - 0,5 \cdot 0,48 \cdot 20^{1/3} \ / \ 0,86)} \leq 3 \end{array} \tag{6.7aDE}$$

$$\begin{array}{ll} \textbf{cot}\theta & \leq \textbf{4,95} \\ & \leq \textbf{3} \end{array}$$

für EQ mit α_1 < 90° und α_2 = 90° gilt entsprechend (6.8) und (6.13):

$$V_{\text{Rd,s}} = (A_{\text{sw}} / \text{s}) \cdot \text{z} \cdot f_{\text{ywd}} \cdot ((\cot\theta + \cot\alpha_1) \cdot \sin\alpha_1 + \cot\theta)$$

$$(6.8 + 6.13)$$

 $V_{Rd,s} = ((77 / 0.33) / 200) \cdot 140 \cdot 420/1,15 \cdot (4.73) \cdot 6.245(4.9) \cdot 6.245(4.9) \cdot 1.73(4.9) \cdot 1.73(4.9)$

 $((1,73 + \cot 64^{\circ}) \cdot \sin 64^{\circ} + 1,73)$

 $= 1,166 \cdot 51130 \cdot (1,99 + 1,73)$

= 221.777 N

= 222 kN

Hieraus ergibt sich ein maximaler rechnerischer Trägerabstand von:

max $r = 222 \text{ kN} / 120 \text{ kN} \cdot 33 \text{ cm} = 61 \text{ cm}$ (als Schubbewehrung jedoch maximal 40 cm)

2 Nachweis der Obergrenze

Nach Zulassung ist nachzuweisen:

$$v_{\text{Ed}} = 0,86 \text{ N/mm}^2 \leq 1,2 \text{ N/mm}^2 = 0,5 \text{ } v_{\text{Rdi,max}}$$
 (nach Tabelle 1)

Nachweis erfüllt!

Ein zusätzlicher Nachweis der Betondruckstrebe erübrigt sich.

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI - NORM E-2-4590 7/8

<u>3 Ermüdungsnachweis</u> (Spannungsschwingbreite der Diagonalen)

Der Ermüdungsnachweis wird hier über die schädigungsäquivalente Schwingbreite mit $\Delta \sigma_{Rsk}(N^*) = 92 \text{ N/mm}^2 \text{ geführt.}$

Anteil aus nicht vorwiegend ruhender Last: $\Delta V_{Ed} = 1,5 \cdot 64 \text{ kN} = 96 \text{ kN}$ (mit $\gamma_F = 1,5$ für den Eingang in die Tabelle)

 $\Delta V_{Ed} / V_{Ed} = 96 \text{ kN} / 120 \text{ kN} = 0.8$

3.1 Verbundbewehrung

Einwirkung mit $\gamma_{F,fat} = 1,0$

 $V_{Ed, fat} = 1.0 \cdot 64.000 \text{ N} / 140 \text{mm} / 1.000 \text{mm}$ = 0,46 N/mm²

gewählt: EQ-Gitterträger (α₁=64°) Diagonalenabstand: 200 mm

Maximaler Gitterträgerabstand r aus Vordimensionierung:

 $\begin{array}{l} \text{max r} = v_{\text{Rdi}} \ / \ v_{\text{Ed,fat}} \cdot \Delta \sigma_{\text{Rsk}}(N^*) \ / \ f_{yk} \cdot 1/0, 6 \cdot r_{\text{ruhend}} \\ \text{max r} = 0,87 \ / \ 0,46 \cdot 92 \ / \ 420 \cdot 1/0, 6 \cdot 33 \ \text{cm} \\ \text{max r} = 22,7 \ \text{cm}. \end{array}$

 $\rho = 77 \text{mm}^2 / (200 \text{ mm} \cdot 227 \text{ mm}) = 0,00170$

Nachweis des Widerstandes (Schwingbreite der Diagonalen) nach Gleichung (6.25-C):

 $\Delta V_{
m Rd,fat}$ =

 $\rho \cdot \Delta \sigma_{Rsk}(N^*) / \gamma_{S,fat} \cdot (1,4 \cdot \sin \alpha + 1,67 \cdot \cos \alpha + 1,4)$

 $\Delta v_{\text{Rd,fat}}$ =

0,00170 · 92/1,15 · (1,4 · sin64°+ 1,67 · cos64°+ 1,4) = 0,46 N/mm²

 $v_{\text{Ed,fat}}$ = 0,46 N/mm² $\leq \Delta v_{\text{Rd,fat}}$ = 0,46 N/mm²

3.2 Schubbewehrung

Einwirkung mit $\gamma_{F,fat} = 1,0$

 $V_{Ed, fat} = 1.0 \cdot 64.000 \text{ N}$ = 64.0 kN

Widerstand nach Gleichung (6.13) und (6.65) unter Berücksichtigung von (6.65):

 $V_{Rd,s,fat} =$

 $(A_{sw} / s) \cdot z \cdot f_{yd,fat} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha + \cot \theta$

(6.8 + 6.13)

Druckstrebenneigung θ_{fat} ergibt sich aus dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (s. vorne) unter Ansatz von Gleichung (6.65).

 $\tan\theta_{\text{fat}} = \sqrt{\tan\theta} = \sqrt{1/3} = 0.58$

(6.65)

oder entsprechend

 $\cot\theta_{\text{fat}} = 1.73$

 $V_{Rd,s,fat} = ((77 / 0,23) / 200) \cdot 140 \cdot 92/1,15$

 $((1,73 + \cot 64^\circ) \cdot \sin 64^\circ + 1,73)$ = 1,674 \cdot 11.200 \cdot (1,99 + 1,73)

= 1,674 · 11.200 = 69.746 N

= 69,7 kN

 $V_{Ed, fat} = 64,0 \text{ kN} \le V_{Rd, s, fat} = 69,7 \text{ kN}$

Fazit:

Maßgebend für den Gitterträgerabstand wird hier der Schwingbreitennachweis als Verbundbewehrung!

Nicht vorwiegend ruhende Belastung Eurocode 2

FI – NORM E-2-4590 8/8

> nur bei gesondertem Nachweis möglich

$v_{\sf ED}$	Mindest-		maxin	naler Gittert	rägerabstan	d (cm)		1
N/mm ²	betongüte			für Δ V	$^{\prime}_{Ed}$ / V_{Ed}			
		bis 0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
0,05		75	75	75	75	75	75	1
0,1		75	75	75	75	75	75	: : :
0,15		75	75	75	75	75	75	
0,2		75	75	75	75	75	75] :
0,25		75	75	75	75	69,5	62,6	1
0,3		75	75	74,5	65,2	57,9	52,1]
0,35		75	74,5	63,8	55,9	49,7	44,7	
0,4		71,4	65,2	55,9	48,9	43,5	39,1]
0,45		63,5	57,9	49,7	43,5	38,6	34,8	l
0,5		57,1	52,1	44,7	39,1	34,8	31,3	
0,55		51,9	47,4	40,6	35,6	31,6	28,4	1
0,6		47,6	43,5	37,2	32,6	29,0	26,1	
0,65		43,9	40,1	34,4	30,1	26,7	24,1	
0,7		40,8	37,2	31,9	27,9	24,8	22,3	
0,75		38,1	34,8	29,8	26,1	23,2	20,9	
0,8		35,7	32,6	27,9	24,4	21,7	19,6	
0,85		33,6	30,7	26,3	23,0	20,4	18,4	l
0,9		31,7	29,0	24,8	21,7	19,3	17,4]
0,95		30,1	27,4	23,5	20,6	18,3	16,5	l
1		28,6	26,1	22,3	19,6	17,4	15,6]
1,05		27,2	24,8	21,3	18,6	16,6	14,9	
1,1		26,0	23,7	20,3	17,8	15,8	14,2	1
1,15		24,8	22,7	19,4	17,0	15,1	13,6	
1,2	C20/25	23,8	21,7	18,6	16,3	14,5	13,0	
1,25		22,9	20,9	17,9	15,6	13,9	12,5	
1,3		22,0	20,1	17,2	15,0	13,4	12,0	1
1,35		21,2	19,3	16,6	14,5	12,9	11,6	l
1,4	C 25/30	20,4	18,6	15,9	13,9	12,4	11,2	1
1,45		19,7	18,0	15,4	13,5	12,0	10,8	ı
1,5		19,0	17,3	14,8	13,0	11,5	10,4	
1,55		18,4	16,5	14,1	12,4	11,0	9,9	
1,6		17,9	15,8	13,5	11,8	10,5	9,5	
1,65	C 30/37	17,3	15,1	13,0	11,4	10,1	9,1	
1,7		16,8	14,8	12,7	11,1	9,9	8,9	
1,75		16,3	14,2	12,2	10,7	9,5	8,5	
1,8	C 35/45	15,9	13,7	11,8	10,3	9,1	8,2	1
1,85		15,4	13,4	11,5	10,1	8,9	8,1	1
1,9	C 40/50	15,0	12,9	11,1	9,7	8,6	7,8	
1,95		14,6	12,7	10,9	9,5	8,4	7,6	
2	C 45/55	14,3	12,3	10,5	9,2	8,2	7,4	
2,05	C 50/60	13,9	12,0	10,3	9,0	8,0	7,2	

Querkraftbemessung (Ortbeton) maßgebend.

Maximale EQ-Gitterträgerabstände bei nicht vorwiegend ruhender Belastung mit Nachweis von $\sigma_{RSk}(N^*) = 92 \text{ N/mm}^2$ nach Zulassung Z-15.1-93

Tabelle 2:

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

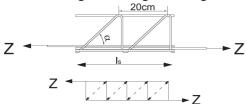
Gemäß DIN EN 1992-1-1 Abs. 10.9.3 (NA.14) dürfen übereinander liegende Bewehrungsstöße unter folgenden Bedingungen gesichert werden:

- ausreichende Übergreifung
- Durchmesser der Bewehrungsstäbe ø ≤ 14 mm
- Bewehrungsquerschnitt a_s ≤ 10 cm²/m
- Bemessungswert der Querkraft V_{Ed} ≤ 0,3V_{Rd,max}
- Stoßsicherung durch Bewehrung
 - mit maximalem Abstand der zweifachen Deckendicke
 - Bemessung des Betonstahlquerschnitts für die Zugkraft der gestoßenen Längsbewehrung

a) Äquivalente Bügelkräfte ohne anrechenbare Diagonalen

Stoßsicherung durch

Gitterträger in Längsrichtung



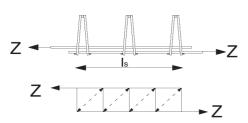
Nur Stäbe, die im Fachwerk als Zugstreben wirken, dürfen für den Kraftabtrag angesetzt werden!

Gitterträger-		Diagonale Ø 7mm Bügelkraft					
höhe	S .						
[cm]	[°]	[kN/m]	a _{s,Bügel} [cm²/m]				
≤ 15	45						
16	46						
18	49	140	3,2				
20	53	140	3,2				
25	59						
30	64						

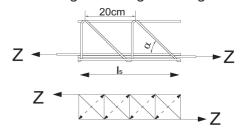
Bügelkraft= $2 \cdot A_s \cdot f_{yd,D} / 0.2m$

b) Äquivalente Bügelkräfte mit anrechenbare Diagonalen

Stoßsicherung durch Gitterträger in Querrichtung



Stoßsicherung durch Gitterträger in Längsrichtung



Gitterträger-		Diagonal	e Ø 7mm
höhe	α	Bügelkraft	
[cm]	[°]	[KN/m]	a _{s,Bügel} [cm²/m]
≤ 15	45	240	5,5
16	46	242	5,6
18	49	246	5,7
20	53	253	5,8
25	59	261	6,0
30	64	267	6,1

Bügelkraft= $2 \cdot A_s \cdot f_{vd,D} \cdot (\sin \alpha + 1) / 0.2m$

 $a_{s,B\ddot{u}gel}$ = äquivalenter Bügelquerschnitt der Diagonalen ($f_{yd,D}$) im Vergleich mit Bügeln ($f_{yd,B}$)

 $f_{yd,B} = 500 / 1,15 = 435 \text{ N/mm}^2$

 $f_{yd,D}$ = 420 / 1,15 = 365 N/mm² (für glatte Diagonalen B500 A+G)

Juni 2015 / UB

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. **FILIGRAN** Trägersysteme GmbH & Co. KG, Leese.

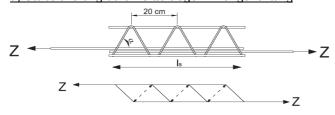
FI - Tafel F-2-4201b

<u>Hinweis:</u> Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Gemäß DIN EN 1992-1-1 Abs. 10.9.3 (NA.14) dürfen übereinander liegende Bewehrungsstöße unter folgenden Bedingungen gesichert werden:

- ausreichende Übergreifung
- Durchmesser der Bewehrungsstäbe ø \leq 14 mm
- Bewehrungsquerschnitt a_s ≤ 10 cm²/m
- Bemessungswert der Querkraft $V_{Ed} \le 0.3 V_{Rd,max}$
- Stoßsicherung durch Bewehrung
 - mit maximalem Abstand der zweifachen Deckendicke
 - Bemessung des Betonstahlquerschnitts für die Zugkraft der gestoßenen Längsbewehrung

a) Stoßsicherung durch Gitterträger in Längsrichtung

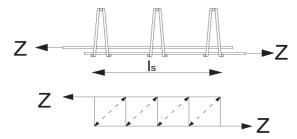


Nur Stäbe, die im Fachwerk als Zugstreben wirken, dürfen für den Kraftabtrag angesetzt werden!

Gitterträger-		Diagonale	Diagonale Ø 5 mm		e Ø 6mm	Diagonale	Ø 7 mm
höhe	α	Bügelkraft	A _{s,Bügel}	Bügelkraft	$A_{s,B\ddot{u}gel}$	Bügelkraft	A _{s,Bügel}
[cm]	[°]	[kN/m]	[cm²/m]	[kN/m]	[cm²/m]	[kN/m]	[cm²/m]
6	35	41	0,9	59	1,4	81	1,9
8	42	48	1,1	69	1,6	94	2,2
10	47	52	1,2	75	1,7	103	2,4
12	53	57	1,3	82	1,9	112	2,6
14	58	61	1,4	88	2,0	119	2,7
16	62	63	1,5	91	2,1	124	2,9
18	65	65	1,5	94	2,2	127	2,9
20	68	66	1,5	96	2,2	130	3,0
32	76	70	1,6	100	2,3	136	3,1

Bügelkraft = $2 \cdot A_s \cdot f_{vd,D} \cdot \sin \alpha / 0.2m$

b) Stoßsicherung durch Gitterträger in Querrichtung



Gitterträger-		Diagonale	Diagonale Ø 5mm		e Ø 6 mm	Diagonale	Ø 7 mm
höhe	α	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}
[cm]	[°]	[KN/m]	[cm²/m]	[KN/m]	[cm ² /m]	[KN/m]	[cm²/m]
6	35	82	1,9	118	2,7	161	3,7
8	42	96	2,2	138	3,2	188	4,3
10	47	105	2,4	151	3,5	205	4,7
12	53	114	2,6	165	3,8	224	5,2
14	58	122	2,8	175	4,0	238	5,5
16	65	130	3,0	187	4,3	255	5,9
18	65	130	3,0	187	4,3	255	5,9
20	68	133	3,1	191	4,4	260	6,0
32	76	139	3,2	200	4,6	273	6,3

Bügelkraft = 4 • A_s • $f_{yd,D}$ • $\sin \alpha / 0.2m$

 $a_{s,B\ddot{u}gel}$ = äquivalenter Bügelquerschnitt der Diagonalen ($f_{yd,D}$) im Vergleich mit Bügeln ($f_{yd,B}$)

 $f_{yd,B} = 500 / 1,15 = 435 \text{ N/mm}^2$

 $f_{yd,D} = 420 / 1,15 = 365 \text{ N/mm}^2 \text{ (für glatte Diagonalen B500 A+G)}$

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. **FILIGRAN** Trägersysteme GmbH & Co. KG, Leese.

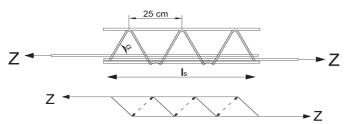
Juni 2015 / UB

Hinweis: Diese Bemessungshilfe darf nur unverändert in der vorliegenden Form an Dritte weitergegeben werden. Der Nutzer der Bemessungshilfe verpflichtet sich, die erzielten Ergebnisse auf Richtigkeit und die Zulassung auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Im Übrigen gelten die am Ende dieser Seite abgedruckten Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Gemäß DIN EN 1992-1-1 Abs. 10.9.3 (NA.14) dürfen übereinander liegende Bewehrungsstöße unter folgenden Bedingungen gesichert werden:

- ausreichende Übergreifung
- Durchmesser der Bewehrungsstäbe ø ≤ 14 mm
- Bewehrungsquerschnitt a_s ≤ 10 cm²/m
- Bemessungswert der Querkraft $V_{Ed} \le 0.3 V_{Rd,max}$
- Stoßsicherung durch Bewehrung
 - mit maximalem Abstand der zweifachen Deckendicke
 - Bemessung des Betonstahlquerschnitts für die Zugkraft der gestoßenen Längsbewehrung

a) Stoßsicherung durch Gitterträger in Längsrichtung

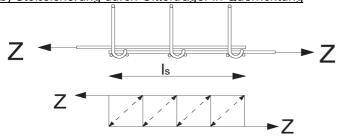


Nur Stäbe, die im Fachwerk als Zugstreben wirken, dürfen für den Kraftabtrag angesetzt werden!

Gitterträger-	erträger- Diagonale Ø 6 mm		Diagonal	Diagonale Ø 7 mm		e Ø 8 mm	Diagonale Ø 9 mm		
höhe	α	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}
[cm]	[°]	[kN/m]	[cm²/m]	[kN/m]	[cm²/m]	[kN/m]	[cm²/m]	[kN/m]	[cm²/m]
11	45	29	0,7	40	0,9	52	1,2	66	1,5
14	54	33	0,8	45	1,0	59	1,4	75	1,7
16	58	35	0,8	48	1,1	62	1,4	79	1,8
18	62	36	0,8	50	1,1	65	1,5	82	1,9
20	65	37	0,9	51	1,2	67	1,5	84	1,9
30	74	40	0,9	54	1,2	71	1,6	89	2,1
42	78	40	0,9	55	1,3	72	1,7	91	2,1

Bügelkraft= $A_s \cdot f_{yd,D} \cdot \sin \alpha / 0.25m$

b) Stoßsicherung durch Gitterträger in Querrichtung



Gitterträger-		Diagonal	Diagonale Ø 6mm		Diagonale Ø 7 mm		e Ø 8mm	Diagonale Ø 9mm	
höhe	α	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}	Bügelkraft	a _{s,Bügel}
[cm]	[°]	[KN/m]	[cm²/m]	[KN/m]	[cm²/m]	[KN/m]	[cm²/m]	[kN/m]	[cm²/m]
11	45	58	1,3	79	1,8	104	2,4	131	3,0
14	54	67	1,5	91	2,1	119	2,7	150	3,5
16	58	70	1,6	95	2,2	124	2,9	158	3,6
18	62	73	1,7	99	2,3	130	3,0	164	3,8
20	65	75	1,7	102	2,3	133	3,1	168	3,9
30	74	79	1,8	108	2,5	141	3,2	179	4,1
42	78	81	1,9	110	2,5	144	3,3	182	4,2

Bügelkraft = $2 \cdot A_s \cdot f_{yd,D} \cdot \sin \alpha / 0,25m$

 $a_{s,\text{B\"{u}gel}} = \text{\"{a}quivalenter B\"{u}gelquerschnitt der D\"{i}agonalen (f_{yd,D}) im Vergleich mit B\"{u}geln (f_{yd,B})}$

 $f_{vd,B} = 500 / 1,15 = 435 \text{ N/mm}^2$

 $f_{yd,D}$ = 420 / 1,15 = 365 N/mm² (für glatte Diagonalen B500 A+G)

Allgemeine Geschäftsbedingungen:

Urheber- und wettbewerbsrechtlich geschützt. FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG, Leese.

Juni 2015 / UB