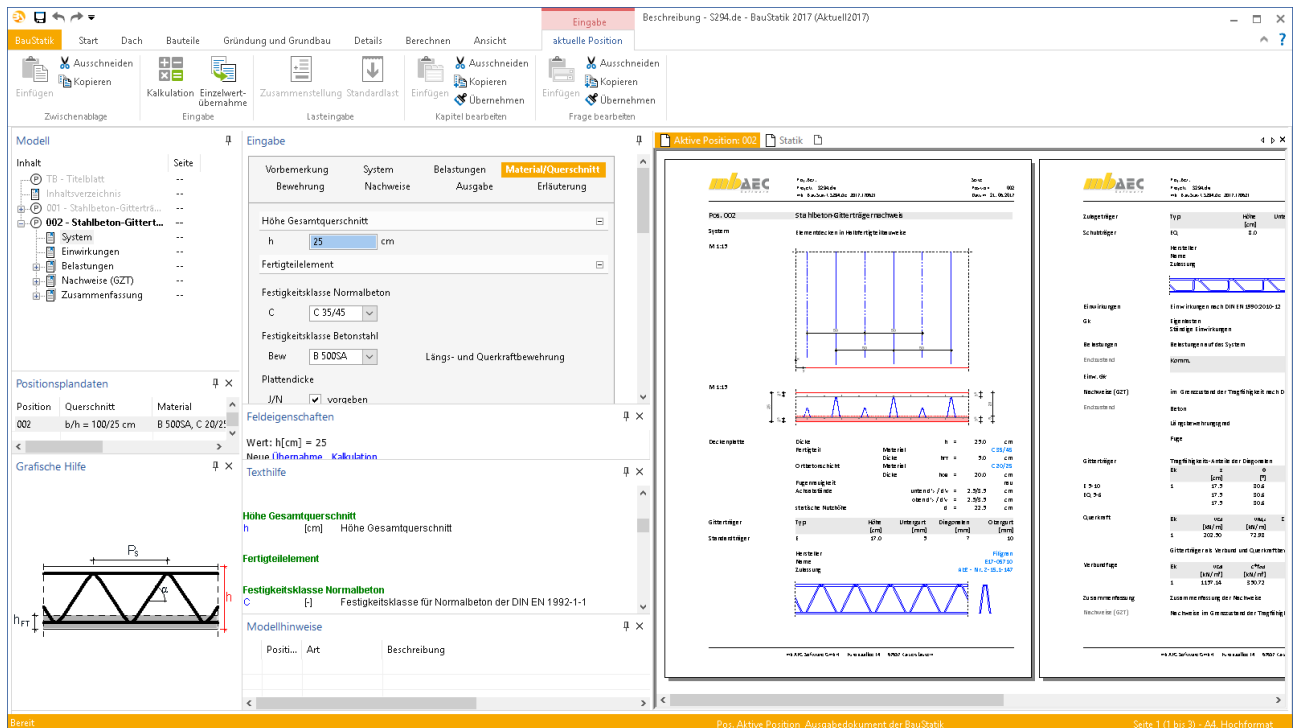


Dipl.-Ing. Nouman Elias M.Sc.

Detailnachweis für Elementdecke mit Gitterträgern

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S294.de Stahlbeton-Gitterträgernachweis

Massivdecken in ortbetonbauweise werden in vielen Fällen in Massivdecken mit Stahlbeton-Fertigteildecken und Ortbetonergänzung umdimensioniert. Gründe hierfür sind vor allem Kosten- und Zeitersparnis bei der Herstellung der Deckenkonstruktionen eines Bauvorhabens. Neben einer schnelleren werkmäßigen Vorfertigung der Fertigteilelementdecken ist vor allem die deutlich schnellere Herstellung der Deckensysteme vor Ort bedeutend.



Allgemein

Im BauStatik-Modul „S294.de Stahlbeton-Gitterträgernachweis“ wird der Detailnachweis einer Elementdecke bestehend aus einer Stahlbetonfertigteildecke mit Ortbetonergänzung behandelt. Statt Stahlbetonfertigteildecke wird häufig auch die Bezeichnung Gitterträgerdecke oder Halbfertigteildecke verwendet. Das Modul bemisst die erforderlichen Gitterträger (Durchmesser der Bewehrung / Abstand) und führt die erforderlichen Nachweise. Die Gitterträger werden im Endzustand (Elementdecke plus Ortbetonergänzung) sowie im Montagezustand nachgewiesen.

Der Montagezustand wird unter Beachtung der Vorgaben der Fertigteilegeometrie berechnet. Es wird geprüft, ob die vom Anwender vorzugebende Montagestützweite eingehalten wird. Im Endzustand erfolgt die Nachweisführung der Gitterträger unter Berücksichtigung der maßgebenden Bemessungsquerkraft. Diese wird entweder mittels der Kombinatorik unter Berücksichtigung der vom Anwender vorzugebenden charakteristischen Querkraften gebildet oder es ist eine Bemessungsquerkraft vorgegeben.

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

Im Modul S294.de werden Detailnachweise der Gitterträger nach folgenden Zulassungen geführt:

- Zulassung Z-15.1-147 [4]
- Zulassung Z-15.1-90 [5]
- Zulassung Z-15.1-93 [6]

System

Im Kapitel „System“ kann vom Anwender festgelegt werden, ob die allgemeine Übernahme aus einer Position der BauStatik erfolgen soll. Bei dieser Übernahme stehen alle vordefinierten Stellen aus den Positionen des Moduls „S200.de Stahlbeton-Platte, einachsig“ sowie aus dem Positionstyp Deckenplatte des Moduls „S340.de Stahlbeton-Durchlaufträger, ...“ zur Verfügung. Alle erforderlichen Daten wie Querschnitt, Material, Schnittgrößen und Längsbewehrung der Deckenplatte werden übernommen. Darüber hinaus kann der Umfang der Übernahme gesteuert und dadurch auf die gewünschten Werte reduziert werden.

Zur Auswahl stehen folgende Positionstypen:

- Elementdecke Endzustand
- Elementdecke Endzustand inkl. Montagezustand

Gitterträger

Die Gitterträger bestehen aus einem Obergurt, zwei Untergurten und den Diagonalen. Diese müssen dem Aufbau der DIN 488-5 entsprechen. Im BauStatik-Modul S294.de stehen zwei Arten von Gitterträgern zur Auswahl:

- **Standard Gitterträger:** Diese werden in üblichen Deckenkonstruktionen bei vorwiegend ruhender Belastung eingesetzt (Bild 2). Die Standard Gitterträger dürfen als „biegesteife Bewehrung“ in mindestens 40 mm dicken Fertigteilplatten ohne Vorspannung mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht in Massivdecken als Biegezug- und Querkraftbewehrung verwendet werden. Die Verwendung für nicht vorwiegend ruhende Verkehrslasten und in Fabriken und Werkstätten mit schwerem Betrieb (Verkehrslasten größer als 10 kN/m²) ist nicht zulässig.
- **Schubgitterträger:** Ein Schubgitterträger ist ein Querkraftbewehrungsträger für den Endzustand, der hohe Querkraftbeanspruchungen aufnehmen kann. Für den Montagezustand haben die Schubgitterträger keine Funktion (Bild 2). Die Schubgitterträger dürfen als „biegesteife Bewehrung“ in mindestens 40 mm dicken Fertigteilplatten ohne Vorspannung mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht in Massivdecken als Schub- bzw. Querkraftbewehrung verwendet werden. Auch hier ist die Verwendung nur für vorwiegend ruhende Verkehrslasten zulässig. Ein Schubgitterträger darf nicht im Montagezustand berücksichtigt werden. Sie sind zusammen mit Standard Gitterträger in Massivdecken zu verwenden.

Schubgitterträger können als Zulage zu vorhandenen Standard Gitterträgern angesetzt werden. Dabei dürfen jedoch bei Decken mit nicht vorwiegend ruhenden Verkehrslasten Gitterträger, die nicht für solche Lasten zugelassen sind, für den Montagezustand angesetzt werden.

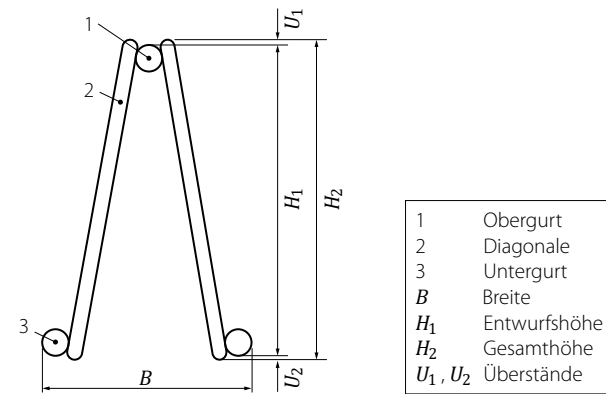


Bild 1. Querschnitt des Gitterträgers

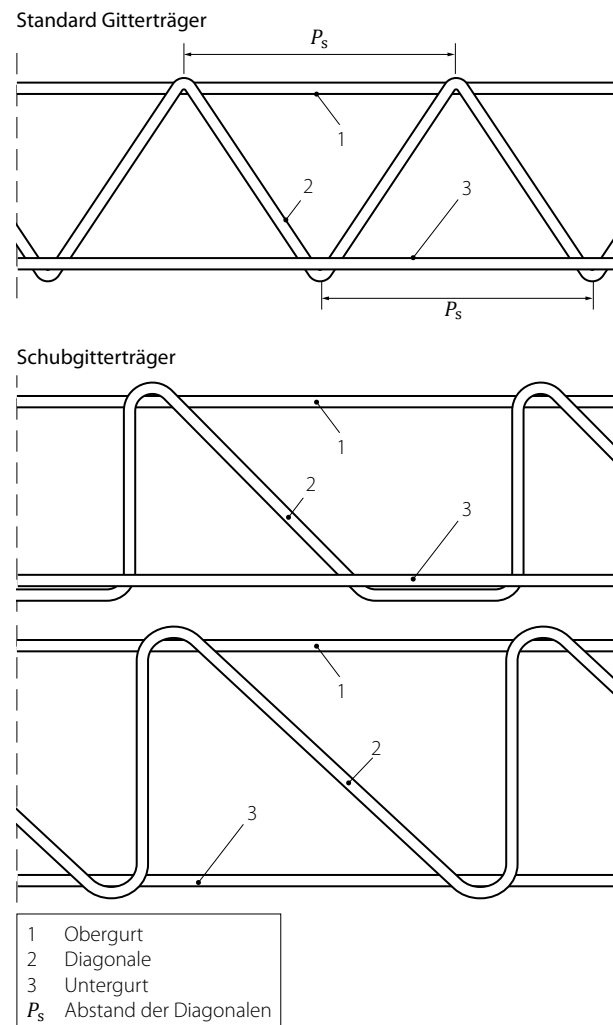


Bild 2. Standard- und Schubgitterträger

Das BauStatik-Modul S294.de ermöglicht dem Anwender, Gitterträger aus den Büro- und/oder Projekt-Stammdaten zu laden und zu bemessen. Natürlich kann der Anwender beliebige Gitterträger selbst definieren.

Belastungen

S294.de ermöglicht die Vorgabe von Bemessungslasten. Hierzu ist die Kombinationszuordnung durch den Anwender vorzunehmen. Die Belastungen können als Lastabtrag aus einer anderen Position komfortabel übernommen werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen der BauStatik-Module „S200.de Stahlbetonplatte, einachsige“ und „S340.de Stahlbeton-Durchlaufträger,...“ (Positionstyp Deckenplatte) zugegriffen werden. Alternativ zum Lastabtrag können die charakteristischen Querkräfte auch direkt eingegeben werden.

Material/Querschnitt

Hier werden die Beton- und die Stahlgüte des Fertigteillements und der Ortbetonergänzung gewählt sowie die Gesamtquerschnittsdicke festgelegt, die sich aus der Addition der Fertigteildicke plus der Ortbetondicke ergibt. Wenn die Materialeingabe der Ortbetonergänzung nicht vorgegeben wird, übernimmt das Modul die Materialeingabe des Fertigteillements.

Die Dicke der Fertigteilplatte ist unter Beachtung der Betondeckung festzulegen. Die Betondeckung an der Unterseite ist über die Eingabe der Expositionsklasse oder der direkten Vorgabe der Betondeckung zu definieren. Die erforderliche Betondeckung der Bewehrung in der Fertigteilplatte zur Verbundfuge darf nach DIN EN 1992-1-1 auf 10 mm (5 mm bei rauer Fuge) verringert werden. Auf jeden Fall soll die Dicke der Fertigteilplatte größer oder gleich 40 mm betragen.

Die Oberfläche des Fertigteillements muss ausreichend rau sein. Für die Oberflächenrauigkeit der Kontaktfläche mit der Ortbetonergänzung Verbundfuge gilt die Definition nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA Abschnitt 6.2.5 (2).

Bewehrung

Im Kapitel „Bewehrung“ werden die Art, die Abstände und die Durchmesser der Längs- und Querbewehrung der Elementdecke sowie der Typ, der Ober- und Untergurt und der Durchmesser des Gitterträgers vorgegeben.

Der Anwender kann beliebige Abmessungen des Gitterträgers vorgeben und die Nachweise für seine spezifische Vorgabe durchführen. Diese Abmessungen sind:

- **Durchmesser der Diagonalen** $d_{s,d}$
- **Entwurfshöhe** H_1 : Hier besteht die Möglichkeit einer manuellen Eingabe der Höhe H_1 oder den Gitterträger mit der maximalen Entwurfshöhe bemessen zu lassen.
- **Gesamthöhe** H_2 : Hier besteht die Möglichkeit einer manuellen Eingabe der Gesamthöhe oder einer an der Bewehrung angepassten Gesamthöhe. Bei der manuellen Eingabe sind entweder die Gesamthöhe H_2 oder die Überstände u_1 und u_2 vorzugeben ($H_2 = H_1 + u_1 + u_2$). Bei der Vorgabe der Gesamthöhe werden die Überstände automatisch berechnet.

- **Gitterträgerabstände** S_g : Die Gitterträgerabstände können automatisch berechnet oder durch manuelle Vorgabe festgelegt werden. Die maximal möglichen Gitterträgerabstände werden vom Programm unter Berücksichtigung der nachfolgenden Bedingungen ermittelt:
 1. Anordnung als Verbundbewehrung,
 $s_{\max} \leq \min(75 \text{ cm}, 5 h)$
 2. Anordnung als Querkraftbewehrung,
Decken mit $h \leq 40 \text{ cm}$, $s_{\max} \leq 40 \text{ cm}$
Decken mit $h > 40 \text{ cm}$, $s_{\max} \leq \min(80 \text{ cm}, h)$
- **Neigungswinkel der Diagonalen** α : Dieser kann entweder direkt vorgegeben werden oder er wird durch die Eingabe des Abstands der Diagonalen P_s beeinflusst. Wird der Abstand verkleinert, erhöht sich der Neigungswinkel und die maximale Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,max}$ wird geringer. Der Anwender kann den Abstand P_s frei wählen oder berechnen lassen. In den zu Grunde liegenden Zulassungen wird P_s auf 200 mm begrenzt. Wenn der Neigungswinkel berechnet werden soll, wird mit $P_s = 200 \text{ mm}$ gerechnet.

Querkraftbemessung

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

Für die Nachweise von Stahlbetonplatten gelten folgende Annahmen:

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

Für den Fall $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ ist keine rechnerische Querkraftbewehrung erforderlich. Sie wird nur dann erforderlich (Schubbewehrung erforderlich), wenn $V_{Ed} > V_{Rd,c}$ ist. Dabei ist $V_{Rd,c}$ der Bemessungswert für den Querkraftwiderstand der Platten ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung (DIN EN 1992-1-1: Gl. 6.2a / 6.2b).

Die Ermittlung der Tragfähigkeit von Gitterträgern als Querkraftbewehrung erfolgt nach Gleichung 6.13 der DIN EN 1992-1-1:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot b_w \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

A_{sw}	Querschnittsfläche der Querkraftbewehrung
s	Bügelabstand
f_{ywd}	Bemessungswert der Streckgrenze der Querkraftbewehrung
α	Winkel zwischen Bauteilachse und Schubbewehrung
θ	Druckstrebenneigungswinkel

Schubkraftübertragung in Fugen

Die Schubkraftübertragung in Fugen zwischen der Stahlbetonfertigteileplatte und der Ortbetonergänzung ist in der Regel nachzuweisen. Der Bemessungswert der Schubkraft in der Fuge (v_{Edi}) nach Gleichung 6.24 der DIN EN 1992-1-1 darf nicht größer als der Bemessungswert der Schubtragungsfähigkeit in der Fuge (v_{Rdi}) nach Gleichung 6.25 der DIN EN 1992-1-1 sein.

Bei dem Nachweis der Schubkraftübertragung in der Verbundfuge muss der Verhältniswert β festgelegt werden. β ist das Verhältnis der Normalkraft in der Ortbetonergänzung zu der Gesamtnormalkraft in der Druck- bzw. Zugzone im betrachteten Querschnitt.

In S294.de wird der Fall nachgewiesen, bei dem sich die Biegezugbewehrung im Fertigteile befindet und die Fuge nicht in der Druckzone liegt. Nach Heft 600 (Bild H6-20) ist in diesem Fall $\beta = 1$ anzusetzen.

Abmessung des Gitterträgers

Das Modul S294.de führt alle erforderlichen Nachweise. Um die Nachweise zu erfüllen werden die Abmessungen des Gitterträgers iterativ bestimmt.

Die Abmessung des Gitterträgers werden in drei Iterationsschritten festgelegt:

1. Iteration von H_2 vom minimalen zum maximalen Wert
2. Iteration von $d_{s,d}$ vom minimalen zum maximalen Wert
3. Iteration von S_g vom maximalen zum minimalen Wert

Bei manuell vorgegebenen Abmessungen erfolgt keine Iteration, sondern ein Nachweis auf der Grundlage der Vorgabewerte.

Ist $V_{Ed} > V_{Rd,max}$, wird der Druckstrebenneigungswinkel θ iterativ bestimmt. Die Iteration wird so lang durchgeführt, bis $V_{Ed} < V_{Rd,max}$ ist. Im Fall, dass mehrere Gitterträger vorhanden sind (mit unterschiedlichem Neigungswinkel α_i), wird nach Heft 600, 6.2.3 (4) die Iteration so lange durchgeführt, bis die nachfolgende Gl. H.6-7 erfüllt ist.

$$\left(\frac{V_{Rd,s,\alpha_1}}{V_{Rd,max,GT,\alpha_1}} \right) + \left(\frac{V_{Rd,s,\alpha_2}}{V_{Rd,max,GT,\alpha_2}} \right) \leq 1,0$$

Dies gilt auch für Schubträger mit unterschiedlichen Neigungswinkeln.

Anordnung der Gitterträger

Ein Gitterträger wird entweder als reine Verbundbewehrung oder als Querkraft- und Verbundbewehrung (Bild 3) angeordnet.

- **Anordnung der Gitterträger als reine Verbundbewehrung ($V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$):**
Das bedeutet, dass keine rechnerische Querkraftbewehrung erforderlich ist. Bei der Berechnung der Entwurfshöhe soll der Abstand Oberkante Fertigteileplatte zu Unterkante Obergurt größer oder gleich 20 mm eingehalten werden und der Neigungswinkel der Diagonalen wird auf $35^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ begrenzt.
- **Anordnung der Gitterträger als Querkraft und Verbundbewehrung ($V_{Ed} > V_{Rd,c}$):**
Bei der Berechnung der Entwurfshöhe wird der Gitterträger über die gesamte Deckenhöhe angeordnet, wobei der Neigungswinkel der Diagonalen auf $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ begrenzt wird. Die Beanspruchungen werden entweder als mäßig ($V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{Rd,max,GT}$) oder hoch ($V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{Rd,max,GT}$) bezeichnet.

Für mäßige Beanspruchung darf die obere Biegezugbewehrung für beide Bewehrungsrichtungen oberhalb des Gitterträgerobergurtes angeordnet werden, während die Biegezugbewehrung der Hauptrichtung für eine hohe Beanspruchung auf gleicher Höhe oder unterhalb des Gitterträgerobergurtes angeordnet werden muss.

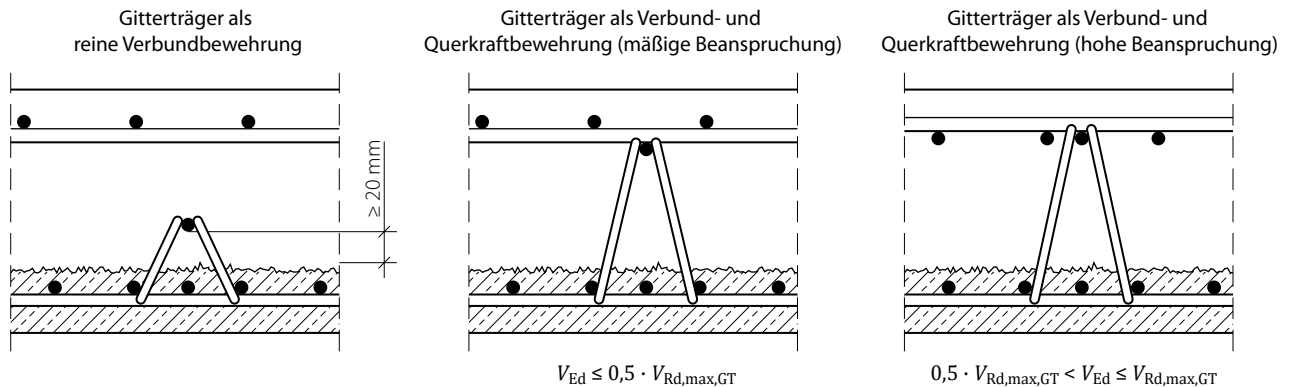


Bild 3. Anordnung des Gitterträgers

Montagezustand

Die zulässige Montagestützweite muss im Kapitel „System“ vorgegeben werden. Die für den Montagezustand zulässigen ständigen und veränderlichen Schnittgrößen müssen im Kapitel „Belastungen“ vorgegeben werden. Diese sind aus den entsprechenden Zulassungen in Abhängigkeit des Ober- bzw. Untergurtes zu wählen. Ständige Lasten sind im Montagezustand immer anzusetzen, während veränderliche Lasten in ungünstiger Laststellung (Flächenlast q oder Einzellast in Feldmitte) zu berücksichtigen sind. Im Kapitel „Nachweis“ müssen die zulässigen Grenzwerte für den Montagezustand vorgegeben werden.

Die Bemessung im Montagezustand kann unter Beachtung eines zulässigen Momentes (M_{Rd}) sowie einer zulässigen Querkraft (V_{Rd}) erfolgen. Zusätzlich kann eine erforderliche Zulagebewehrung vorgegeben werden. Neben der Berücksichtigung zulässiger Schnittgrößen, kann eine zulässige Verformung vorgegeben werden. Die Verformungsberechnung erfolgt näherungsweise nach einer vereinfachten Durchbiegungsberechnung nach Theorie II. Ordnung.

Die Krümmung ($1/r$) infolge eines Biegemomentes M errechnet sich aus:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_F = \frac{M}{E_{c,eff} \cdot I}$$

Die Durchbiegung biegebeanspruchter Bauteile berechnet sich zu:

$$f = k \cdot l^2 \cdot \left(\frac{1}{r}\right)_F$$

Dabei ist $k = 5/48$ für Flächenlast und
 $k = 1/12$ für Einzellast

Der Durchmesser des Ober- sowie des Untergurtes ist für den Montagezustand maßgebend.

Ausgabe

Wie von anderen BauStatik-Modulen gewohnt, wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Eingaben und der Ergebnisse zur Verfügung gestellt. Der Anwender kann den Umfang der Ausgabe dabei in vielerlei Hinsicht steuern.

Dipl.-Ing. Nouman Elias M.Sc.
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010.
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [3] DAFStb-Heft 600 - Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). 1. Auflage, Ausgabe 2012.
- [4] Filigran – Elementdecken – E / Ev, Zulassung Z-15.1-147 – Filigran-E-Gitterträger und Filigran-Ev-Gitterträger für Fertigteilplatten mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht.
- [5] Filigran – Elementdecken – D, Zulassung Z-15.1-90 – Filigran-EQ-Gitterträger für Fertigteilplatten mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht.
- [6] Filigran – Elementdecken – E / Ev, Zulassung Z-15.1-93 – Filigran-D-Gitterträger für Fertigteilplatten mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht.
- [7] Filigran-Decken im Endzustand – Querkraftnachweis nach EUROCODE 2.
- [8] Plattendecke nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 und DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 (Eurocode 2) - Technisches Handbuch – Bemessung / Konstruktion / Montage (5. Auflage, Mai 2014).
- [9] Tech-News Nr. 2009/2 DIN 1045-1, Verbundfuge in abschnittsweise hergestellten Unterzügen, Dr.-Ing. Petra Höß.



Aktuelle Angebote

S294.de Stahlbeton-Gitterträgernachweis – EC 2, DIN EN 1992-1-1 **399,- EUR**

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Juli 2017

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de